

Información Técnica de **cables de acero**

Catálogo 2020





Prodinsa (Productos de Acero S.A.) fue fundada en Chile por British Ropes en 1967, y desde 1993 perteneció de manera minoritaria al grupo Bekaert, líder mundial en la fabricación de alambres. A partir del año 2014, la empresa cambia su nombre a Prodinsa S.A. y pasó a formar parte del Bekaert Rope Group, uno de los fabricantes de cable de acero más importantes del mundo.

En Junio de 2016, las compañías Bekaert Rope Group y Bridon perteneciente al fondo de inversiones OTTP (Ontario Teachers' Pension Plan) se han fusionado para formar una nueva empresa Bridon-Bekaert The Ropes Group.

¿Por qué preferirnos?

Nuestro propósito como Bridon-Bekaert The Ropes Group, es crear valor para nuestros clientes, mediante la combinación de nuestra experiencia, portafolio de marcas, escala y alcance global.

Vamos a intensificar nuestros esfuerzos para ofrecerles productos con el mejor desempeño, programas de innovación y excelentes servicios. Nuestra meta es superar sus expectativas y convertirnos en el socio que mejor entiende y satisface sus necesidades. Podrá contar con una amplia gama de servicios y áreas de experiencia.

CALIDAD

Tanto Bridon como Bekaert tienen una larga historia ofreciendo productos de calidad y podemos asegurar que esta tendencia continuará con esta nueva fusión.

PERSONAS

Nuestros equipos tienen una experiencia sin igual en sus áreas y continuarán trabajando con usted para asegurar que sus necesidades sean atendidas por alguien que entiende su negocio.

NUESTRA PRESENCIA GLOBAL Y LOCAL

Con 19 operaciones de fabricación, ventas y centros de distribución en 17 países, podemos garantizar accesibilidad y servicios cercanos a sus operaciones y que estamos familiarizados con los requerimientos y desafíos locales.

NUESTROS SERVICIOS (Ropes 360)

Los servicios que le hemos brindado en el pasado seguirán siendo ofrecidos por nuestra empresa. Nuestra información de contacto seguirá siendo la misma.

BRIDON · BEKAERT
THE ROPES GROUP

MANUAL DE CABLES DE ACERO

Para que nuestros clientes puedan elegir el cable adecuado para sus necesidades, PRODINSA pone a disposición este práctico manual.

Es imperativo aplicar un lenguaje común para referirse a los componentes de cada cable. De manera que exista una comunicación fluida entre nuestros clientes y PRODINSA.

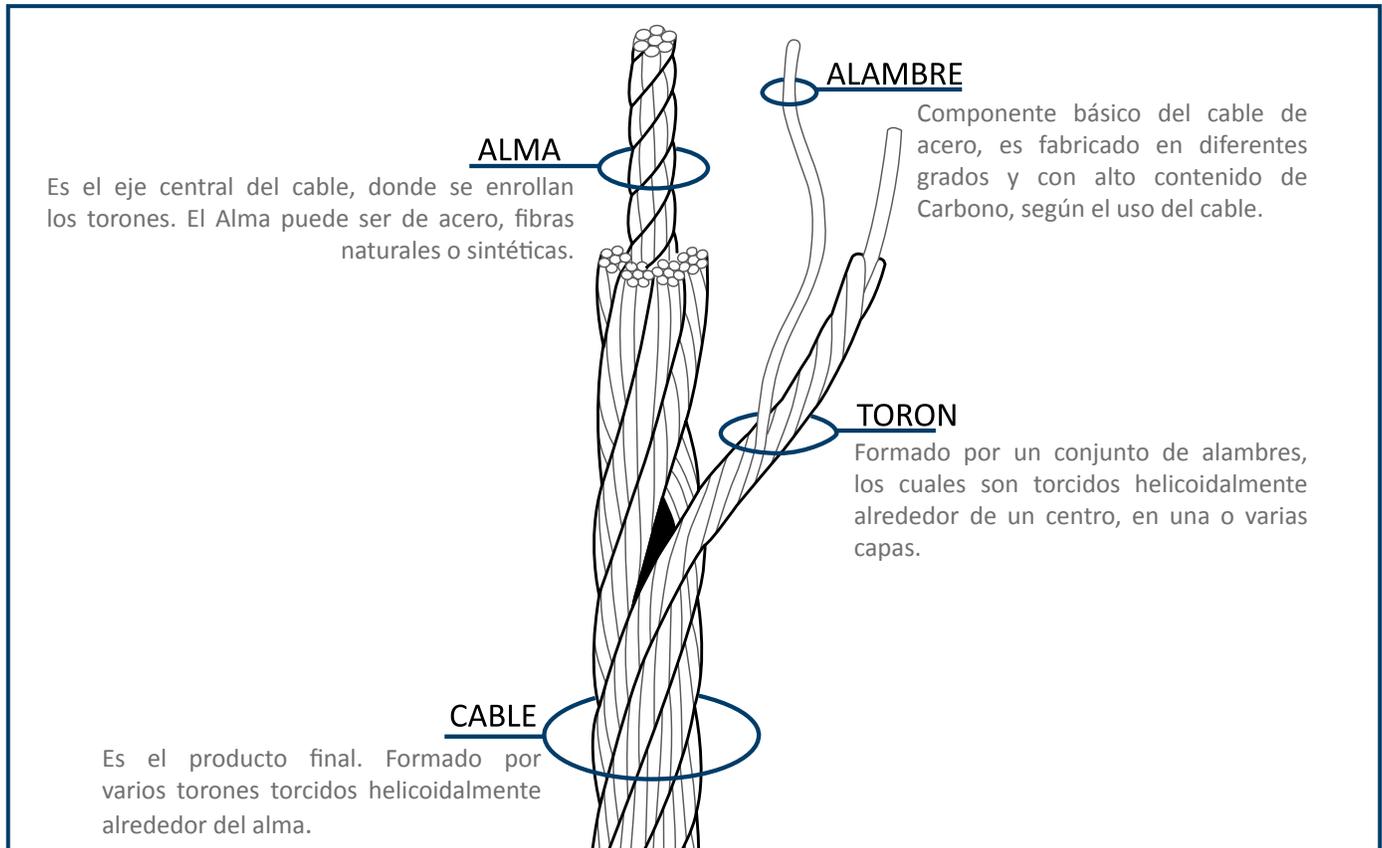
El Cable de Acero es una máquina simple, compuesta de un conjunto de elementos que transmiten fuerzas, movimientos y energía entre dos puntos, de una manera determinada para lograr un fin determinado.

El conocimiento pleno del potencial y uso de un Cable de Acero, es esencial para elegir el cable más adecuado para una faena o equipo de trabajo. Tomando en cuenta la gran cantidad y tipos de cables disponibles, como variables de construcción, diámetro, grado de alambre, dirección de cableado, lubricación, alma, etc.

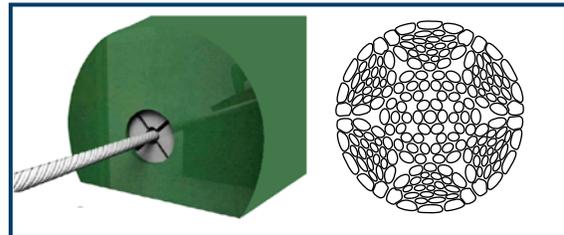
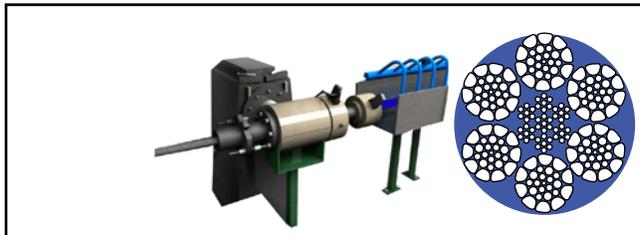
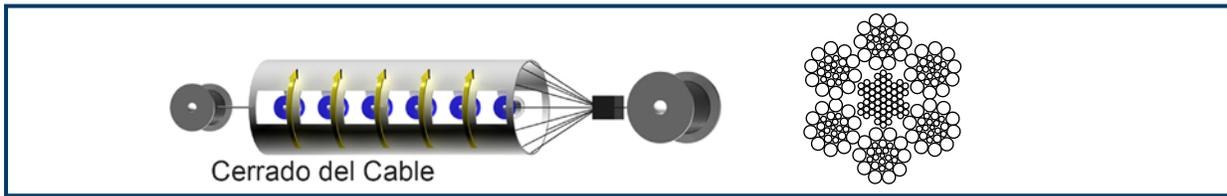
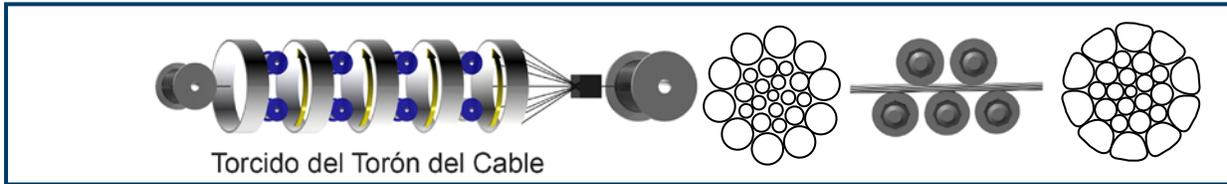
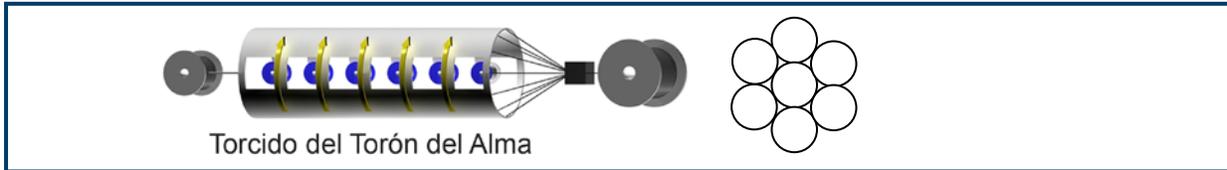
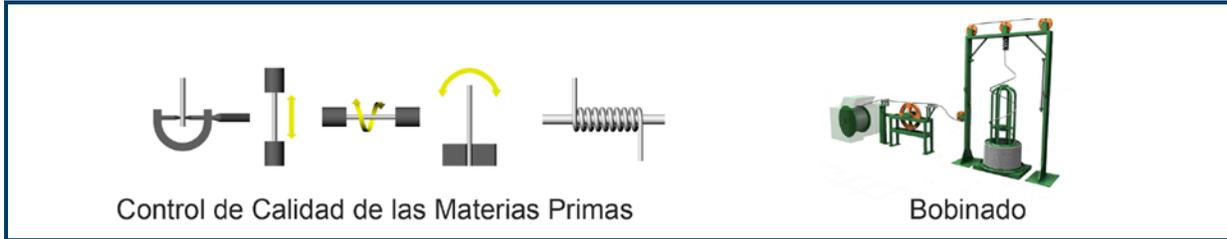
PRODINSA diseña y fabrica los cables, cumpliendo normas internacionales como:

- European Norms (EN)
- American Petroleum Institute (A.P.I. Standard 9A)
- Federal Specification (RR-W-410F)
- American Society For Testing & Materials (A.S.T.M.)
- British Standards Institution (B.S.I)
- Deutsche Normen (D.I.N.)
- International Organization for Standardization (I.S.O.)

Debido a la complejidad y diversidad de equipos o maniobras que existen en faenas, es de vital importancia conocer y entender los componentes, características y uso del cable, como también sus accesorios de anclajes y conectores, que junto a un buen diseño del embalaje para su manejo y transporte, se obtiene un adecuado repuesto, óptimo a las necesidades del usuario.

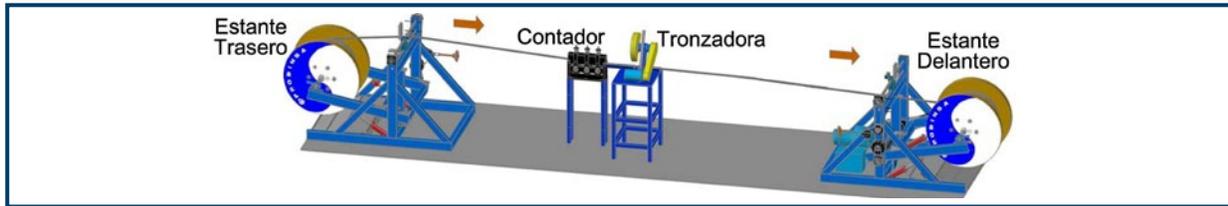


PROCESO DE PRODUCCION DEL CABLE DE ACERO

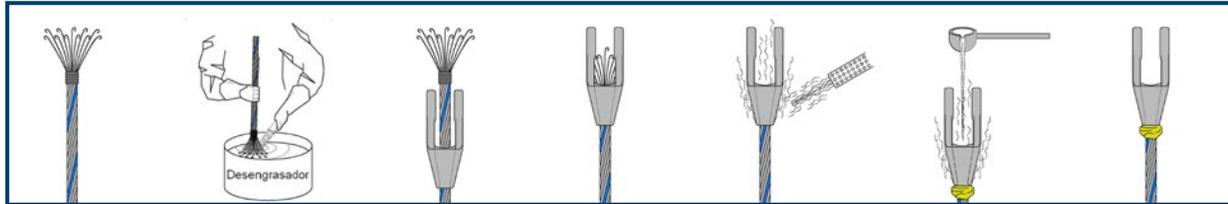


ETAPAS DE FABRICACIÓN DE REPUESTOS

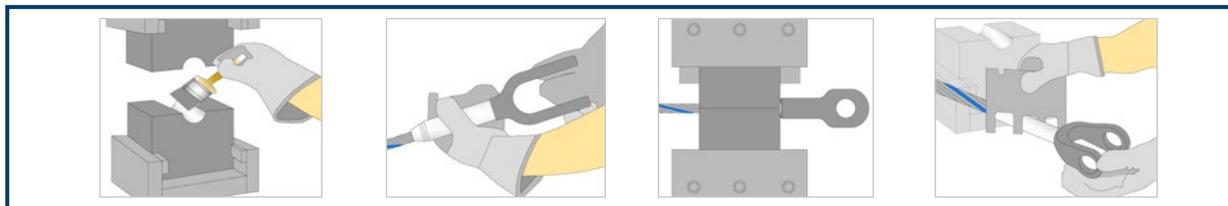
Medir y cortar el cable



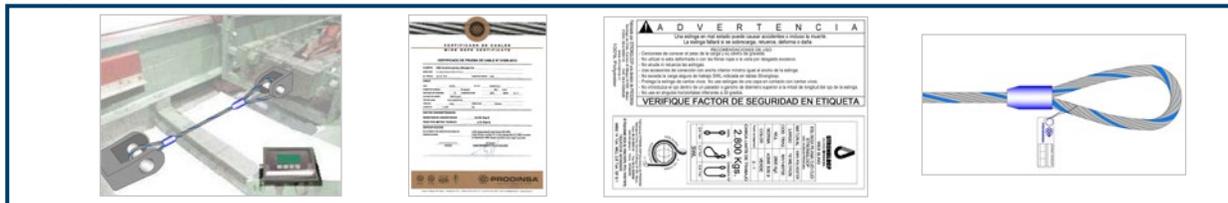
Preparación y montaje de terminales vaciados



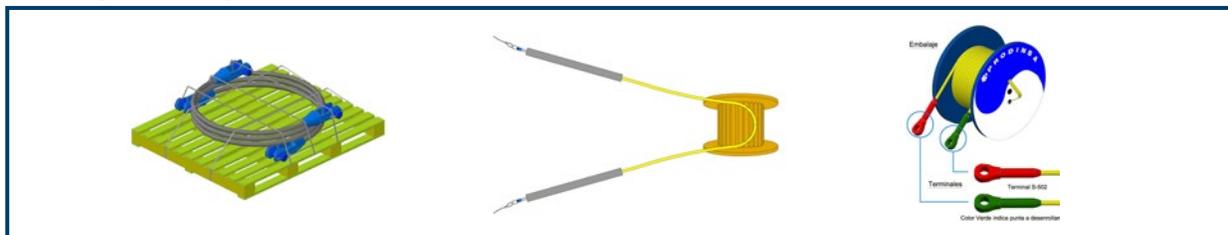
Montaje de terminales prensados



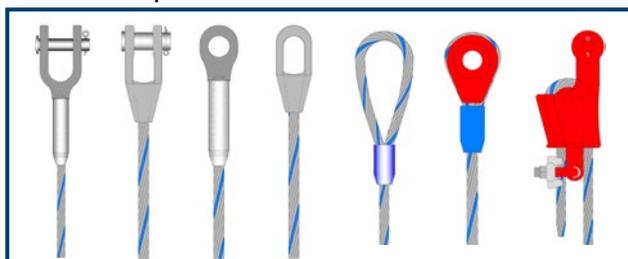
Ensayo, certificación y etiquetado del repuesto



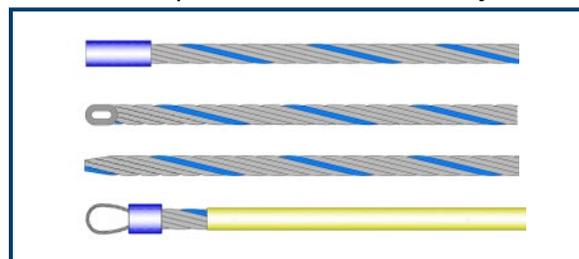
Embalajes de respuestos



Terminales para tensión



Terminación para enhebrado o anclaje



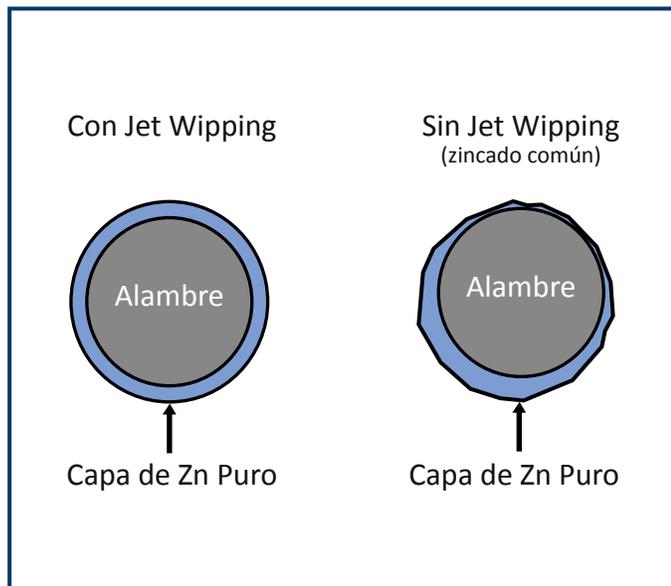
ALAMBRES

El Alambre de acero es el componente básico del cable. Es fabricado con acero de alto contenido de carbono y posee distintos grados o calidades, que dependen exclusivamente de los requerimientos finales del cable.

Los alambres no sólo se refieren a la resistencia a la tracción, sino también a la resistencia a las torsiones y flexiones.

En el caso de los alambres galvanizados, con Zinc o Bezinal® 2000 (Zinc + Aluminio) existen normas para que su recubrimiento cumpla con el espesor de la capa, concentricidad y adherencia.

PRODINSA utiliza alambres galvanizados mediante el proceso JET Wipping, que garantiza la adherencia, concentricidad y espesor de capa uniforme.

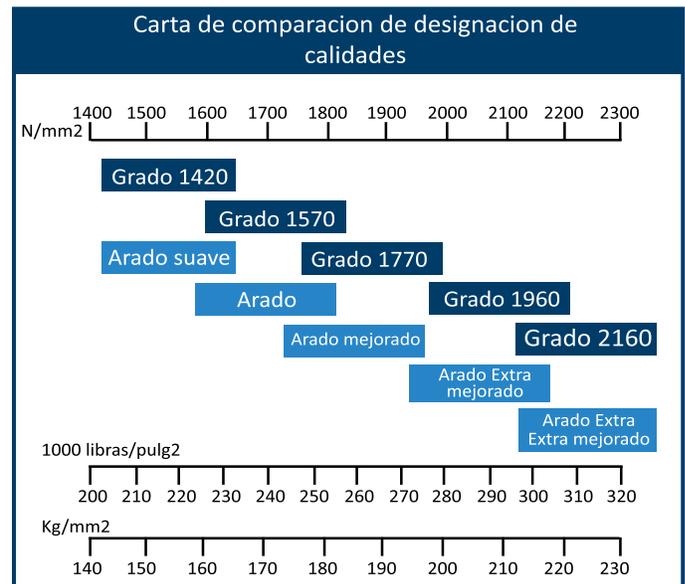


Proceso Bekaert

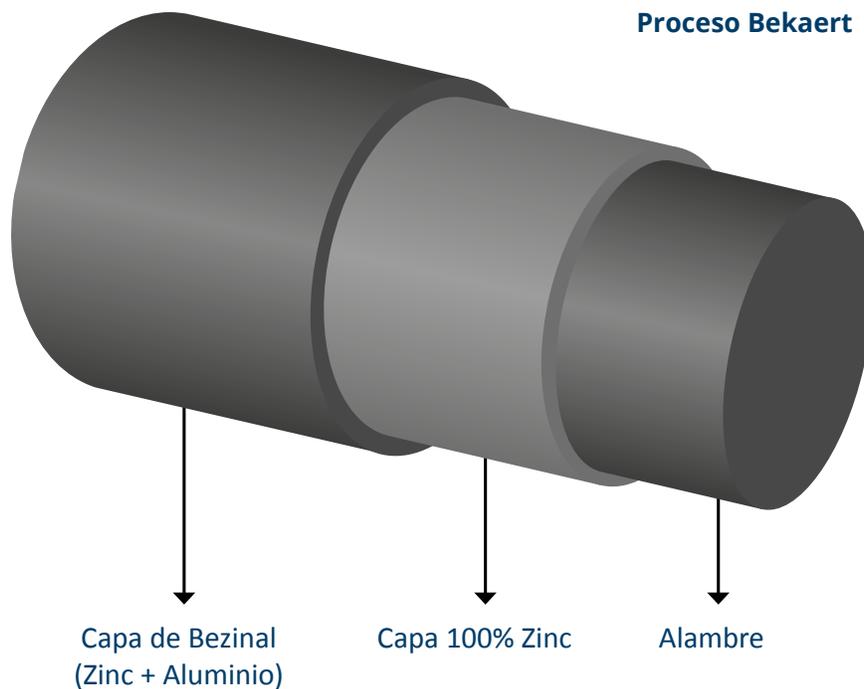
Grado o calidad de los alambres de acero

En la actualidad las nomenclaturas más utilizadas para definir el grado de los alambres son N/mm², Kg/mm², Lb/plg².

El gráfico siguiente, muestra la equivalencia entre los diferentes sistemas de resistencias.

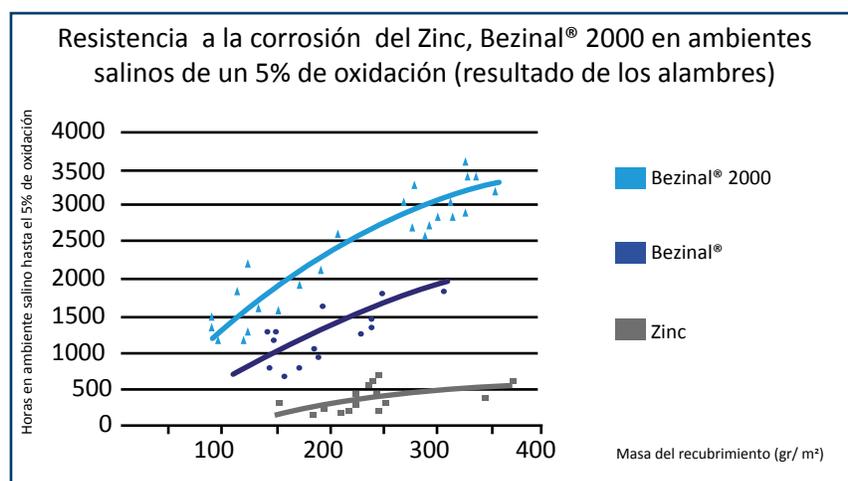


CARACTERÍSTICAS BEZINAL® 2000



Bezinal® 2000 (Bekaert Zinc Aluminum) es una aleación eutéctica de zinc y aluminio que proporciona un revestimiento de gran adherencia y que aumenta la barrera contra la corrosión, haciéndola más efectiva que la protección del alambre protegido solo con zinc. Esta aleación, con el tiempo, forma una capa de óxido que retarda la corrosión.

ENSAYOS REALIZADOS EN CÁMARA SALINA



Bezinal 2000® es 4 veces más resistente a la corrosión en el mismo ambiente

TORONES

Los Torones de un cable de acero están formados por un determinado número de alambres torcidos helicoidalmente alrededor de un alambre central, y dispuestos en una o más capas.

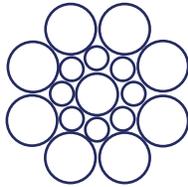
A cada número y disposición de los alambres se les llama CONSTRUCCIÓN, y son fabricados en una sola operación, evitando así el cruce de un alambre sobre otro.

Seale

- Esta construcción es más rígida, pero tiene un mejor comportamiento cuando es expuesto a grandes roces, presiones y aplastamiento.

- Esta construcción contiene la misma cantidad de alambres en distintas capas.

- Construcción del torón es de 19 alambres (9/9/1) o 17 alambres (8/8/1).

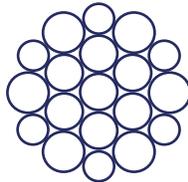


Warrington

- La construcción *Warrington* es un poco más flexible que las construcciones *Seale* pero con un comportamiento de menor estabilidad frente a aplastamiento.

- Esta construcción está compuesta por dos diámetros de alambres en una de sus capas.

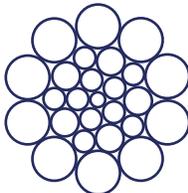
- La construcción del torón es de 19w alambres (6+6/6/1).



Warrington Seale

- Esta construcción tiene en su capa exterior el mismo número de alambres que en la capa interior, pero con dos diámetros distintos.

- La construcción del torón de 26ws alambres es (10/5+5/5/1).



Filler Seale

- La construcción se compone de una capa de N alambres y la capa siguiente está compuesta por N/2 alambres con un diámetro menor como relleno, que da el apoyo a los alambres exteriores.

- La construcción del torón de 25fs alambres es (12/6F/6/1).



ALMAS

El alma es el eje central o núcleo de un cable. Alrededor del alma van colocados los torones. Su función es servir como base del cable, conservando su redondez, soportando la presión de los torones y manteniendo las distancias o espaciado correctos entre ellos. Hay dos tipos de Almas: Fibra (Natural y Sintética) y de Acero (de distintas construcciones incluida la extruida con plástico.)

Alma de Acero Plastificada:

Las principales características son:

- Protección contra la oxidación.
- Disminución de la fricción entre los torones exteriores y el alma.
- Reducción de las vibraciones y roces internos.
- Mantiene la lubricación del alma.
- Aumenta la vida útil del cable.

CABLES

El cable es el producto final y se identifica por:

- Diámetro.
- Construcción (cantidad de torones, alambres por torón y su compactación).
- Tipo de alma.
- Recubrimiento del alambre.
- Tipo de lubricación.
- Dirección del cable (RD, RI, LD, LI).
- Terminación opcional del cable (Martillado, inyección de plástico, compactado).

a) Cables de 6 torones

Las principales series de cable son:

- Serie 6x7

Cada uno de los seis torones que forman el cable, está construido de una sola hilera de alambres colocada alrededor de un alambre central. Debido a que el número de alambres (7) que conforman el torón es reducido pero de mayor grosor, este cable presenta una mayor resistencia a la abrasión, pero no es recomendable para trabajos donde se requiera flexibilidad.



6x7 (con alma de acero)
(6 torones de 7 alambres)

- Serie 6x19

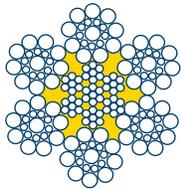
Este grupo de cable es el de mayor popularidad por tener la particularidad de ser a la vez resistente a la abrasión y tener una buena flexibilidad.

En esta serie los torones se construyen usando entre 16 hasta 26 alambres, lo que facilita la selección para un trabajo determinado.

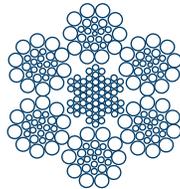
Las construcciones que más se usan de esta serie son las 6x26ws, 6x19s, 6x17s.

Esta construcción, 6x26ws es la más requerida por tener la enorme ventaja de ser resistente a la abrasión, al aplastamiento y lo suficientemente flexible para trabajar en poleas o tambores. Esta construcción esta formada por 6 torones de 26ws alambres (10/5+5/5/1)

La construcción 6x19s está formada por 6 torones de 19 alambres cada uno, que están integrados por dos capas de alambres del mismo número (9), colocadas alrededor de un alambre central como sigue 9/9/1.



6x19 (9/9/1) AP



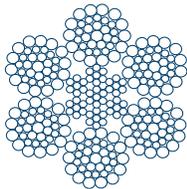
6x26 ws (10/5+5/5/1)

- Serie 6x37

Las construcciones de esta serie son más flexibles en comparación con los grupos 6x7 y 6x19. Esto debido a que tiene un mayor número de alambres por torón.

Este tipo de cables se utilizan para actividades que requieren mayor flexibilidad. Sin embargo, no se recomiendan para situaciones donde sean expuestos a una abrasión severa, ya que el diámetro de sus alambres exteriores es reducido.

Este grupo incluye varias construcciones, de 29 a 49 alambres por torón.

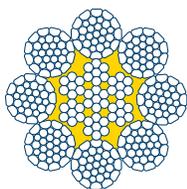


6x36ws

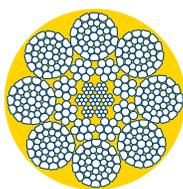
b) Cables de 8 Torones

La serie de 8 Torones es similar a la serie de 6 torones, con la diferencia de ser un cable más resistente a la fatiga, de mayor flexibilidad y otorgar una mayor área de apoyo en poleas y tambores. Al ser de construcción más redonda, disminuye el desgaste por roce.

Las construcciones más utilizadas son:



8x31ws AP



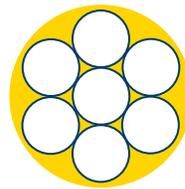
8x36ws ARP

c) Mono-torones

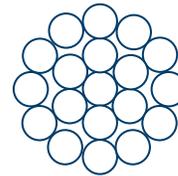
Los cables que componen esta serie son aquellos que están formados por un solo torón y sus principales características son:

- Resistencia a giro.
- Alambres gruesos de igual diámetro.
- Alta resistencia a la corrosión.
- Generalmente con galvanizado pesado.
- Baja elongación.
- Baja Flexibilidad.
- Uso de trabajo mayormente estático.

Las construcciones más utilizadas son 1x7, 1x19, 1x37:



1x7



1x19



1x37

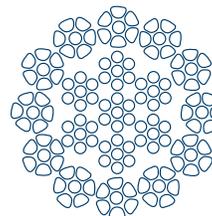
d) Cables Multi-torones

Esta serie se compone de más de 8 torones exteriores y sus principales características son:

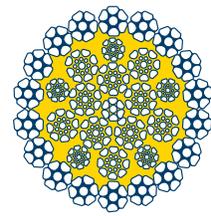
- Resistencia al giro.
- Máximo apoyo en las poleas y tambores.
- Mayor resistencia a la tracción.
- Mayor resistencia a la fatiga por flexión.
- Mayor resistencia al aplastamiento.
- Menor desgaste por roce en arrollamiento multicapa.

Las construcciones más utilizadas son 19x7, 19x19, 34x7, 35x7.

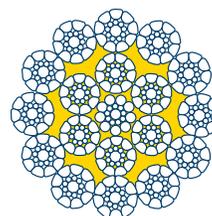
Estos cables requieren un mayor cuidado en su manipulación y montaje.



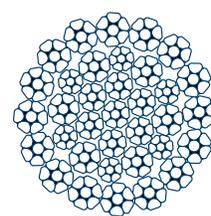
19x7



34x7 AP



19x19 AP



35x7

e) Torcido de los Cables

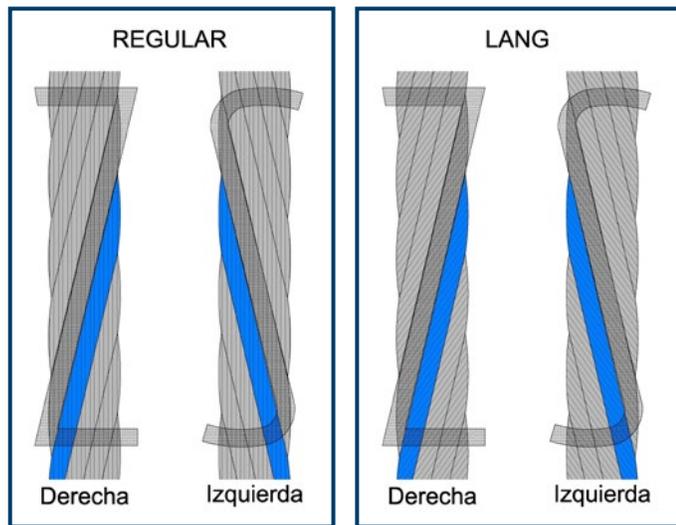
Los cables se fabrican en dirección de torcido *Regular* o *Lang*, izquierdos o derechos.

En los cables *Regular*, los alambres del torón están torcidos en dirección opuesta a la dirección de los torones en el cable.

Por su parte, los alambres y los torones en un cable *Lang* están torcidos en la misma dirección de los torones en el cable.

Los cables *Regular* son más fáciles de manipular, son menos susceptibles a la formación de “cocas” y ofrecen mayor resistencia al aplastamiento. Bajo carga presentan una menor tendencia a destorcerse.

Los cables *Lang*, son ligeramente más flexibles y muy resistentes a la abrasión y fatiga. Sin embargo, poseen mayor tendencia a destorcerse, por lo que deben utilizarse en aplicaciones en donde ambos extremos del cable estén anclados y no permitan girar sobre sí mismos.



f) Preformado

Preformado es el proceso que consiste en conformar los torones para darles una forma helicoidal determinada, para la posterior formación del cable.

Las principales ventajas del Preformado son: estabilidad estructural, flexibilidad, facilidad de manejo y corte, resistencia a la formación de “cocas” y una mejor distribución de la carga en los alambres, torones y alma.

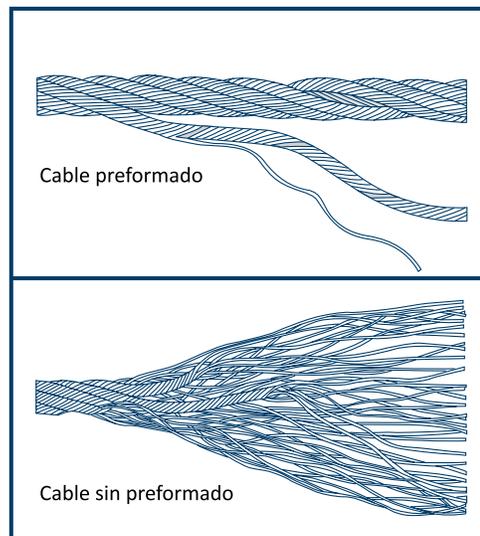
En un cable Preformado los alambres y torones están en reposo, dado que su forma definitiva le fue aplicada durante el proceso de fabricación.

Lo anterior permite que un alambre cortado mantenga su posición sin sobresalir como púa.

En los cables no Preformados, los torones son mantenidos en su lugar a la fuerza, por lo que están sometidos a grandes tensiones internas.

Solamente en determinados casos se recomienda el uso de cables No Preformados, debido a su manera especial para trabajar.

Para mayor información sobre esta materia, se recomienda consultar a nuestro Departamento Técnico.



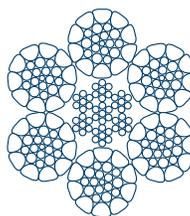
g) Cables con torones compactados

Los torones son compactados durante el proceso de torcido, obteniendo una mayor área metálica para un mismo diámetro nominal. De esta manera se obtiene una mayor resistencia a la rotura y una mayor superficie de contacto de los alambres exteriores con las poleas y tambores, aumentando su vida útil.

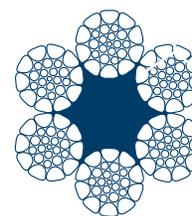
Estos tipos de cables de acero, son levemente menos flexibles que los cables tradicionales.

El proceso de compactación de PRODINSA es realizado mediante rodillos, resultando:

- Menor stress al alambre por ser un proceso en frío.
- Mayor grado de compactación.



6x26 AA

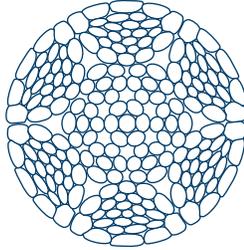


6x26 AF

h) Cable Martillado (Swaged)

Este proceso consiste en reducir el área de un cable estándar o con torones compactados, mediante martillos que golpean la circunferencia, otorgando las siguientes propiedades:

- Mayor área metálica.
- Mayor resistencia a la tracción.
- Superficie lisa.
- Sello entre torones que impide la contaminación interna.
- Baja resistencia a la flexión.

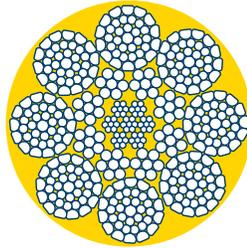


i) Plastificado

Este proceso consiste en una infiltración con polímeros, que permite llenar todos los espacios de aire hasta el núcleo por medio de una inyección a alta presión.

Esto le otorga al cable las siguientes propiedades:

- Sello de los alambres lo que evita la oxidación y el ingreso de agentes contaminantes.
- Evita las vibraciones internas aumentando la resistencia a la fatiga.
- La lubricación interna se mantiene durante la vida útil del cable.
- No requiere lubricación externa manteniendo limpio poleas y tambores.
- Disminuye desgaste de poleas y cables.
- Se mantiene la distribución de la carga entre los componentes.



SELECCIÓN APROPIADA DEL CABLE

La clave para seleccionar el cable más apropiado para cada trabajo está en conocer los siguientes factores:

- 1) Carga Segura de Trabajo (SWL).
- 2) Exposición a Flexiones y Vibraciones.
- 3) Existencia de Abrasión o Desgaste.
- 4) Existencia de Aplastamiento.
- 5) Exposición a la Oxidación o Corrosión.

El primer paso consiste en conocer la máxima carga de trabajo que el cable deberá mover, el número de ramales que tiene el equipo y su factor de diseño (también conocido como factor de seguridad).

Se debe tener en cuenta que las cargas no sólo son estáticas, sino que sufren arranques y detenciones repentinas, cargas de impacto, altas velocidades, etc.

Estas razones justifican determinar el factor de diseño adecuado para la operación.

1. Carga Segura de Trabajo (SWL).

Es la carga de trabajo máxima a la que el cable puede operar, y se define mediante la siguiente expresión:

$$SWL = \frac{\text{Carga de ruptura mínima del cable} \times \text{Número de ramales}}{\text{Factor de diseño}}$$

Donde:

- **SWL:** Carga segura de trabajo.
- **Carga de ruptura mínima garantizada:** Es la indicada en el catálogo de cables.
- **Número de Ramales:** Número de líneas de cable que soportan la carga.
- **Factor de Diseño:** Según naturaleza de la aplicación.

Ref. ASME B30.9
OSHA 1926.550

2. Exposición a flexiones y vibraciones

Si un trozo de alambre es doblado varias veces, finalmente se rompe. Esto es conocido como el fenómeno "Fatiga de Flexión".

Este ocurre cuando un cable de acero se dobla alrededor de poleas, tambores o rodillos. A menor radio de curvatura, mayor es la acción de la fatiga. (Ver Gráfico Pág. 14)

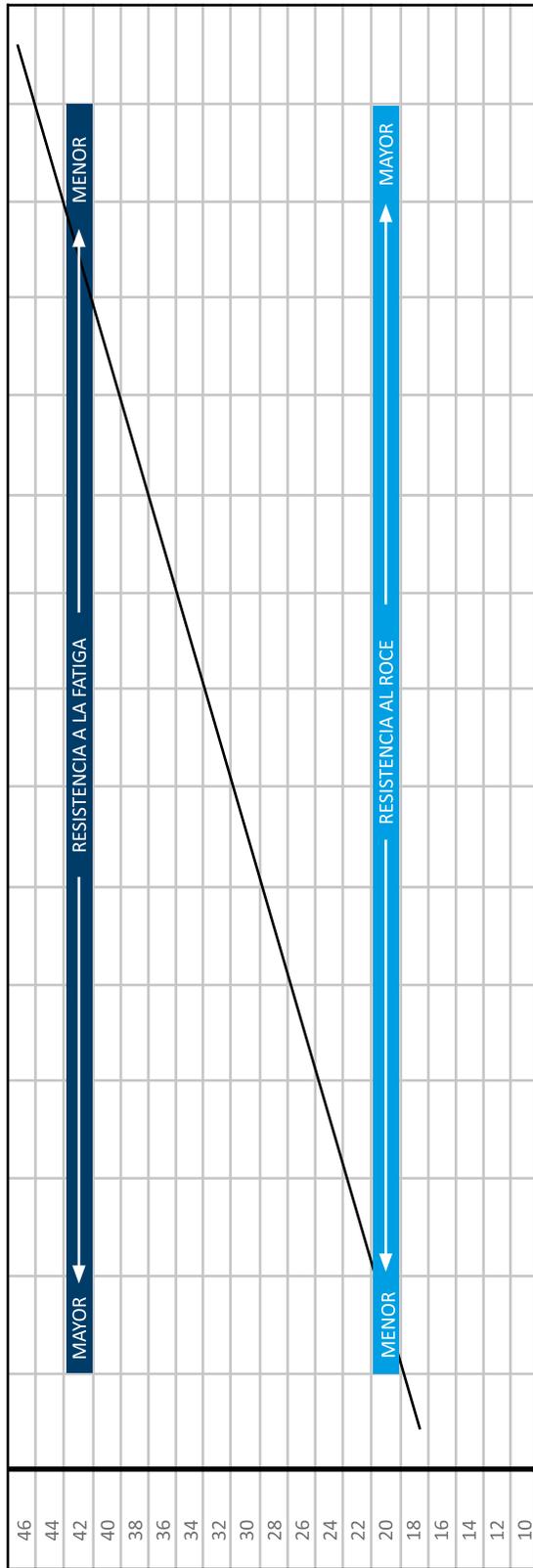
Los aumentos de la velocidad de operación y las flexiones en sentido contrario también aumentan este efecto. El mismo fenómeno es producido por vibraciones en cualquier parte del cable.

El gráfico permite elegir la mejor combinación entre la Resistencia a la Fatiga y la Resistencia a la Abrasión. Por lo general, la resistencia a la fatiga se incrementa al aumentar el número de alambres y torones del cable.

Estos dos factores determinan la selección del cable respecto de su rendimiento, por lo que requiere un cuidadoso análisis durante el proceso de selección.

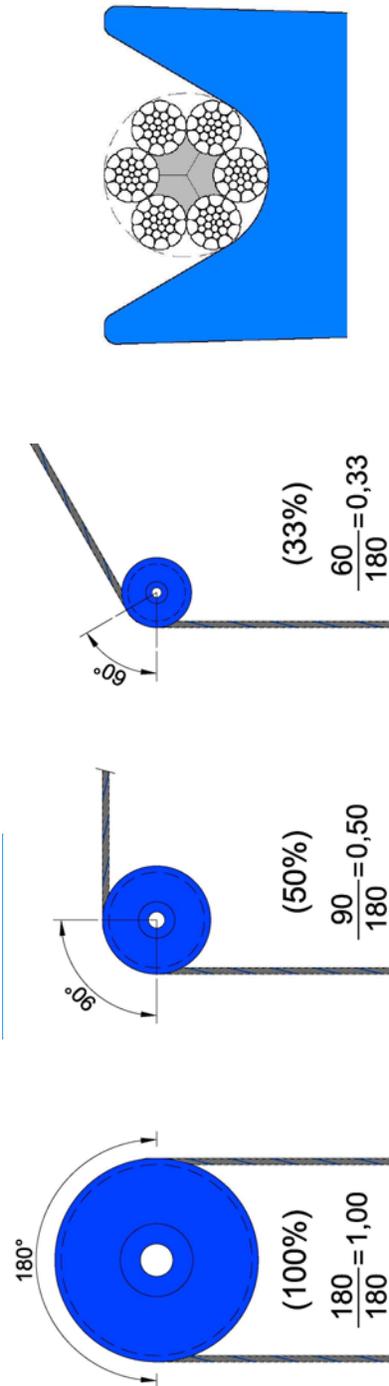
RESISTENCIA A LA FATIGA Y A LA ABRASIÓN EN FUNCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DEL CABLE

RELACION (180°)
 $\frac{\varnothing_{Polea (D)}}{\varnothing_{Cable (d)}}$



CONSTRUCCIÓN del CABLE									
8 x 49 fs	6 x 41 ws	6 x 29 f	8 x 21 f	3 x 46 fs	6 x 23	6 x 12	6 x 17	6 x 7	3 x 19
8 x 43 fs	6 x 49 ws	6 x 36 ws	8 x 26 ws	6 x 24 s	6 x 26	6 x 19	19 x 7	3 x 26	
8 x 36 ws	8 x 25 f	6 x 43 fs	6 x 25 f	6 x 25 f	6 x 22				
	19x19	8 x 37 fs		6 x 31 ws					
	35 x 7			6 x 37 fs					
				8 x 19 s					

DIÁMETRO POLEA vs ÁNGULO DE CONTACTO



En ángulos de contactos inferiores a 180°, el diámetro de la poleas es proporcional al: $\frac{\text{Angulo contacto}}{180^\circ}$

3. EXISTENCIA DE ABRASIÓN O DESGASTE

La abrasión es el enemigo más común y destructivo del cable de acero. Se produce cuando el cable roza o es arrastrado contra estructuras. Esta fricción debilita el cable al producir desgaste en los alambres exteriores.

En este caso, lo mejor para el desgaste excesivo es utilizar la construcción más apropiada.

El Gráfico anterior es útil en estos casos. Como regla general, a mayor diámetro de los alambres exteriores del torón, mayor es la resistencia al desgaste por abrasión.

Otros factores que pueden producir abrasión son: estrechez del canal de la polea, desalineación de las poleas y roce por arrollamiento del cable en el tambor.

Los cables Lang son más resistentes a la abrasión o desgaste

4. EXISTENCIA DE APLASTAMIENTO

El aplastamiento del cable puede ocurrir de varias maneras. Lo más común es el aplastamiento debido a la operación con cargas excesivas, uso de tambores lisos o con ranuras, o uso de poleas que no otorgan el apoyo correcto al cable.

También es frecuente en los casos de enrollado en varias capas, en los puntos en que el cable se apoya sobre sí mismo.

Si la carga no pueda ser disminuida o los tambores no son sustituidos por diámetros más apropiadas, se debe cambiar el cable por una construcción más adecuada.

Si se está usando un cable con alma de fibra, se recomienda cambiar a uno con alma de acero, ya que éste da mayor soporte a los torones e impide su deformación.

Los cables de torcido LANG, son más resistentes al aplastamiento que los torcidos REGULAR.

5. EXPOSICIÓN A LA OXIDACIÓN O CORROSIÓN

Otro agente destructivo para el cable de acero es la corrosión. Esta se produce principalmente cuando el cable opera en ambientes ácidos, marinos o húmedos.

Para aumentar la vida de los cables, existen diferentes alternativas, tales como el recubrimiento de alambres con zinc, Bezinal®2000, lubricantes especiales y/o con aplicaciones de plástico en almas o cables.

TOLERANCIA EN DIÁMETROS DE LOS CABLES

Cables con diámetros nominales en milímetros	% menos	% más	Cables con diámetros nominales en pulgadas	% menos	% más
Desde 1.6 mm hasta 4.0 mm	1	7	Desde 1/16 hasta 1/8	0	8
Mayor de 4.0 mm hasta 6.0 mm	1	6	Mayor de 1/8 hasta 3/16	0	7
Mayor de 6.0 mm hasta 8.0 mm	1	5	Mayor de 3/16 hasta 1/4	0	6
Mayor de 8.0 mm	1	4	Mayor de 1/4	0	5

NOTA: Por regla general, los fabricantes de cables de acero producen los cables cerca de su tolerancia máxima en el diámetro, para asegurar el óptimo rendimiento y resistencia a la tracción.

Es necesario tomar en cuenta este detalle con los parámetros de diseño de las poleas y tambores acanalados.

LAS RANURAS O CANALETAS EN LOS TAMBORES Y POLEAS

La mayoría de los cables trabajan en contacto con ranuras de poleas y/o tambores. A medida que el cable trabaja en estas ranuras, los alambres y torones se deslizan uno sobre otros ajustándose al perfil de la ranura de la polea o tambor.

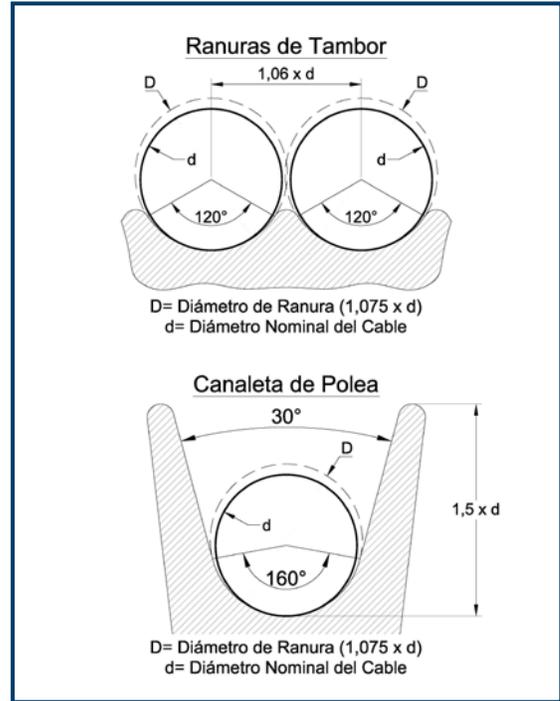
Para permitir este movimiento las ranuras deber ser ligeramente mayores al diámetro máximo del cable.

Una canaleta muy estrecha no sólo ejercerá presión sobre el cable dañándolo, sino que además impedirá el libre movimiento de alambres y torones.

Por su parte, una canaleta demasiado ancha no dará suficiente apoyo al cable, causando aplastamiento y restringiendo el libre movimiento de sus elementos estructurales.

Las poleas con impresiones negativas debido al excesivo uso deberán ser sustituidas antes de instalar un cable nuevo, si esto no se hace, la vida útil del cable nuevo se reducirá a causa del desgaste ocasionado en la polea.

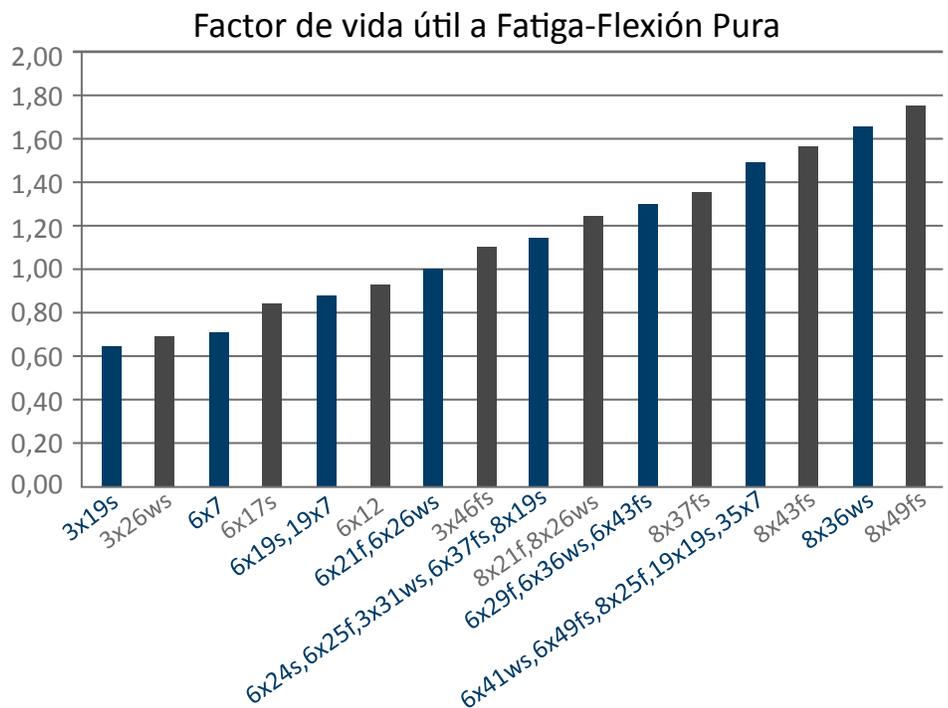
Es esencial que todos los rodillos, tambores y poleas, se encuentren correctamente alineados, para evitar así el desgaste localizado en el cable.



VIDA ÚTIL RELATIVA PARA VARIAS RELACIONES D/d

Este gráfico nos permite ver la relación entre vida útil relativa del cable para el mismo diámetro de polea.

Ejemplo: Si un cable 6x26ws trabaja en contacto con una polea con relación D/d de 30, tiene un factor de vida útil de 1 (100%), si se utiliza un cable con mayor flexibilidad como el 8 x 36ws, entonces su vida útil sería de 1,65 (es decir aumenta en más de un 65% su vida útil).



FACTORES DE VIDA ÚTIL RELATIVA

Esta tabla permite calcular la variación en la vida útil relativa de un cable si se sustituye por otra construcción. Por ejemplo: si se está utilizando un cable 6x25 f (Factor = 1,15) y se sustituye por un cable 6x36 ws (Factor = 1,31). Por lo tanto podemos esperar un aumento en la vida útil relativa del cable del orden de 14%. Esta tabla sólo considera los esfuerzos de flexión sin tener en cuenta otras condiciones que deterioran el cable.

Construcción	Factor vida
3x19s	0,65
3x26ws	0,70
6x7	0,71
6x17s	0,86
6x19s, 19x7	0,88
6x12	0,94
6x21f, 6x26ws	1,00
3x46fs	1,11
6x24s, 6x25f, 6x31ws, 6x37fs, 8x19s	1,15
8x21f, 8x26ws	1,25
6x29f, 6x36ws, 6x43fs	1,3
8x37fs	1,36
6x41ws, 6x49fs, 8x25f, 19x19s, 35x7	1,50
8x43fs	1,58
8x36ws	1,67
8x49fs	1,76

ALARGAMIENTO DE UN CABLE DE ACERO

El alargamiento de un cable de acero puede ser producto de varios factores, algunos de los cuales producen elongaciones que son muy pequeñas y generalmente pueden ser ignoradas.

Las siguientes son las causas principales de alargamiento de un cable. Las dos primeras son las más importantes y las otras tienen una cierta influencia en determinadas circunstancias.

- 1) Alargamiento debido al asentamiento de los alambres en los torones y los torones en el alma del cable. Conocido como "Elongación estructural 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.

1. Elongación Estructural por Construcción

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, la cantidad y frecuencia de los ciclos de operación. No es posible afirmar cifras exactas para los distintos cables en uso, pero los siguientes valores aproximados podrían ser considerados para conseguir resultados razonablemente acertados.

Carga	% longitud del cable	
	Alma de fibra	Alma de acero
Liviana (fd 8:1)	0.25	0.125
Normal (fd 5:1)	0.50	0.25
Pesada (fd 3:1)	0.75	0.50
Pesada con muchos dobleces y deflexiones.	hasta 2.0	hasta 1.0

fd= Factor de diseño

2. Alargamiento Elástico

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.

Construcción de Cables Negros	Módulo de Elasticidad Kg/mm ²
Serie 6x7 AF	6.300
Serie 6x7 AA	7.000
Serie 6 x 19 AF	5.000
Serie 6 x 19 AA	6.000
Serie 6 x 37 AF	4.700
Serie 6 x 37 AA	5.600
Serie 18 x 7 AF	4.300
Serie 18 x 7 AA	4.500
Torones Galvanizados	
1 x 7 (6/1)	11.000
1 x 19 (12/6/1)	10.000
1 x 37 (18/12/6/1)	9.500

Usando los valores de esta tabla, es posible obtener una estimación razonable del "Alargamiento Elástico". Si se requiere mayor exactitud en la información será necesario realizar una prueba experimental con una muestra del cable.

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

Se puede conseguir Módulos de Elasticidad más altos, trabajando con factores de diseño inferiores a 5:1 y viceversa.

$$\text{Alargamiento Elástico} = \frac{F \cdot L}{EA} \text{ (mm)}$$

Donde

F= Carga aplicada (Kg)

L= Longitud del cable (mm)

E = Módulo de elasticidad de la tabla de arriba (Kg/mm²)

A = Área aparente del cable (circulo circundante) (mm²)

3. Expansión o Contracción Térmica

El "Coeficiente de Expansión Lineal" (α) de un cable de acero es 12.5×10^{-6} por cada Grado Celsius (1°C), por lo tanto, el cambio en longitud de un cable producido por el cambio de temperatura será:

$$\text{Cambio de longitud } \Delta L = \alpha \times l_0 \times \Delta t$$

Donde:

α = Coeficiente de expansión lineal

l_0 = Longitud original del cable en mm

Δt = Aumento o disminución de temperatura en $^{\circ}\text{C}$

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 kgf, y con un aumento de temperatura de 20°C ?

a) Elongación estructural por construcción

$$\begin{aligned} &= \% \text{ Aumento de longitud del cable por} \\ &\quad \text{carga aplicada} \times l_0 \text{ (mm)} \\ &= 0,25 \times 200.000\text{mm}/100 \\ &= 500 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) Alargamiento Elástico

$$\begin{aligned} \frac{FL}{EA} &= \frac{10.000 \text{ kg} \times 200.000 \text{ mm}}{5.600 \text{ kg/mm}^2 \times (29 \text{ mm})^2 \times \frac{\pi}{4}} \\ &= 541\text{mm} \end{aligned}$$

c) Expansión Térmica

$$\begin{aligned} &= \alpha \times l_0 \times \Delta t \\ &= 0.0000125 \text{ mm} \times 200.000 \text{ mm} \times 20^{\circ}\text{C} \\ &= 50 \text{ mm lineal} \end{aligned}$$

d) Alargamiento total = a+b+c

$$= 500 \text{ mm} + 541 \text{ mm} + 50 \text{ mm} = 1.091 \text{ mm}$$

4. Presiones del Cable de Acero en carga sobre el rodamiento o buje

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. La presión es independiente del diámetro de la polea.

$$p = 2T \text{ sen } \alpha/2 \quad (\text{kg/mm}^2)$$

Donde:

α = Ang. de contacto del cable

T = Tensión del cable en kg.

Carga sobre la superficie de la polea

Si el cable trabaja en una adecuada canaleta de la polea y esta proporciona el apoyo necesario, 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, tomando 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:

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

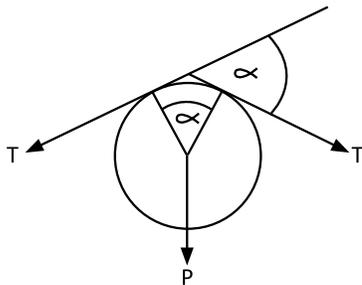
Donde:

p = Presión en kg/cm².

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 con deformación del fondo de la canaleta. Esto dañará los alambres exteriores del cable y reducirá su vida útil.

La tabla siguiente indica las presiones máximas para distintos tipos de cable operando con canaleta en “U” o tambores acanalados, pero no se puede aplicar para canaletas en “V” ni para tambores con superficies planas. En algunos casos cuando la longitud circunferencial de la canaleta de la polea es un múltiplo del paso del cable, entonces se pueden 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.

La tabla muestra las presiones máximas permitidas para distintos tipos de cables de diferentes materiales de las canaletas.

Tipos de Cable	Material de la canaleta		
	Fierro fundido kg/cm ²	Acero fundido Bajo carbono kg/cm ²	Acero manganeso (11% a 13%) o equivalente kg/cm ²
Tiburón, Jirafa-RD	20	40	105
Tiburón, Jirafa-LD	25	45	120
Cobra Boa, Tonina-RD	35	60	175
Cobra Boa, Tonina-LD	40	70	200
Superflex Cascabel, Angula-RD	42	75	210
Superflex Cascabel, Angula-LD	47	85	240

Es necesario considerar, que este método para la estimación de presiones considera 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 están en contacto con la canaleta.

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 estimada es demasiado alta para el material en uso de la polea o tambor, entonces se debe considerar la posibilidad de aumentar el diámetro de éstas. Una modificación de este calibre va a reducir la presión en la canaleta, aumentando a su vez la resistencia a la fatiga del cable y su vida útil.

Este desgaste disminuye considerablemente en cables con torones compactados.

Dureza de los Alambre en los cables de acero

Calidad	Rockwell 'C'
Alambre grado 1960	52
Alambre grado 1770	45
Alambre grado 1570	43

Dureza Recomendada para las Canaletas de Poleas o Tambores

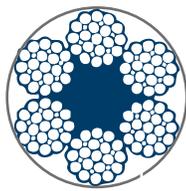
Bajo Carbono = 17 a 20 Rockwell 'C'

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

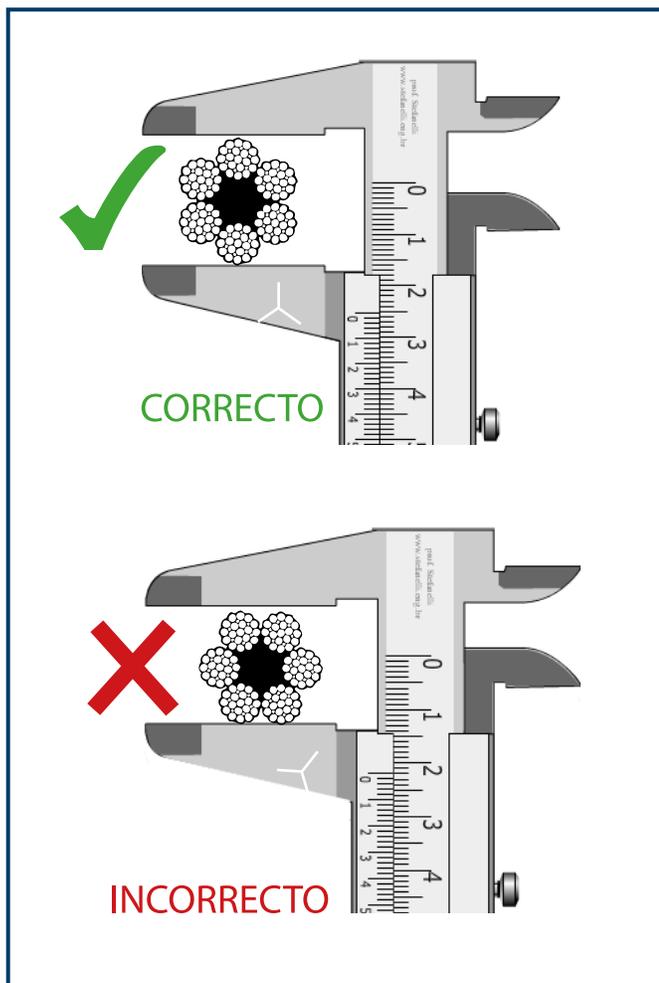
MEDICIÓN DEL DIAMETRO DE UN CABLE

El diámetro correcto de un cable es el círculo circunscrito tangente a todos los torones exteriores.

Para medir el diámetro en la forma correcta se recomienda el uso de un vernier (pie de metro) en la manera indicada.



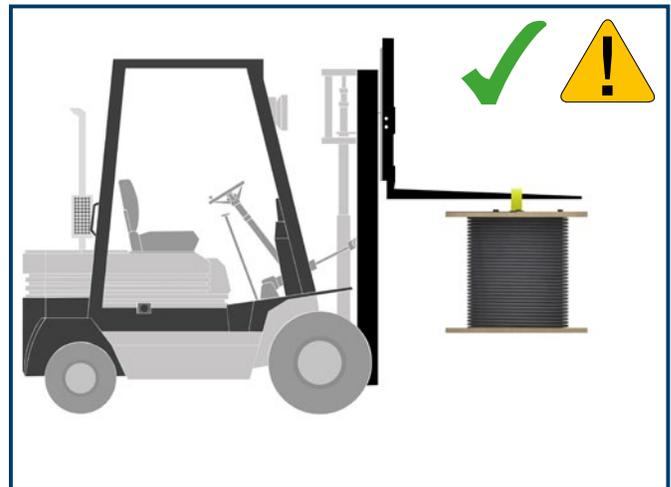
Verdadero diámetro



MANEJO DEL CABLE DE ACERO

Traslado y Descarga

El cable de acero generalmente es transportado en carretes de madera. En su descarga se deben tomar todas las precauciones para impedir que el carrete caiga desde la plataforma del vehículo que lo transporta. El peso del cable de acero puede causar la rotura del carrete y daño irreparable para el cable.



Manejo del Cable

Existen varias maneras para desenrollar un cable, pero todas ellas deben efectuarse con ciertas precauciones con el fin de evitar la formación de "cocas".

Una "coca" es un punto débil de resistencia a causa del desequilibrio, producido por la deformación. Esto produce que el cable queda un poco ondulado y ovalado en ese sector, sufriendo un deterioro prematuro por abrasión en el paso por las canaletas de la polea o del tambor.

ETAPAS DE UNA "COCA"



En carretes

Cuando el cable se suministra enrollado en un carrete de madera, se debe desenrollar colocando el carrete de modo que pueda girar libremente sobre un eje apoyado en dos caballetes o soportes.

El giro del carrete se regula mediante un freno aplicado a uno de los costados o discos del carrete (una tabla de madera, presionándola en una forma inclinada es suficiente), de lo contrario podría formarse una "coca" o la reacción del cable sin tensión.

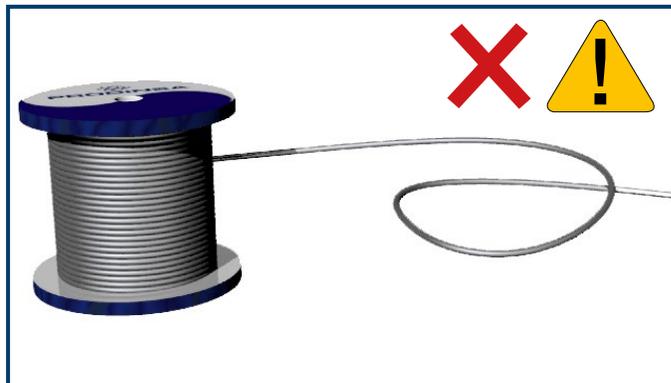
Manera correcta

El carrete se debe ubicar de manera frontal y desenrollar el cable tirando muy despacio, para de este modo evitar "cocas" y torceduras.



Manera Incorrecta en el manejo de cables en carretes

Si al desenrollar el cable el carrete no se gira, se producirán "cocas" y deformaciones que jamás se podrán enderezar, inutilizando el cable de manera permanente.

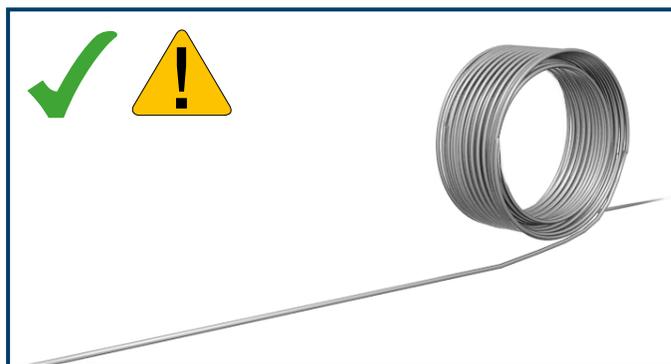


En rollos

Si el cable se suministra embalado en rollos, éste se debe desenrollar haciéndolo rodar hacia adelante, de manera que las vueltas del mismo se deshagan sin distorsión alguna.

Manera correcta

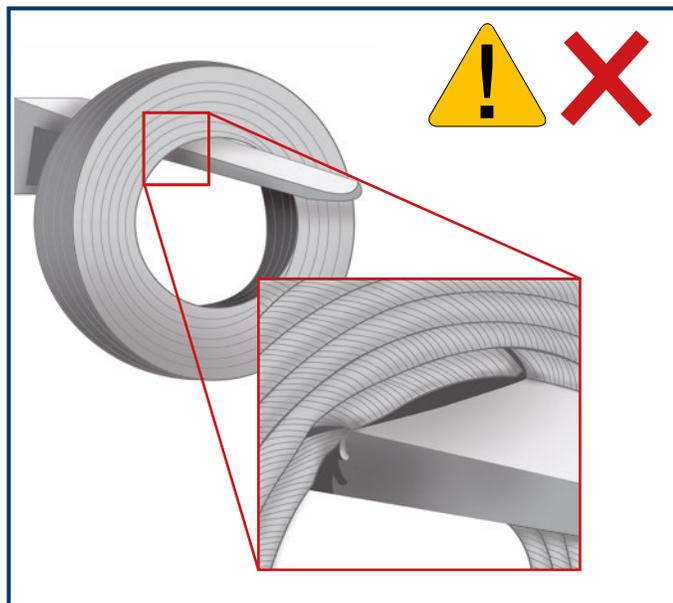
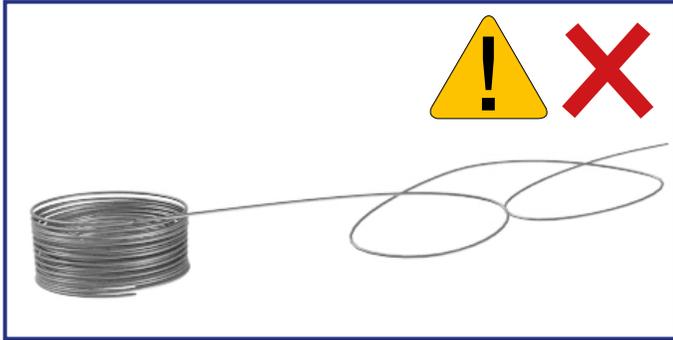
Rodar el rollo por el suelo y el cable saldrá derecho sin "cocas" ni torceduras.



Manera Incorrecta en el manejo de cables en rollos

Si el rollo de cables se deja en el suelo sin hacer rodar saldrá en espiral, produciendo "cocas" y torceduras que no se podrán corregir.

Tampoco el rollo debe izarze con la uña de la horquilla dentro del rollo.



ALMACENAMIENTO

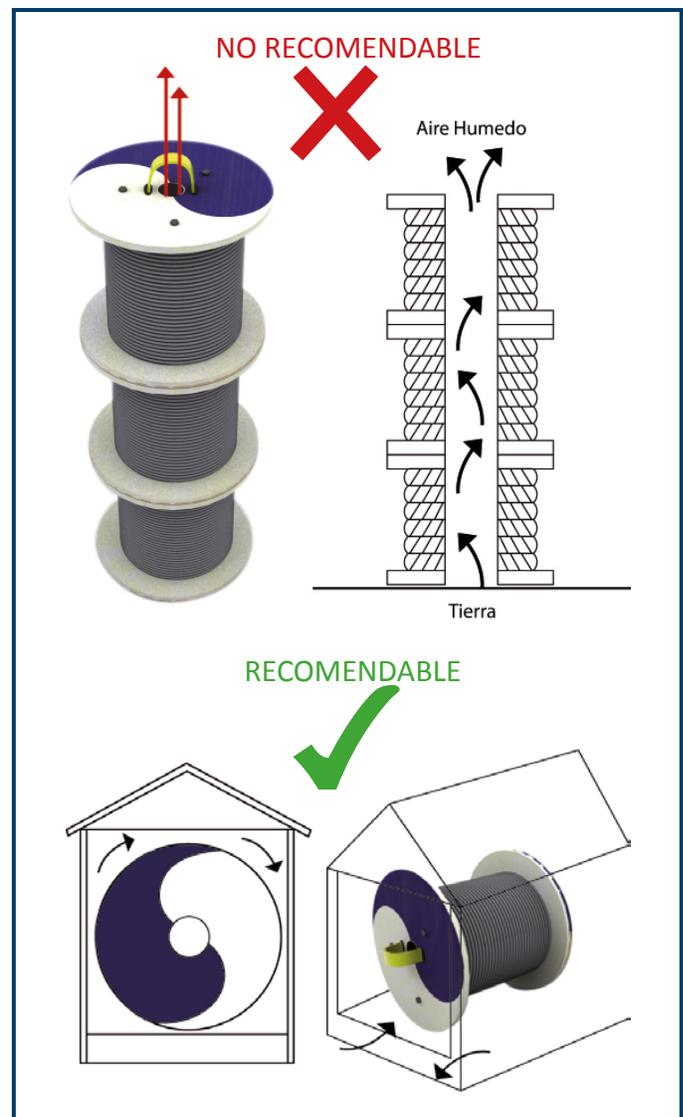
A pesar que el cable haya sido embalado, es imprescindible mantenerlo protegido de la humedad. Por ello se recomienda almacenar bajo techo y sin contacto directo con el suelo o piso húmedo. Evitar el almacenamiento en ambientes salinos o ácidos.

Se recomienda que se mantenga una temperatura baja y aire circulando alrededor para evitar condensación.

Si es necesario almacenar un cable por un largo tiempo se recomienda que se envuelva el cable con arpillera impregnada con grasa lubricante o aceite.

No se recomienda el apilamiento de los carretes uno encima del otro con el carrete inferior reposando sobre la tierra, porque esto permite la absorción de agua en la madera del carrete con el resultado de oxidación del cable que está en contacto.

También hay que tomar en cuenta que este procedimiento permite la formación de una chimenea de aire dentro de la columna de los carretes con la consecuencia de penetración de humedad en el interior de los cables.



RELUBRICACIÓN

Durante su fabricación, a los cables negros se les aplica un tipo de lubricante cuya características dependerán del diámetro, tipo y uso del cable. A veces se aplican lubricantes a los cables galvanizados para ciertos trabajos específicos.

La aplicación de un lubricante provee una protección a la oxidación por un tiempo razonable, siempre que este almacenado de una manera apropiada.

Sin embargo, cuando el cable se pone en servicio, esta lubricación no va a ser suficiente para durar toda su vida útil. Se recomienda una re-lubricación de servicio periódicamente.

Las siguientes son las características de un buen lubricante para cables de acero en uso:

- 1) Debe tener una viscosidad que permita penetración entre los torones del cable.
- 2) Debe tener una tensión superficial alta.
- 3) Debe proteger de la oxidación.
- 4) Preferiblemente el lubricante aplicado debe ser compatible con el lubricante original del cable.

Antes de la aplicación de lubricante hay que eliminar al máximo el polvo y material abrasivo sobre la superficie

del cable. Se puede limpiar con un cepillo de alambre, aire comprimido o vapor a presión. Inmediatamente después de la limpieza hay que aplicar el lubricante.

Cuando el cable trabaja sobre polvo, piedras, rocas u otro material abrasivo, se debe seleccionar un lubricante con mucho cuidado para asegurar que penetre al cable, pero que no se adhiera al material en el cual se esta trabajando.

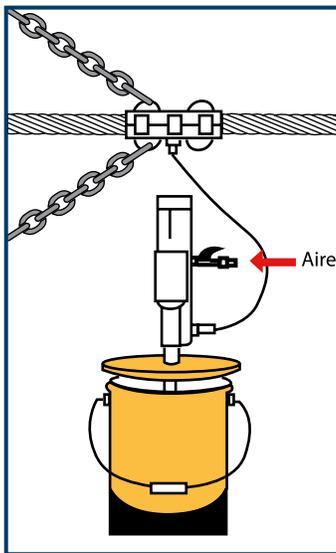


BRIDON-BEKAERT BBRG, cuenta con BRILUBE eco, desarrollado como un lubricante compatible con los originales de los cables, testeados en fatiga, en ambientes húmedos y corrosivos a diferentes temperaturas.

Además es amigable con el medio ambiente al ser biodegradable, no bio-acumulativo y no tóxico.

Formulados para diferentes usos de cables en grúas de puerto, barco, móviles, dragas, palas mecánicas, torre etc). Cables de pesca, ascensores, instalaciones offshore

Pueden ser aplicados con brocha, spray, rocío o con bomba a presión.



Aplicación con bomba a presión



Aplicación con brocha



Aplicación por rocío (spray)

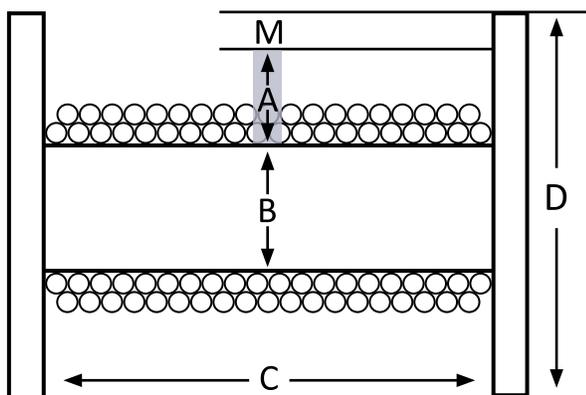
Cálculo de la Capacidad de Tambores o Carretes

La siguiente fórmula sirve para calcular la capacidad en metros de cualquier tamaño de tambor o carrete.

Esta fórmula está basada en el enrollamiento uniforme y parejo del cable.

Todas las dimensiones son en milímetros.

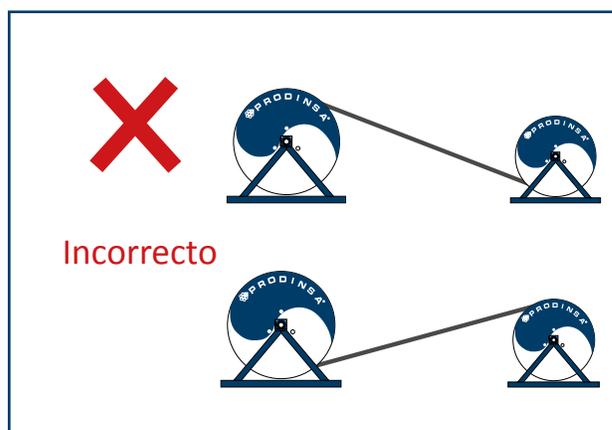
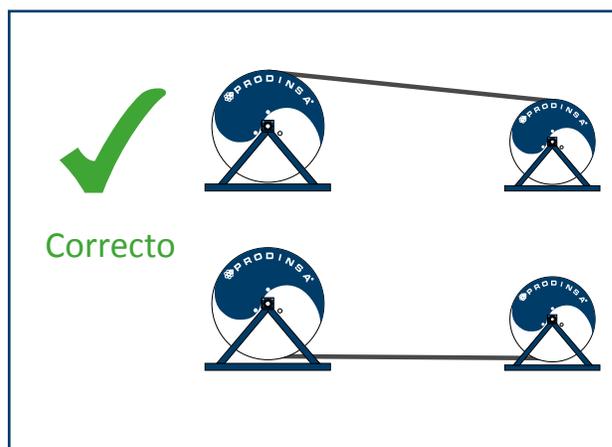
Longitud del cable (L) = (A + B) x A x C x K donde
L = Longitud del cable (metros)
$A = \frac{(D-B) - d(mm)}{2}$
B = Diámetro del tambor central (mm)
C = Ancho interior del Carrete o Tambor (mm)
M = Espacio libre entre el cable y el borde del carrete = d(mm).
d= Diámetro nominal + 4% (mm)del Cable.
$K = \frac{0.003142}{d^2}$
D = Diámetro exterior del Carrete (mm)



Instalación del Cable

Al transferir el cable de un carrete a otro, o al tambor de una máquina o equipo, el cable debe pasar de la parte superior de carrete a la parte superior del otro, o de la parte inferior a su contraparte, tal como indica la figura. Se deben evitar las flexiones opuestas, que introduzcan esfuerzos adicionales en el cable y compliquen su manejo. Los carretes deben estar sobre ejes paralelos, y se debe aplicar siempre tensión al cable para asegurar su correcto enrollado.

La tensión reviste todavía mayor importancia en el caso de tambores lisos.



ENROLLAMIENTO DE CABLES EN TAMBORES Y POSICIONES DE ANCLAJE

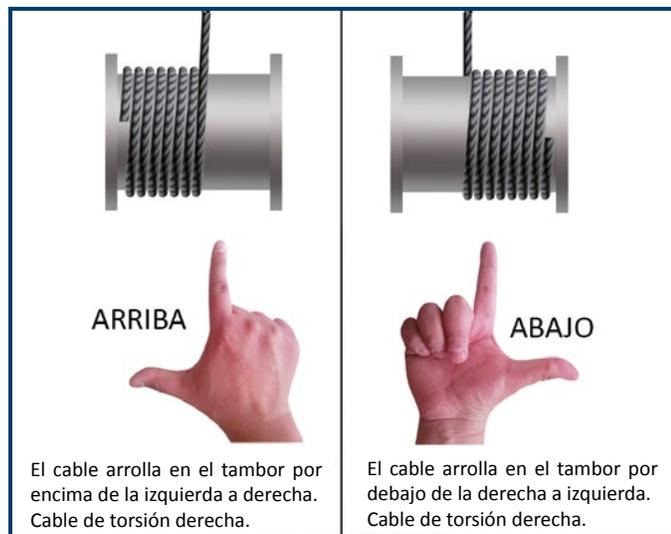
Estos consejos son imprescindibles para tambores lisos y recomendables para tambores acanalados.

Es fundamental que el sentido del enrollamiento del cable y el sentido de torcido de los torones cumplan ciertas leyes.

Si el sentido de torcido de los torones no es el adecuado, la tendencia del cable a destorcerse hará que al enrollarse sobre el tambor, las vueltas sucesivas tiendan a separarse y el enrollamiento del cable sea irregular.

Esto causa un aflojamiento de los torones en el cable cerca del anclaje en el tambor, ablandando el cable en este sector y resultando con deformaciones, desgastes y aplastamiento más rápidos que lo normal.

En las figuras de abajo se indican los sentidos correctos de torcido de los cables, según su manera de enrollarse al tambor y su posición de anclaje.



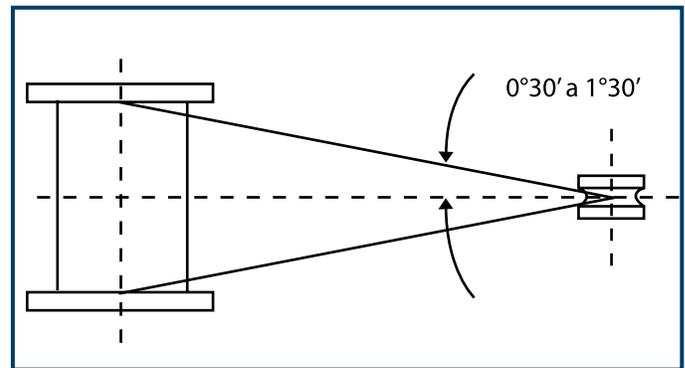
ÁNGULO DE DESVÍO O ATAQUE DE ENROLLAMIENTO DE CABLES EN TAMBORES

Tambores Lisos

Para lograr un enrollamiento parejo en un tambor liso es necesario tomar en cuenta varios factores, que incluyen la relación diámetro tambor/diámetro cable, la velocidad de giro, la carga aplicada y el ángulo de desvío. Esta última es la que tiene una mayor injerencia sobre las características del enrollamiento.

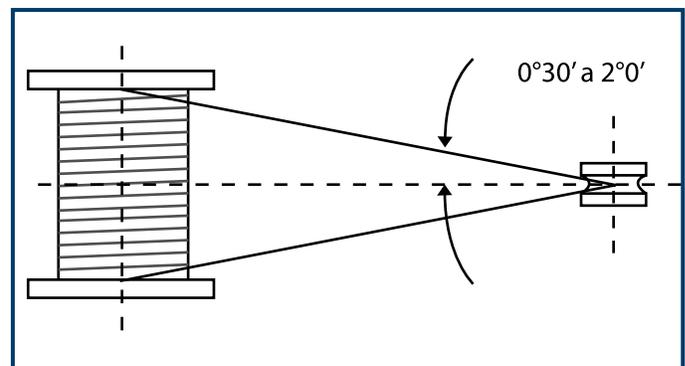
El Angulo de Desvío se puede definir como el ángulo incluido dentro de dos líneas. Una línea dibujada desde el centro de la polea hasta el centro del tambor, perpendicular al eje del tambor y la segunda línea dibujada desde el costado del tambor hasta el fondo de la canaleta en la polea.

En el caso de tambores lisos, el ángulo no debe ser mayor de $1^{\circ}30'$ para lograr una eficiencia óptima. Si el ángulo es mayor entonces se va a encontrar problemas de enrollamiento disperejo y roce entre el cable y los costados de la polea. Igualmente, si el ángulo es menor de $0^{\circ}30'$ entonces el cable tenderá a acumularse en un solo sector del tambor.

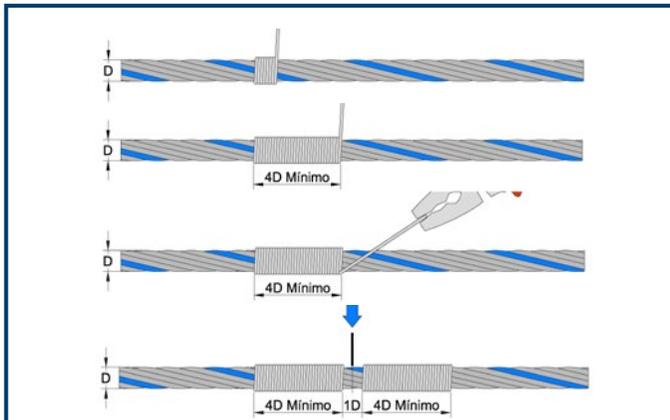


Tambores Acanalados

Para tambores acanalados se recomienda que el ángulo de desvío no sea mayor de 2° ni menor a $0^{\circ}30'$.



CÓMO CORTAR UN CABLE



CABLES PREFORMADOS

- Embarrilar con alambre recocido.
- Largo 4 veces diámetro del cable (4D)
- Embarrilar otro largo de 4D, dejando un espacio de 1D
- Cortar con disco abrasivo.
- Sellar sus extremos con soldadura.



CABLES RESISTENTES AL GIRO

NO SE RECOMIENDA CORTAR EN FAENA

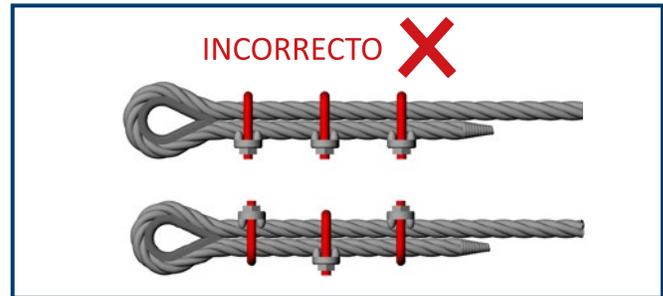
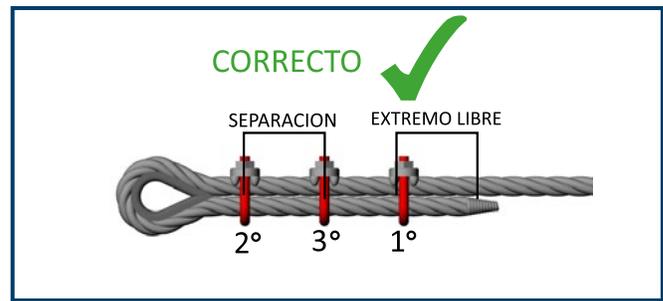
Sus extremos son suministrados soldados y ahusados al largo requerido, por medio de la resistencia eléctrica para máxima eficiencia.

COLOCACIÓN DE GRAMPAS

Las grampas se utilizan al instalar un cable en terreno cuando se utiliza como tirante.

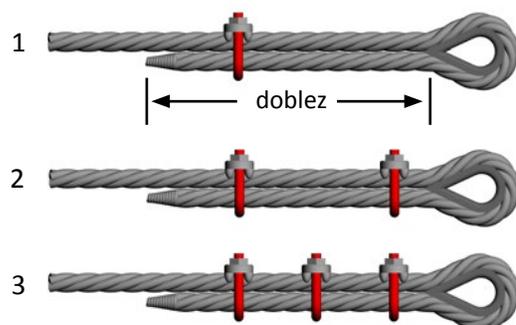
Para esta operación se recomienda usar grampas cuyas bases sean de acero forjado y no fundido. Cuando se colocan las grampas en la forma correcta y con el número y el tamaño apropiado, se conserva hasta el 80% de la resistencia a la ruptura del cable, siempre y cuando se use guardacabos en el ojal formado.

Las grampas se deben instalar como sugiere la ilustración, siguiendo las indicaciones de la tabla en cuanto al número, distancia entre ellas y torque de apriete recomendado. Asegurar que las tuercas y base de la grampa queden al lado principal o "vivo" del cable. Después que el cable se ha puesto en servicio, se deben volver a apretar las tuercas para compensar cualquier reducción en el diámetro que se pudiera producir por tensión de la carga.



Tamaño	Número grapas	doblez	Torque Pie-Lbs
1/8"	2	3-1/4"	4.5
3/16"	2	3-3/4"	7.5
1/4"	2	4-3/4"	15
5/16"	2	5-1/4"	30
3/8"	2	6-1/2"	45
7/16"	2	7"	65
1/2"	3	11-1/2"	65
9/16"	3	12"	95
5/8"	3	12"	95
3/4"	4	18"	130
1"	5	26"	225

INSTALE EL TORNILLO EN EL LADO DEL DOBLEZ Y LA BASE EN EL CABLE QUE LLEVA LA FUERZA. LA INSTALACION NO ESTA COMPLETA HASTA QUE SE REAPIRETAN POR SEGUNDA VEZ. NO ALTERE LAS GRAMPAS.



INSPECCIÓN DEL EQUIPO

Los principales factores que acortan la vida de los cables de acero son los defectos y fallas en el equipo en cual se instalan.

Las siguientes sugerencias son una guía para revisar las partes del equipo que pueden causar problemas:

1) Inspeccionar cuidadosamente el sistema de anclaje del cable tanto en los tambores como en la carga. Asegurar que los terminales estén correctamente colocados. Prestar especial atención a que los dispositivos de seguridad funcionen adecuadamente.

2) Revisar los canales, gargantas y superficies de todos los tambores, rodillos y poleas. Usar calibradores de poleas para comprobar los diámetros correctos.

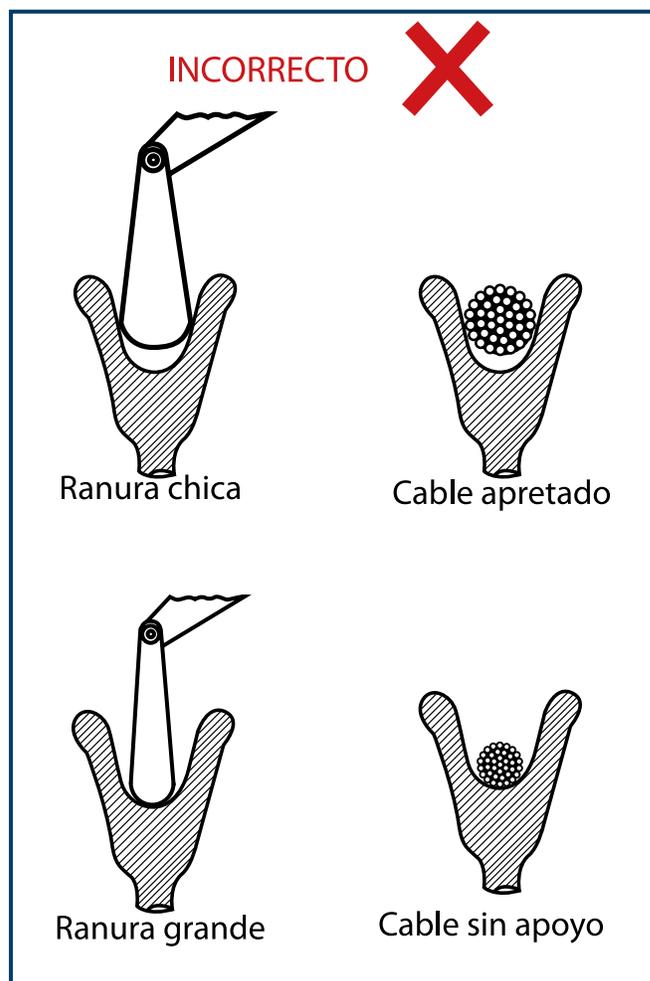
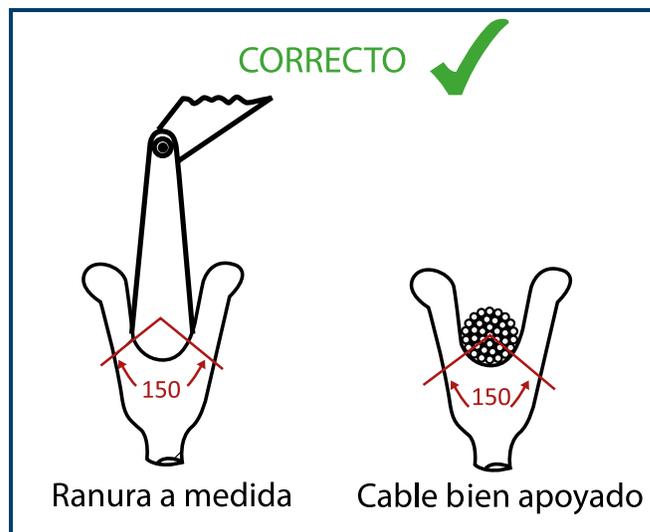
Todas las superficies que hacen contacto con el cable deben estar lisas y libres de otras condiciones de abrasión.

3) Comprobar el libre movimiento de las poleas y la alineación correcta de sus ejes y rodamientos. Es indispensable que los rodamientos proporcionen el apoyo adecuado y que estén libres de bamboleo.

4) El enrollado del cable en el tambor debe ser uniforme. Una irregularidad puede producir aplastamiento y atrapamiento del cable.

5) Revisar la ubicación de los rellenos iniciales y elevadores en el tambor, en caso de que sean usadas. Su ubicación incorrecta puede causar "cocas" y "cruces" entre las diversas capas y acortar su vida útil.

Dentro de lo posible, seguir el recorrido del cable y buscar los puntos del equipo que aparezcan gastados o cortados por el cable en su movimiento. La colocación de protectores o rodillos en esos puntos disminuirá el desgaste abrasivo.



INSPECCIÓN Y CRITERIO PARA EL REEMPLAZO DE UN CABLE

Frecuencia de inspección

Los cables de acero deben ser inspeccionados cuidadosamente en intervalos regulares. Esta inspección debe ser más cuidadosa y frecuente cuando el cable ha prestado servicio mucho tiempo o en los casos de servicios de faenas pesadas.

La inspección regular de los cables y de los equipos tiene varios propósitos:

- 1) Determinar el estado del cable y posibilidad de reemplazarlo.
- 2) Indica si se está utilizando o no el tipo de cable más apropiado para el trabajo determinado.
- 3) Posibilita el descubrimiento y corrección de fallas en el equipo o en la manipulación, lo que puede provocar desgaste acelerado del cable.

Esta inspección debe ser realizada por una persona competente que sea capaz de explicar y juzgar la importancia de los signos anormales que pudieran aparecer.

La información obtenida por el inspector servirá como guía para estimar con mayor precisión el servicio que se debe esperar de un cable de acero.

Los puntos más importantes a considerar en una inspección son:

Diámetro del cable

Una reducción evidente en el diámetro del cable, es un signo inequívoco de que se acerca el momento de cambiarlo.

La disminución del diámetro del cable puede ser causada por el deterioro del “alma”, originada por carga excesiva o por carga de impacto repetidas. También puede ser por desgaste interno y cortes en los alambres por falta de lubricación o corrosión interna.

Paso del Cable

Un aumento en el “paso del cable” es el resultado de un

daño del alma del cable, que estará acompañada de una reducción del diámetro.

Si el paso aumenta sin reducción de diámetro, el cable presenta un movimiento de rotación mientras opera.

Cuando existe esta situación, el cable puede expulsar el alma o desbalancearse, permitiendo que toda la carga sea soportada por uno o dos torones.

Desgaste Externo

Estos son algunos de los desgastes externos que puede sufrir un cable de acero:

El desgaste abrasivo: resulta del roce del cable contra algún objeto externo. Este objeto debe ser eliminado de la trayectoria del cable, o modificar el trayecto del cable.

El desgaste por impacto (Peening): se produce cuando el cable golpea regularmente contra objetos externos o contra sí mismo.

En general es fácil colocar protectores entre el cable y un objeto externo. Pero cuando el cable se golpea o roza contra sí mismo es poco lo que se puede hacer, salvo seleccionar un cable más apropiado y asegurar que se enrolle en forma correcta sobre el tambor.

El desgaste por frotamiento: ocurre a causa del desplazamiento de los torones y alambres forzados por el roce contra un objeto externo o contra el mismo cable. El frotamiento contra los objetos externos puede ser evitado, pero igual que en el caso anterior, la única medida que se puede adoptar contra el frotamiento del cable contra sí mismo es enrollarlo correctamente.

Daños por Fatiga

Los cortes del alambre, cuando se observan extremos planos y poco desgaste superficial, son llamadas “daños por fatiga”.

Generalmente ocurren en la cresta de los torones o en los puntos de contacto de un torón y otro. En la mayor parte de los casos estos daños son ocasionados por esfuerzos de flexión excesivos o por vibraciones.

Cuando no es posible aumentar el diámetro de las poleas o tambores se debe utilizar un cable más flexible.

Corrosión

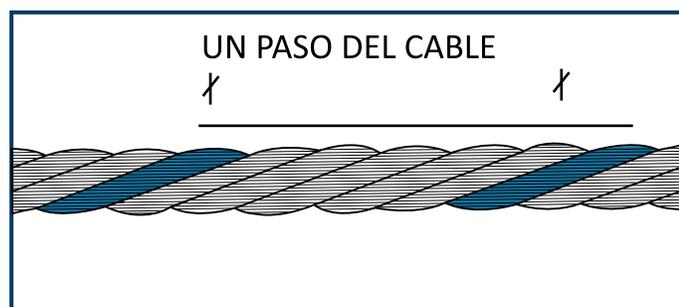
La corrosión es casi siempre un signo de falta de lubricante. No solamente ataca a los alambres produciendo pérdida de la ductilidad, si no que impide el libre desplazamiento de las partes del cable durante el trabajo.

Todo esto genera fatiga prematura de los alambres y reduce notablemente la vida del cable. Un cable que muestre daños por corrosión debe ser retirado inmediatamente, ya que no es posible medir con precisión la magnitud del daño.

Para reducir la corrosión destruya de los cables, éstos deben ser re-lubricados periódicamente. En casos de corrosión extrema, se debe recurrir a cables galvanizados o plastificados.

CRITERIO PARA EL REEMPLAZO DE UN CABLE DE ACERO (ISO 4309)

Esto se basa en la cantidad de alambres cortados en el cable o en un torón. En este contexto hay que considerar “el patrón” que es un paso del cable.



Como definición se puede decir que el “paso de un cable” es la distancia medida por el eje del cable en donde un torón hace revolución completa alrededor del alma. (aprox. 6,5 veces el diámetro de cable)

Una inspección visual de la superficie permite la ubicación del sector de mayor deterioro con respecto a la cantidad y distribución de alambres cortados.

En la siguiente tabla, se mencionan dos criterios con respecto a la cantidad máxima de alambres cortados sugeridos para mantener un adecuado nivel de seguridad. Si existen más alambres cortados que los indicados, entonces se recomienda el reemplazo del cable.

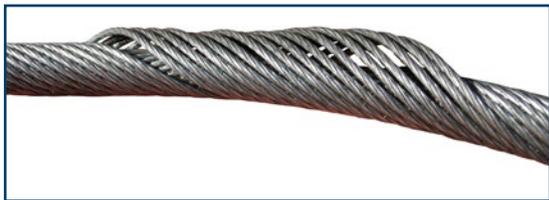
La primera columna se refiere a la cantidad de alambres cortados con una distribución pareja en el cable, y en la segunda columna se refiere a los alambres cortados en un solo torón en la misma longitud axial (un paso del cable).

Equipos	Máxima cantidad permitida de alambres cortados	
	En un paso del cable	En un torón
Cables resistentes al giro	4	2
Grúas puente, pórtico	6	3
Grúas torre, portal	6	3
Grúas móviles	6	3
Tambores de izaje o arrastre simple	6	3
Grúas flotantes	6	3
Polipastos	6	3
Equipos de izaje personal (1)	6	3
Equipos de izaje materiales	6	3

NOTA 1: Si existe un sector donde se observa un alambre cortado dentro del valle entre dos torones, entonces se recomienda que se reemplace el cable de inmediato, porque es probable que el alma haya perdido su consistencia y falta apoyo a los torones exteriores.

Para cables de acero usados en una forma estática (tirantes), el corte de tres alambres en un paso y dos alambres en un torón, se debe para reemplazar el cable.

EJEMPLOS TÍPICOS DE DETERIORO DE CABLES DE ACERO



Daño por tirones, lo que produce una deformación del cable llamada jaula de pájaros



Rotura de alambres por desgaste localizado



Daño producido por oxidación



Daño por rotación del cable



Desgaste localizado y Daño Externo



Daño por Coca



Daño por destorcimiento y dobleces

CAUSAS DE ROTURAS DE ALAMBRES

1. Fatiga
2. Tensión axial y corrosión
3. Tensión
4. Flexión
5. Desgaste severo
6. Cizalla por acción transversal
7. Fatiga por endurecimiento
8. Deformación plástica por presión y abrasión
9. Fatiga por corrosión
10. Fatiga con golpes superficiales



ANTECEDENTES NECESARIOS PARA SOLICITAR UN CABLE DE ACERO

Un cable de acero es como una máquina y por lo tanto al hacer un pedido deberán tomarse en cuenta las siguientes especificaciones:

1. Largo requerido.
2. Diámetro (medido entre torones opuestos).
3. Número de torones.
4. Número de alambres por torón.
5. Configuración de los alambres.
6. Tipo de centro o alma (fibra natural, sintética o acero).
7. Calidad de los aceros de los alambres.
8. Preformado o Sin Preformar.
9. Recubrimiento de los alambres (Galvanizados o no).
10. Tipo de torcido (REGULAR o LANG).
11. Dirección del torcido a la Derecha o a la Izquierda.
12. Aplicación del cable y función.
13. Torón compactado
14. Cable martillado (swaged), plastificado.

NOTA: Ficha técnica de los cables en www.prodinsa.cl

CERTIFICADOS EMITIDOS A NOMBRE DE PRODINSA S.A



API 9A-0105



Certificado de Fabricación de eslingas
ASME B30.9 / UNE-EN 1492-1 / UNE-EN 1492-2



ISO 9001



ISO 14001

PRODINSA en su área de servicios de Ingeniería y Proyectos, Ropes 360, cuenta con personal profesional con experiencia y capacitados para realizar trabajos en terreno, con equipos e instrumentos certificados y además de cumplir con las más exigentes normas internacionales referentes al autocuidado y resguardo del medio ambiente, para realizar servicios como:

- Cambios de cables

Piques de mina, andariveles
Correas transportadoras
Puentes grúas



- Empalmes y montajes de cables

Teleféricos, andariveles



- Medición de tensiones

Puentes grúas, puentes colgantes
Piques de mina, tenso-estructuras
Tensores de torres, ascensores



- Inspección de cables

Inspecciones visuales, mediciones
Inspecciones electromagnéticas (NDT)



- Relubricación de cables

Estáticos o continuos



- Diseño e instalación de líneas de vida

Horizontales, verticales o sobre techo

- Pruebas de carga (con water bag)

Puentes grúas, grúas, yugos de izaje



- Diseño y fabricación de elementos de izaje

Para grandes cargas, complejas, delicadas
Yugos, Mordazas



- Inspección de maniobras y accesorios de Izaje

De acuerdo a normas

MARCAS

Crosby[®]

Tractel[®]

SIBRE

GUNNEBO
Industries

PEERLESS[®]
A KITCO GROUP COMPANY

nemag 

B-FORCE


ROPEBLOCK

BRI LUBE[®]



Al término de la vida útil de este producto,
se recomienda su disposición en una
entidad recicladora de acero.

BRIDON · BEKAERT

THE ROPES GROUP

www.Bridon-Bekaert.com



facebook.com/BridonBekaert



linkedin.com/company/bridon-bekaert



twitter.com/bridonbekaert

Contacto Bridon-Bekaert Chile

Tel: +56 2 2565 8195

ventas@bridon-bekaert.com

Contacto Bridon-Bekaert Perú

Tel: +51 1 5771187

ventas.procables@bridon-bekaert.com

Contacto Bridon-Bekaert Brasil

Tel: + 55 11 2147-8555

ventas@bridon-bekaert.com

Contacto Bridon-Bekaert México

Tel: +52 55 5651 1311

ventas@bridon-bekaert.com

EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD

Si bien se han hecho todos los esfuerzos para garantizar la exactitud de la información en esta publicación, no se otorga ninguna garantía (expresa o implícita) con respecto a la exactitud o integridad de la información contenida en este documento. Esta publicación y los productos descritos en este documento pueden modificarse o actualizarse sin previo aviso. Toda la responsabilidad por cualquier pérdida o daño que surja, directa o indirectamente, de o en relación con el uso de esta publicación, está excluida en la mayor medida posible por la ley. El usuario debe determinar la idoneidad del producto para su propósito particular, ya sea solo o en combinación con otros productos, y asumirá todos los riesgos y responsabilidades en relación con el mismo. Este documento es publicado por Bridon-Bekaert Ropes Group. El uso de esta publicación se regirá de acuerdo con las leyes de Inglaterra y Gales y los tribunales ingleses tendrán jurisdicción exclusiva sobre cualquier disputa relacionada con el uso de esta publicación.

PROPIEDAD INTELECTUAL

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse ni transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos de autor, cuya solicitud debe dirigirse a Bridon-Bekaert Ropes Group. Todas las marcas comerciales utilizadas en esta publicación pertenecen a Bridon-Bekaert Ropes Group o a los propietarios registrados de dichas marcas. Todos los derechos relacionados con dichas marcas registradas, derechos de autor y cualquier otro derecho de propiedad intelectual están reservados para "Bridon-Bekaert" o la persona/organización que contribuye con los materiales pertinentes.