

	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Grupo de Serviço OBRAS D'ARTE ESPECIAIS
	ARMADURA PARA CONCRETO PROTENDIDO	Código DERBA-ES-OAE-18/01

1. OBJETIVO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de armadura para concreto protendido, aplicáveis à obras d'arte especiais executadas em obras rodoviárias sob a jurisdição do DERBA.

2. GENERALIDADES

Armaduras para concreto protendido são os sistemas compostos por fios, cordoalhas e bainhas de aço que, imersos em uma massa de concreto de cimento Portland, tracionados e ancorados, conferem às peças características especiais de resistência, que lhes permitem suportar os carregamentos pré-estabelecidos, dentro de limites previstos de tensões e deformações.

Para o perfeito entendimento desta especificação é necessário o conhecimento das seguintes definições:

- 2.1 Fios: Elementos de aço de diâmetro nominal não maior do que 12mm, fornecidos em rolos, cujo diâmetro interno deve ser pelo menos 250 vezes o diâmetro do fio;
- 2.2 Barras: elementos de aço fornecidos em segmentos retos, de seção circular, entre 10 e 12 metros;
- 2.3 Valor nominal: valor numérico que caracteriza uma certa grandeza do projeto;
- 2.4 Rolo: certo comprimento contínuo de fio acabado ou cordoalha, sem junta ou emenda de qualquer natureza, apresentado em espirais concêntricas, formando volume compacto;
- 2.5 Lote: determinada quantidade de fio acabado ou de cordoalhas, de mesmo diâmetro nominal e de mesmas características, apresentada para inspeção e ensaio de uma só vez;
- 2.6 Cordoalha de sete fios: cordoalha constituída por seis fios de mesmo diâmetro nominal, encordoados juntos em forma helicoidal, com passo uniforme, em torno de um fio central;
- 2.7 Cordoalha de dois e três fios: cordoalha constituída de dois ou três fios, de mesmo diâmetro nominal, encordoados juntos, em forma helicoidal e com passo uniforme;
- 2.8 Passo da hélice: comprimento ao longo do eixo de uma volta completa;
- 2.9 Diâmetro da cordoalha: diâmetro da circunferência que circunscribe a cordoalha;
- 2.10 Lance: determinado comprimento contínuo de cordoalha;
- 2.11 Carretel: certo comprimento de cordoalha enrolado sobre um núcleo de madeira ou outro material;

2.12 Bainhas: sistemas que servem para isolar os cabos do concreto, devendo ser metálicas e flexíveis;

2.13 Ancoragens ativas: quase sempre patenteadas, são dispositivos de vários tipos, cuja principal finalidade é a de fixação dos cabos, após a protensão, de modo a transferir ao concreto os esforços de protensão;

2.14 Ancoragem passiva: é a ancoragem pela qual não é feita a protensão. Ela é utilizada quando o cabo é curto e/ou reto, ou por alguma necessidade particular do projeto ou da vizinhança da obra.

3. MATERIAIS

3.1 Fios

Os fios utilizados devem atender à NBR 7482 da ABNT, devendo se enquadrar em uma das seguintes categorias:

a) Conforme a resistência à tração:

- CP 140 e CP 160, para diâmetro de 5 a 8mm
- CP 160 e CP 170, para diâmetro de 4mm

b) Conforme o comportamento à relaxação:

- Relaxação normal (RN)
- Relaxação baixa (RB)

3.2 Cordoalhas

As cordoalhas utilizadas devem atender ao previsto no projeto e na NBR 7483 da ABNT, podendo ser empregados os seguintes tipos:

a) Conforme o número de fios:

- Dois, três ou sete fios.

b) Conforme a resistência à tração:

- CP 175 e CP 190, para cordoalhas de sete fios.
- CP 180, para cordoalhas de dois ou três fios.

c) Conforme o comportamento à relaxação:

- Relaxação normal (RN) ou baixa (RB), para cordoalha de sete fios.
- Relaxação normal (RN), para cordoalha de dois e três fios.

4. EQUIPAMENTOS

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependem do processo utilizado e da extensão do serviço a ser executado, devendo ser submetido a análise e aprovação da Fiscalização.

5. EXECUÇÃO

5.1 Armazenamento

- a) O aço duro (fios e cordoalhas) bem como as bainhas metálicas devem ser armazenados em locais abrigados contra as intempéries, águas superficiais e outros agentes oxidantes.
- b) Esses locais também devem proteger os materiais contra danificações mecânicas acidentais, causadas por máquinas e equipamentos.
- c) Para proteger o aço estocado, também pode ser usado óleo solúvel. Quando este procedimento for adotado, é necessário que, um pouco antes de sua utilização, o aço assim protegido seja vigorosamente lavado com água sob alta pressão, até que o óleo seja completamente removido.
- d) Devem ser armazenados separadamente os rolos e os carretéis de aço provenientes de diferentes partidas de fornecimento e/ou de diferentes corridas de produção.

5.2 Cortes dos fios e cordoalhas para à confecção de cabos

- a) Não é permitida a confecção de cabos com fios ou cordoalhas dobrados ou endireitados.
- b) Não podem ser utilizados fios e cordoalhas que apresentem escamas de óxidos, óleos, graxas ou outras impurezas que possam comprometer a aderência com a argamassa de injeção.
- c) O corte dos fios e cordoalhas podem ser executado com tesoura de vídia ou esmeril de corte.
- d) Deve ser tolerado utilizar maçarico somente para o corte das pontas que serviram para a instalação do macaco de protensão no cabo, tomando-se especial cuidado para que não haja aquecimento demasiado da parte ancorada do cabo.
- e) Quando haja permanente Fiscalização, o corte de cordoalhas pode, eventualmente, ser feito a maçarico.
- f) Ao cortar a cordoalha com esmeril de corte, devem ser adotadas medidas adequadas para impedir que as pontas saiam de sua formação.
- g) No cômputo do comprimento de corte dos cabos deve ser considerado o comprimento adicional necessário para encunhar o cabo no equipamento de protensão. Este comprimento adicional dependerá:
 - Do tipo do equipamento utilizado;
 - Da protensão ser feita só em uma ou em duas extremidades.
- h) É também conveniente dar um acréscimo no comprimento do corte para prever eventuais deslocamentos de ancoragens ou alteração de percurso do cabo, para estes casos, pode-se adotar um acréscimo de 1% do comprimento do cabo, com um mínimo de 25cm.
- i) Recomenda-se iniciar o corte pelos cabos mais longos, para reduzir as perdas por corte.

- j) Os cabos já cortados devem ser mantidos separados e perfeitamente identificados.
- l) A Fiscalização deve acompanhar permanentemente o corte e a montagem dos cabos.

5.3 Montagem dos cabos

- a) Na montagem dos cabos devem ser usadas bainhas metálicas feitas de chapa corrugada flexível, resistentes, estanques, e cujas emendas sejam feitas com luvas.
- b) Bainhas não metálicas só podem ser utilizadas em condições especiais.
- c) Toda emenda é um ponto fraco na estanqueidade da bainha, e não sendo possível evitá-la, deve-se reduzir o seu número.
- d) Na emenda da bainha que não possui luva, poderá ser usado um filme plástico, perfeitamente enrolado e preso para garantir a estanqueidade da emenda.

5.4 Colocação dos cabos nas fôrmas

- a) Cada cabo deve ser colocado na posição indicada pelo projeto, para cada seção da peça.
- b) As bainhas devem ser fixadas por amarrações, soldas ou suportes judiciosamente dispostos, de solidez conveniente e em número suficiente para impedir que as mesmas se desloquem durante a operação de concretagem.
- c) Nos pontos baixos e com grande concentração, podem ser utilizadas pastilhas prismáticas, com dimensões adequadas para o apoio dos cabos sobre a forma, ou para servir de separadores entre as camadas de cabos, proporcionando-lhes espaçamentos adequados.
- d) Deve ser tomado grande cuidado para que não venham a ocorrer inversões de posição nos pontos de saída dos cabos.
- e) Junto às caixas para nichos de ancoragens, devem ser colocadas armações de fretagem para resistir aos esforços de tração desenvolvidos no concreto atrás das ancoragens.
- f) Os detalhes das fretagens helicoidais, em grelhas, são encontrados no manual do processo de protensão, ou são indicados no próprio projeto.
- g) Sempre que for deixado algum orifício logo atrás do nicho, para posterior colocação de um cabo transversal, deve ser utilizada uma fretagem especial para a ancoragem, evitando que o concreto se rompa na região enfraquecida, quando da protensão do cabo.
- h) Os cabos devem ficar sempre perpendiculares às caixas para nichos, para evitar que haja grande perda por atrito nessa zona.
- i) O cabo já colocado na sua posição final não deve apresentar angulosidades no seu desenvolvimento. Como exemplo, um cabo típico de uma viga isostática deve apresentar a forma de uma catenária.
- j) Os pontos de junção da bainha com os cones de ancoragem devem ser vedados com massa plástica ou similar, sempre que não forem utilizadas luvas especiais para essas

ligações;

l) Devem ser utilizadas, nas bainhas, luvas que permitam o aplacamento de tubos plásticos, sempre que o cabo for ligo e/ou tiver pontos elevados (pontas), para permitir a imunização da bainha im exterior da peça, formando "respiras ou purgadas", a fim de proporcionar uma boa injeção de cabo, bem como facilitar essa operação.

m) Os "respiras" devem ser utilizados em números e em posições adequadas para sua finalidade.

n) Concluída a armação da peça e, antes de ser feita a sua forma, cada cabo deve ser examinado em todo seu comprimento, a fim de se verificar a perfeita estanqueidade de sua bainha. Todo ponto que se apresentar danificado deve ser prontamente vedado, e seguir as seguintes orientações:

- As pontas livres dos cabos devem ser tratadas a uma distância mínima de 3 a 5 cm das anagras, em função do tipo de cabo;

- No corte, deve ser tomado o cuidado para que não haja grande aquecimento do cabo no interior da anagra;

- Deve ser aplicado um pedaço de tubo plástico no furo central da anagra, diretamente ou em uso de uma peça própria, para esse aplacamento, ficando a outra extremidade livre fora do nicho;

- O nicho deve então ser preenchido com o retículo em argamassa de cimento e areia 1:2, de modo a proporcionar um brim mínimo de 4 cm para a ponta do cabo.

6. MANEJO AMBIENTAL

Observar as condições visando a preservação do meio ambiente, não recorrer das operações destinadas à execução de armadura para o retorno pretendido, relacionadas a seguir:

6.1 É vedada o lançamento de refugo de materiais usados na faixa de domínio, nas áreas limdeiras, no leito dos rios e em qualquer outro lugar onde possam causar prejuízos ambientais;

6.2 A área afetada pelas operações de instrução e execução deve ser recuperada, mediante a limpeza do anteparo de obras devendo também ser efetuada a reimplantação ambiental.

7. CONTROLE

7.1 A amostragem, controle e aceitação de aço empregado na armadura de protensão, devem obedecer aos dispositivos nas normas NBR 7482 e NBR 7483 da ABNT.

7.2 Devem ser observadas, ainda, as seguintes condições gerais para a aceitação dos produtos finais:

7.2.1 Verificar a integridade física da aço, avaliando-se o mesmo:

a) Sem freu avarias no transporte;

b) Apresenta homogeneidade em suas características geométricas;

- c) Apresenta-se com bolhas, fissuras, escamas ou outros defeitos superficiais que prejudiquem o seu emprego;
- d) Apresenta solda ou qualquer tipo de emenda;
- e) Apresenta-se com oxidação intensa. Eventualmente, pode ser admitida uma leve oxidação do aço, quando seja superficial e uniforme e que não apresente pontos de corrosão. Este tipo de oxidação pode ser removido com a mão ou esfregando-se os fios com tecido grosseiro (estopa, juta). Em caso de dúvidas, devem ser feitos ensaios especiais.

7.2.2 Retilidade dos fios e das cordoalhas.

- a) Ao serem desenrolados e deixados livres sobre uma superfície plana e lisa, os fios ou cordoalhas não podem apresentar curvatura permanente superior à correspondente a uma flexa de:
 - 200mm, em um comprimento de 5,00m de fio
 - 100mm, em um comprimento de 2,00m de cordoalhas
- b) Deve também ser verificado se os fios de aço são do tipo retificado em usina.
- c) De qualquer forma, não deve ser permitido na obra qualquer tipo de operação de indiretamente de fios ou cordoalhas para concreto protendido, qualquer que seja o pretexto.

8. ACEITAÇÃO

As armaduras devem ser aceitas pela Fiscalização quando atendam ao disposto no item 7 desta especificação e instruções do projeto.

9. MEDIÇÃO

As armaduras para protensão, executadas e aceitas na forma descrita, devem ser medidas de acordo com o seguinte:

- 9.1 Aço: através da determinação da massa aplicada, expressa em quilogramas, de acordo com o tipo de aço, em conformidade ao previsto no projeto;
- 9.2 Confeção e colocação de cabos: por metro linear de cabo empregado, conforme o projeto;
- 9.3 Bainhas: por metro linear empregado, conforme o projeto;
- 9.4 Ancoragem: por unidade empregada.

10. PAGAMENTO

O pagamento deve ser feito após aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais devem representar a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.