



Fios e Cordoalhas para Concreto Protendido



Os Aços para Concreto Protendido da Belgo - Bekaert são fabricados desde 1952, dentro dos mais elevados padrões de qualidade e representam a última palavra em aços com carbono existente em todo o mundo.

O Conglomerado Belgo é um dos maiores grupos privados nacionais, com atuação nos setores de Siderurgia e Trefilaria. Seus principais acionistas são o Grupo ARBED, de Luxemburgo, integrante da Arcelor, maior grupo siderúrgico do mundo, os fundos de pensão PREVI e CENTRUS e o Grupo Bradesco. A Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, empresa controladora, é produtora de aços longos e atua no Brasil há 80 anos.

As Empresas Belgo têm mais de 7.000 funcionários distribuídos em 12 organizações, além de instituições internas e da Fundação Belgo-Mineira. São capacitadas para atuar globalmente, mantêm acordos operacionais e de transferência de tecnologia no setor de Siderurgia com a ARBED e Sidmar, bem como a N.V. Bekaert, da Bélgica, no setor de Trefilaria. Essas associações asseguram o acesso das Empresas Belgo à mais moderna tecnologia existente em seus respectivos setores de atividade. Todas as empresas industriais do Grupo são certificadas em seus sistemas de qualidade, conforme a norma ISO 9002.

Principais Características do Concreto Protendido

- Leveza
- Ausência de fissuração
- Resistência a ambientes agressivos
- Possibilidade de execução de pré-moldagem de peças

- Obtenção de grandes vãos
- Baixo custo de construção, obtido através da conjugação concreto/aço para concreto protendido
- Facilidade de criação e viabilização de projetos de grande beleza e valor arquitetônico

Aplicações

Edifícios

Em lajes e vigas de edifícios residenciais e comerciais, a protensão em pós-tração é largamente aplicada.

No caso de lajes planas sem vigas, tipo cogumelo ou com vigas de borda, é possível obter-se tetos lisos e, conseqüentemente, estruturas mais limpas, econômicas, fáceis e rápidas de construir (uma laje a cada 4 dias).

Uma vez que as instalações hidráulica, elétrica e de ar-condicionado podem ser posicionadas rentes ao fundo da laje, não tendo que passar por baixo de vigas, inexistentes na solução, a distância entre os pisos fica menor, com uma economia de, aproximadamente, 50 cm de altura em cada andar.

Como mais uma grande vantagem da utilização das técnicas de protensão em pós-tração, ressaltamos, ainda, a diminuição do número de pilares das obras e, assim, o aumento da distância entre eles. Dessa forma obtém-se total liberdade de layout interno, maiores espaços de estacionamento e de circulação nas garagens, o que proporciona grandes facilidades para a venda ou locação dos imóveis.

Outras Aplicações

Obras Diversas

- Barragens (viga - munhão das comportas)
- Pontes e viadutos (aduelas, caixão -perdido, vigas e transversinas, balanços sucessivos etc.)
- Aeroportos (pistas, pátios de estacionamento, hangares etc.)
- Portos (caixões flutuantes, cais de atracação, diques secos, plataformas marítimas de petróleo etc.)
- Piscinas, estações de tratamento de esgotos, reservatórios (elevados e apoiados no solo), silos, radiers etc.
- Tirantes de contenção provisórios e definitivos, em solo ou rocha.

Artefatos de Concreto

- Estacas, dormentes, postes, vigotas, pré-lajes, mourões etc.

Recuperação de Estruturas

- Recuperação de estruturas e/ou reforço de obras já executadas, com cabos internos ou externos engraxados ou injetados com pasta de cimento.

Galpões

Na construção de galpões industriais e de armazenamento em geral, através da utilização da pré-tração, são produzidos diversos tipos de peças pré-moldadas leves e econômicas, fáceis de transportar e manusear, tais como:

vigas (comum, ponte rolante, calha etc.); lajes (alveolares, de fechamento, T₂ ou duplo T etc.) e telhas para cobertura de grandes vãos. Assim, com a pré-fabricação, obtém-se maior controle de

qualidade, padronização de seções, rapidez na montagem, segurança, bom nível de isolamento térmico e acústico, ótima resistência a agentes agressivos e garantia de prazos e preços.

Fios para Protensão Aliviados (RN) e Estabilizados (RB)

Fornecidos de acordo com as normas ABNT NBR-7482, ASTM a 421 e BS 2691

Características

- Perda máxima por relaxação após 1.000 horas a 20°C para carga inicial de 80% da carga de ruptura:
 - Relaxação normal (RN) = 8,5%
 - Relaxação baixa (RB) = 3,0%
- Valor médio do módulo de elasticidade: 210 kN/mm²
- Correspondência adotada pela NBR - 7482:
 - 1 kgf/mm² = 10 MPa

Especificações dos Produtos

| Produtos | Diâmetro Nominal (mm) | Área Aprox. (mm ²) | Área Mínima (mm ²) | Massa Aprox. (kg/km) | Tensão Mínima de Ruptura | | Tensão Mínima a 1% de Alongamento | | Along. Após Ruptura (%) |
|-------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | | | | (MPa) | (kgf/mm ²) | (MPa) | (kgf/mm ²) | |
| CP 145 RB L | 9,0 | 63,6 | 62,9 | 500 | 1.450 | 145 | 1.310 | 131 | 6.0 |
| CP 150 RB L | 8,0 | 50,3 | 49,6 | 395 | 1.500 | 150 | 1.350 | 135 | 6.0 |
| CP 170 RB E | 7,0 | 38,5 | 37,9 | 302 | 1.700 | 170 | 1.530 | 153 | 5.0 |
| CP 170 RB L | 7,0 | 38,5 | 37,9 | 302 | 1.700 | 170 | 1.530 | 153 | 5.0 |
| CP 170 RN E | 7,0 | 38,5 | 37,9 | 302 | 1.700 | 170 | 1.450 | 145 | 5.0 |
| CP 175 RB E | 4,0 | 12,6 | 12,3 | 99 | 1.750 | 175 | 1.580 | 158 | 5.0 |
| CP 175 RB E | 5,0 | 19,6 | 19,2 | 154 | 1.750 | 175 | 1.580 | 158 | 5.0 |
| CP 175 RB E | 6,0 | 28,3 | 27,8 | 222 | 1.750 | 175 | 1.580 | 158 | 5.0 |
| CP 175 RB L | 5,0 | 19,6 | 19,2 | 154 | 1.750 | 175 | 1.580 | 158 | 5.0 |
| CP 175 RB L | 6,0 | 28,3 | 27,8 | 222 | 1.750 | 175 | 1.580 | 158 | 5.0 |
| CP 175 RN E | 4,0 | 12,6 | 12,3 | 99 | 1.750 | 175 | 1.490 | 149 | 5.0 |
| CP 175 RN E | 5,0 | 19,6 | 19,2 | 154 | 1.750 | 175 | 1.490 | 149 | 5.0 |
| CP 175 RN E | 6,0 | 28,3 | 27,8 | 222 | 1.750 | 175 | 1.490 | 149 | 5.0 |

L= liso; E = entalhado para aumento da aderência ao concreto

Acondicionamento

| Diâmetro Nominal do Fio (mm) | Peso Nominal (kg) | Diâmetro Interno (cm) | Diâmetro Externo (cm) | Altura do Rolo (cm) |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 4 | 700 | 150 | 180 | 18 |
| 5 - 6 - 7 - 8 - 9 | 700 | 180 | 210 | 18 |

Os fios para concreto protendido são fornecidos em rolos de grande diâmetro, obedecendo as dimensões da tabela.

Cordoalhas de 3 e 7 Fios Estabilizados (RB)

Fornecidas de acordo com a norma ABNT NBR-7483

Características

- Perda máxima por relaxação após 1.000 horas a 20°C, para carga inicial de 80% da carga de ruptura: 3,5%
- Valor do módulo de elasticidade: 202 kN/mm², +/- 3%
- Correspondência adotada pela NBR- 7483:
1 kgf/mm² = 10 MPa

Especificações dos Produtos

| Produtos | Diâmetro Nominal (mm) | Área Aprox. (mm ²) | Área Mínima (mm ²) | Massa Aprox. (kg/km) | Carga Mínima de Ruptura | | Carga Mínima a 1% de Alongamento | | Along. Sob Carga (em 610 mm) |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------|--------|----------------------------------|--------|------------------------------|
| | | | | | (kN) | (kgf) | (kN) | (kgf) | |
| Cord. CP 190 RB 3x3,0 | 6,5 | 21,8 | 21,5 | 171 | 40,8 | 4.080 | 36,7 | 3.670 | 3,5 |
| Cord. CP 190 RB 3x3,5 | 7,6 | 30,3 | 30,0 | 238 | 57,0 | 5.700 | 51,3 | 5.130 | 3,5 |
| Cord. CP 190 RB 3x4,0 | 8,8 | 38,3 | 37,6 | 304 | 71,4 | 7.144 | 64,3 | 6.430 | 3,5 |
| Cord. CP 190 RB 3x4,5 | 9,6 | 46,5 | 46,2 | 366 | 87,7 | 8.770 | 78,9 | 7.890 | 3,5 |
| Cord. CP 190 RB 3x5,0 | 11,1 | 66,5 | 65,7 | 520 | 124,8 | 12.480 | 112,3 | 11.230 | 3,5 |
| Cord. CP 190 RB 9,5 | 9,5 | 55,5 | 54,8 | 441 | 104,3 | 10.430 | 93,9 | 9.390 | 3,5 |
| Cord. CP 190 RB 12,5 | 12,7 | 101,4 | 98,7 | 792 | 187,3 | 18.730 | 168,6 | 16.860 | 3,5 |
| Cord. CP 190 RB 15,2 | 15,2 | 143,5 | 140,0 | 1.126 | 265,8 | 26.580 | 239,2 | 23.920 | 3,5 |

Acondicionamento

| Composição da Cordoalha | Peso Nominal (kg) | Diâmetro Interno (cm) | Diâmetro Externo (cm) | Altura do Rolo (cm) |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Cordoalha 3 e 7 Fios | 2.800 | 76,2 | 139 | 76,2 |

Os rolos são compostos por lances com comprimentos superiores a 600 metros. Mediante acordo prévio poderão ser fornecidos rolos com outros pesos

Cordoalhas de 7 Fios Engraxada e Plastificada

Características Gerais

- Fabricadas por meio de processo contínuo.
- Possuem camada de graxa e são revestidas de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) extrudado diretamente sobre a Cordoalha já engraxada, em toda a sua extensão.
- Características mecânicas idênticas às das Cordoalhas sem revestimento.
- (NORMA ABNT NBR-7483)
- Revestimento plástico e graxa, de acordo com as especificações do "PTI - POST-TENSIONING INSTITUTE".
- Massa aproximada (kg/km): $\varnothing 12,70 = 890 / \varnothing 15,20 = 1240$

Características do Revestimento Extrudado

- PEAD, com espessura mínima de 1,0 mm, permite o movimento livre da Cordoalha em seu interior.
- Durável e resistente a danos provocados pelo manuseio habitual nas obras, assim como durante o corte, enrolamento e posicionamento.
- Impermeável à água.
- Devido ao grande peso desses conjuntos e para que se evitem danos às suas capas plásticas, as bobinas e feixes de Cordoalhas enroladas não devem ser suspensos com cabos de aço ou correntes, mas sim com o auxílio de faixas de nylon.
- Sob consulta, pode ser produzido um revestimento apto a resistir aos raios ultravioletas. Por exemplo, quando no caso de aplicação da Cordoalha externamente ao concreto.

Características do Agente Inibidor de Corrosão

- Graxa com peso mínimo de 37 g/m (para Cordoalha $\varnothing 12,70$ mm) e 44 g/m (para Cordoalha $\varnothing 15,20$ mm) oferece:
 - Proteção contra a corrosão da Cordoalha;
 - Lubrificação entre o revestimento de PEAD e a Cordoalha, reduzindo o coeficiente de atrito para 0,06 - 0,07.

Acondicionamento

- Em rolos sem núcleo, de 2.100 kg. Pesos maiores, sob consulta.

Cordoalhas Especiais para Pontes Estaiadas

Características

- Produzidas com três camadas protetoras contra a corrosão:
 - Galvanização dos fios a quente, com gramatura de 200 a 400 g de zinco por m², antes do encordoamento e da estabilização.
 - Filme de cera de petróleo - 12 g/m mín.
 - Encapadas na cor preta, com Polietileno de Alta Densidade, resistente aos raios ultravioleta, não-deslizante sobre a Cordoalha, com espessura mínima de 1,5 mm.

- Relaxação após 1.000 h, máx. = 2,5% para carga inicial de 70% da carga de ruptura.
- Módulo de elasticidade nominal: 195 kN/mm²

Especificações

| Produto | Diâmetro Nominal | Área Aproximada | Área Mínima | Massa Aproximada | Carga de Ruptura mínima | | Carga Mínima a 1% de Alongamento | | Alongamento sob carga (em 610 mm) |
|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------------|--------|----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| | (mm) | (mm ²) | (mm ²) | (kg/km) | (kN) | (kgf) | (kN) | (kgf) | (%) |
| Cord. CP 177 RB 7 | 12,7 | 101,4 | 98,7 | 900 | 171,4 | 17.470 | 154,3 | 15.725 | 3,5 |
| Cord. CP 176 RB 7 | 15,7 | 150 | 147 | 1.270 | 259,5 | 26.450 | 228,4 | 23.300 | 3,5 |

Observação

A Cordoalha com diâmetro de 12,7 mm é mais utilizada como guarda-copo em estacionamentos, nos quais fica exposta ao tempo e necessita de alta proteção contra agentes agressivos.

Acondicionamento

Em carretéis de madeira, com Øi = 1.000 mm contendo até 3,0t de Cordoalhas

Ensaio

Além dos ensaios tradicionais, previstos na NBR-7483, as Cordoalhas Belgo - Bekaert para Estais são submetidas a ensaio de tração desviada ("pin test"), no qual o produto é colocado em estrutura que provoca súbita mudança de direção. A Cordoalha é, então, tracionada até a ruptura, com resistência mínima prevista de 80% da carga de sua ruptura retilínea. As Cordoalhas são também submetidas a ensaios de fadiga até 2.000.000 de ciclos.

Controle de Qualidade

Os Aços para Protensão Belgo - Bekaert são submetidos a exaustivos testes e inspeções, desde a aciaria até após o tratamento térmico final. São, também, testados em modernos laboratórios e entregues acompanhados de certificado de qualidade.

Conforme interesse do comprador, ou exigência do proprietário da obra, os aços para protensão poderão ser submetidos a ensaios específicos em laboratórios independentes.

No final de sua fabricação, para melhorar a sua qualidade e trabalhabilidade, tanto na pré-tração como na pós-tração, os Aços para Concreto Protendido são submetidos a um dos seguintes tratamentos térmicos:

Alívio

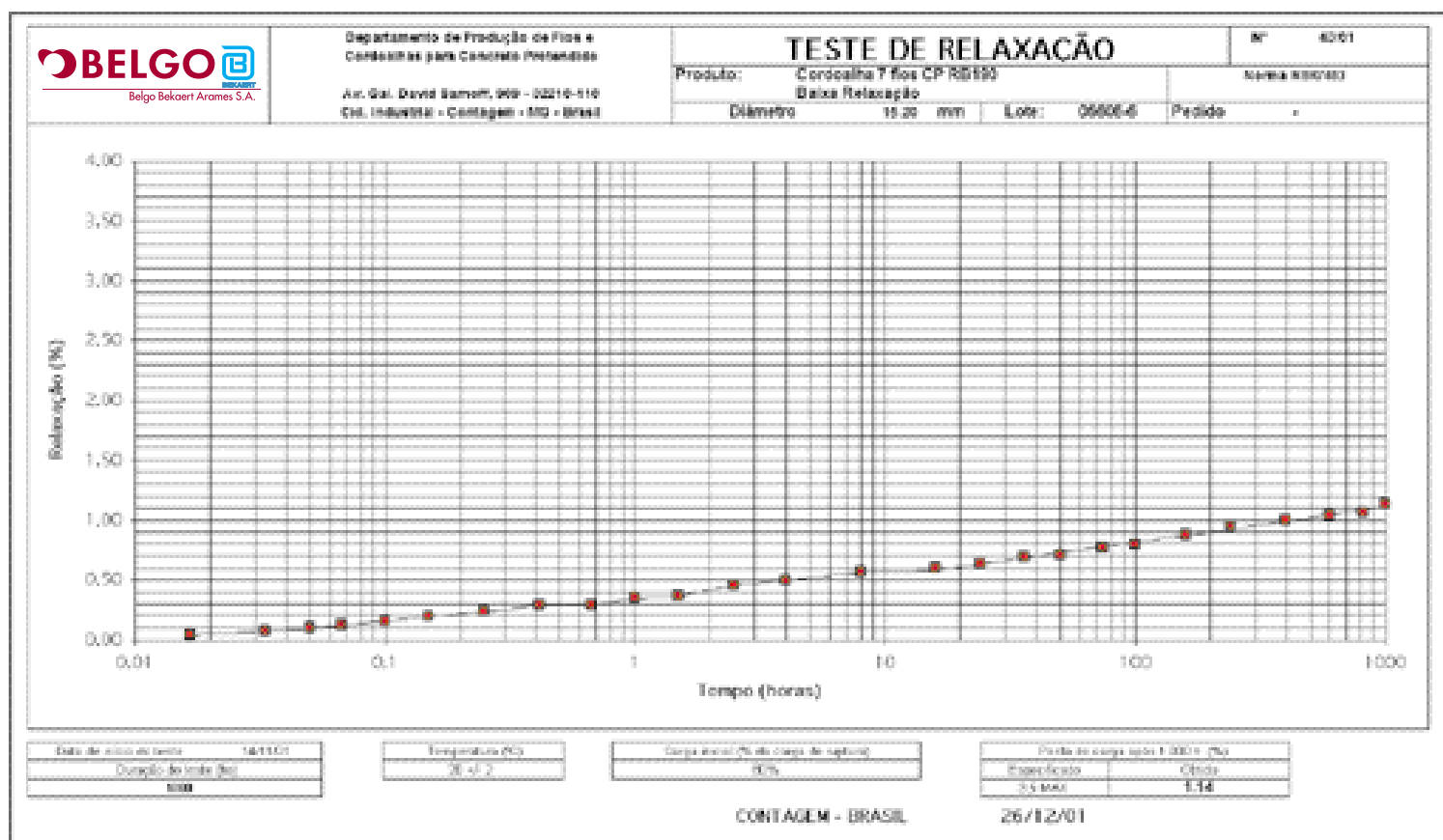
Com o alívio das tensões residuais de trefilação, são obtidos aços de relaxação normal (RN)

Estabilização

É um envelhecimento acelerado que alivia as tensões residuais de trefilação, diminui a perspectiva de perda de carga por relaxação e aumenta o limite de elasticidade do aço. Assim, são obtidos aços de relaxação baixa (RB).

Teste de Relaxação

Para a verificação e controle do processo de fabricação, somente a Belgo - Bekaert possui equipamentos capazes de realizar no Brasil, regularmente, os testes de relaxação que medem a redução da força aplicada ao aço com o correr do tempo. Cada teste tem duração de 1.000 horas e é efetuado sob temperatura e umidade controladas em estreita faixa.



Teste de Tração

Toda entrega de Fios e Cordoalhas é acompanhada de um Certificado de Qualidade com os resultados dos testes a que eles foram submetidos, comparando-os com os valores das normas técnicas.

Também de acordo com as normas, cada carga é acompanhada de um gráfico "tensão-deformação", contendo o valor do módulo de elasticidade do aço, fundamental para o cálculo dos alongamentos sob tensão.

