



10

**RECOMENDAÇÕES  
GERAIS DE MANUSEAMENTO,  
LANÇAMENTO E INSTALAÇÃO  
DE CABOS DE BAIXA  
E MÉDIA TENSÃO  
EM INSTALAÇÕES  
FIXAS**

## 10.1 RECOMENDAÇÕES GERAIS DE MANUSEAMENTO, LANÇAMENTO E INSTALAÇÃO DE CABOS DE BAIXA E MÉDIA TENSÃO EM INSTALAÇÕES FIXAS

### 10.1.1 DESCARGA DE BOBINAS DE CAMIÕES

Será efectuada por suspensão (grua ou ponte rolante) ou com empilhador. Nunca se deve deixar cair as bobinas para o chão. As ripas de protecção não devem causar, por ruptura, lesões no cabo. Devem verificar-se eventuais danos no cabo causados como resultado de tratamento incorrecto da bobina no seu manuseamento durante ou após o transporte. Um defeito no cabo não detectado antes da instalação pode reduzir a vida útil do material.



### 10.1.2 ARMAZENAMENTO DE BOBINAS

O piso deverá ser duro, uniforme e com boa drenagem, caso esteja exposto à intempérie. As bobinas devem conservar as ripas de protecção até ao lançamento do cabo. Evitar rodar desnecessariamente as bobinas e, caso seja necessário fazê-lo, seguir o sentido do enrolamento original a fim de que não se folguem as espiras causando o arrastamento do cabo pelo chão. As pontas devem permanecer protegidas, tal como expedidas do nosso Armazém. Os cortes restantes em obra devem ser reenrolados, para armazenamento, em



bobinas com tambores iguais ou superiores aos do fornecimento inicial. Caso não se conheça o valor deste deve usar-se um tambor no mínimo igual a 20 vezes o diâmetro exterior do cabo.



### 10.1.3 PASSAGEM DE CABOS E TRANSPORTE DE BOBINAS

Ao retirar um dado comprimento de cabo de uma bobina, não se deve passar para um diâmetro inferior. A escolha da bobina deve atender ao espaço que fica livre para evitar que as espiras superiores contactem o solo ao rodar a bobina.

Um cabo para ser transferido ou retirado da bobina deve estar a uma temperatura mínima de 5 °C. Não sendo assim, deve manter-se várias horas a uma temperatura superior.

A transferência  
faz-se  
suspendendo  
a bobina pelo  
eixo, saindo o  
cabo pela parte  
inferior.

É importante

evitar puxões ou travagens bruscas para precaver, pelo menos nos cabos de pequena secção, estiramentos nos condutores que reduziriam a sua secção efectiva.



### 10.1.4 LOCAL PARA LANÇAMENTO DO CABO

A bobina será colocada de modo que o cabo não fique em esforço ao ser alinhado no trajecto e o cabo saia pela parte superior, assegurando uma melhor estabilidade.

### 10.1.5 LANÇAMENTO DO CABO



Se a bobina tiver estado à intempérie e sobretudo no Inverno, deverá garantir-se que a temperatura do cabo não seja inferior a 5 °C; caso contrário deverá deixar-se ultrapassar aquele valor antes de o manusear.

É muito importante usar rolos de alinhamento, os quais, consoante a dimensão do cabo, devem situar-se a distâncias entre 3 e 10 metros uns

dos outros. Nas mudanças de direcção utilizam-se rolos em ângulo e ao introduzir os cabos em tubagens, p. ex., também devem ser guiados por rolos adequados. Em geral os rolos devem rodar livremente, ter uma base estável e ser concebidos de modo que o cabo não saia da gola dos mesmos.

Também deve garantir-se o controlo da frenagem da bobina, que impeça a formação de laços e a folga de espiras, dado que pode ser grave o aparecimento de cocas e torções.

### 10.1.6 ESFORÇOS DE TIRAGEM

Para guiar a ponta do cabo, usa-se uma “manga” solidária com um cabo metálico. Não se aconselha, se o cabo for puxado à mão, concentrar o esforço só nessa ponta. Para repartir o esforço, é recomendável distribuí-lo ao longo da instalação com um número de pessoas adequado ao peso do cabo a ao número de rolos. Deve ter-se especial atenção tanto nos pontos de mudança de direcção como nas entradas das tubagens, que deverão ser protegidas com guias apropriadas.

Se o cabo tem uma armadura metálica de fios de Aço galvanizado, a aplicação do esforço será feita amarrando os fios da armadura. Nos casos em que ela não existe, o esforço máximo de tracção será limitado a 5 kg/mm<sup>2</sup> se o cabo tem condutores de Cobre e a 3 kg/mm<sup>2</sup> se tiver condutores de Alumínio. Para controlar esta operação deve utilizar-se um dinamómetro. De qualquer modo, o esforço deverá ser o mais uniforme possível, evitando puxões bruscos.

**Ejemplo: Cabo 3 x 240 mm<sup>2</sup> Cobre = 3600 kg**

**Cabo 1 x 150 mm<sup>2</sup> Alumínio = 450 kg**

Se o traçado tiver curvas, deverão prever-se rolos repartidos na curvatura, sendo a tensão máxima na curva definido por:

$$T_{\max} = 450 \times R$$

**Exemplo: Cabo 1 x 240 mm<sup>2</sup>**

$$R = 2,66 \text{ metros}$$

$$T_{\max} = 1200 \text{ kg}$$





### 10.1.7 VALAS E ATRAVESSAMENTO DE VIAS



A profundidade mínima é normalmente de 70 cm. O fundo deve ser cheio com terra crivada ou areia fina de rio, com uma altura de 10 cm. As paredes laterais serão estivadas se houver riscos de queda de pedras. Os cabos serão assentes no leito descrito mantendo pequenas ondulações esquerdas e direitas, que evitarão o estiramenro do cabo se houver cedências do terreno. Sobre eles colocar-se-á uma camada de cerca de 15 cm de material crivado. Finalmente, a sinalização e protecção será feita segundo a Normas e indicações da Empresa eléctrica.

Nos atravessamentos de vias deverá usar-se um tubo para cada cabo, colocado horizontalmente e com um diâmetro superior a 2 vezes o do cabo. Deve evitar-se que os tubos tenham interiormente quaisquer elementos que possam danificar o cabo. Recomenda-se a instalação de tubos de reserva que devem permanecer tamponados até ser necessária a sua utilização.



## 10.1.8 LANÇAMENTO DE CABOS EM GALERIAS

Devem cumprir-se os seguintes requisitos:

- Respeitar os raios mínimos de curvatura.
- A galeria deve permitir uma dissipação eficiente das perdas térmicas.
- Evitar todos os efeitos prejudiciais por deslocamentos, resultantes das dilatações térmicas em regime normal ou dos esforços electrodinâmicos que aparecem durante um curto-circuito.
- Os meios de fixação dos cabos devem eliminar os riscos de cortes pelas arestas dos suportes, braçadeiras, etc., como consequência dos deslocamentos acima referidos.
- A distância máxima entre 2 pontos de fixação sucessivos será de 0,40 m para cabos não armados e não blindados e de 0,75 m para cabos que disponham de armadura metálica. Os cabos tripolares têm regras diferentes, não sendo normalmente necessário fixá-los.
- Fixar os cabos em ambos os lados das mudanças de direcção e na proximidade imediata da entrada nos equipamentos de ligação.
- As abraçadeiras empregadas com cabos monopulares serão não magnéticas
- As esteiras metálicas, preferivelmente perfuradas, terão uma largura suficiente para permitir a colocação dos cabos com ligeiras ondulações.
- A transição de galerias para valas será feita com tubagens com diâmetro interior superior a 2 vezes o diâmetro do cabo. Será instalado um único cabo por tubo, e o material destes será não magnético no caso de cabos monopulares.







- É desaconselhada a instalação de vários circuitos em camadas sobrepostas na mesma esteira - deve prever-se a separação dos diferentes circuitos de modo a limitar aquecimentos mútuos e a possibilidade de deslocações relativas entre eles, bem como a manipulação dos cabos.

- Na medida do possível não se devem colocar cabos com tensões diferentes na mesma esteira.

necessário utilizar-se-ão esteiras sobrepostas separadas no mínimo de 30 cm, permitindo um fácil acesso para manipulação dos cabos.



### 10.1.9 LANÇAMENTO DE CABOS EM TUBAGENS

- Embora se reduza a capacidade dos cabos ao instalá-los em tubagens, estas proporcionam a máxima protecção mecânica.

- Esta solução facilita posteriores intervenções na ligação.

- Em ligações longas empregam-se fixações todos os 30 a 40 m e em todos os pontos de mudança de direcção.

- É importante proteger as bocas de entrada durante o lançamento para evitar danos nos cabos.

- Recomenda-se a impregnação da superfície dos cabos com massas lubrificantes adequadas para facilitar o deslizamento.

- Se tivermos de introduzir vários cabos no mesmo tubo recomenda-se puxar o conjunto simultaneamente.

- O esforço máximo de tracção, se o cabo não tem armadura de fios, não deve ser superior a 5 kg / mm<sup>2</sup> se o condutor é de Cobre e a 3 kg / mm<sup>2</sup> se é de Alumínio.

### 10.1.10 INSTALAÇÃO DE CABOS

● A fiabilidade e a segurança de funcionamento de toda a instalação eléctrica depende da qualidade dos cabos, das precauções no seu lançamento e manuseamento e dos acessórios a instalar em obra, nomeadamente o cuidado no seu fabrico. Dada a existência de muitos tipos de acessórios, tanto para Baixa como para Média e Alta Tensão, recomenda-se seguir as instruções de montagem específicas facultadas pelo fabricantes dos mesmos.

● A ligação dos condutores deve garantir a sua continuidade em qualquer condição de serviço exigida ao cabo.

● As juntas e derivações devem assegurar a continuidade dos condutores, a reconstituição dos isolamentos e a manutenção dos restantes elementos do cabo (bainhas, blindagens, armaduras, etc.). O material de reconstituição da bainha apresentará no mínimo a mesma resistência aos agentes químicos presentes no terreno que o material da própria bainha.

● Os terminais e caixas terminais devem assegurar o contacto eléctrico, o isolamento das peças de contacto, a estanquidade das pontas dos cabos e a ligação à terra efectiva das blindagens e armaduras.







## 10.2 OUTRAS RECOMENDAÇÕES

### IMPORTANTES

É necessário garantir que as condições de lançamento do cabo não provoquem desequilíbrios entre as impedâncias dos diferentes condutores ou fases em funcionamento normal, os quais podem originar aquecimentos anormais.

As instalações constituídas por vários cabos monopolares por fase formando ternos são uma solução válida para o transporte de altas intensidades, mas é conveniente usar cabos de grande secção para reduzir ao mínimo o número de ternos em paralelo.

Independentemente dos agrupamentos e coeficientes a aplicar por efeitos de dissipação térmica, deve realizar-se a instalação de ternos em paralelo com o máximo rigor para repartir de modo equilibrado a carga dos cabos em cada fase, o que se consegue razoavelmente quando:

- Todos os cabos têm a mesma secção.
- Todos os cabos têm o mesmo comprimento.
- O terno é formado pelas fases R, SeT e distribuído em trevo (formando idealmente um triângulo equilátero).
- O espaçamento entre ternos é no mínimo igual às dimensões de um terno.
- O aperto dos cabos nos terminais é igual para todos (utilização de ferramentas dinamométricas).
- Se tem em atenção que em circuitos curtos (menos de 40 m) os cabos deixam a sua configuração em terno para as ligações terminais, o que acentua os desequilíbrios indutivos.



No entanto, e mesmo tendo em conta estas recomendações, existe sempre a possibilidade de outras irregularidades imprevistas gerarem desequilíbrios indutivos que afectam as características de transporte da ligação. Por esse motivo é recomendado aplicar um coeficiente redutor de 0,9.

### **10.2.1 DISPOSIÇÃO DOS CABOS E LIGAÇÃO DE BLINDAGENS**

#### **VALAS COM CABOS DE TENSÕES DIFERENTES**

Quando numa vala coexistem cabos de diferentes tensões devem ser dispostos em camadas horizontais a níveis distintos, de forma que em cada camada se agrupem os cabos da mesma tensão. A separação entre camadas de cabos de tensões diferentes não será inferior a 25 cm ficando os de tensão mais elevada na zona mais profunda.



A separação entre cabos multipolares ou entre ternos de cabos monopolares dentro da mesma camada será no mínimo de 20 cm. É aconselhável a utilização, como separadores entre os vários circuitos na mesma camada, de ladrilhos que evitem que possíveis avarias num circuito danifiquem os contíguos.

Uma vez instalados os cabos na sua posição definitiva, serão protegidos por uma camada de areia ou terra crivada com uma espessura de cerca de 20 cm.

Quando se prevê uma instalação subterrânea entubada, esta terá dimensões interiores que serão função do diâmetro do cabo ou do terno:

**2D para cabos monopolares ou tripolares**

**4D para ternos de cabos monopolares**



Por vezes, os tubos são preenchidos com misturas do tipo cimento fraco ou bentonite, com o que se melhora a dissipação de calor e se mantém o sistema inamovível em relação às dilatações devidas aos ciclos de carga. Outras vezes é preferível deixar o tubo vazio para facilitar o acesso posterior.

Nos traçados subterrâneos de cabos monopolares, sem tubos, os cabos podem ser dispostos em PARALELO (os três cabos no mesmo plano, separados entre si por uma distância equivalente ao diâmetro de um deles), ou em TRIÂNGULO (os três em contacto mútuo de modo que os seus centros configurem um triângulo equilátero). As vantagens e inconvenientes são os seguintes:

**PLANO:** Existe maior distância entre os condutores do que resulta melhor dissipação de calor, mas também é maior a indutância (portanto também é maior a queda de tensão); isto causa um desequilíbrio indutivo entre a fase central e as dos extremos.

**TRIÂNGULO:** Pior dissipação de calor por aquecimento mútuo dos cabos. A corrente induzida nas blindagens é menor e apresenta um bom equilíbrio indutivo ao anular-se entre si.

### 10.2.2 LIGAÇÃO DE CABOS EM PARALELO

Quando a potência a transportar é importante, pode recorrer-se à ligação em paralelo de vários cabos monopolares mantendo-se as seguintes precauções:



- Para se conseguir uma distribuição equilibrada de corrente, os cabos têm de ter a mesma secção e o mesmo comprimento, assim como manter a

disposição relativa dos condutores de fase. Não é fácil satisfazer estas condições, em particular nas ligações curtas onde é difícil alterar a posição relativa dos diferentes conectores e os cabos têm de ser cruzados entre si alternando a ordem e posição.

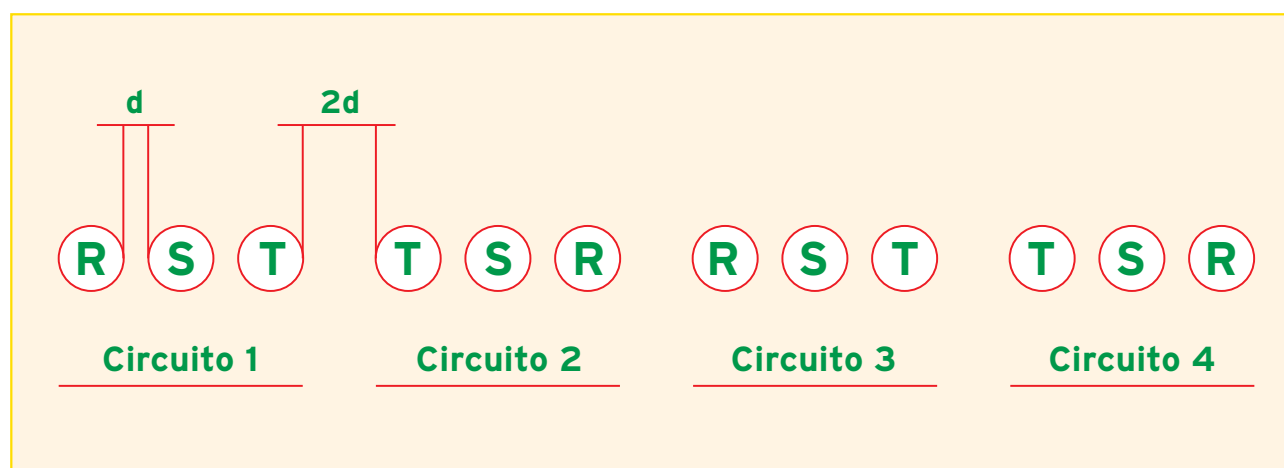
● Na utilização de cabos tripolares, pondo em paralelo os seus condutores, a dissipação de calor é difícil e reduz-se a intensidade de corrente admissível pelo que é desaconselhada. Se os cabos forem armados com materiais magnéticos (fitas ou fios de Aço) o problema é agravado por fenómenos indutivos.

● Garantida a igualdade de secção e comprimentos dos cabos, a distribuição de corrente entre eles depende da indução associada a cada cabo em paralelo da mesma fase - se se consegue igualar os efeitos indutivos a distribuição será uniforme.

● Se se utilizarem cabos tripolares, serão ligados de forma a que cada condutor corresponda a uma fase distinta. A cableagem dos condutores elimina os efeitos indutivos dos cabos adjacentes, o que permite obter uma distribuição de corrente totalmente uniforme.

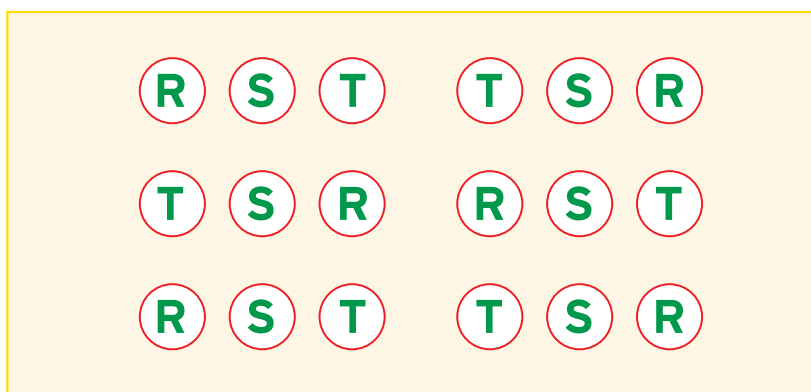
### 10.2.3 CIRCUITOS ADJACENTES COM CABOS MONOPOLARES

No caso de vários circuitos adjacentes de cabos monopolares em camada, a separação entre circuitos deve ser aproximadamente dupla da distância entre os cabos do mesmo circuito. A ordem das fases é também importante, recomendando-se a seguinte disposição:

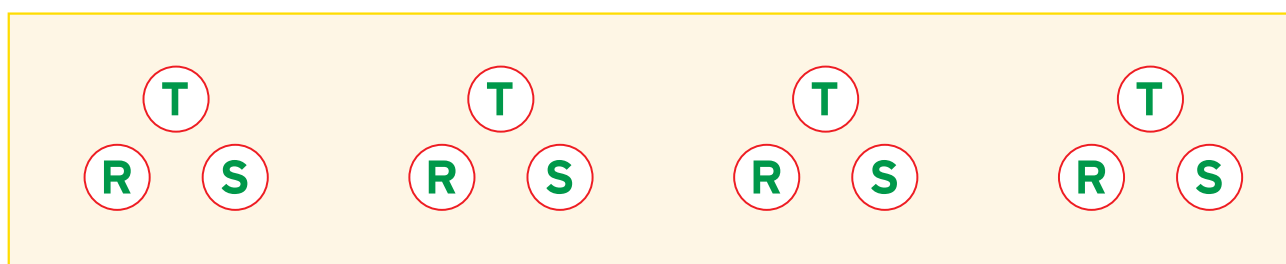




Se os cabos são instalados em esteiras, os condutores monopolares pertencentes à mesma fase não devem ficar juntos, mas em planos diferentes. Se a largura for suficiente podem instalar-se na mesma esteira dois sistemas com a ordem das fases permutadas. A disposição deveria ser:



com separação vertical entre esteiras de 30 cm. O coeficiente de indução dos cabos em paralelo é praticamente uniforme se adoptarmos esta sequência. No caso de um só sistema com disposição em triângulo, obtêm-se coeficientes iguais em todas as fases. Se existirem vários circuitos em triângulo, é aconselhável usar a seguinte disposição:



A disposição em triângulo de circuitos sobrepostos não é recomendada, dado que os coeficientes de indução dos cabos em paralelo diferem consideravelmente.