



# Inspección del cable

La norma para la sustitución, inspección y mantenimiento del cable más utilizada para grúas de tipo móvil es ASME B30.5, sección 5-2.4. Lo siguiente es un extracto de esa norma.

*Todos los cables en operación deben ser inspeccionados visualmente una vez cada día de trabajo. Una inspección visual consistirá en la observación de todo el cable que razonablemente se espera que esté en uso durante el día de operación. Estas observaciones visuales tendrán que ver con el descubrimiento de daños principales como se enumeran más adelante y que podrían constituir un peligro inmediato:*

*[A] Distorsiones del cable tales como torceduras, aplastamientos, destrenzado, enjaulamiento, desplazamiento de la hebra principal, o protuberancia del núcleo. La pérdida de diámetro del cable en una distancia corta o irregularidad de las hebras externas son evidencia de que el cable debe reemplazarse.*

*[B] Corrosión general*

*[C] Hebras rotas o cortadas*

*[D] Número, distribución y tipo de los alambres rotos visibles*

*[E] Falla del núcleo en cables anti-giratorios: cuando se descubre tal daño, el cable se deberá retirar de servicio o revisarse (para mayores detalles vea S-2.4.2).*

La frecuencia de las inspecciones detalladas y minuciosas estará determinada por una persona calificada que tome en cuenta los siguientes factores:

- La vida útil que se espera de cable según la determinan los [a] registros de mantenimiento, y la [b] experiencia en la instalación particular o instalaciones similares
- Severidad del ambiente
- Porcentaje de levantamientos a capacidad nominal
- Tasa de frecuencia de la operación y exposición a cargas de choque

Inspeccione la longitud entera del cable. Algunas áreas del cable, tal como alrededor del núcleo son más difíciles de inspeccionar. Para inspeccionar el núcleo, examine el cable cuando pasa por las poleas. Las hebras tienen tendencia a abrirse ligeramente, lo cual ofrecerá al inspector una mejor vista del núcleo. También inspeccione regularmente cualquier reducción en el diámetro y alargamiento del trenzado del cable, ya que ambas condiciones indican un daño del núcleo.

## Directivas básicas

**Abrasión** El daño de abrasión puede ocurrir cuando el cable se pone en contacto con un medio abrasivo o simplemente cuando pasa por los tambores y poleas. Por lo tanto, es vital que todos los componentes estén en condiciones de trabajo correctas y con el diámetro apropiado del cable. Una polea o tambor mal corrugado o desgastado dañará seriamente un cable nuevo, dando como resultado un reemplazo prematuro del cable.

**Corrosión** La corrosión es muy difícil de evaluar pero es una causa más seria de degradación que la abrasión. Usualmente significa ausencia de lubricación, y la corrosión ocurrirá a menudo internamente antes de que haya cualquier evidencia visible en la superficie del cable. Una leve decoloración causada por la

oxidación usualmente indica la necesidad de lubricación, la cual deberá hacerse inmediatamente. Si esta condición persiste, conducirá a una severa corrosión que promueve fallas prematuras por fatiga en los alambres y hebras, por lo que se necesitará el retiro inmediato de servicio del cable.

**Ruptura de alambres** La tabla inferior muestra el número permitido de cables rotos según el tipo de grúa. El inspector debe conocer las normas ASME para el equipo que está inspeccionando. El número de alambres rotos en el exterior del cable es un indicador de su estado general y si se debe o no considerar su reemplazo. El inspector debe usar un tipo de púa para probar delicadamente si hay algún alambre roto en las hebras que no sobresalga. Verifique cómo corre el cable a baja velocidad en las poleas, donde el alambre roto en la corona (superficie) es más fácil de ver. También examine el cable cerca de las conexiones de los extremos. Mantener un registro detallado de las inspecciones de alambres rotos y otros tipos de daño ayudará al inspector a determinar el tiempo transcurrido entre rupturas. Registre el área de las rupturas e inspeccione cuidadosamente estas áreas en el futuro. Reemplace el cable cuando los alambres rotos alcancen el número permitido por ASME u otras especificaciones aplicables.

ASME N°	Equipo	N° de torceduras rotas de cables en funcionamiento en		N° de alambres rotos en cables trenzados en	
		Un trenzado de cable	Una hebra	Un trenzado de cable	Una hebra
B30.2	Grúas de puente y aéreas	12*	4	N/A	N/A
B30.4	Grúas de pilar, torre y pórtico	6*	3	3*	2
B30.5	Grúas camión, de locomotora y oruga	6*	3	3*	2
B30.6	Grúas de brazo móvil	6*	3	3*	2
B30.7	Elevadores de tambor montados en una base	6*	3	3*	2
B30.8	Grúas flotantes y de brazo móvil	6*	3	3*	2
A10.4	Elevadores para personal	6*	3	2*	2
A10.5	Izaje de material	6*	N/A	N/A	N/A

\* También retire por UNA ruptura de valle. La OSHA requiere mantener un registro mensual de las condiciones del cable. NOTA: las recomendaciones de la industria actual y las normas OSHA se basan en poleas de acero. Se debe consultar a los fabricantes de poleas plásticas y sintéticas o revestimientos para su recomendación sobre la aplicación de seguridad del producto y el criterio de inspección.

La ruptura de valles o rupturas entre hebras se deben tomar muy seriamente en todo momento **Cuando se encuentren dos o más rupturas de valles en cualquier longitud de trenzado, reemplace inmediatamente el cable.** Las rupturas de valles son difíciles de ver; sin embargo si usted ve uno puede estar seguro que hay unas cuantas más escondidas en la misma área. Las rupturas en la corona son signo de un deterioro normal, pero las rupturas de los valles indican una condición anormal como la fatiga o la ruptura de otros alambres como los del núcleo.

Una vez que la ruptura de la corona y los valles aparecen, su número se incrementará continua y rápidamente a medida que pase el tiempo. Los alambres rotos deberán quitarse lo más pronto posible doblando el alambre hacia atrás y adelante con unas pinzas. En esta forma el alambre está más propenso a romperse dentro del cable en donde se deben ocultar las terminaciones. Si los alambres rotos no se quitan pueden causar mayores daños.



El inspector deberá obedecer la norma de ruptura de alambres; forzar el cable para que dure más creará una situación peligrosa.

**Reducción del diámetro.** La reducción del diámetro es un factor de deterioro crítico y puede ser causado por:

- Excesiva abrasión de los cables exteriores
- Pérdida del diámetro/soprote del núcleo
- Daño por corrosión interna o externa
- Falla del alambre interno
- Alargamiento del trenzado del cable

Es importante verificar y registrar el diámetro actual de un cable nuevo bajo condiciones normales de carga. Durante la vida útil del cable el inspector deberá medir periódicamente el diámetro real del cable en el mismo lugar con condiciones de carga equivalentes. Si se sigue cuidadosamente este procedimiento, éste revela una característica común del cable después de una reducción inicial, el diámetro completo se estabilizará y decrecerá lentamente en diámetro durante el curso de la vida del cable. Esta condición es normal. Sin embargo, si la reducción del diámetro está aislada en un área o sucede rápidamente, el inspector deberá determinar inmediatamente (y corregir, si es necesario) la causa de la pérdida de diámetro y programar el reemplazo del cable.

**Aplastamiento.** El aplastamiento o achatamiento de las hebras puede deberse a varios factores. Estos problemas ocurren usualmente en condiciones de devanado de muchas capas pero pueden ocurrir por el simple uso de un cable de construcción equivocado. La mayoría de las condiciones de aplastamiento y/o achatamiento prematuro ocurren por una instalación incorrecta del cable. En muchos casos las fallas en la obtención de una primera capa muy tensa (la base) causará pérdidas o condiciones de desgarre en el cable que causarán un rápido deterioro. No llevar a cabo un procedimiento de primer uso del cable nuevo, o peor, no contar con este procedimiento causará condiciones similares a las de un devanado deficiente. Por lo tanto, es imperativo que el inspector conozca cómo inspeccionar el cable así como en qué manera fue instalado.

**Cargas de choque.** Las cargas de choque (enjaulamiento) del cable es otra razón para el reemplazo del cable. Las cargas de choque son causa de la repentina liberación de la tensión del cable y su resultante repercusión debido a la sobrecarga. El daño que ocurre nunca se podrá corregir y el cable debe ser reemplazado.

**Alto trenzado.** El alto trenzado puede ocurrir por un número de razones como la falla en el amarrado correcto del cable anterior a la instalación o el mantenimiento del amarrado durante la instalación de las cuñas. A veces ocurre ondulación del cable debido a torceduras o a un problema de acanalado muy tenso. Otra posibilidad es simplemente aplicar fuerzas de torsión o torcimiento en un cable nuevo durante un procedimiento de instalación deficiente. Esta condición requiere del inspector para evaluar el uso continuado del cable o el incremento de la frecuencia de inspección

## Directivas de inspección - Cables especiales

**Cable infundido con plástico.** El cable infundido con plástico fue desarrollado para proveer resistencia a la fatiga, abrasión y aplastamiento derivados del efecto absorbente y amortiguador del plástico. No obstante el aumento de los beneficios, el plástico se torna al menos en un inconveniente cuando se trata de inspeccionar el cable. A causa del recubrimiento de plástico, algunos operadores eligen prescindir de la inspección y dejan que el cable llegue a la falla. Otros operadores pueden solamente inspeccionar visualmente el recubrimiento de plástico. Ambas prácticas son incorrectas y llevan igualmente el potencial de desastre.

**Abrasión y aplastamiento.** En la inspección de cables infundidos con plástico también deben aplicarse las directivas básicas de inspección. Los daños de abrasión y aplastamiento pueden ocurrir, por lo que es imperativo inspeccionar los bordes, poleas, soportes, tambores y guías. Busque patrones de desgaste inusual en el plástico, un indicador clave de que está ocurriendo un daño en el cable.

**Ruptura de alambres.** La ruptura de alambres ocurre en el cable infundido con plástico, pero a veces es extremadamente difícil de detectar, aunque ocasionalmente un alambre roto sobresale del plástico. Se deben realizar todos los esfuerzos para determinar la condición general del cable. El recubrimiento plástico de los alambres de la corona (superficie) generalmente se aplica en una fina capa y tiende a desgastarse rápidamente en áreas que pasan por las poleas y tambores. Conforme el cable corre a baja velocidad, inspeccione el cable en esas áreas. A medida que el cable y el plástico se abren, el inspector deberá observar no sólo a la superficie, sino además los puntos de contacto entre las hebras. Si detecta una ruptura en el valle, inmediatamente saque los cables de servicio. También inspeccione áreas donde el plástico se ha pelado, independientemente de la localización de la "ventana". Retire la mayor cantidad de plástico posible de esas áreas para permitir las técnicas de inspección eficientes y efectivas. Recuerde, debido a la naturaleza de los cables infundidos con plástico, no hay manera de determinar el número de rupturas en el valle.

**Corrosión.** Los cables infundidos con plástico proporcionan solamente resistencia mejorada a la corrosión. Independientemente de lo que dicen los fabricantes, los cables infundidos con plástico se pueden corroer, y la falla del cable debido a la corrosión es aún posible. La humedad a veces es atrapada en el cable y como en todas las máquinas, el lubricante puede llegar a ser inefectivo con el tiempo. El inspector debe verificar visualmente cualquier signo de daño corrosivo como se evidencia cuando sale líquido color carmesí del cable. Además, el diámetro se debe medir frecuentemente. Si hay algún daño al núcleo, se detectará por una reducción del diámetro. También inspeccione el trenzado del cable. Como el plástico es más fino sobre los alambres de la corona, una inspección minuciosa podrá determinar un alargamiento del trenzado, que también es un signo del deterioro del cable. Especialmente cuando trate de determinar el alargamiento del trenzado, busque e inspeccione áreas donde el plástico se separe del cable. Mientras que descascararse por sí mismo no es una indicación de deterioro del cable y es un factor de desgaste normal, el descascarado de áreas donde no existe abrasión puede significar un problema.



**Registros de mantenimiento.** Igualmente importante en la inspección de cables de plástico infundido es el mantenimiento de un registro de servicio exacto. El registro de servicio de cables anteriores proveerá directivas de la vida útil que se espera del cable. Sin embargo, no se podrán usar solas o sólo en conjunción con las inspecciones visuales debido al número de variables que existen, incluidas la instalación, devanado y prácticas de fabricación. Los registros de mantenimiento se deben usar en combinación con ambas técnicas de inspección: visual y física, para valorar verdaderamente la determinación de la vida útil que le resta al cable.

**Cable comprimido.** Los cables pre-estirados con matriz y estampados en caliente entran en en esta categoría. La compresión sirve para varios propósitos. En el achatado de los alambres exteriores, el área metálica aumenta permitiendo una mayor resistencia a la ruptura y una mejor resistencia al aplastamiento y a la abrasión. Además, la compresión minimiza la mella entre hebras y por eso mejora la resistencia a la fatiga.

En la inspección del diseño de cables comprimidos, nuevamente es imperativo seguir las directivas básicas de inspección y usar ambas técnicas de medición: visual y real para determinar la vida útil que le resta al cable. De hecho, las técnicas de medición reales son muy importantes cuando se inspeccionan estos cables. Mientras que la corrosión es fácil de determinar visualmente, la reducción del diámetro puede no ser debido a la apariencia del cable comprimido. Por consiguiente, el inspector debe medir regularmente la reducción del diámetro y examinar detenidamente el alargamiento del trenzado del cable. Se deben registrar las medidas y monitorear el cable por repentinas variaciones.

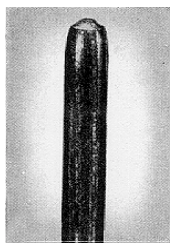
En general el criterio de retiro más difícil de determinar en cables comprimidos es la ruptura de alambres. Estas rupturas no pueden sobresalir del cable debido a la compresión y se pueden pasar por alto fácilmente. Por esta razón, el inspector debe examinar lenta y cuidadosamente, especialmente en esas áreas que cruzan tambores y poleas o en áreas donde ha existido un problema con cables anteriores.

La ruptura de cables puede aparecer como nada más una fisura en el éste y, nuevamente, se puede pasar por alto fácilmente. Si el inspector nota una grieta en el alambre, éste se deberá verificar cuidadosamente. El inspector deberá llevar algún tipo de dispositivo de amplificación para determinar si una grieta es en realidad una ruptura. Si ha ocurrido una ruptura, verifique minuciosamente el área por rupturas adicionales, tanto en la corona como en los valles. Recuerde, la ruptura de los valles en cables de hebras redondas son difíciles de determinar; la compresión aumenta la dificultad. El inspector debe ser lento y metódico en la inspección de cables comprimidos; una verificación apresurada puede no revelar problemas.

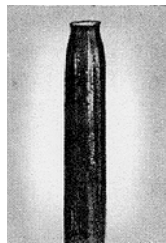
En conjunto, tal vez la técnica de inspección más importante es reconocer los límites del cable. Aunque es verdad que los cables comprimidos e infundidos con plástico son más durables, la negligencia y el abuso terminarán rápidamente con la vida útil del cable. No hay sustituto para una instalación, técnicas de manejo e inspección correctas en combinación con un programa de mantenimiento preventivo.



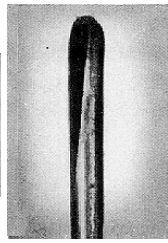
## Lista de verificación de desperfectos



Tensión (cono)



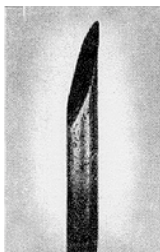
Tensión (hueco)



Tensión y desgaste

### Ruptura por tensión

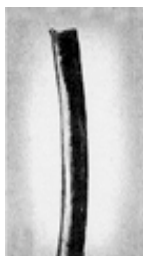
La ruptura del alambre muestra uno de los extremos del alambre roto con forma cónica, y el otro ahuecado. El enlazado de los extremos rotos es típico de este tipo de rotura. Cuando se encuentran rupturas por tensión, el cable se ha sometido a sobrecarga, tanto por su resistencia natural (cable nuevo) como por su resistencia remanente en el caso de un cable usado. Las rupturas por tensión frecuentemente son causadas por la repentina aplicación de carga a un cable flojo, por lo que se establecen fatigas por impacto incalculables.



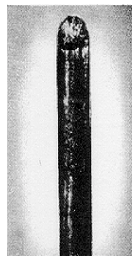
Abrasión

### Ruptura por abrasión

La ruptura del alambre muestra los extremos desgastados con la finura del filo de un cuchillo. El desgaste abrasivo está obviamente concentrado en puntos, donde los cables están en contacto con un medio abrasivo, tal como las ranuras de las poleas y tambores, u otros objetos con los que el cable entra en contacto. Un injustificado desgaste abrasivo indica ranuras de poleas y tambores inapropiadas, ángulo incorrecto de pasaje, u otras condiciones de abrasión localizadas.



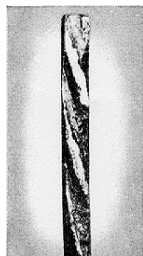
Fatiga (tipo perpendicular)



Fatiga (tipo dentado)



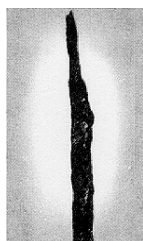
Fatiga y desgaste



Fatiga y mellado

### Ruptura por fatiga

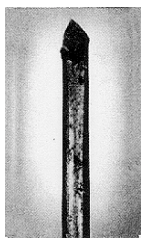
La ruptura de alambres generalmente es transversal o en escuadra y muestra una estructura granulada. Muchas veces estas rupturas revelan una fractura destrozada o dentada, dependiendo del tipo de operación. Cuando ocurre ruptura por fatiga, el cable se ha curvado repetidamente alrededor de un radio muy pequeño. El latiguo, vibración, tirones violentos y tensión torsional también causarán fatiga. Las rupturas por fatiga se aceleran por abrasión y mellado.



Corrosión

### Ruptura por corrosión

Vistas fácilmente por las marcas en la superficie del alambre, las rupturas de cables usualmente muestran evidencias de tensión, abrasión y fatiga. La corrosión usualmente indica un lubricación incorrecta. El grado del daño al interior del cable es extremadamente difícil de determinar; consecuentemente, la corrosión es una de las causas más peligrosas de deterioro del cable.



Corte o esfuerzo

### Corte o esfuerzo cortante

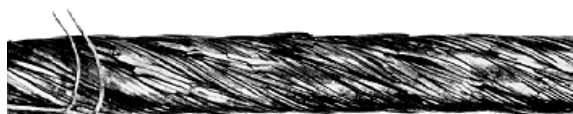
El alambre se pincha y se corta en los extremos rotos, o mostrará evidencia de un corte tipo con cizalla. Esta condición es evidencia de un abuso mecánico causado por agentes externos a la instalación, o por algo anormal en la instalación en sí misma, como un borde roto.



## ABRASIÓN

Poleas o rodillos bloqueados  
Ranuras estrechas  
Ángulo de pasaje excesivo  
Cable muy grande o muy pequeño  
Polea o tambor corrugados  
Poleas sobregiradas  
El cable salta la polea  
Devanado deficiente  
Poleas desalineadas  
Contaminantes locales

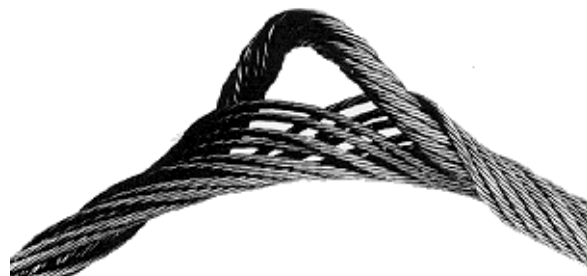
## Abrasión



## PROTUBERANCIAS DEL NÚCLEO Y DESLIZAMIENTO

Cargas de choque  
Técnicas pobres de amarrado  
Técnicas pobres de instalación  
Ausencia de lubricación  
Daño medioambiental, por ejemplo exposición a humo ácido  
Almacenamiento inapropiado

## Protuberancias del núcleo (cargas de choque)



## CORROSIÓN

Técnicas pobres de instalación  
Devanado cruzado  
Devanado deficiente  
Construcción incorrecta del cable  
Procedimiento de primer uso deficiente  
Ángulo de pasaje excesivo  
Excesiva longitud del cable

## Corrosión



## REDUCCIÓN DE DIÁMETRO

Ausencia de lubricación (núcleo de fibra)  
Excesiva abrasión  
Corrosión interna y/o externa  
Falla del alambre interior o del núcleo

## FATIGA

Poleas no redondas  
Ranuras estrechas  
Poleas desalineadas  
Poleas muy pequeñas  
Soportes desgastados  
Vibración  
Tirones violentos  
Latiguo  
Doblamiento invertido

## Aplastamiento



## ALTO TRENZADO

Técnicas pobres de amarrado  
Ranuras estrechas  
Poleas muy pequeñas  
Técnicas pobres de instalación

## Fatiga (doblamiento)



## SALTO DE LA POLEA

Devanado deficiente  
Excesiva longitud del cable  
Reborde roto

## TORCEDURAS

Procedimientos pobres de desenrollado  
Técnicas pobres de instalación  
Poleas muy pequeñas

## Fatiga (polea muy pequeña)



## ALARGAMIENTO Y APRIETE DEL TRENZADO

Técnicas pobres de instalación  
Procedimientos pobres de desenrollado  
Corrosión  
Falla del núcleo

## ALAMBRES ENLAZADOS CABLE DESBALANCEADO

Técnicas pobres de instalación  
Poleas muy pequeñas  
Poleas muy grandes