

INSTALAÇÃO DE CABOS - RECOMENDAÇÕES GERAIS

INSTALAÇÃO DE CABOS - RECOMENDAÇÕES GERAIS

Basicamente existem quatro maneiras de se instalar cabos de potência:

- a) Em canaletas;
- b) Em bandejas;
- c) Em dutos subterrâneos;
- d) Diretamente no solo.

A escolha adequada do tipo de instalação deve levar em conta fatores como: investimento inicial, facilidade de manutenção, previsão de ampliação, agressões mecânicas sobre a rota, multiplicidade de circuitos, dissipação do calor, etc.

Quando se trata de sistemas de distribuição urbanos ou mesmo industriais de grande porte, a instalação em dutos subterrâneos é normalmente a mais difundida, devido a facilidade no caso de manutenção ou substituição de lance defeituoso, sendo o alto custo de implantação, a sua maior desvantagem.

A instalação direta no solo, devido ao atrativo econômico, vem sendo cada vez difundida, porém a sua principal desvantagem é o tempo necessário para a substituição de cabos defeituosos e à limitação do número de circuitos na mesma vala.

Já a instalação em canaletas ou sobre bandejas, são restritas respectivamente a instalações com trechos de pequenos comprimentos ou no interior de instalações industriais.

INSTALAÇÃO EM DUTOS SUBTERRÂNEOS

Este tipo de instalação é utilizado quando principalmente existem vários circuitos a serem lançados em uma mesma rota ou também quando é prevista a ampliação de carga ou o lançamento de novos circuitos. É usual a construção do banco com dutos reserva. Oferece uma boa proteção mecânica para os cabos. Tem como principal ponto negativo, uma maior resistência térmica o que reflete no dimensionamento da seção elétrica dos cabos.

a) Esmagamento

Quando os dutos são projetados para instalação de três cabos unipolares, seu diâmetro (duto) deve ser sempre menor do que 3 vezes o diâmetro do cabo. Isto para que seja evitado que um dos cabos se localize entre os dois outros, sofrendo esmagamento – efeito sanduíche. Na prática se recomenda 2,8 vezes o diâmetro do cabo unipolar. Por outro lado, o risco de esmagamento dos condutores também pode ser evitado, utilizando uma relação entre diâmetro do cabo e do duto maior do que 3,2. A faixa crítica, que deve ser evitada está entre 2,8 e 3,2 vezes o diâmetro externo do cabo.

b) Curvatura admissível

Cabos com isolamento polimérico devem respeitar raios mínimos de curvatura estabelecidos na tabela 01 (cabos sem proteção metálica) ou na tabela 02 (cabos com proteção metálica). Estes valores são válidos para curvaturas em estado permanente durante as instalações.

Este parâmetro é fundamental no projeto da linha de duto. Existindo mudança de direção da linha de duto, é sugerida a utilização de caixa de passagem (off-set). Na impossibilidade desta, deve ser feita análise crítica da tensão máxima de puxamento devido principalmente aos esforços laterais que atuarão sobre os cabos, e que poderão provocar a deformações/ruptura dos fios de blindagem e a inevitável redução da espessura isolante.

Tabela 01 - Raios mínimos de curvatura dos cabos (sem proteção metálica)

Diâmetro nominal do cabo (mm)	x Diâmetro externo nominal do cabo
≤ 25	4
> 25 ≤ 50	5
> 50	6

INSTALAÇÃO DE CABOS - RECOMENDAÇÕES GERAIS

Tabela 02 - Raios mínimos de curvatura dos cabos (com proteção metálica)

Diâmetro nominal do cabo (mm)	x Diâmetro externo nominal do cabo
Todos	12

c) Tensão máxima de puxamento

Existem dois modos dos cabos serem tracionados durante o processo de instalação: puxamento pela cobertura e pelo condutor (es). O puxamento pelo condutor (es) deve ser adotado como regra, pois permite um valor de tensão maior do que quando puxado pela cobertura com camisa de puxamento. Este último é normalmente adotado para pequenos trechos de cabos ou mesmo para a arrumação dos cabos no interior das caixas de passagens.

A tensão de puxamento, quando realizado pelo condutor, não deve atingir valores que cause estiramento do material condutor. Esta deformação, mesmo que fique dentro dos limites elásticos do material poderá causar danos permanentes aos cabos de energia, principalmente os de Média Tensão, devido ao destaque das camadas isolante e semicondutora. Um descolamento nesta área certamente será um ponto de ionização devido às descargas parciais. Não deve ser esquecido que na interface semicondutora x isolação está agindo o maior nível do gradiente elétrico. Comprovadamente este fenômeno reduz a vida útil do cabo. Normalmente provoca a ruptura da isolação, caracterizada pelo curto-circuito fase-terra.

O valor limite de tensão para o cobre recozido e para o alumínio duro é de cerca de 7 kgf/mm², porém a INDUSCABOS recomenda o valor máximo de 3 kgf/mm² para condutores flexíveis e de 4 kgf/mm² para condutores rígidos (classe 2). Esta redução se deve ao fato de que a distribuição de tensão durante o puxamento não ser constante. Mesmo que o puxamento seja contínuo, dificilmente será uniforme, o que conseqüentemente poderá ocasionar picos de tensão (esforços) que ultrapassam o valor de 7 kgf/mm².

d) Preparação

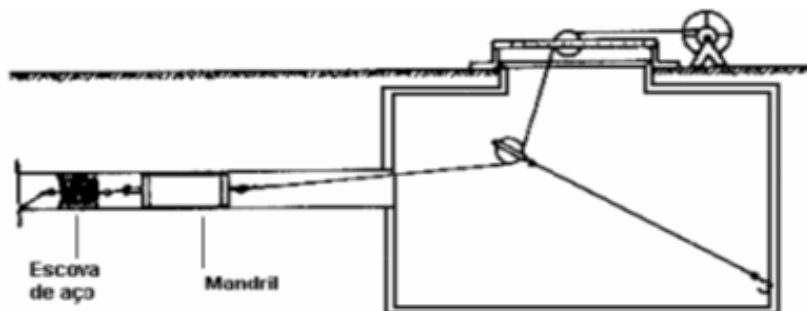
d1) Dutos

Outro fato tão importante quanto o dimensionamento dos esforços de puxamento é a preparação dos dutos para a instalação dos cabos. São utilizados vários acessórios para aferir a aptidão do duto durante o lançamento dos cabos. Os mais importantes são:

- mandril, utilizado para a desobstrução e verificação de irregularidades no interior do duto. Geralmente construídos com corpo de madeira e extremidades de aço;
- destorcedor, utilizado entre o cabo de aço e a alça de puxamento, para evitar que esforços de torção danifiquem o cabo de energia durante a instalação. Em geral fabricado em aço.
- escova de aço.

O método usual (figura 01) consiste em passar um mandril com diâmetro pouco menor do que o do duto, acompanhado de uma escova de fio de aço e de uma amostra (2 a 3 m) do cabo a ser puxado. O mandril indicará os possíveis desalinhamentos, obstruções de alvenaria, etc, a escova fará a limpeza e remoção de pequenos detritos. O exame da amostra dará uma idéia de como o cabo será afetado durante o puxamento.

Figura 01

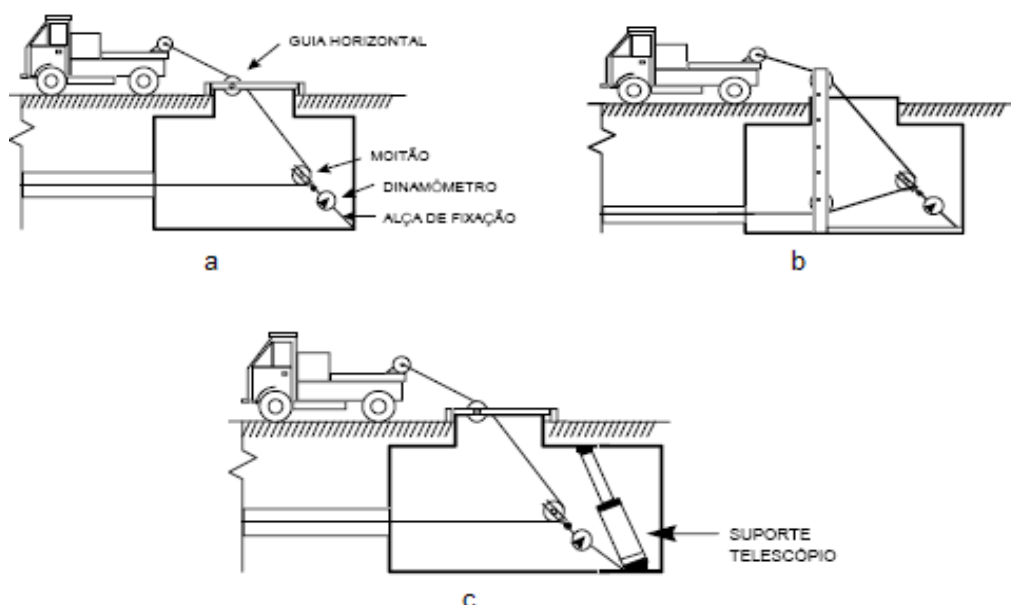


INSTALAÇÃO DE CABOS - RECOMENDAÇÕES GERAIS

d2) Caixa de puxamento

Quando forem previstas alças de fixação nas paredes da caixa (figura 02 "a"), um moitão é fixado à alça para guiar o cabo de puxamento em linha com o duto, enquanto uma guia horizontal é fixada à entrada da caixa para guiar o cabo de aço até o guincho. Deve-se instalar entre o moitão e a alça de fixação um dinamômetro para a leitura das tensões de Na inexistência de tais alças, geralmente é utilizado um telescópio de aço (figura 02 "c"). Este equipamento possui uma alça ajustável próxima a sua base. Ela é apoiada entre o teto e o piso da caixa, de tal forma que suportará à tensão de Outros arranjos podem ser utilizados, como por exemplo tubos de aço com abraçadeiras do tipo Mills (figura 02 "b"), porém a desvantagem deste tipo de arranjo (tubos), é quanto ao tempo e mão-de-obra gastos na montagem e

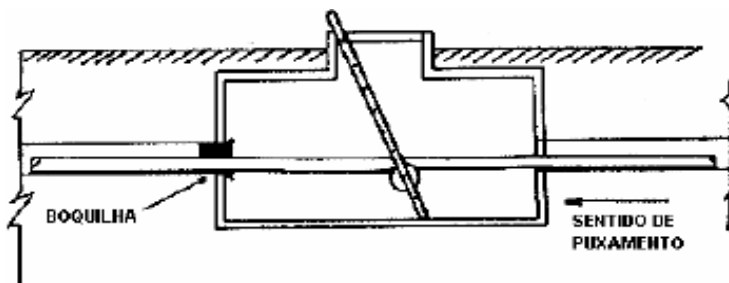
Figura 02



d3) Caixas intermediárias

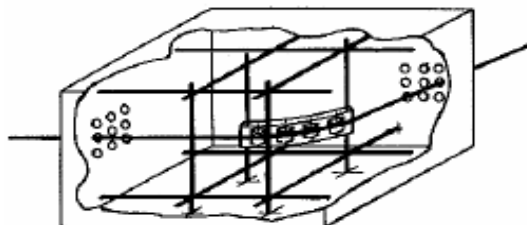
Na caixas intermediárias devem ser verificados o grau de alinhamento dos dutos por onde passará o cabo de energia. Quando o banco de dutos passa linearmente pela caixa intermediária, se faz necessário a instalação de uma guia horizontal e o uso de boquilha para evitar que as quinas dos dutos danifiquem os cabo (figura 03).

Figura 03



Quando os dutos não são alinhados, deve se utilizar guias ou roletes que dêem ao cabo a curvatura adequada para evitar o seu esmagamento à saída e entrada dos dutos (as curvas provocadas pelos roletes devem possuir um raio superior a 12 vezes o diâmetro externo do cabo) (figura 04).

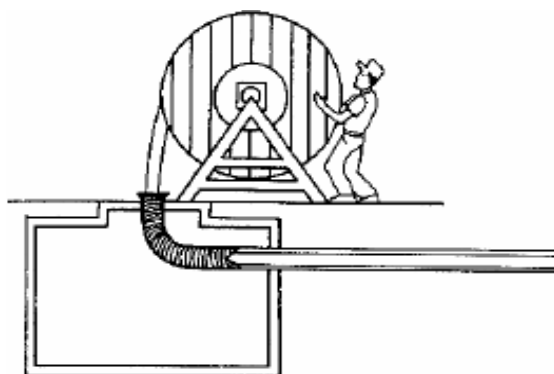
Figura 04



d4) Caixa de lançamento do cabo

A preparação da caixa de lançamento, consiste em posicionar adequadamente a bobina à sua entrada, e o uso do tudo de alimentação, com o objetivo de proporcionar maior segurança e rapidez no lançamento (figura 05).

Figura 05



e) Puxamento

Concluídos todos preparativos, o cabo de aço em que o condutor está conectado é tracionado, sendo recomendado a aplicação de lubrificante sobre a superfície do cabo para diminuir o atrito entre o cabo e o duto (geralmente são utilizados sabão, graxa neutra ou talco).

INSTALAÇÃO DIRETAMENTE NO SOLO

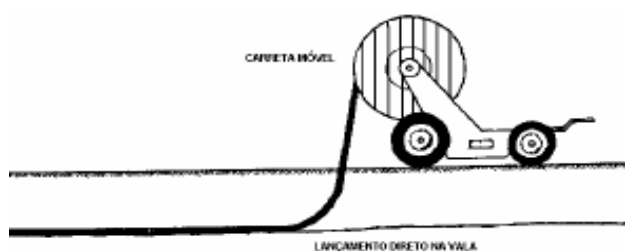
Existem dois métodos para a instalação de cabos diretamente no solo:

- a) Lançamento direto na vala (figura 06);
- b) Puxamento sobre roletes (figura 07).

O primeiro é o preferido, pois dispensa o uso de acessórios e não submete o cabo aos esforços de tração. A dificuldade está em deslocar a bobina ao longo da rota, para “depositar” o cabo no leito da vala.

A limitação do lance a ser instalado se deve a eventuais obstáculos ao longo da rota, tubulações de água, esgoto, gás, óleo, outros circuitos, etc. e ao comprimento de fabricação do cabo.

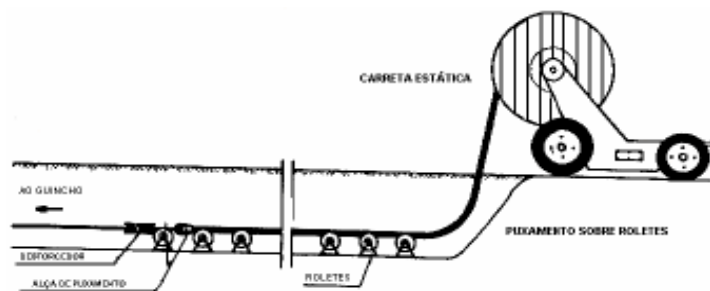
Figura 06



INSTALAÇÃO DE CABOS - RECOMENDAÇÕES GERAIS

Na impossibilidade de deslocamento da bobina ao longo da vala, esta deverá ficar fixa em uma das extremidades, ou em pontos previstos para emendas, e o cabo será puxado para dentro da vala. O esforço de puxamento deverá ser observado, conforme, comentado anteriormente. É recomendado o uso de roletes para reduzir o atrito e facilitar o

Figura 07



Este tipo de instalação, necessariamente exige uma proteção mecânica, geralmente feita com lajotas de concreto aplicadas de 15 a 30 cm acima dos cabos, que também possuem a finalidade de sinalizar o circuito no caso de escavações.

Sendo previsto a movimentação de veículos pesados e/ou impactos provocados por máquinas ou equipamentos na região da instalação, o que normalmente ocorre nos pátios de indústrias para fabricação de equipamentos pesados, metalúrgicas, mineradoras, siderúrgicas, petroquímica, travessias urbanas, etc., é recomendado para este tipo de instalação (diretamente no solo) que os cabos (tripolares) sejam armados com fitas planas de aço (figura 08), visto que cabo armado possui uma excelente resistência mecânica no sentido radial, o que garante a integridade dos componentes em caso de agressões mecânicas.

Figura 08



ENSAIOS DURANTE E APÓS A INSTALAÇÃO

Estes ensaios são destinados a demonstrar a integridade do cabo e seus acessórios, durante a instalação e após a conclusão desta:

- Em qualquer ocasião durante a instalação, pode ser efetuado um ensaio de tensão elétrica contínua de valor igual a 75% do valor dado na tabela 03, durante 5 min consecutivos;
 - Após a conclusão da instalação do cabo e seus acessórios, e antes destes serem colocados em operação, pode ser aplicada uma tensão elétrica contínua de valor igual a 80% do valor dado na tabela 03, durante 15 min consecutivos;
 - Após o cabo e seus acessórios terem sido colocados em operação, em qualquer ocasião, dentro do período de garantia, pode ser aplicada uma tensão elétrica contínua de valor igual a 65% do valor dado na tabela 03, durante 5 min.
- Os ensaios em corrente contínua, aplicados a cabos com isolamento extrudado, para tensões de isolamento superiores a 6/10 kV, principalmente de instalações antigas, podem causar o seu envelhecimento precoce ou danos permanentes. Nestes casos, recomendamos que as instalações sejam ensaiadas conforme uma das alternativas:

- a) aplicação, por 5 min, da tensão equivalente entre fases do sistema entre o condutor e a blindagem metálica; ou
- b) aplicação, por 24 h, da tensão entre fase e terra do sistema entre o condutor e a blindagem.

Tabela 03

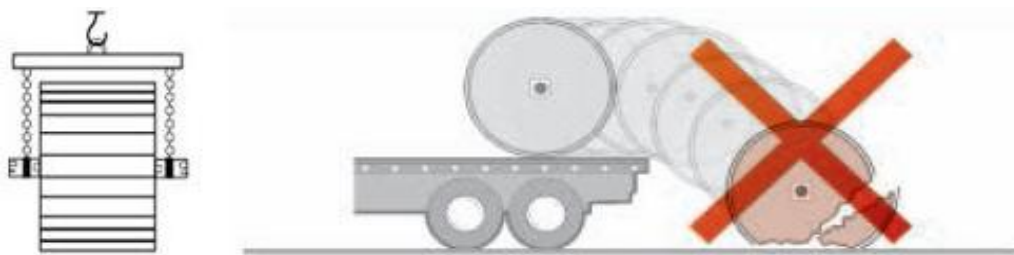
Tensão de isolamento U_0/U (kV)	0,6/1	1,8/3	3,6/6	6/10	8,7/15	12/20	15/25	20/35
Tensão de ensaio (kV)	8,5	15,5	26,5	36	53	72	90	120

MOVIMENTAÇÃO, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE BOBINAS

a) Movimentação e transporte:

O carregamento, descarregamento e transporte por pequenos trechos, especialmente em áreas de fabricação e armazenamento, podem ser feitos por equipamento de levantamento ou suspensão, sendo obrigatório o uso de dispositivos que evitem danos à bobina ou mesmo sua exposição a esforços de compressão e movimentos bruscos (figura 09).

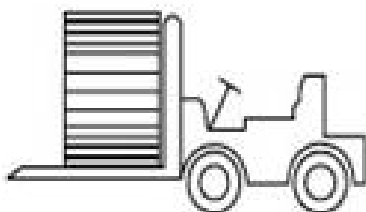
Figura 09



Durante a movimentação da bobina, deve-se usar dispositivos que evitem a quebra ou danos à fita de amarração do conjunto de fechamento, sendo que as bobinas não podem ser roladas.

Quando a bobina for carregada por empilhadeira, o eixo da bucha deve estar na mesma direção do deslocamento da máquina, sendo que os garfos da empilhadeira devem ultrapassar a largura externa da bobina (figura 10).

Figura 10



As bobinas não podem ser transportadas nem armazenadas com o disco lateral na posição horizontal (figura 11). O meio de transporte de bobinas deve ser adequado ao peso, dimensões e quantidade de bobinas transportadas, para garantir um transporte seguro.

Figura 11



Cuidado! As bobinas possuem pregos na madeira de fechamento, portanto sempre utilize EPI adequado quando for manuseá-las (figura 12).

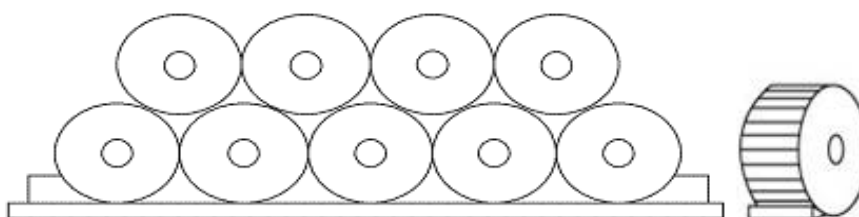
INSTALAÇÃO DE CABOS - RECOMENDAÇÕES GERAIS

Figura 12



As bobinas, quando armazenadas a céu aberto, devem ficar elevadas no mínimo a 10 cm do solo, para evitar o contato direto e a absorção excessiva de umidade comprometendo a integridade da bobina. Nota – quando as bobinas forem armazenadas sob cobertura e o solo for revestido e drenado, as bobinas podem ficar em contato direto com o piso. As bobinas, quando fechadas, podem ser armazenadas e alinhadas umas sobre as outras, de modo que não comprometam a integridade do produto acondicionado nem a estrutura do carretel, porém, devem ser calçadas para evitar deslocamentos lateral por gravidade (figura 13).

Figura 13



Os discos laterais das bobinas devem estar livres de contato com outra bobina (distância mínima de 15 cm), ou com outros objetos e edificações que impeçam sua boa ventilação. Não é aconselhamos o armazenamento de bobinas sobre piso com declive acentuado (com inclinação superior a 2° em relação ao plano).