

ROTURAS POR FATIGA EN CONDUCTORES DE LINEAS AEREAS

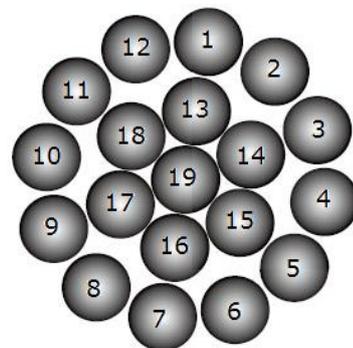
- Un problema clásico en redes de distribución -



Inducor Ingeniería S. A. - Buenos Aires Argentina - www.inducor.com.ar



N°1 al N°12 Capa externa
N°13 al N°18 Capa media
N°19 Centro



En las investigaciones de casos de fallas en cables tipo DARIEN (AAAC), con especificaciones internacionales aprobadas, y al tratarse de líneas ubicadas en entornos de vientos y erosiones constantes, prima basar el inicio de toda investigación de daños, de acuerdo a esas contingencias.

Existen internacionalmente dos clasificaciones de ruptura por fatiga, con dos patrones definidos de cortes, que pueden ser observados mediante microscopía en las superficies del quiebre:

- Marcas longitudinales al conductor.
- Marcas elípticas secuenciales, inclinadas 30° al eje longitudinal del conductor.

Estos dos tipos de daños, conocidos como: *Strand Fretting and Fatigue Failure*, dependen únicamente de los modos de contacto/fricción que sucede entre los conductores de una misma capa, o entre conductores ubicados en distintas capas, como así también, por la condición de carga a la cual son sometidos.

INTRODUCCION:

Las oscilaciones de los conductores debidas al movimiento del viento, pueden causar problemas de fatiga por fricción en el entorno de sujeción de la suspensión, separadores u otros accesorios, lo que se conoce como rotura (fractura) por FATIGA.

Una fractura es considerada como la separación de un sólido bajo tensión (esfuerzo), en dos o más piezas.

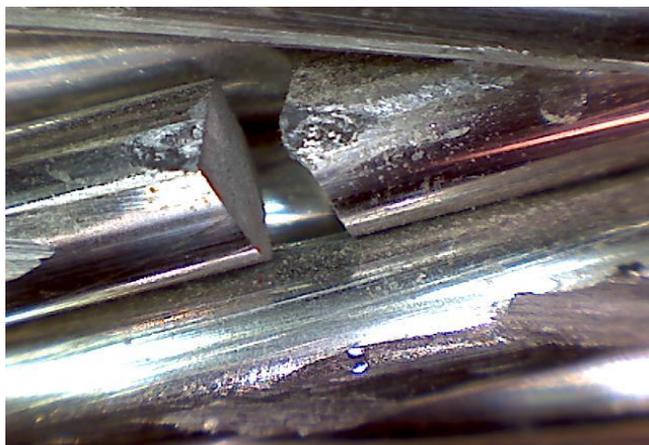
En general, las fracturas metálicas pueden clasificarse en DUCTIL o FRAGIL.

Lo maravilloso es que cada una de ellas, deja en el sector de corte, una evidencia gráfica que permite su clasificación

FRACTURA FRAGIL:

La fractura frágil se produce siempre a lo largo de planos cristalográficos llamados planos de fractura, y tiene una rápida propagación de la grieta.

Un diseño de cable llamado "Aleación de Conductor de Aluminio Reforzado" (ACAR), consiste en un reunido espiralado y concéntrico de filamentos del mismo diámetro.



ROTURA POR FATIGA EN CONDUCTOR DARIEN DE 19 HILOS

Un daño del tipo A), está relacionado con el contacto/fricción entre filamentos de una misma capa (marcas longitudinales). Mientras que un daño del tipo B), está relacionado con el contacto /fricción entre filamentos de diferentes capas (marcas elípticas secuenciales, inclinadas 30 ° al eje longitudinal del filamento).



FRACTURA TIPO "A"



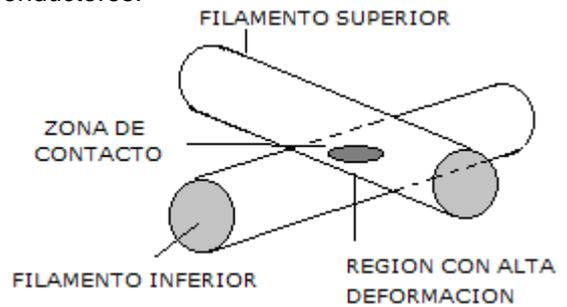
FRACTURA TIPO "B"

FRACTURA TIPO	MOTIVO DE FRACTURA	EVIDENCIA
FRAGIL A	FRICCION ENTRE CONDUCTORES DE UNA MISMA CAPA	MARCA LONGITUDINALES
FRAGIL B	FRICCION ENTRE CONDUCTORES DE DISTINTAS CAPAS	MARCAS ELIPTICAS A 30° DEL EJE LONGITUDINAL

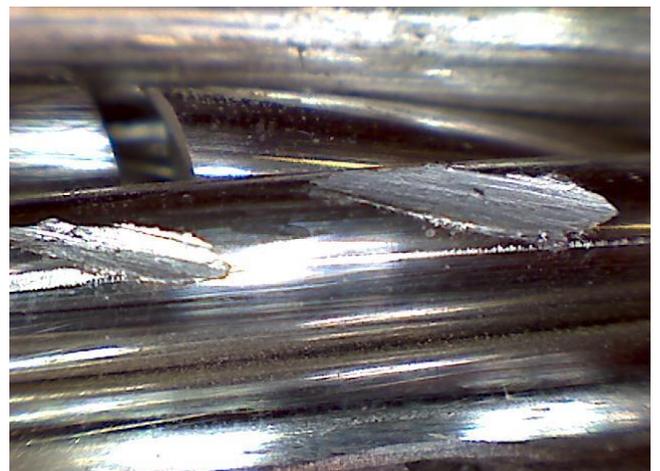
En los AAAC, los hilos conductores convencionales redondos se entrecruzan en áreas elípticas relativamente pequeñas.

A diferencia de lo anterior, las hebras de conductores trapezoidales, generalmente ofrecen un área de contacto más amplia, lo cual reduce la concentración de tensión y el desgaste de los filamentos,

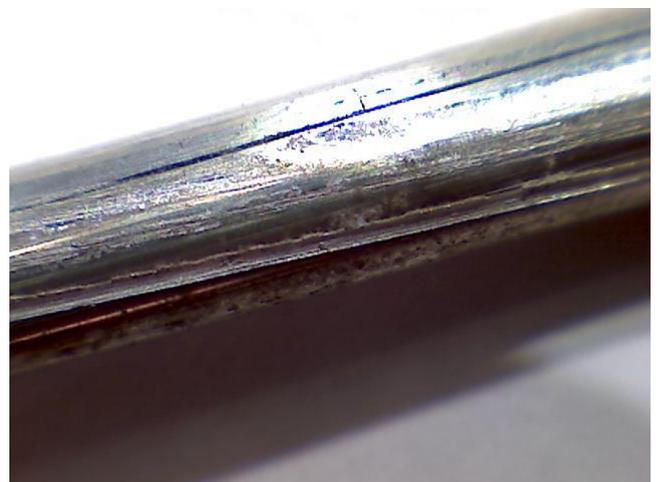
y sirve para mejorar las características de auto amortiguación al aumentar el área de contacto, y reducir la tensión de contacto entre los distintos conductores.



Las fallas por fatiga de los filamentos del conductor, debajo de las pinzas de sujeción, son consideradas como un tipo de fatiga clásica, con un ciclo alto (baja amplitud), complicada por la fricción entre los filamentos (entre sí), o entre filamentos y la abrazadera.



MARCAS DE FRICCION ENTRE FILAMENTOS DE DISTINTAS CAPAS (MARCAS ELIPTICAS)



MARCAS DE FRICCION ENTRE FILAMENTOS DE LA MISMA CAPA (MARCAS LONGITUDINALES)

El desgaste por fricción, puede describirse en general, como una combinación de tres procesos:

- Desgaste.
- Corrosión.
- Fatiga.

Siendo el proceso principal la fatiga.

La Fricción ocurre entre dos superficies de contacto sometidas a un movimiento relativo de pequeña magnitud (como la vibración), a través del proceso de roce adhesivo de asperezas en la zona de contacto, que da como resultado la formación de residuos o roturas de la capa de óxido superficial en el material.

La Fricción puede producir grietas por fatiga a muy bajo estrés. La reducción máxima de la resistencia a la fatiga, se produce cuando el proceso de fricción y el estrés cíclico se aplican juntos.

Los parámetros principales en la fatiga por fricción abarcan siempre los siguientes tópicos:

- Estrés cíclico (es decir, carga de fatiga cíclica).
- Fuerza normal
- Tensión de contacto tangencial.
- Distribución de tensión.
- Amplitud de deslizamiento.
- Número de ciclos de frotamiento.
- Geometría.
- Condición de contacto.
- Rugosidad de la superficie.
- Características de fricción.
- Tipo de material (por ejemplo; dureza).

Se entiende que es posible que en una misma muestra multifilamentos, exista una combinación entre ambos tipos de fracturas.

Es importante resaltar que en la zona de falla, y para estos tipos de fracturas, los filamentos se presentarán sin reducción previa del área (conicidad) antes de su fractura.

FRACTURA DUCTIL:

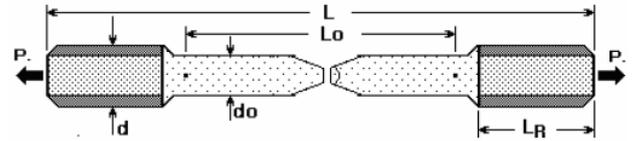
Por último, una tercera posibilidad que no está relacionada con las fracturas por fricción, sino únicamente con un exceso en la fuerza de tracción (carga de ruptura), es la denominada fractura DUCTIL, la cual ocurre bajo una intensa deformación plástica previa, con un patrón de imagen muy diferente a los anteriores.

La fractura dúctil ocurre después de una intensa deformación plástica, y se caracteriza por una lenta propagación de la grieta.

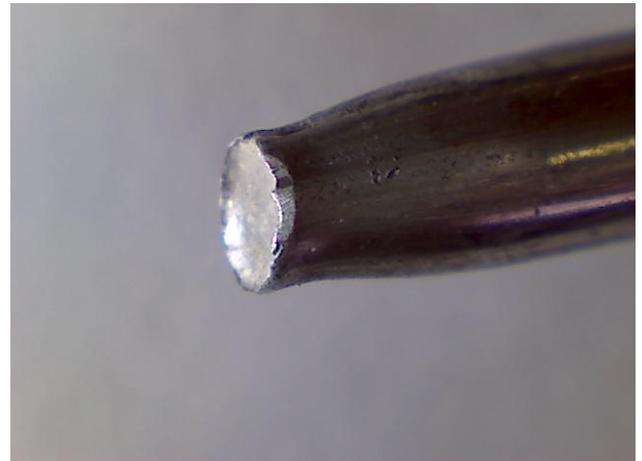
La fractura dúctil comienza con la formación de un cuello y la formación de cavidades dentro de la zona de estrangulamiento. Luego las cavidades se fusionan en una grieta en el centro de la muestra, y se propagan hacia la superficie, en dirección perpendicular a la tensión aplicada.

Cuando se acerca a la superficie, la grieta cambia su dirección a 45° con respecto al eje de tensión, resultando en una fractura de cono y embudo.

La falla ocurre a un esfuerzo menor, después de que el encuellamiento ha reducido el área de la sección transversal que soporta la carga.



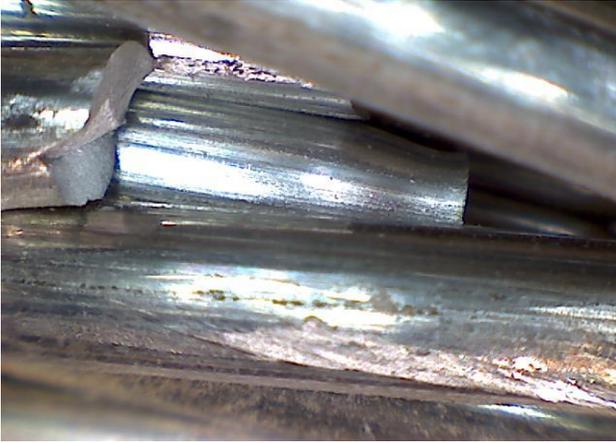
FRACTURA DUCTIL (CONO)



FRACTURA DUCTIL (EMBUDO)



FRACTURA DUCTIL EN EL INSTANTE DE CORTE



FRACTURA FRAGIL TIPO "B" + DUCTIL

CONCLUSIONES:

Toda falla se traduce en una pérdida de capacidad de un elemento tecnológico para realizar su función específica o de diseño.

En el estudio de la confiabilidad de una línea aérea, resulta difícil distinguir entre fallas mayores o menores, por lo tanto, se dan los siguientes términos: falla con parada forzada, o falla con parada programada.



Se entiende por análisis de una falla, a la distinción o separación de las partes de un todo, hasta llegar a conocer sus principios, por medio de una examinación lógica y sistemática de sus componentes.

La causa de una falla, se definirá como la circunstancia durante la fabricación, diseño, o uso normal, que condujeron hacia ella, también llamada causa raíz; mientras que una causa contribuyente, será toda aquella causa que puede contribuir, pero no resultar por si sola en una falla.

Luego vendrá el Factor Contribuyente de esa falla, o sea todo aquel factor que contribuye a la falla.

Se considera que un sistema de líneas aéreas puede tener múltiples factores contribuyentes, pero una sola causa raíz, en general el factor contribuyente será el viento, y por ende, las oscilaciones y los fenómenos de fricción consecuentes.



FUENTE: **INDUCOR INGENIERIA S.A.**
ELECTRICAL TESTING GROUP
www.inducor.com.ar

FOTOS PERTENECIENTES AL DPTO SERVICIOS
DE INDUCOR INGENIERIA S.A.
DERECHOS RESERVADOS