



**CIMAF**

## Manual Técnico de Cabos



Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.

### 3

## Propriedades do cabo de aço

### 3.1 Cargas de trabalho e fatores de segurança

$$FS = \frac{CRM}{CT}$$

Carga de trabalho é a massa máxima que o cabo de aço está autorizado a sustentar.

O fator de segurança (FS) é a relação entre a carga de ruptura mínima (CRM) do cabo e a carga de trabalho (CT), ou seja:

Um fator de segurança adequado garantirá:

- **Segurança** na operação de movimentação de carga;
- **Desempenho** e durabilidade do cabo de aço e, conseqüentemente, economia.

A tabela abaixo recomenda os fatores de segurança (FS) mínimos para diversas aplicações:

Aplicações	Fatores de Segurança
Cabos e cordoalhas estáticas	3 a 4
Cabo para tração no sentido horizontal	4 a 5
Guinchos, guindastes, escavadeiras	5
Pontes rolantes	6 a 8
Talhas elétricas	7
Guindaste estacionário	6 a 8
Lingas	5
Elevadores de obra	8 a 10
Elevadores de passageiros	12

**Os valores da tabela são referenciais, sendo que cada aplicação possui valores normalizados.**

## 3.2 Deformação longitudinal dos cabos de aço

### Cabos Pré-esticados

Existem dois tipos de deformação longitudinal nos cabos de aço, ou seja: a estrutural e a elástica.

#### Deformação estrutural

A deformação estrutural é permanente e começa logo que é aplicada uma carga ao cabo de aço. É motivada pelo ajustamento dos arames nas pernas do cabo e pelo acomodamento das pernas em relação à alma do mesmo.

A deformação estrutural ocorre nos primeiros dias ou semanas de serviço do cabo de aço, dependendo da carga aplicada. Nos cabos de aço convencionais, o seu valor varia aproximadamente de 0,50% a 0,75% do comprimento do cabo de aço sob carga.

A deformação estrutural pode ser quase totalmente removida através do pré-esticamento do cabo de aço. A operação de pré-esticamento é feita por um processo especial e com uma carga que deve ser maior do que a carga de trabalho do cabo, e inferior à carga correspondente ao limite elástico do mesmo.

Em certas instalações, como por exemplo em “Skip de Alto-Forno”, o alongamento do cabo de aço não pode ultrapassar determinado limite, o mesmo deve ser “pré-esticado”. Costuma-se também pré-esticar cabos a serem usados em pontes pênséis ou serviços semelhantes.

A Cimaf está capacitada a pré-esticar cabos de aço de diâmetros até 58mm.

#### Deformação elástica

A deformação elástica é diretamente proporcional à carga aplicada e ao comprimento do cabo de aço, e inversamente proporcional ao seu módulo de elasticidade e área metálica.

$$\Delta_L = \frac{P \times L}{E \times A_m}$$

$\Delta_L$  = deformação elástica  
 $P$  = carga aplicada  
 $L$  = comprimento do cabo  
 $E$  = módulo de elasticidade  
 $A_m$  = área metálica

A área metálica de um cabo de aço varia em função da construção do cabo de aço. Ela é constituída pela somatória das áreas das seções transversais dos arames individuais que o compõem, exceto dos arames de preenchimento (filler).

O cálculo da área metálica de um cabo de aço ou cordoalha pode ser feito através da fórmula abaixo. Embora esse cálculo não seja exato, seu resultado é bastante aproximado.

Onde,

$$A = F \times d^2$$

A = área metálica em mm<sup>2</sup>;

F = fator de multiplicação dado na tabela a seguir;

d = diâmetro nominal do cabo de aço ou cordoalha em milímetro.

Construção do cabo de aço ou cordoalha	Fator "F"
8X19 Seale, 8x25 Filler	0,359
MinePac	0,374
6x7	0,395
6x19 M	0,396
6x31/ 6x36 / 6x41 Warrington Seale	0,410
6x19 Seale	0,416
6x25 Filler	0,418
18x7 Resistente à Rotação	0,426
Cordoalha 7 Fios	0,589
Cordoalha 37 Fios	0,595
Cordoalha 19 Fios	0,600

#### Observações:

- Para cabos de 6 pernas com AACI adicionar 15% à área metálica; com AA adicionar 20% e para cabos de 8 pernas com AACI adicionar 20% à sua área metálica.
- De uma maneira geral pode-se estimar em 0,25% a 0,50% a deformação elástica de um cabo de aço, quando o mesmo for submetido a uma tensão correspondente a 1/5 de sua carga de ruptura, dependendo de sua construção.

#### Nota:

- A deformação elástica é proporcional à carga aplicada desde que a mesma não ultrapasse o valor do limite elástico do cabo. Esse limite para cabos de aço usuais é de aproximadamente 55% a 60% da carga de ruptura mínima do mesmo.

**Módulos de elasticidade de cabos de aço:** o módulo de elasticidade de um cabo de aço aumenta durante a vida do mesmo em serviço, dependendo de sua construção e condições sob as quais é operado, como intensidade das cargas aplicadas, cargas constantes ou variáveis, flexões e vibrações às quais o mesmo é submetido.

O módulo de elasticidade é menor nos cabos novos ou sem uso, sendo que para cabos usados ou novos pré-esticados, o módulo de elasticidade aumenta aproximadamente 20%.

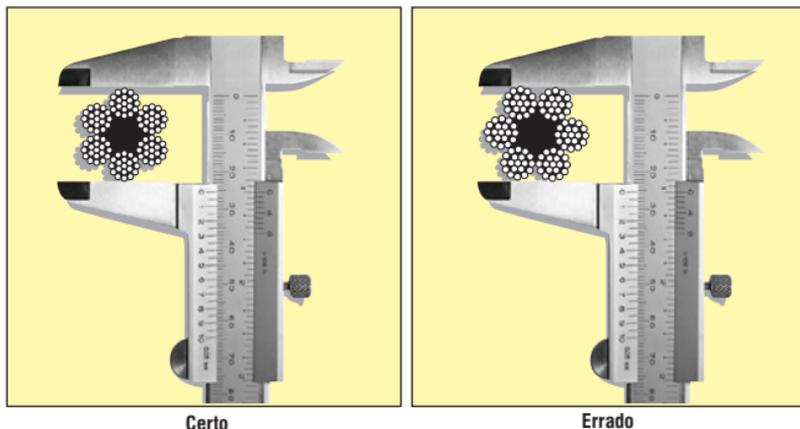
Damos em seguida os módulos de elasticidade aproximados de construções usuais de cabos de aços novos e cordoalhas novas.

	Classe	E (Kgf/mm <sup>2</sup> )
<b>Cabos de aço alma de fibra</b>	6 x 7	9.000 a 10.000
	6 x 19	8.500 a 9.500
	6 x 36	7.500 a 8.500
<b>Cabos de aço alma de aço</b>	8 x 19	6.500 a 7.500
	6 x 7	10.500 a 11.500
	6 x 19	10.000 a 11.000
	6 x 36	9.500 a 10.500
<b>Cordoalhas</b>	7 fios	14.500 a 15.500
	19 fios	13.000 a 14.000
	37 fios	12.000 a 13.000

### 3.3 Diâmetro de um cabo de aço

O **diâmetro nominal** do cabo é aquele pelo qual é designado.

O diâmetro **real** do cabo, deve ser obtido medindo-se em uma parte reta de aço, em 2 posições com espaçamento mínimo de 1 m. Em cada posição, devem ser efetuadas duas medições, com defasagem de 90°, do diâmetro do círculo circunscrito. A média dessas 4 medições deve ser o diâmetro real.



O diâmetro **real** será a média de quatro valores medidos.

**Nota:**

Deve-se evitar a medida próximo às extremidades do cabo de aço (mínimo 10 vezes o diâmetro do cabo).

A **tolerância do diâmetro** dos cabos de aço deve atender as recomendação da norma ABNT NBR ISO 2408, conforme abaixo:

Diâmetro nominal do cabo de aço $d$ mm	Tolerância como percentual do diâmetro nominal	
	Cabos de aço com pernas exclusivamente de arames ou que incorporam almas de polímero sólido	
$2 \leq d < 4$	+8	0
$4 \leq d < 6$	+7	0
$6 \leq d < 8$	+6	0
$\geq 8$	+5	0

**Nota:**

Aplicações específicas, podem ter tolerâncias de diâmetros especiais, definida pelo cliente ou pela Cimaf. Neste caso consulte nossa assistência técnica.