

Houston, TX, EE. UU. 6 de febrero de 2007

[El sombreado gris indica los elementos necesarios; sombreado amarillo]

DOCUMENTO PRESENTADO A: Reunión TR-42.7

El documento al que se adjunta esta declaración de cobertura se presenta a un Grupo de Formulación o a un subelemento del mismo de la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) de acuerdo con las disposiciones de las Secciones 6.4.1-6.4.6 inclusive del Manual de Ingeniería de la TIA de marzo de 2005, todas las cuales se incorporan por referencia.

FUENTE:	TIA
CONTACTO:	Sheri Dahlke American Polywater Corp. 11222 60 th Street North Stillwater, MN 55082 Teléfono: 651-430-2270 Correo electrónico: sheri.dahlke@polywater.com
TÍTULO:	Efecto de los lubricantes en cables de datos de alta frecuencia
PROYECTO N°. (PN):	SP-3-0177
DISTRIBUCIÓN:	TR-42.7
PROPÓSITO PREVISTO DEL DOCUMENTO:	<input type="checkbox"/> PARA SU INCORPORACIÓN A UNA PUBLICACIÓN DE LA TIA
	<input checked="" type="checkbox"/> PARA INFORMACIÓN
	<input type="checkbox"/> OTROS (por favor, describirlos) _____

RESUMEN: se estudió el efecto del lubricante para tracción en los cables de datos de alta frecuencia. En el estudio se utilizaron varias marcas de cables de Categoría 5E, 6 y 6A. El rendimiento del cable y el efecto del lubricante se determinaron mediante mediciones de atenuación (pérdida de inserción). Esto incluyó estudios de envejecimiento al aire y en ducto cerrado. También se determinaron los efectos de la tracción y el alargamiento en los compuestos de la chaqueta. Se midió el coeficiente de fricción para ciertas combinaciones de chaqueta y lubricante. Se llegó a la conclusión de que los lubricantes tradicionales para tracción de cables podrían no ser apropiados para usarlos en cables de datos de alta frecuencia. En cambio, los nuevos lubricantes líquidos de capa fina demostraron que reducen eficazmente la fricción con un efecto mínimo en el rendimiento del cable.

DIVULGACIÓN DE PATENTES [OPCIONAL]

La Fuente puede tener patentes o solicitudes de patente pendientes publicadas que podrían ser esenciales para la práctica de la totalidad o parte de esta Contribución tal como se incorporan en una Publicación de la TIA, y está dispuesta a cumplir con los Apartados 1, 2(a) o 2(b) del ANEXO H del Manual de Ingeniería de la TIA de marzo de 2005 en cuanto a patentes o solicitudes de patente pendientes publicadas.

Efecto de los lubricantes en cables de datos de alta frecuencia

Antecedentes del estudio

En algunas instalaciones de campo recientes, el cable de datos que se introdujo en el ducto utilizando lubricantes comerciales comunes no superó las pruebas de pérdida de atenuación. Una evaluación limitada de campo indicó que los propios lubricantes podían estar afectando al cable. Dado que la reducción de la tensión (mediante el uso de lubricantes) suele ser necesaria en estas instalaciones, se realizó un estudio rápido para medir los efectos del lubricante de tracción en las propiedades de la señal del cable. También se estudió la reducción de fricción y el efecto del lubricante sobre las propiedades físicas de la chaqueta del cable.

Varios fabricantes de cables donaron cables de datos de cobre de alto rendimiento para este estudio. Los cables eran principalmente de Categoría 6, pero había algunos 5E y 6A (reforzados). Estaban representados tanto los apantallados como los no apantallados. A estas marcas de cables se les asignaron aleatoriamente designaciones de la A a la F. Utilizando este etiquetado, una descripción válida del cable es «Marca A, Cat 6, no apantallado».

Fluke Networks prestó a American Polywater un dispositivo CableAnalyzer™ DTX 1800. Fluke también proporcionó capacitación y asistencia técnica para realizar las conexiones de los cables, probar el cable de datos e interpretar los resultados para este estudio.

Análisis de los datos del DTX 1800

El comprobador de Fluke barre una amplia gama de frecuencias y compara automáticamente la atenuación con los máximos establecidos por la TIA para ese tipo de cable. La prueba de un solo cable produce una gran cantidad de datos, incluyendo un “pasa/no pasa” los estándares de la TIA, como muestra la impresión típica en el Apéndice A.

Sobre la base de las pruebas iniciales, se determinó que la pérdida de inserción (o margen de pérdida de inserción) a 500 MHz podía proporcionar buenos datos de comparación. Cualquier cambio en el rendimiento del cable era fácilmente detectable a esta alta frecuencia.

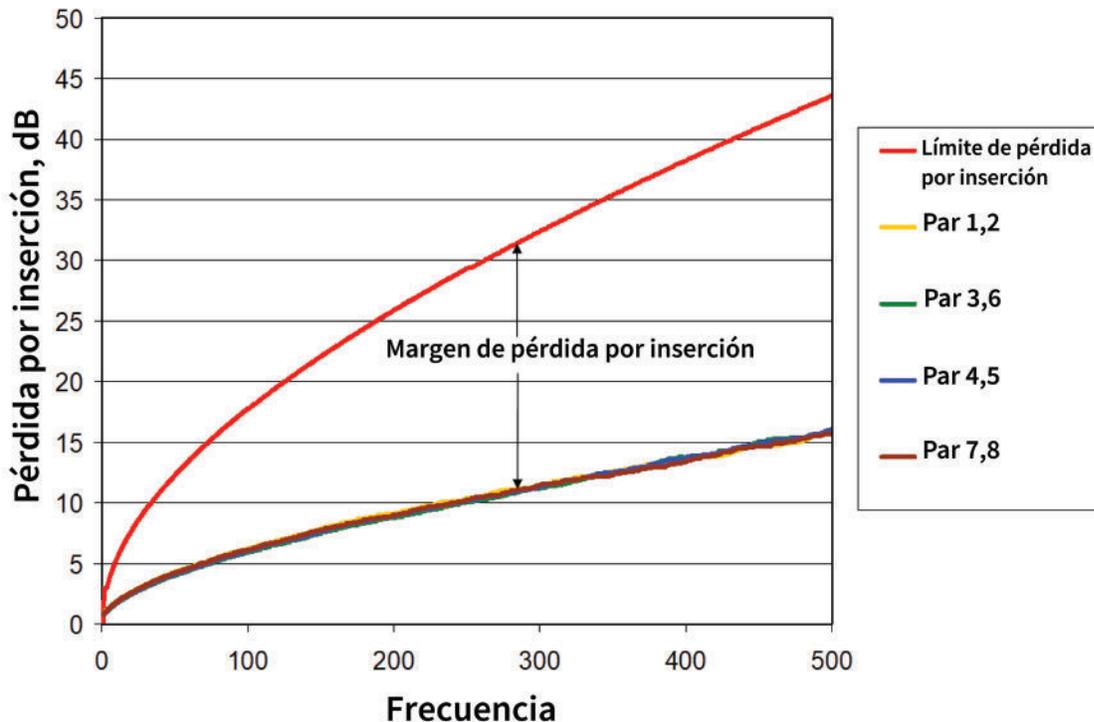


Gráfico 1 Pérdida de inserción, línea base del cable A, prueba de aire seco de 100 pies

El Gráfico 1 aclara los términos utilizados en este documento. La pérdida de inserción medida (atenuación) se muestra en dB para los cuatro pares medidos. También se muestra, mediante la línea roja, el límite de la TIA para la pérdida admisible. Este límite es de 43,8 dB a 500 MHz. El margen de pérdida de inserción es la diferencia entre la atenuación medida del par más alto (el peor) y el límite de prueba permitido.

En este estudio se utilizan los términos “pérdida de inserción” y “margen de pérdida de inserción”. La mayoría de los gráficos representan el margen de pérdida de inserción en el tiempo. Esta comparación con el estándar es conveniente y puede leerse directamente en la impresión del DTX-1800. A medida que aumenta la pérdida de inserción (aumenta la atenuación), disminuye el margen de pérdida de inserción. Un cable “no pasa” la prueba de pérdida de inserción cuando la pérdida de inserción supera el límite de la TIA (las líneas se cruzan) y el margen de pérdida de inserción se vuelve negativo para cualquiera de los pares de cables.

Se observa que el margen de pérdida de inserción varía en función de la marca del cable, el tipo de cable y la longitud del recorrido. Sin embargo, dado que este estudio busca medir el efecto del lubricante, la atención se concentra en las diferencias con respecto a un control no lubricado, y la pérdida de inserción de este control y el estatus de “pasa/no pasa” no son relevantes para esta comparación.

Sinopsis de las pruebas

Las pruebas consistieron en cuatro protocolos. Los dos primeros protocolos expusieron los cables a los lubricantes y estudiaron los efectos de la atenuación. Las partes 3 y 4 agregaron las pruebas de la chaqueta física y la medición del coeficiente de fricción. A continuación presentamos un resumen de las secciones de las pruebas:

I. Cable expuesto a varios lubricantes y dejado secar al aire libre

A. Se limpiaron nueve secciones de cable de 100 pies de un solo tipo de cable (Marca A, Cat 6, no apantallado) con diferentes lubricantes y se dejaron secar al aire. Se realizó una prueba de diagnóstico completa del sistema en el cable antes de la aplicación del lubricante, inmediatamente después de la aplicación del lubricante y a intervalos regulares hasta que las lecturas se estabilizaron. Cuando se observaron cambios en las pérdidas de inserción, estos fueron inmediatos. Curiosamente, las pérdidas observadas se invirtieron y los cables se recuperaron con el tiempo (a medida que se secó el lubricante).

págs. 5 - 6

B. A continuación, las mismas nueve secciones de cable se remojaron en los lubricantes, se retiraron y se volvieron a dejar secar al aire. Esto aumentó la intensidad de la exposición del lubricante. De nuevo, se observaron cambios que se revirtieron con el tiempo y el cable se recuperó.

págs. 6 - 7

C. Se aumentó la longitud del cable a 300 pies y se probaron cinco marcas de cable con dos lubricantes diferentes. Tanto la pérdida de inserción de control como los efectos de los lubricantes fueron claramente exagerados en esta longitud. Aun así, la atenuación del cable volvió a la línea base de control cuando el lubricante se evaporó. En esta prueba se observaron diferencias entre las marcas de cables.

págs. 7 - 9

II. Cable expuesto a varios lubricantes en un sistema de ductos cerrado

A. Se agruparon secciones de cien pies de cuatro marcas y tipos de cables diferentes y se recubrieron con distintos lubricantes (en exceso) mientras se introducían en tres ductos diferentes. Los extremos de los ductos se taparon con masilla para ductos a fin de eliminar los efectos del secado al aire. Se realizaron pruebas de diagnóstico completas antes de aplicar el lubricante, inmediatamente después de tirar del cable usando el lubricante y a intervalos semanales. También se supervisó un control de agua con las cuatro secciones de cable de 100 pies. Esta prueba demostró que la pérdida de inserción aumenta con el tiempo si no se deja secar el lubricante o el agua. Esta prueba incluyó cables de datos de Categoría 5E y 6, apantallados y no apantallados, y mostró diferencias de rendimiento entre estos tipos de cables.

págs. 9 - 12

B. Se agruparon seis secciones de 100 pies de diferentes marcas de Cat 5E, 6 y 6A (no apantallados) y se recubrieron con el lubricante Polywater® FTTx. Los extremos de los ductos se taparon con masilla para ductos a fin de eliminar los efectos del secado al aire y la evaporación. Se realizaron pruebas de diagnóstico completas antes de aplicar el lubricante, inmediatamente después de tirar del cable usando el lubricante y a intervalos semanales. También se supervisó un control de agua con las seis secciones de cable de 100 pies. Esta prueba también mostró que la pérdida de inserción aumenta con el tiempo si no se deja secar el lubricante o el agua como en la prueba IIA. Esta prueba mostró variaciones en la pérdida de inserción de control que dependen del diseño del cable o de otras particularidades del fabricante.

págs. 12 - 14

III. Pruebas de materiales después de una semana de remojo con varios agentes lubricantes

Los compuestos de la chaqueta del cable se sumergieron en varios lubricantes durante una semana a 50°C. Se midieron las propiedades de tensión y alargamiento del compuesto de la chaqueta del cable y se compararon con el material de la chaqueta no envejecido. Los resultados indican que el aceite mineral y los lubricantes a base de hidrocarburos pueden ser perjudiciales para el material de la chaqueta del cable.

págs. 14 - 16

IV. Pruebas de coeficiente de fricción

Se introdujeron de seis cables en un ducto EMT con dos codos de 90°. La tensión por tracción se utilizó para calcular el coeficiente de fricción. Se compararon un lubricante tradicional para cables, el nuevo Polywater® FTTx y lubricantes a base de arcilla seca con el control no lubricado. Esta prueba mostró diferencias significativas en la reducción de la fricción entre lubricantes.

págs. 16 - 17

I. Limpieza con lubricante en un cable de 100 pies con exposición al aire

Parte A: nueve lubricantes, prueba de limpieza de cable de 100 pies con secado al aire

En la primera parte de la prueba, segmentos de cable de 100 pies (Marca A, Cat. 6, sin apantallamiento), todos de la misma bobina, se recubrieron con lubricante y se colgaron al aire. Se realizaron pruebas de diagnóstico a intervalos de tiempo regulares hasta que las lecturas de atenuación se estabilizaron.

Para permitir la exposición completa del cable al aire, se construyó una “jaula” colgante. Esta jaula consiste en cuatro postes de conexión para crear una caja rectangular de 8 por 10 pies por 10 pies. Unas perillas de plástico, insertadas en incrementos verticales de tres pulgadas, mantuvieron el cable seguro. Estos soportes garantizan que el cable no se cruce y quede totalmente expuesto al aire sin que queden cantidades variables de lubricante entre las superficies.

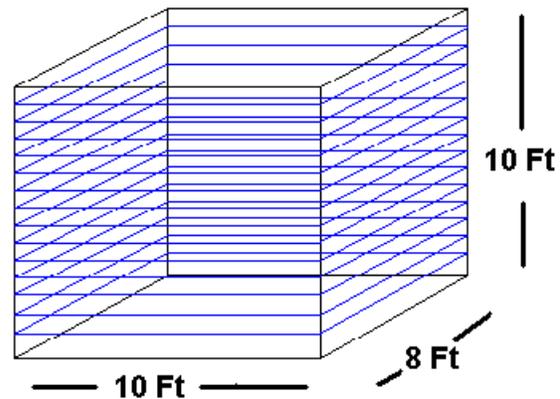


Diagrama 1 Jaula colgante, foto de la izquierda y diagrama aproximado arriba.

Se colocó un conector Leviton Extreme 6+ en cada extremo del cable, y el cable se colgó cuidadosamente en la jaula. Se utilizó un Fluke DTX 1800 para probar el cable, y todos los márgenes se basaron en los límites de prueba de 500 MHz. El DTX 1800 fue calibrado para el tipo y la longitud del cable, y se realizó una prueba de diagnóstico (de control) de línea base.

En esta prueba, se recubrió el cable con nueve lubricantes diferentes. El cable se recubrió con una gran cantidad de lubricante utilizando una toalla sin pelusa. El grosor del recubrimiento fue, por tanto, de algún modo proporcional a la fuerza del gel del lubricante. Poco después de recubrir el cable con lubricante, se tomó una lectura inicial de “lubricación”. A continuación, se tomaron lecturas a intervalos regulares y se registró y graficó el margen de pérdida de inserción (a 500 MHz) para su análisis. Véase el Gráfico 1.

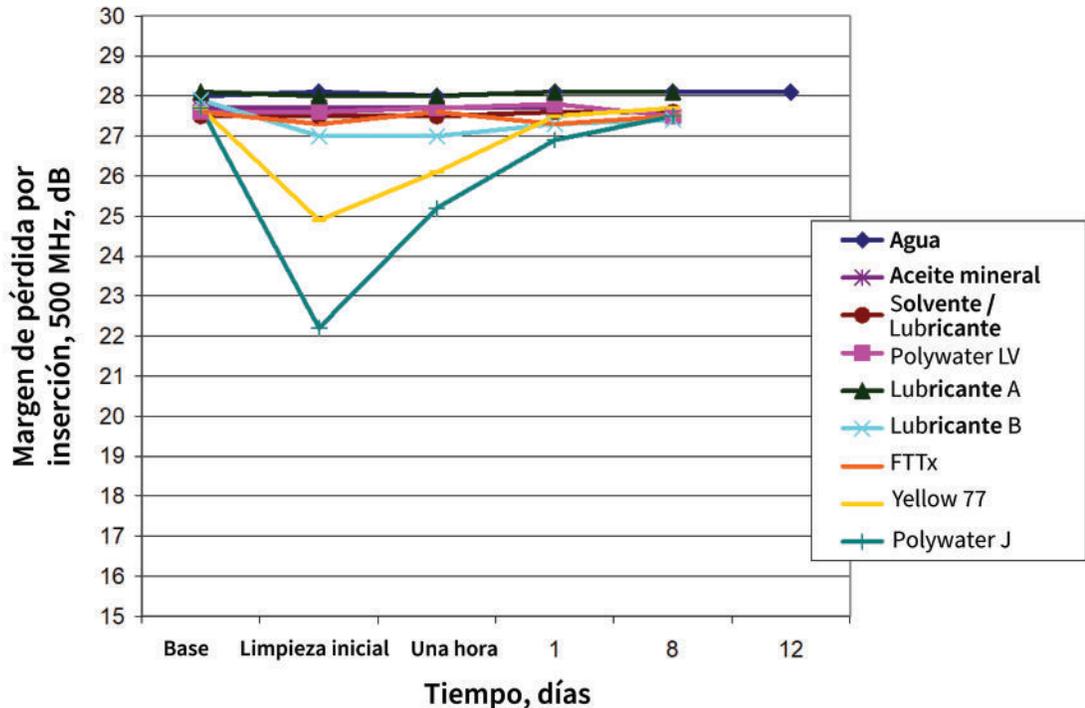


Gráfico 2 Pérdida de inserción tras el recubrimiento o limpieza con lubricante, cable de 100 pies, secado al aire

En algunos de los lubricantes a base de agua, la lectura inicial mostró un aumento inmediato de la pérdida de inserción. Otros lubricantes no muestran ningún cambio. Con el tiempo, las lecturas vuelven al valor de control. La diferencia en la pérdida de inserción parece depender del grosor del recubrimiento, así como del contenido iónico o la polaridad del lubricante. Los recubrimientos de lubricante más gruesos muestran más pérdida de inserción.

Parte B: nueve lubricantes, prueba de remojo de 100 pies de cable con secado al aire

Después de que todos los cables anteriores volvieran a sus lecturas de línea base (control), los cables se enrollaron y se sumergieron en el (mismo) lubricante durante una hora. No se sumergieron los conectores y aproximadamente un pie de cada cable. Los cables se volvieron a colgar en la jaula con exposición al aire. Los conectores se envolvieron durante el colgado para evitar que se contaminaran, ya que el lubricante goteaba literalmente de los cables. Se tomó una lectura inicial poco después de colgar el cable. Las pruebas se realizaron a intervalos de tiempo regulares hasta que las lecturas de atenuación se estabilizaron.

El espesor del recubrimiento de lubricante, en esta prueba, depende de nuevo de la fuerza del gel lubricante. La cantidad residual de lubricante es mayor para los lubricantes de gel y pasta más gruesos. Todos los lubricantes probados eran volátiles y acabaron evaporándose (secándose).

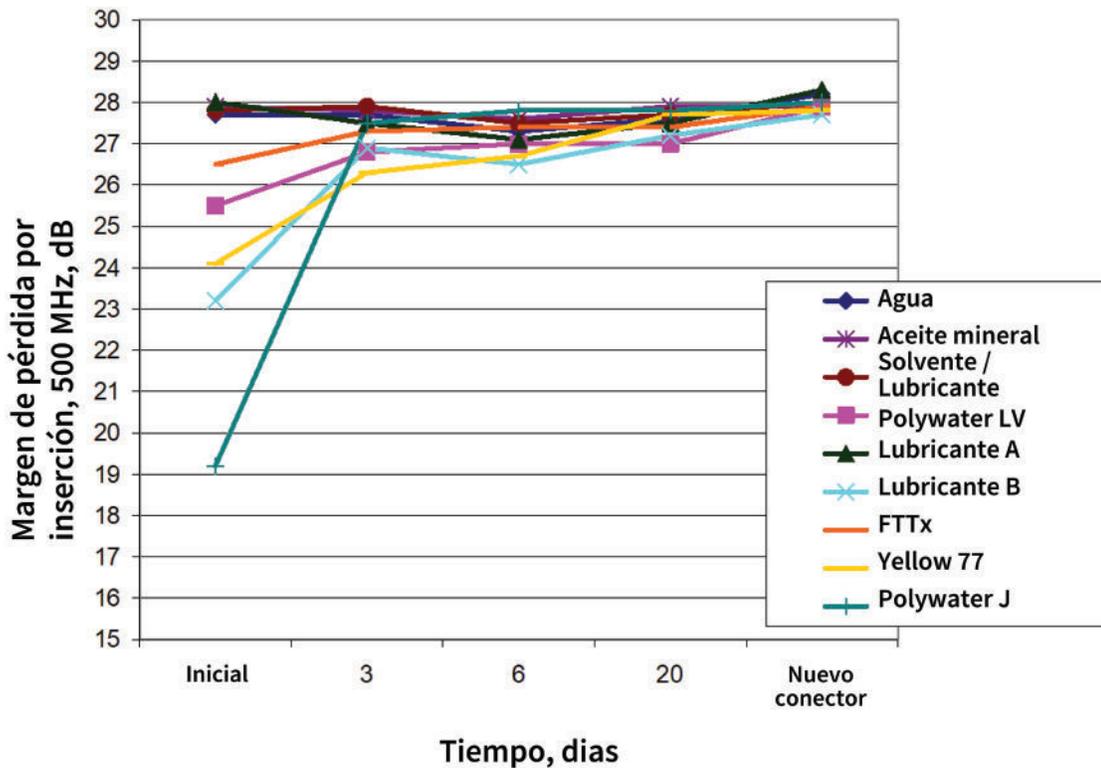


Gráfico 3 Pérdida de inserción tras una hora de remojo con lubricante, cable de 100 pies, secado al aire

Tras el remojo de una hora, la pérdida de inserción es algo mayor que en el procedimiento de limpieza utilizado en la Parte A (un máximo de 9 dB frente a 6 dB). El aumento del tiempo de exposición o de la cantidad causó un mayor impacto en la atenuación del cable. Después de solo tres días, la mayoría de los cables mostraban una pérdida de inserción similar a su lectura de control (inicial desde la Parte A). En tres semanas, todos los cables se recuperaron.

En estas pruebas, los valores de las pruebas de pérdida de retorno y NEXT mostraron algunos fallos. Se sospechó la contaminación de los conectores. Aunque esto no parecía afectar la pérdida de inserción, se sustituyeron todos los conectores después de veinticuatro días y los valores finales reflejan la prueba con conectores nuevos.

Parte C: dos lubricantes, cable de 300 pies, prueba de limpieza con secado al aire

En esta prueba, se aumentó la longitud se aumentó a 300 pies. La prueba se amplió para incluir cinco marcas diferentes, 4 cables de Categoría 6 y 1 de Categoría 5E. Esta prueba se limitó a los lubricantes Polywater® J y FTTx Wipe.

Cada tipo de cable se colgó en la jaula de retención descrita en la Parte A y se realizó una prueba de línea base para cada cable a modo de comparación de control. Los segmentos de cable se recubrieron generosamente con el lubricante Polywater® FTTx Wipe. Se realizó una prueba inmediatamente y después de una hora. Al cabo de una hora, las pérdidas de inserción volvieron al valor de línea base (control).

Cuando la atenuación del cable volvió a la línea base, se limpió con alcohol isopropílico y se dejó secar. El segmento de cable se recubrió generosamente con el lubricante Polywater® J. De nuevo, la prueba de diagnóstico se realizó inmediatamente y después de una, cuatro y veinticuatro horas.

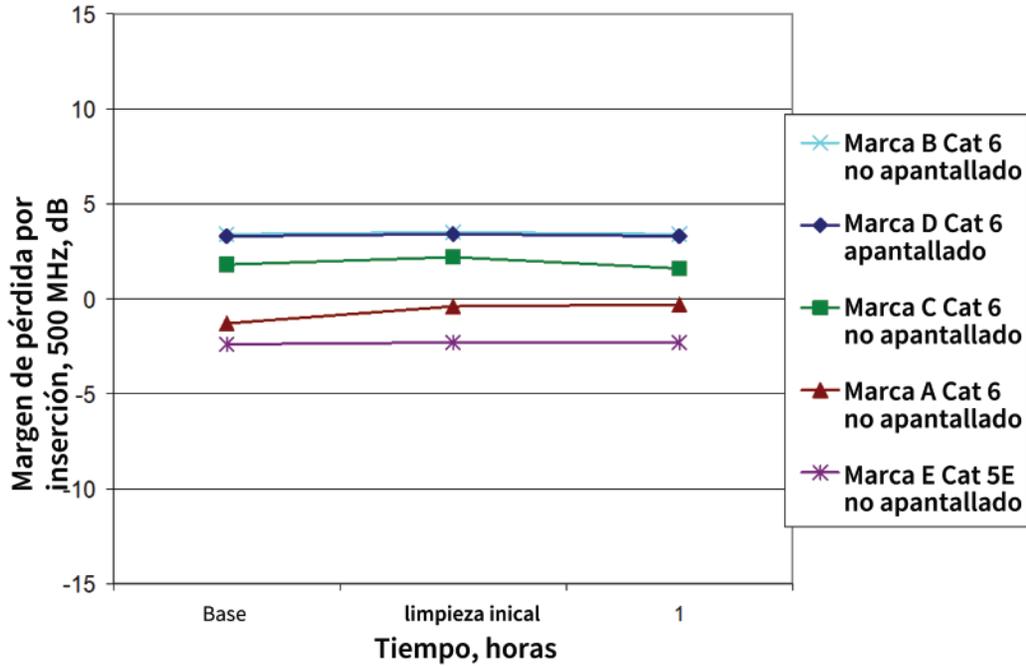


Gráfico 4 Lubricante Polywater® FTTx Wipe en cables de 300 pies, varias marcas

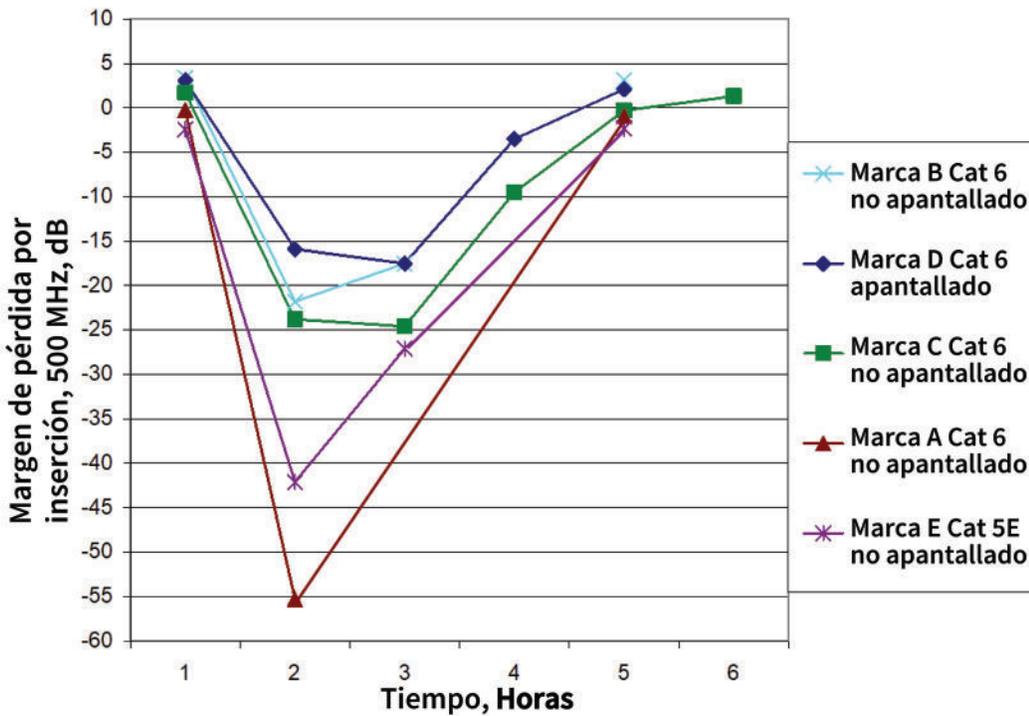


Gráfico 5 Recubrimiento de lubricante Polywater® J en cables de 300 pies, varias marcas

La mayor longitud de la prueba, combinada con las comparaciones de alta frecuencia, dan como resultado un casi fallo, incluso sin recubrimiento lubricante. Hay diferencias de rendimiento entre las marcas de cables. La marca A de cable, utilizada en las pruebas iniciales, es en realidad la más susceptible a la pérdida de energía.

El Gráfico 3 muestra que el lubricante FTTx afecta muy poco la pérdida de inserción. Como era de esperar, el cable Cat 5E, diseñado para una frecuencia más baja que los otros tipos de cable, tiene la atenuación de línea base más baja.

Las pruebas con el lubricante Polywater® J (Gráfico 4) también muestran que el cambio en la pérdida de inserción es exagerado para las longitudes de cable más largas. La escala del Gráfico 4 oculta las diferencias en la pérdida de inserción de línea base. Al igual que en las pruebas de 100 pies, la atenuación vuelve a la normalidad una vez que el cable se haya secado. Incluso con un margen de pérdida de inserción de 57 dB negativos, a 500 MHz, el cable Cat 6, no apantallado, de la Marca A recuperó su medición de línea base después de un día. El efecto del lubricante es reversible y parece absorber energía solo en presencia de agua.

II. Prueba de ductos

Parte A: Cuatro lubricantes diferentes en ductos separados y cerrados con cuatro marcas y tipos de cables

En la siguiente parte de la prueba, se recubrieron cuatro cables con lubricante y se introdujeron en el ducto. El ducto se tapó para evitar que el lubricante se secase. Los cables (en el ducto) se dejaron envejecer durante un largo período de tiempo y se realizaron pruebas de diagnóstico con intervalos de una semana.

Para esta prueba, se cortó un ducto de polietileno de una pulgada en secciones de 90 pies. Cada cable de esta sección del estudio fue suministrado por un fabricante diferente. Se probaron cables apantallados y no apantallados de Categoría 5E y apantallados y no apantallados de Categoría 6. Estos cables se cortaron en secciones de 100 pies y se conectaron en ambos extremos con un conector Leviton Extreme 6+. Se realizó una prueba de diagnóstico de línea base (control) en cada cable. Una vez finalizada la prueba, se retiró un conector para poder tirar de los cables en el ducto.

Los cuatro cables se agruparon y se introdujeron en el ducto. En el caso de los lubricantes Polywater® J y Yellow 77®, se revistieron los cables en forma uniforme con un cuarto de galón de lubricante a medida que se tiraban. En el caso del lubricante Polywater® FTTx, los cuatro cables se limpiaron uniformemente con cuatro toallitas presaturadas. Para la prueba con agua, se añadió un cuarto de galón de agua al ducto y se dispersó bien después de haber introducido los cuatro cables en el ducto. De acuerdo con los procedimientos típicos de campo, estas son cantidades excesivas de lubricante/agua que proporcionan el peor escenario posible. El ducto se mantuvo recto durante la instalación y se tuvo mucho cuidado en limitar la tensión de tracción de los cables. Un tensiómetro en el extremo de tracción registró tensiones de tracción inferiores a 15 libras de fuerza.

Una vez instalados los cables en el ducto, se taparon los extremos del ducto con masilla para ductos a fin de bloquearlos completamente. Se volvieron a colocar los conectores y se realizó de inmediato una prueba de diagnóstico. Luego, los ductos fueron enrollados y almacenados para su envejecimiento a largo plazo. Las pruebas de diagnóstico se realizaron con intervalos de siete días.

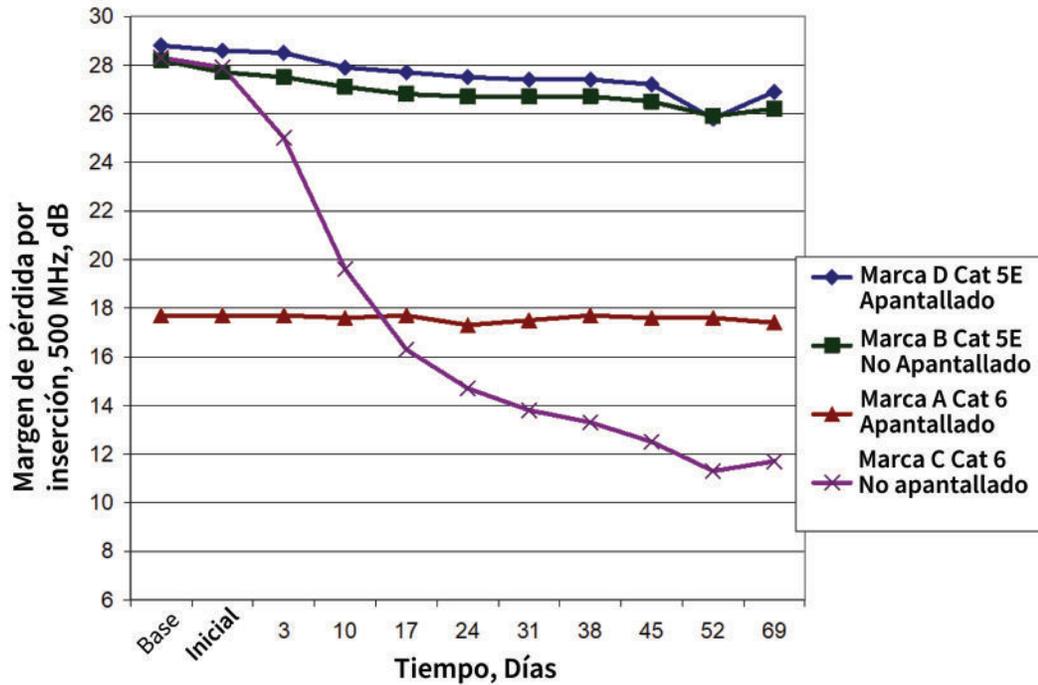


Gráfico 6 Secciones de cable de 100 pies en ducto cerrado lleno de agua, varios tipos y marcas de cables

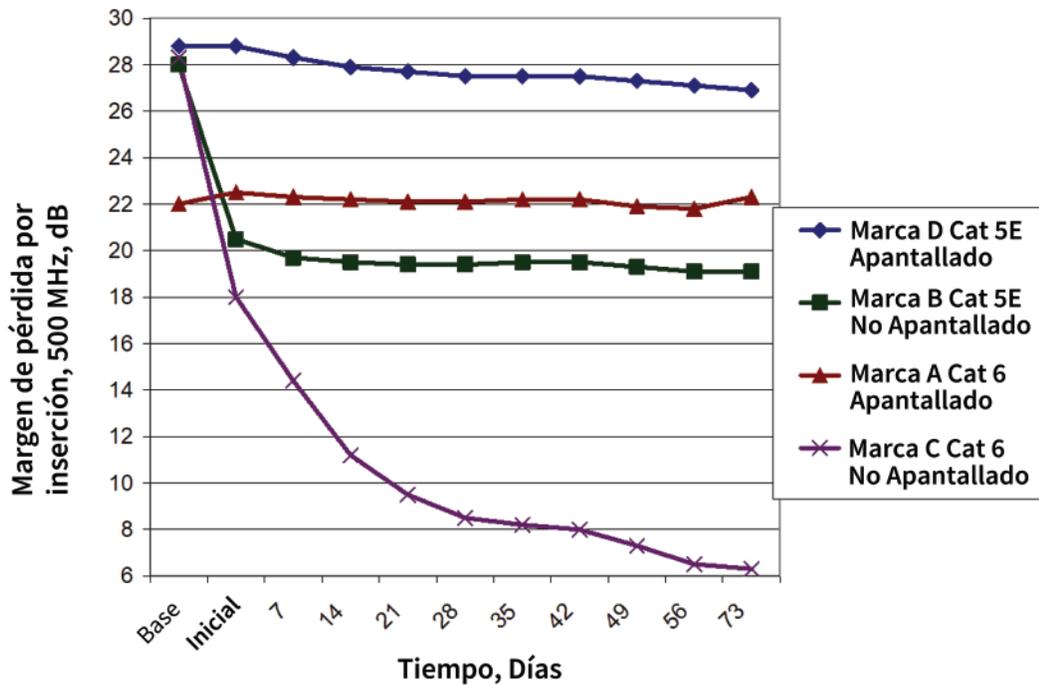


Gráfico 7 Secciones de cable de 100 pies, recubiertos con lubricante Polywater® J, en ducto cerrado, varios tipos y marcas de cables

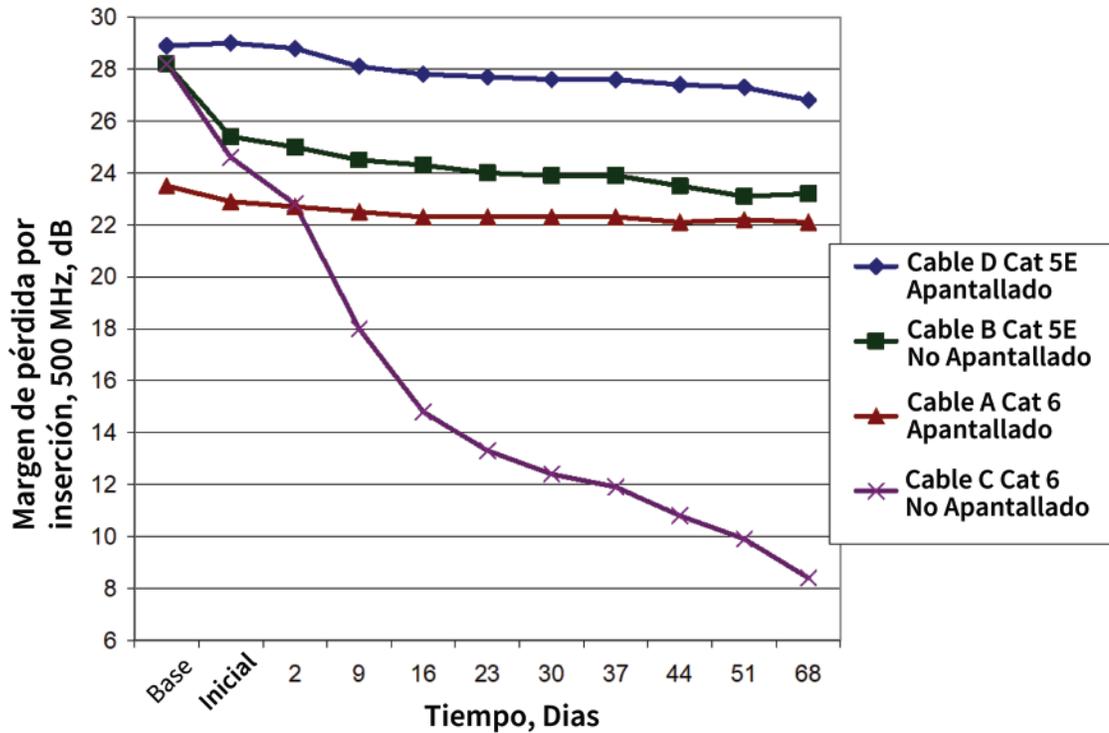


Gráfico 8 Secciones de cable de 100 pies, recubiertos con lubricante Ideal Yellow 77®, en ducto cerrado, varios tipos y marcas de cables

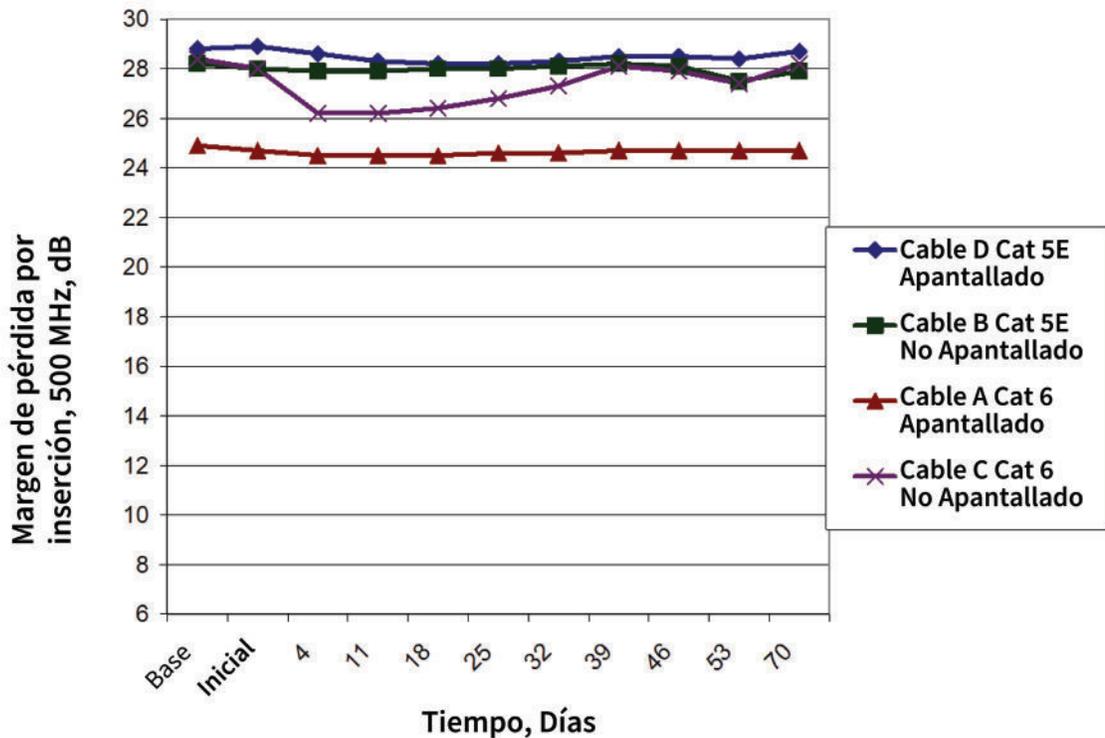


Gráfico 9 Secciones de cable de 100 pies, limpiados con lubricante Polywater® FTTx, en ducto cerrado, varios tipos y marcas de cables

Con cada lubricante, así como con el agua, el cable de datos apantallado, Categoría 6, de la Marca A muestra pocos cambios en la pérdida de inserción. Sí muestra un margen de pérdida de inserción ligeramente inferior como línea base. Este valor muestra variabilidad de una sección de cable a otra (gráficos 5 - 8). Estas variaciones podrían estar relacionadas con la calidad de la conexión o el diseño del cable. Los múltiples intentos de cambiar y mejorar la calidad de la conexión no tuvieron ningún impacto en estas variaciones.

Al igual que el cable apantallado de Categoría 6, el cable de datos apantallado, Categoría 5E, de la Marca D muestra un cambio de atenuación mínimo bajo la exposición a los distintos lubricantes y al agua.

En los gráficos 5, 6 y 7, la Marca C, un cable de Categoría 6 no apantallado, muestra una pérdida de inserción creciente con el tiempo. Los dos lubricantes comerciales para cables, Yellow 77[®] y Polywater[®] J, muestran una pérdida de inserción similar a la del control de exposición al agua.

En los mismos gráficos, el cable de Categoría 5E no apantallado de la Marca B muestra un aumento inicial de la pérdida de inserción cuando se expone al Yellow 77[®] y al Polywater[®] J, pero no se produce ningún aumento con el agua corriente. El cable muestra una pérdida mínima de inserción durante la prueba.

El Gráfico 8 muestra una variación mínima de la pérdida de inserción con respecto a la pérdida de inserción de línea base para todos los cables expuestos a la capa fina de Polywater[®] FTTx Lubricant Wipe. *Esta prueba confirma la hipótesis de que una capa fina de lubricante adecuadamente compuesta tiene un impacto mínimo en las propiedades de la señal del cable de datos de alta frecuencia.*

Estos datos indican que los cables apantallados se ven menos afectados por los lubricantes y el agua. Sorprendentemente, parece que la pérdida de inserción es mayor en la Categoría 6 que en la Categoría 5E. Sin embargo, estas diferencias también pueden atribuirse a las diferencias entre marcas, como se ha visto en las pruebas realizadas en II.B.

Parte B: Polywater[®] FTTx y control del agua en ductos separados y cerrados, seis marcas de cables

En la siguiente parte de la prueba, se agruparon seis cables, se recubrieron con lubricante y se introdujeron en el ducto. Cuatro de ellos eran cables de Categoría 6 no apantallados de cuatro fabricantes diferentes. Los otros dos cables eran de Categoría 5E y Categoría 6A reforzada. Al igual que antes, el ducto se tapó para evitar que el lubricante se secase. Los cables (en el ducto) se envejecieron durante un largo período de tiempo y se realizaron pruebas de diagnóstico con intervalos de una semana.

Los procedimientos de preparación y prueba fueron idénticos a los de la parte A anterior. Los cables se limpiaron uniformemente con cuatro toallitas presaturadas Polywater[®] FTTx Lubricant Wipes. Para el control del agua, se añadió un cuarto de galón de agua al ducto y se dispersó bien después de insertar los cables en el ducto.

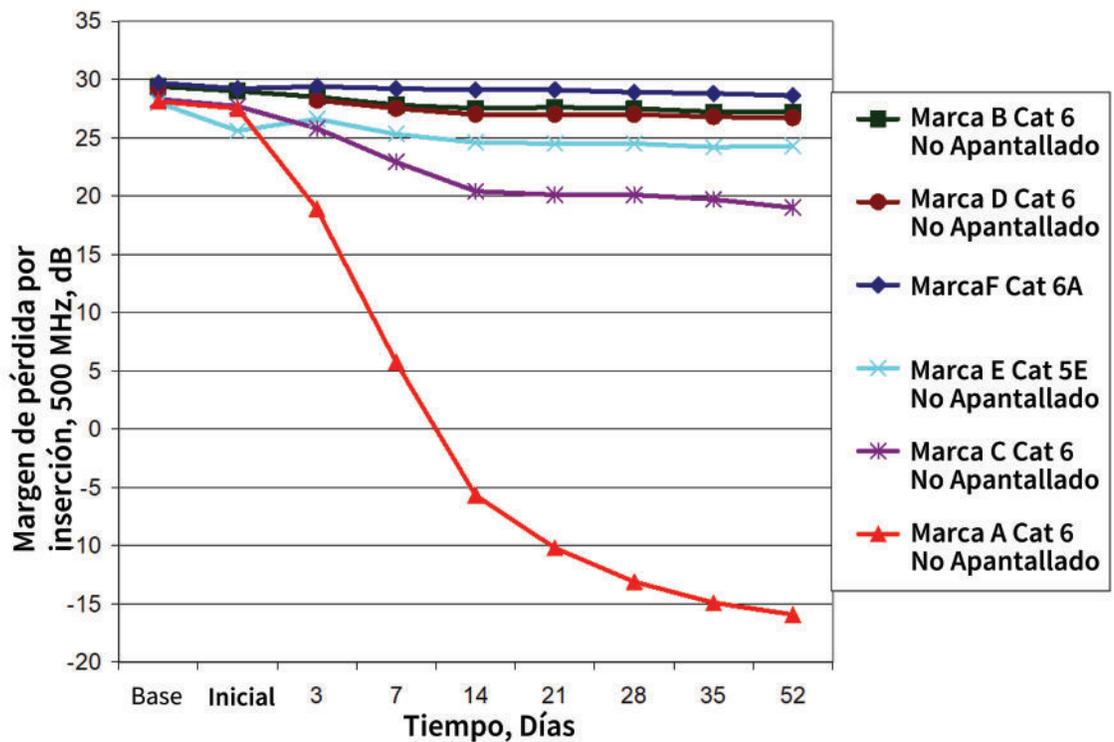


Gráfico 10 Secciones de cable de 100 pies en ducto cerrado lleno de agua, varias marcas de cables

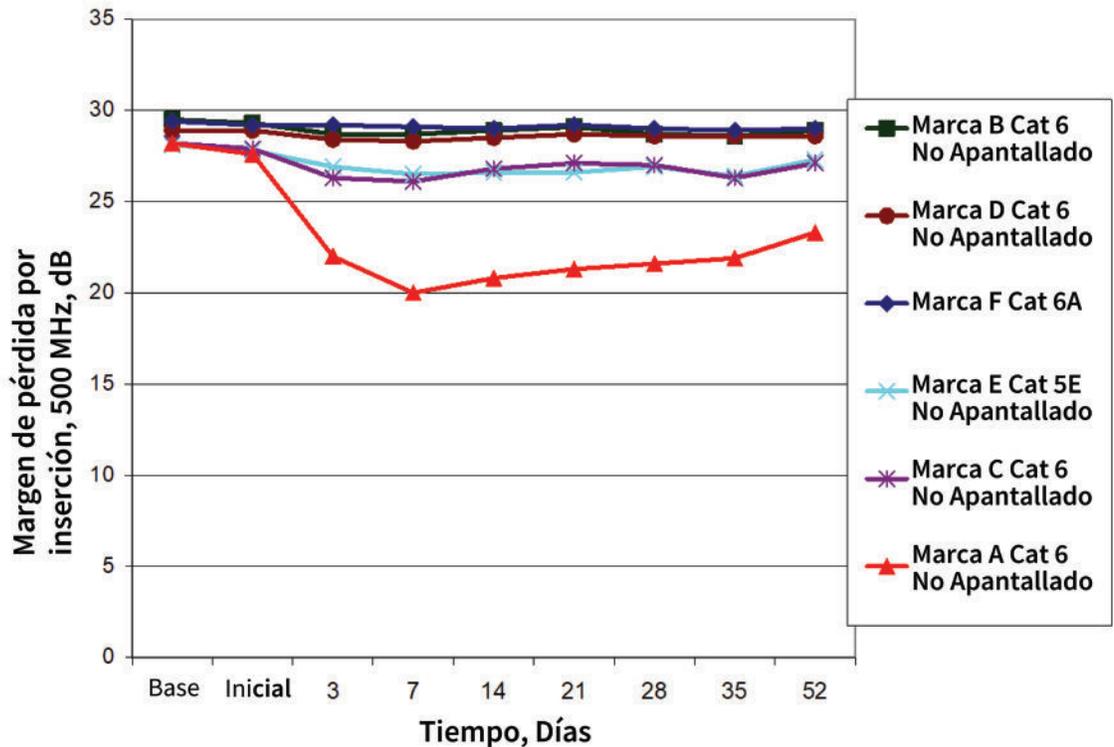


Gráfico 11 Secciones de cable de 100 pies, limpiados con Polywater® FTTx Lubricant, en ducto cerrado, varias marcas de cable

El efecto del agua sobre la pérdida de inserción en esta prueba varía según la marca de cable. La Marca A muestra un elevado aumento de la pérdida de inserción. La

Marca C muestra un aumento de la atenuación ligeramente inferior al de la prueba de la Parte A, aunque el cambio de escala del gráfico exagera la diferencia. Las Marcas E, B, D y F muestran el menor efecto del agua.

La fina capa de Polywater® FTTx Lubricant minimiza el efecto de los materiales con base de agua en la atenuación. Mientras que la pérdida de inserción con la exposición al FTTx Lubricant parece alcanzar su punto máximo después de una semana aproximadamente (Gráfico 11), los cables expuestos al agua siguen mostrando un aumento de la atenuación (Gráfico 10) durante el tiempo de la prueba.

III. Pruebas de materiales

En esta parte de la prueba, se obtuvieron placas del material de la chaqueta del fabricante del cable. También se quitó la chaqueta del cable apantallado de mayor diámetro. Las muestras de la prueba se cortaron en forma de "hueso de perro" utilizando la norma ASTM Die C para el material de la chaqueta y Die D para las placas. Se probaron las propiedades de tracción y alargamiento utilizando un dispositivo de prueba Instron Tensile, tal como se describe en la norma ASTM D412. Las muestras se sumergieron y envejecieron en los lubricantes indicados durante siete días a 50° C. Las muestras se sacaron del lubricante, se enjuagaron y se secaron con material absorbente. Las muestras se dejaron reposar durante veinticuatro horas antes de la prueba. No se observó ningún cambio de peso significativo en ninguna de las muestras.

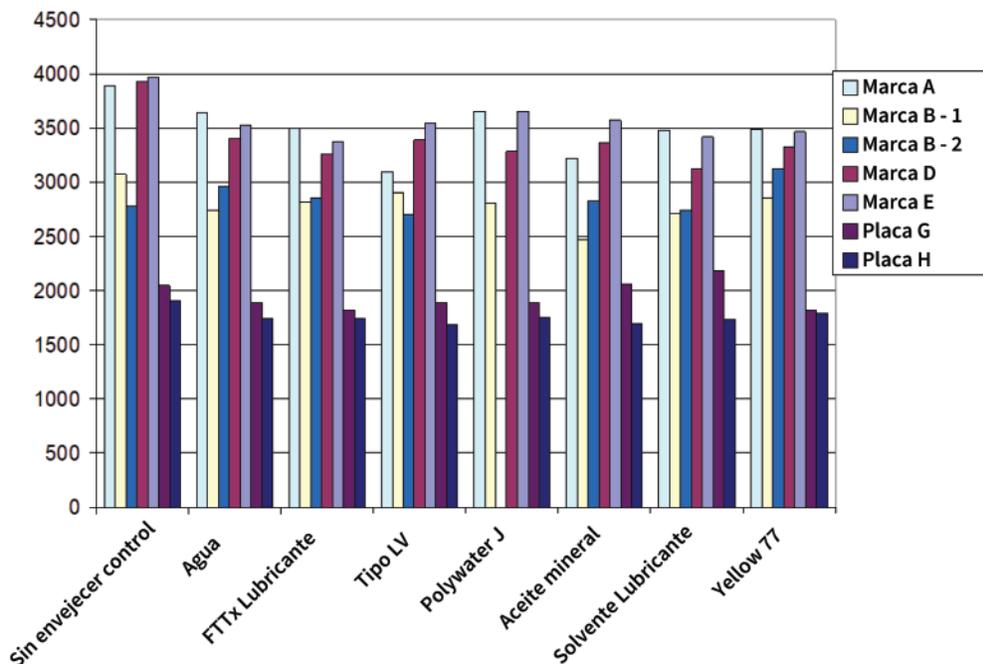


Gráfico 12 Pruebas de tracción, varios materiales de chaqueta y lubricantes

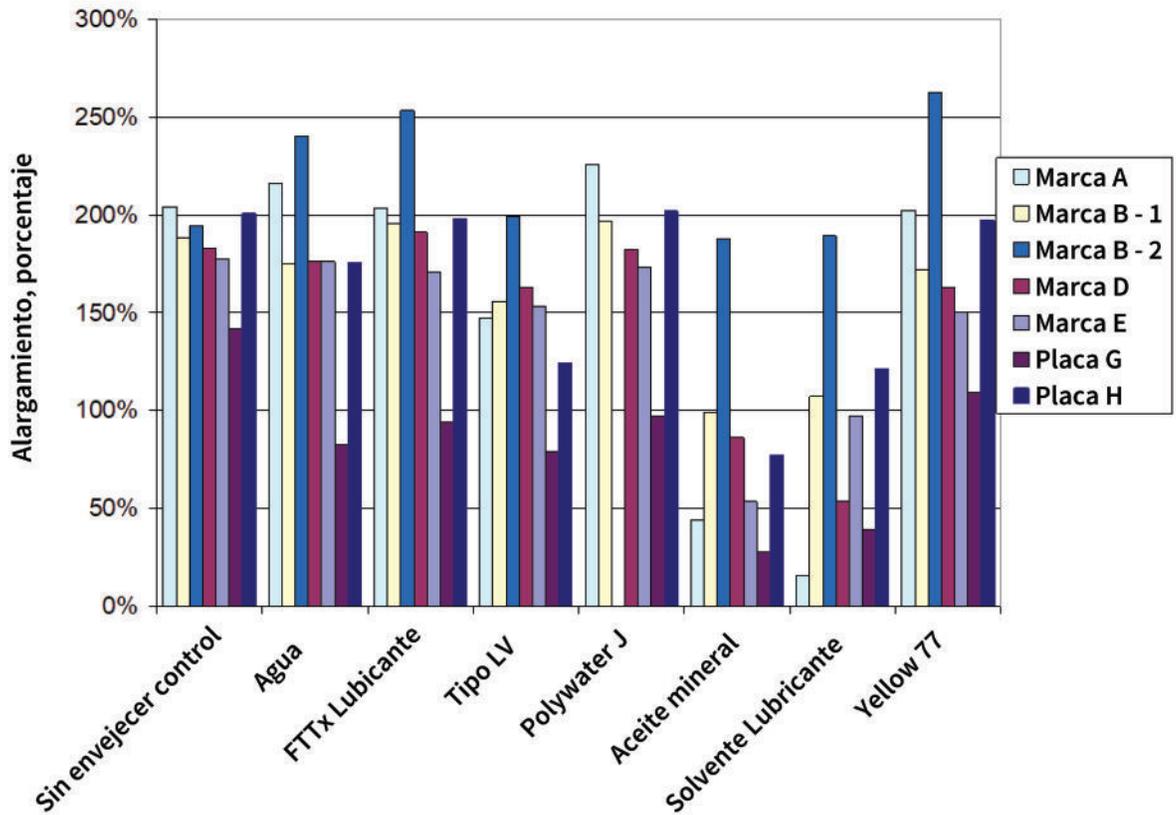


Gráfico 13 Pruebas de alargamiento, varios materiales de chaqueta y lubricantes

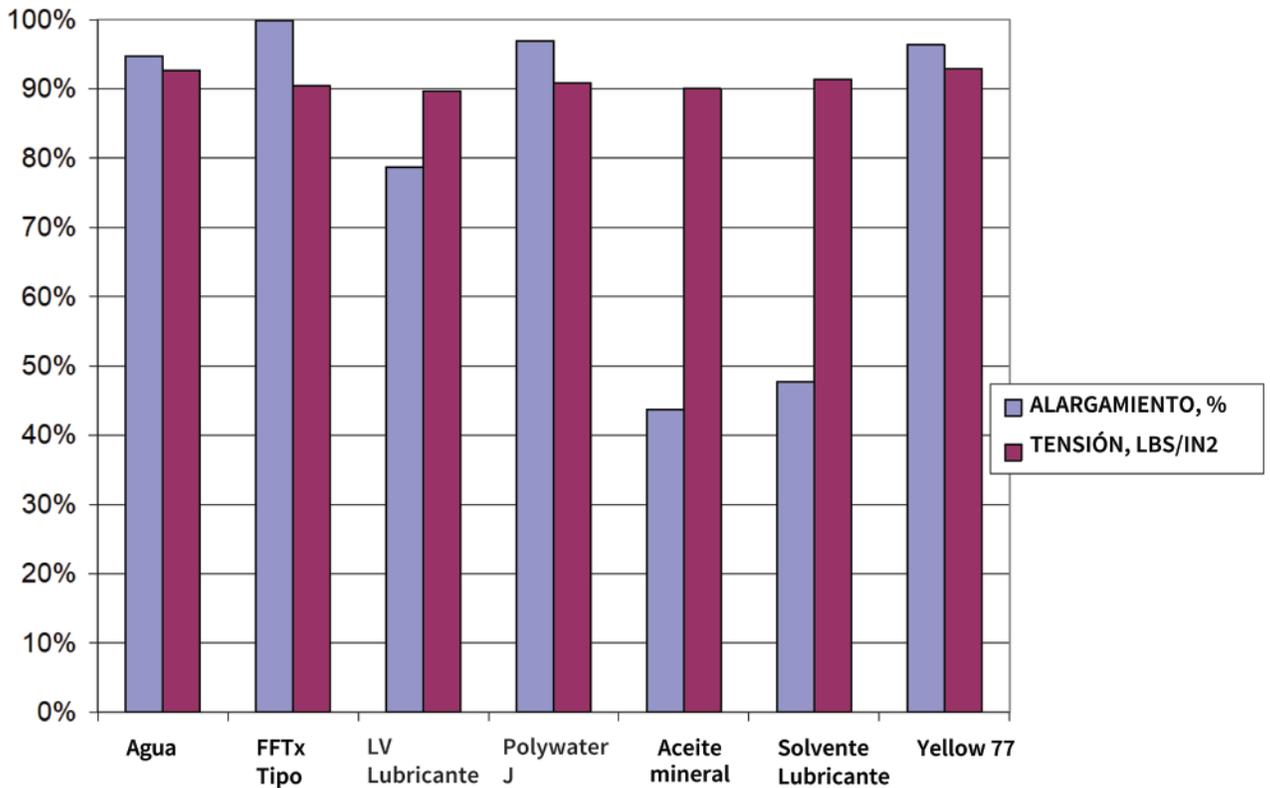


Gráfico 14 Valores medios de tracción y alargamiento comparados con el control no tratado

Mientras que los lubricantes de tracción convencionales muestran un efecto mínimo sobre las propiedades físicas de las chaquetas, la reducción de las propiedades de alargamiento es sorprendente para las muestras envejecidas en aceite mineral y en un lubricante con base de disolvente. Esto es fácil de ver en las comparaciones porcentuales del Gráfico 13. Las muestras de bajo alargamiento eran muy frágiles y se rompían con bastante facilidad.

IV. Pruebas de fricción

Se probó la "fricción" de la chaqueta de cada cable sin lubricante y recubierta con tres lubricantes diferentes. Se utilizó una variación de una de las técnicas habituales de American Polywater. El cable se introdujo en un ducto EMT de $\frac{3}{4}$ de pulgada con dos codos de 90° . Se colocó un contrapeso en el extremo del cable, y el otro extremo se sujetó a un malacate con la fuerza medida por una celda de carga en línea. Se tiró del cable a un ritmo constante y las mediciones de la fuerza de tracción se realizaron con intervalos de 0,5 segundos. El coeficiente de fricción puede determinarse a partir de la fuerza de tracción y la tensión trasera. Se calculó con el software de cálculo de tensión de cables Pull-Planner™ 2000.

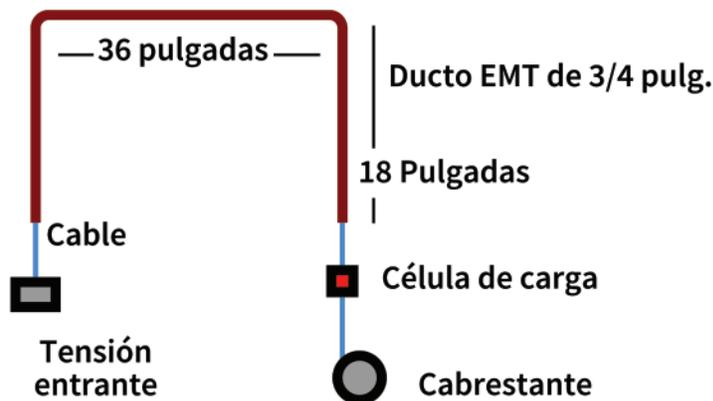


Diagrama 2 Dispositivo de prueba de fricción

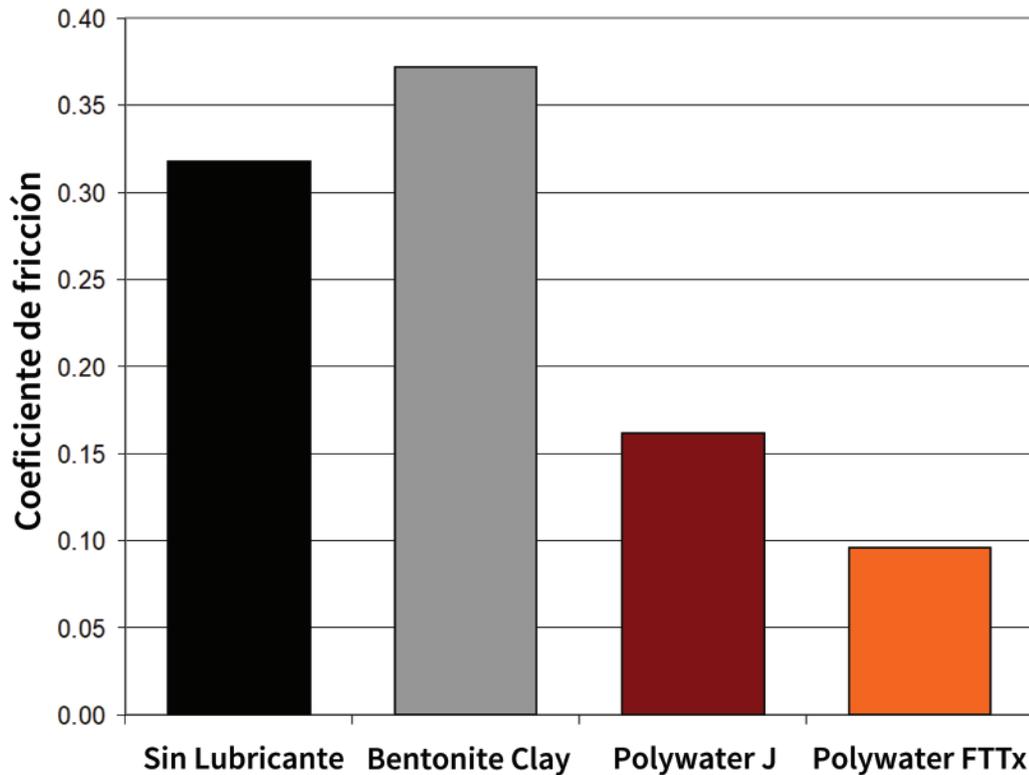


Gráfico 15 Coeficiente de fricción medio, seis cables de datos de alto rendimiento, diferentes lubricantes

Los lubricantes secos no actúan como lubricantes para la tracción de cables. Tanto Polywater® J Lubricant como FTTx Lubricant han sido formulados para una óptima reducción de la fricción. Esta prueba confirma las propiedades de reducción de la fricción de FTTx Lubricant. Incluso con una capa muy fina, este lubricante reduce radicalmente la tensión.

El significado de los números del coeficiente de fricción no es intuitivo. Para proporcionar una perspectiva de campo, la siguiente tabla muestra las tensiones proyectadas en una tracción de 300 pies con las fricciones medidas anteriormente. Se presentan dos escenarios. El primero es el máximo de la TIA de dos codos de 90 grados (igualmente colocados) en el recorrido. El segundo es el máximo del NEC de cuatro codos de 90 grados (igualmente colocados) en el recorrido.

Lubricante	Tensión (TIA)	Tensión (NEC)
	300 pies - 2 curvas de 90° c/u	300 pies- 4 curvas de 90° c/u
Sin lubricante	27 lbf	76 lbf
Arcilla seca	32 lbf	102 lbf
Polywater® J	17 lbf	28 lbf
Polywater® FTTx	14 lbf	18 lbf

Resumen

Se ha demostrado que los lubricantes comerciales comunes para tracción de cables afectan a la atenuación de los cables de datos a altas frecuencias. La magnitud del efecto varía en forma significativa según la marca del cable. También se observa un aumento de la atenuación con agua corriente y otros líquidos y aceites polares.

Los lubricantes de tracción disponibles en el mercado están hechos para pasar por el ducto del cable y suelen ser geles o pastas. Cubren el cable con una capa gruesa. Estas pesadas capas de lubricante parecen aumentar la pérdida de inserción. Los lubricantes especialmente formulados para ser eficaces en capas ultrafinas muestran muy pocos cambios en la pérdida.

Se ha demostrado que el uso de aceites o grasas no polares, como el aceite mineral o Vaseline®, afecta las propiedades físicas de la chaqueta, especialmente el alargamiento. Estos aceites no son adecuados como lubricantes de tracción para estos cables.

Los lubricantes "secos" que se evaluaron no redujeron la fricción en comparación con una chaqueta no lubricada en las pruebas de tracción de cables. Dado que la función principal de un lubricante es reducir la fricción, el uso de un lubricante "seco" es inaceptable. Para secciones de ductos largos o con múltiples codos, los lubricantes de alto rendimiento que reducen significativamente la fricción parecen una necesidad absoluta.

Los lubricantes de "película fina», especialmente formulados, funcionan bien en los cables de datos de alta frecuencia, reduciendo la fricción con solo pequeñas cantidades de lubricante. Este tipo de lubricante ha demostrado tener un impacto mínimo en la capacidad de transporte de datos de los cables de alto rendimiento, y no afecta a las propiedades físicas del material de la chaqueta del cable. La viabilidad de esta solución debe confirmarse con una evaluación adicional en instalaciones reales en el campo.

Nota: DTX Series CableAnalyzer™ es una marca comercial de Fluke Networks
Yellow 77® es una marca comercial registrada de Ideal Industries, Inc.
Vaseline® es una marca comercial registrada de Unilever

Apéndice A - Página de rendimiento del comprobador Fluke DXT-1800



ID de cable: Secado al aire línea base J

Fecha / Hora: 09/21/2006
 04:14:38pm Espacio libre: 4.9 dB
 (NEXT 45-78) Limite de prueba: TIA AugCat 6 PL dr 3.0
 Tipo de cable: Cable A Cat 6

Operador: American Polywater
 Versión del software: 1,3100
 Versión con límites: 1,0200 NVP:
 70,0%

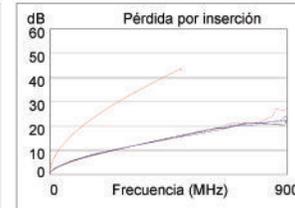
Resumen de la prueba: PASA

Modelo: DTX-1800
 Principal S/N: 9041009
 Remoto S/N: 9041010
 Adaptador principal: DTX-PLA001
 Adaptador remoto DTX-PLA001: DTX-LA001

Mapa de cableado (T568B) PASA

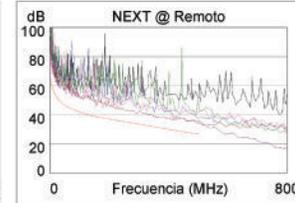
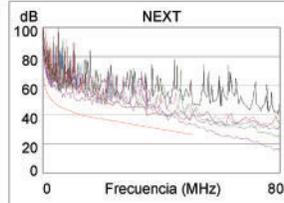


Longitud (ft), Limite 295	[Par 78]	100
Prop. Retardo (ns), Limite 498	[Par 45]	152
Diferencia de retardo (ns), Limite 44	[Par 45]	7
Resistencia (ohms)	[Par 12]	4.9
Margen de pérdida por inserción (dB)		
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	27.7
Limite (dB)	[Par 45]	500.0
	[Par 45]	43.8

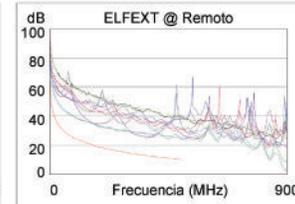
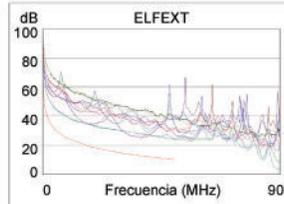


Margen de peor caso Valor de peor caso

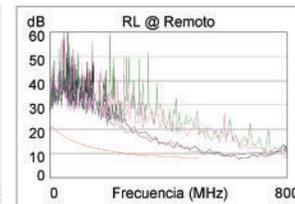
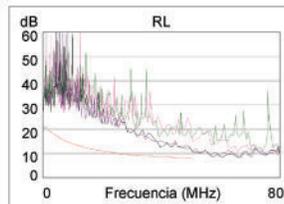
PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor para	36-45	45-78	36-45	36-45
NEXT (dB)	6.1	4.9	6.1	5.4
Frec. (MHz)	486.0	351.0	487.0	490.0
Limite (dB)	27.1	31.7	27.0	26.9
Peor para	36	45	45	45
PSNEXT (dB)	6.8	6.0	7.0	6.0
Frec. (MHz)	480.0	490.0	498.0	490.0
Limite (dB)	24.4	24.1	23.8	24.1



PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor para	45-12	12-45	36-45	45-36
ELFEXT (dB)	12.0	12.1	13.7	13.8
Frec. (MHz)	358.0	356.0	500.0	500.0
Limite (dB)	13.1	13.2	10.2	10.2
Peor para	45	45	45	45
PSELFEXT (dB)	12.6	12.8	12.6	12.8
Frec. (MHz)	386.0	377.0	389.0	378.0
Limite (dB)	9.5	9.7	9.4	9.6



PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor para	36	45	36	45
RL (dB)	3.7	2.3	3.7	2.3
Frec. (MHz)	474.0	488.0	474.0	488.0
Limite (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



Proyecto: DEFECTO
 Sitio: seco al aire

Cat 6 test DTX-1800.flw

