



Tolerancia a la Humedad y Extensión de la Vida Útil del Equipo

Octubre 2025 Página 1 de 2

Tolerancia a la Humedad

IsoTec NE 350 presenta una tolerancia a la humedad excepcionalmente alta, lo que le permite absorber significativamente más agua que el aceite mineral o el fluido de silicona sin afectar su rendimiento dieléctrico. Además, puede retener el agua, lo que puede ayudar a ralentizar el envejecimiento del aislamiento de celulosa. En contraste, el aceite mineral conlleva el riesgo de liberar el agua absorbida en forma de condensación.

Por qué la Tolerancia a la Humedad es Importante en los Transformadores:

- ☐ La resistencia dieléctrica disminuye a medida que aumenta el contenido de humedad
- ☐ La velocidad de envejecimiento del papel se acelera con un mayor contenido de humedad
- ☐ Condensación durante el enfriamiento: riesgo de liberación de agua libre del aceite mineral

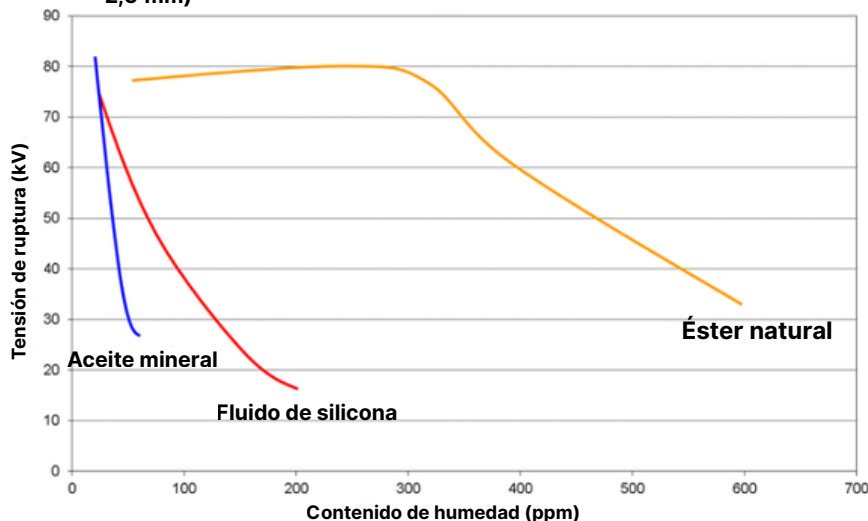
Resistencia Dieléctrica

La Figura 1 muestra la tensión de ruptura a temperatura ambiente para IsoTec NE 350, aceite mineral y fluido de silicona a medida que aumentan los niveles de humedad. Los datos muestran claramente que incluso pequeñas cantidades de agua en aceite mineral o fluido de silicona provocan una rápida disminución de la tensión de ruptura. En contraste, IsoTec NE 350 mantiene una alta tensión de ruptura de más de 75 kV, incluso cuando los niveles de humedad superan los 300 ppm.

Rate of Paper Ageing

La velocidad de envejecimiento del aislamiento de papel está estrechamente relacionada con su contenido de agua. Los estudios han demostrado que por cada 1 % adicional de agua en la celulosa, su vida útil puede disminuir hasta diez veces. A medida que la celulosa se deteriora, libera más agua, acelerando aún más el proceso de envejecimiento. Por lo tanto, es esencial mantener la celulosa lo más seca posible.

Figura 1 Tensión de ruptura frente al contenido de humedad a 20 °C (IEC 60156 2,5 mm)



Un estudio realizado por el reconocido fabricante de papel Weidmann Electrical Technology demostró que, en sistemas sellados, IsoTec NE 350 puede mantener la celulosa con un contenido de humedad mucho más bajo que el aceite mineral, ralentizando significativamente su envejecimiento. Por ejemplo, a 150 °C, la placa prensada sumergida en aceite mineral perdió más del 65 % de su resistencia a la tracción original después de cuatro meses, alcanzando prácticamente el final de su vida útil. En las mismas condiciones, la placa prensada en IsoTec NE 350 conservó el 57 % de su resistencia original y permaneció adecuada para su uso continuo.

Condensation During Cool Down

En el aceite mineral, el agua puede liberarse a medida que un transformador se enfría desde la temperatura de operación hasta la ambiental, porque su bajo límite de saturación de humedad disminuye aún más con la caída de la temperatura. Sin embargo, IsoTec NE 350 tiene un límite de saturación mucho más alto, lo que hace que sea mucho menos probable que alcance la saturación y libere agua.

Por ejemplo, en un transformador lleno de aceite mineral con aislamiento de papel que contiene un 1,5 % de agua, operando a 90 °C, el contenido de agua del aceite mineral sería de aproximadamente 65 ppm. Al apagar el transformador, gran parte de esta agua permanece en el aceite. Sin embargo, a 20 °C, el límite de saturación del aceite mineral disminuye a 55 ppm, lo que significa que el aceite está saturado al 118 % y se liberará agua libre en el transformador. Esto también reduce significativamente la tensión de ruptura del aceite mineral, aumentando el riesgo de fallo al reiniciar.

Usando el mismo escenario para IsoTec NE 350, a 90 °C el contenido de agua sería aproximadamente de 300 ppm. A 20 °C, IsoTec NE 350 tiene un límite de saturación de 1100 ppm, por lo que incluso si toda el agua permanece en el fluido, sólo estaría saturado al 27 %. Esto asegura que no haya agua libre presente y que el fluido mantenga una excelente tensión de ruptura.

Tolerancia a la Humedad y Extensión de la Vida Útil del Equipo

Octubre 2025 Página 2 de 2

Pruebas de Contenido de Humedad

Los estándares para el contenido de humedad en fluidos nuevos se resumen en la Tabla 1. El nuevo IsoTec NE 350 se produce con estándares de muy alta calidad, con un contenido de humedad típico de alrededor de 50 ppm, lo que resalta la superior tolerancia a la humedad de IsoTec NE 350.

Esto tiene implicaciones prácticas al interpretar las mediciones de nivel de humedad para IsoTec NE 350 en comparación con el aceite mineral. Además, si un transformador está equipado con dispositivos de monitoreo de humedad, sus ajustes de tolerancia deben adaptarse para tener en cuenta la mayor capacidad de retención de humedad de IsoTec NE 350.

Eliminación de Humedad

Si el contenido de humedad supera el límite recomendado en servicio, las mismas técnicas y equipos utilizados para eliminar el agua del aceite mineral —como tamices moleculares y unidades de filtración al vacío— también se pueden aplicar a IsoTec NE 350.

Para obtener más asesoramiento, póngase en contacto con el equipo técnico de IsoTec: info@isotec.bio

Tabla 1 -Estándares para el Contenido de Humedad

Estándar	Contenido de Humedad
IEEE C57.147 - Nuevo Éster Natural	max. 200ppm*
IEC 60296 - Nuevo Aceite Mineral	max. 30ppm

*ejemplo de tanque a granel