

# ALARGAMIENTO DE UN CABLE

## ALARGAMIENTO DE UN CABLE DE ACERO

**El alargamiento de un cable de acero en uso podría ser producto de varios factores, algunos de los cuales producen elongaciones que son muy pequeñas y generalmente pueden ser ignoradas. La lista cubre las causas principales de alargamiento de un cable. Las dos primeras son las más importantes y la tercera tiene cierta influencia en determinadas circunstancias.**

- 1) Alargamiento debido al acomodamiento de los alambres en los torones y los torones en el cable cuando está puesto en servicio lo que usualmente se conoce como "Alargamiento Permanente por Construcción".
- 2) Alargamiento elástico debido a la aplicación de una carga axial. Esta se comporta según la "ley de Hooke" dentro de ciertos límites.
- 3) Expansión o Contracción Térmica debido a variaciones en la temperatura.
- 4) Alargamiento causado por la rotación de un extremo libre del cable.
- 5) Alargamiento debido al desgaste por fricción interna de los alambres en el cable, lo que reduce el área de la Sección de Acero originando un alargamiento permanente extra por construcción.
- 6) El alargamiento permanente del cable cuando está sujeto a cargas axiales superiores al "Punto de Fluencia del Acero" (Límite elástico).

### 1. ALARGAMIENTO PERMANENTE POR CONSTRUCCION

**El valor práctico de esta característica depende de muchos factores. Los más importantes son el tipo y construcción del cable, el rango de cargas aplicadas y la cantidad y frecuencia de los ciclos de operación. No es posible afirmar cifras exactas para los distintos tipos de cables en uso. Pero los siguientes valores aproximados podrían ser empleados para conseguir resultados razonablemente acertados.**

CARGA	Longitud del Cable	
	Alma de fibra	Alma de acero
Liviana (factor de seguridad 8:1)	0.25	0.125
Normal (factor de seguridad 5:1)	0.5	0.25
Pesada (factor de seguridad 3:1)	0.75	0.50
Pesada con muchos dobleces y deflexiones.	hasta 2.0	hasta 1.0

### 2. ALARGAMIENTO ELASTICO

**El módulo de elasticidad también varía con las distintas construcciones de cables, pero generalmente se incrementa con el aumento del área de la Sección de Acero. Usando los valores en la tabla siguiente, es posible obtener una estimación razonable del "Alargamiento Elástico", pero si se requiere mayor exactitud en la información será necesario realizar una prueba experimental con una muestra del cable en consulta. Como los usuarios de los cables van a encontrar cierta dificultad en conseguir el**

**área metálica exacta, los siguientes valores están basados en el área circundante en relación al diámetro nominal del cable. Por, ejemplo: por un cable de 26 mm de diámetro el área es de 531 mm<sup>2</sup> y por un cable de 29 mm de diámetro el área es de 660 mm<sup>2</sup>.**

<i>Tabla de Módulos de Elasticidad</i>	
<i>Construcción Cables Negros</i>	<i>Módulo de elasticidad Kgs/mm<sup>2</sup></i>
Serie 6x7 Alma de Fibra	6.300
Serie 6x7 Alma de Acero	7.000
Serie 6x19 Alma de Fibra	5.000
Serie 6x19 Alma de Acero	6.000
Serie 6x37 Alma de Fibra	4.700
Serie 6x37 Alma de Acero	5.600
Serie 18x7 Alma de Fibra	4.300
Serie 18x7 Alma de Acero	4.500

<i>Torones Galvanizados</i>	
1x7 (6/1)	11.000
1x19 (12/6/1)	10.000
1x37(18/12/6/1)	9.500

Las cifras mencionadas son aproximadas y son aplicables a cables trabajando con un factor de seguridad de alrededor de 5:1 y viceversa.

$$\text{Alargamiento Elástico} = \frac{CL}{EA} \text{ (mm)}$$

donde

- C = Carga aplicada (Kg)
- L = Longitud del cable (mm)
- E = Módulo de Elasticidad de la Tabla de arriba (Kg/mm<sup>2</sup>)
- A = Area aparente del cable (Círculo circundante) (mm<sup>2</sup>)

### 3. Expansión o Contracción Térmica.

El "Coeficiente de Expansión lineal" (alfa ) de un cable de acero es  $12.5 \times 10^{-6}$  por cada Grado Celsius ( $1^{\circ}\text{C}$ ), por lo tanto, el cambio en longitud de un cable de 1 metro producido por el cambio de temperatura de  $1^{\circ}\text{C}$  será:

$$\begin{aligned} \text{Cambio de longitud } \Delta l &= \alpha \cdot l_0 \cdot t \\ \text{donde: } \alpha &= \text{Coeficiente de expansión lineal} \\ l_0 &= \text{Longitud original del cable en mm} \\ \Delta t &= \text{Cambio de temperatura en } ^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Este cambio significará un aumento en longitud si la temperatura aumenta y una reducción en longitud si la temperatura baja.

Ejemplo: **Para calcular el alargamiento total de un Cable de Acero**

¿Cuál será el alargamiento total de 200 metros de cable de acero de 29 mm de diámetro, construcción 6 x 36 con alma de acero con una carga axial de 10.000 kg (relación, resistencia del cable a la carga aplicada = 5 a 1), y con un aumento de temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ ?

$$\begin{aligned} &1. \text{ Alargamiento Permanente por construcción} \\ &= \% \text{ Aumento de longitud del cable por} \\ &\text{ carga aplicada } \times l_0 \text{ (mm)} \\ &= \frac{0,25}{100} \times 200.000 \text{ mm} \\ &= 500 \text{ mm} \\ &2. \text{ Alargamiento Elástico} \\ &= \frac{CL}{EA} = \frac{10.000 \text{ kg} \times 200.000 \text{ mm}}{5.600 \text{ kg/mm}^2 \times (29 \text{ mm})^2 \times \pi \div 4} = 541 \text{ mm} \\ &3. \text{ Expansión Térmica} \\ &= \alpha \cdot l_0 \cdot t \\ &= 0.0000125 \text{ mm} \times 200.000 \text{ mm} \times 20^{\circ}\text{C} \\ &= 50 \text{ mm lineal} \\ &\text{Alargamiento Total} \\ &= 500 \text{ mm} + 541 \text{ mm} + 50 \text{ mm} = 1.091 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 4. Presiones entre Cables de Acero y poleas o tambores

Cuando un cable pasa sobre una polea, la carga sobre el rodamiento o buje de la polea depende solamente de la fuerza de tensión del cable y el ángulo de contacto del cable y es independiente del diámetro de la polea.

$$\text{Carga sobre el descanso} = 2T \sin \frac{\alpha}{2}$$

donde  $\alpha$  = Ang. de contacto del cable  
T = Tensión del cable en kg.

Si se considera que el cable trabaja en una canaleta de la polea que le calza y le apoya bien entonces la presión entre el cable y la superficie de la canaleta depende de dos factores:

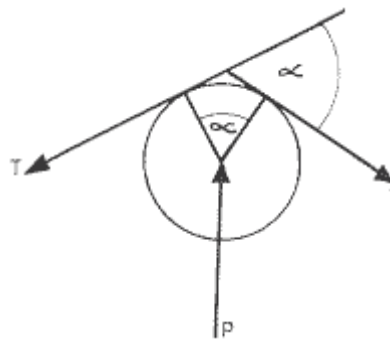
- 1) Fuerza de tensión a la cual está sujeto el cable.
- 2) El diámetro interior de la polea, tomado del fondo de la canaleta.

Esta presión es independiente del arco de contacto entre el cable y la polea.  
La presión "p" se obtiene con la siguiente fórmula:

La presión "p" se obtiene con la siguiente fórmula:

$$p = \frac{2T}{Dd} \text{ donde}$$

- p = Presión en kg/cm<sup>2</sup>
- T = Tensión del cable en kg.
- D = Diámetro interior de la polea o tambor en cm.
- d = Diámetro del cable en cm.



Si la presión es alta, la resistencia a la compresión del material de la polea en la canaleta podrá ser insuficiente para soportar el desgaste excesivo o deformación del fondo de la canaleta que dañará los alambres exteriores del cable y reducirá su vida útil.

La tabla siguiente indica las presiones máximas para distintos tipos de cables operando con canaleta en "O" o tambores acanalados pero no se puede aplicar para canaletas en "V" ni para tambores con superficies planas.

En algunos casos cuando la longitud circunferencia de la canaleta es un múltiplo del paso del cable, entonces se puede encontrar deformaciones en la forma de torones completos en el fondo de la canaleta. Esto es una indicación clara que el material de la canaleta es demasiado blando y debe ser cambiado para evitar desgaste y daños mayores.

**PRESIONES MAXIMAS PERMITIDAS PARA DISTINTOS TIPOS DE CABLES A DIFERENTES MATERIALES DE CANALETAS**

TIPOS DE CABLES	Material de la canaleta		
	Fierro Fundido	Acero fundido Bajo Carbono	Acero Manganeso (11% a 13%) o equivalente
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
( 6x7 ) RD	20	40	105
( 6x7 ) LD	25	45	120
( 6x19 ) RD	35	60	175

( 6x19 ) LD	40	70	200
( 6x36 ) RD	42	75	210
( 6x36 ) LD	47	85	240

Es necesario comprender que en este método para la estimación de presiones se supone que el área de contacto entre el cable y la superficie de la canaleta es sobre el diámetro total del cable cuando en realidad solamente una parte de los alambres exteriores del cable están en contacto con la canaleta de una manera puntual. Las presiones locales en estos puntos del contacto pueden ser 5 veces el resultado de los cálculos. Entonces los valores de la tabla no se pueden relacionar con la resistencia a la compresión del material de la canaleta. Si la presión calculada es demasiado alta para el material en uso para una polea o tambor, entonces hay que considerar la posibilidad de aumentar el diámetro de éstas. Una modificación de esta índole va a reducir la presión en la canaleta aumentando a su vez la resistencia a la fatiga del cable y por ende su vida útil.

#### **DUREZA DE LOS ALAMBRES EN LOS CABLES DE ACERO**

<b>CALIDAD</b>	<b>ROCKWELL 'C'</b>
Arado extramejorado 180/200 kg/mm <sup>2</sup>	52
Arado mejorado 160/180 kg/mm <sup>2</sup>	45
Arado < 160 kg/mm <sup>2</sup>	43

#### **DUREZA RECOMENDADA PARA CANALETAS DE POLEAS O TAMBORES**

**Bajo Carbono = 17 a 20 Rockwell 'C'**

**Acero Manganeso o equivalente = 30 a 35 Rockwell 'C'**