

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
1279:1998**

**COMBUSTIBLES DESTILADOS
Y DE AVIACIÓN. DETERMINACIÓN
DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

(1^{ra} Revisión)



PRÓLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 1279-86 fue elaborada de acuerdo a los lineamientos del Comité Técnico de Normalización **CT4 Petróleo, gas y sus derivados** por el Subcomité Técnico **SC5 Métodos de ensayo**, y aprobada por FONDONORMA en la reunión del Consejo Superior No. 98-10 de fecha 11/11/98.

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes entidades: PDVSA-MANUFACTURA Y MERCADEO, PDVSA-GAS, PDVSA-INTEVEP, DELTAVEN, MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (MEM).

Esta Norma es equivalente a la Norma ASTM D 2624-95

**NORMA VENEZOLANA
COMBUSTIBLES DESTILADOS
Y DE AVIACIÓN. DETERMINACIÓN
DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

**COVENIN
1279:1998
(1^{ra} Revisión)**

1 OBJETO

1.1 Esta Norma Venezolana especifica dos métodos de ensayo para la determinación de la conductividad eléctrica de combustibles destilados y de aviación que contengan un aditivo disipador de electricidad estática. Los métodos dan normalmente una medida de la conductividad cuando el combustible no está cargado, es decir, cuando está eléctricamente en reposo (conocido como conductividad en reposo).

1.2 Existen dos métodos para pruebas de campo de la conductividad de combustibles. Estos son: a) con medidores portátiles para la medición directa en tanques, o la medición en campo o laboratorio, y b) con medidores en línea para la medición continua en sistemas de distribución de combustible. Al utilizar cualquiera de los instrumentos, es importante asegurarse de que se produzca la eliminación de las cargas eléctricas residuales antes de la medición, y también es importante prevenir la contaminación del combustible en el muestreo. Para fines de especificación, las mediciones de conductividad se deben hacer con medidores portátiles.

1.3 La capacidad del combustible para disipar la carga eléctrica que se ha generado durante las operaciones de bombeo, está controlada por su conductividad eléctrica, la cual depende de su contenido de especies iónicas. Si la conductividad es suficientemente alta, las cargas se disipan con rapidez para prevenir su acumulación y evitar los potenciales peligrosamente altos en un tanque receptor.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Esta norma es completa.

3 DEFINICIONES

Para la presente Norma Venezolana COVENIN se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Picosiemen por metro (pS/m)

Submúltiplo de la conductividad eléctrica, es también llamada unidad de conductividad (CU). Un siemen en el sistema internacional de unidades SI es el recíproco del ohmio, algunas veces llamado mho.

$$1 \text{ pS/m} = 1 \times 10^{-12} \Omega^{-1} \text{ m}^{-1} = 1 \text{ CU} = 1 \text{ picomho/m}$$

3.2 Conductividad en reposo

Es el recíproco de la resistividad de un combustible sin carga en la ausencia de disipadores iónicos o polarizables.

NOTA 1: Es la conductividad eléctrica medida en el instante inicial después de aplicar un voltaje d.c entre los electrodos.

4 RESUMEN

Se aplica un voltaje a través de dos electrodos sumergidos en el combustible y la corriente resultante se expresa como valor de conductividad. Con los medidores portátiles, la medición se hace casi instantáneamente a la aplicación del voltaje, con el fin de evitar errores debidos a la disminución de iones. Esta disminución o la polarización en los sistemas dinámicos de control, se elimina con el reemplazo continuo de la muestra en la celda de medición. El procedimiento, con la selección correcta del tamaño del electrodo y el aparato de medición de corriente, se puede utilizar para medir conductividades de 1 pS/m o mayores. El equipo que se puede obtener comercialmente y al cual se hace referencia en este método, cubre un intervalo de conductividad de hasta 2.000 pS/m con buena precisión (véase 5.4.2), aunque algunos equipos pueden sólo medir hasta 500 pS/m o 1.000 pS/m.

5 MÉTODO A - MEDIDOR PORTÁTIL

5.1 Reactivos

Solventes de limpieza. Se usa alcohol isopropílico (Advertencia. Inflamable) si se sospecha de la presencia de agua, y a continuación se usa tolueno (Advertencia. Inflamable, vapores nocivos) (véase la nota 2).

NOTA 2: Una mezcla de 50 % (v/v) de isopropanol y 50 % (v/v) de n-heptano (Advertencia. Inflamable, vapores nocivos) es satisfactoria para sustituir el tolueno.

5.2 Aparatos

5.2.1 Celda de conductividad y aparato de medición de corriente. Cualquier equipo que pueda dar una lectura de conductividad casi instantáneamente a la aplicación del voltaje.

5.2.2 Termómetro. Con intervalos adecuados para la medición de la temperatura del combustible en el campo. También es necesario un soporte de termómetro para poder determinar directamente la temperatura del combustible en tanques de almacenamiento y en cisternas.

5.2.3 Recipiente de medición. Cualquier recipiente cilíndrico que pueda contener suficiente combustible para cubrir los electrodos de la celda de conductividad. Para varios modelos de equipos se requiere un volumen mínimo de 1 litro.

5.3 Procedimiento

5.3.1 Calibración

El procedimiento de calibración dependerá del equipo que se utiliza. Los procedimientos para algunos equipos se describen en los anexos A y B.

5.3.2 Muestreo

Las mediciones de conductividad de los combustibles se deben hacer in situ, para evitar cambios durante los envíos de la muestra. Si es necesario, se deben tomar muestras para análisis subsiguientes con las precauciones siguientes:

- 1) Si la celda está en contacto con el agua y se enciende el instrumento, se obtendrá inmediatamente una lectura fuera de la escala. Si la celda ha estado en contacto con agua se debe enjuagar bien con solvente de limpieza, preferiblemente alcohol isopropílico, y se debe secar con aire. En condiciones de humedad y calor puede tener lugar una condensación en la celda que puede producir lecturas altas en el cero de calibración y en la muestra. Esto se puede evitar manteniendo la celda a una temperatura de 2 °C a 5 °C por encima de la temperatura ambiente máxima.
- 2) La cantidad de muestra debe ser la mayor posible, y nunca menor de 1 litro.
- 3) Todos los recipientes para la muestra se deben limpiar bien con el solvente de limpieza, y se deben secar con aire limpio. Antes de tomar las muestras, todos los recipientes, incluyendo tapas, se deben enjuagar por lo menos tres veces con el combustible que se desea analizar.
- 4) Las mediciones de conductividad se deben hacer lo antes posible después del muestreo, de ser posible en un lapso de 24 horas.

5.3.3 Técnica de ensayo

Los procedimientos específicos de calibración de instrumentos de los anexos A y B, son parte esencial de los siguientes procedimientos generalizados. Es necesario seguir los pasos apropiados para la calibración del instrumento antes de iniciar los procedimientos subsiguientes.

5.3.3.1 Medición de campo in situ de tanques y cisternas:

- a) El uso de los aparatos en lugares de riesgos pueden ser restringidos por organismos que ejercen acciones regulatorias en el lugar. Cada aparato posee un cable de extensión o puede ser equipado con uno que permita bajar la celda dentro del tanque. Medidores de mano de alta impedancia son susceptibles a originar señales eléctricas trascientes debido a la extensión del cable flexible durante la medida. Cualquier falla en mantener estable el aparato, puede conducir a una significativa pobre precisión como lo muestra la tabla 1.
- b) Se verifica la calibración del medidor como se detalla en los anexos A y B, dependiendo del medidor que se esté usando. Se coloca el medidor en el tanque y se introduce la celda de conductividad hasta el nivel deseado, teniendo

cuidado de evitar una inmersión parcial o contacto con el agua depositada posiblemente en el fondo del tanque. Se mueve la celda de conductividad hacia arriba y hacia abajo, para eliminar cualquier residuo de combustible.

NOTA 3: Precaución. Para impedir una descarga de electricidad estática entre un combustible cargado y una sonda conductora introducida en el tanque, es necesario observar las medidas de seguridad de conectar a tierra y de esperar la disipación de la carga. Se recomienda un intervalo de 30 minutos después de bombear al tanque de almacenamiento antes de que el operador suba al tanque para introducir el dispositivo de medición. Esto también contribuirá a asegurar que el combustible esté eléctricamente en reposo.

- c) Después de lavar la celda se sujeta fijamente. Se activa el instrumento y se registra la lectura más alta después de que la aguja se estabiliza. Esto puede ocurrir dentro de 30 segundos. En los instrumentos con más de un intervalo de escala, se selecciona aquella que da la mayor sensibilidad para el valor de conductividad que se está determinando. Es necesario asegurarse de que se utiliza el factor multiplicador de la escala apropiada. Se registra la temperatura del combustible.

5.3.4 Mediciones de laboratorio y campo

- a) **Preparación de recipientes (metal o vidrio).** Antes de tomar las muestras, es importante asegurarse de que todos los recipientes estén bien limpios. Es preferible que estos recipientes se limpien en el laboratorio antes de enviarlos al campo para el muestreo (véase 5.3.2).
- b) **Medición.** Se enjuaga bien la celda de conductividad con el combustible que se está sometiendo a prueba, para eliminar los residuos que puedan quedar en las celdas por pruebas anteriores. Se transfiere el combustible al recipiente de medición, y se registra la conductividad utilizando el procedimiento aplicable al aparato en particular. Para los medidores de conductividad como los indicados en los anexos A y B, se siguen las instrucciones siguientes: se enjuaga la celda al mismo tiempo que el recipiente de medición. Luego se transfiere la muestra al recipiente limpio. Se verifica la calibración del medidor como se indica en los anexos A y B, dependiendo del medidor que se utilice. Se sumerge totalmente la celda de conductividad en el combustible de prueba, y se mide la conductividad de acuerdo al procedimiento indicado en 5.3.3.1 c) y el anexo correspondiente. Se registra la temperatura del combustible.

NOTA 4: A fin de evitar lecturas erróneas, es importante asegurarse de que el fondo de la celda de conductividad no toque el recipiente de muestra. Esto es aplicable a todos los recipientes, cualquiera que sea el material de que están elaborados.

5.4 Expresión de los resultados

5.4.1 Se indica la conductividad eléctrica y la temperatura del combustible a la cual se hizo la medición. Si la conductividad eléctrica leída es cero, en el medidor se indica como menor a 1 pS/m.

NOTA 5: Se conoce que la conductividad eléctrica de un combustible varía significativamente de acuerdo a la temperatura, y que la relación difiere para los distintos tipos de combustible destilados de aviación. Si es necesario corregir las lecturas de conductividad para obtener una temperatura en particular, cada laboratorio tiene que establecer esta relación de acuerdo a los combustibles y el intervalo de temperatura que sea de su interés. En el anexo C se da información adicional del efecto de la temperatura sobre la conductividad eléctrica de los combustibles.

5.4.2 Precisión

La precisión de este método ha sido determinada por el análisis estadístico de resultados obtenidos por pares de instrumento-operador en un mismo lugar como se indica a continuación. Los datos de precisión presentados en la tabla 1 no incluyen cualquier gasolina o solvente.

1) Repetibilidad

La diferencia entre resultados sucesivos de conductividad obtenidos por el mismo operador, con el mismo aparato, bajo condiciones constantes de operación, sobre una misma muestra y a la misma temperatura, con la misma aplicación normal y correcta de este método, excede los valores de la tabla 1 sólo un caso en veinte.

2) Reproducibilidad

La diferencia entre dos medidas individuales e independientes de conductividad obtenidas por diferentes operadores trabajando en el mismo lugar, sobre una misma muestra a la misma temperatura del combustible, con la aplicación normal y correcta de este método, exceden los valores indicados en la tabla 1 sólo un caso en veinte.

NOTA 6: En el año 1987, se llevó a cabo un programa para investigar la reproducibilidad con muestras despachadas a distintos laboratorios (véase el anexo D). Mientras la repetibilidad fue similar a la indicada en la tabla 1, se concluyó que no fueron alcanzados valores adecuados de reproducibilidad debido a cambios de conductividad de la muestra durante el traslado y almacenamiento. En el caso de litigios o muestras a despachar, se recomienda que los operadores vayan al sitio de almacenamiento de combustible para medir la conductividad del tanque o tomar una muestra fresca de acuerdo al procedimiento indicado. Esto asegura que una muestra es idéntica al total, y al ser analizada por cualquiera o ambas partes, la precisión de la tabla 1 aplicaría.

6 MÉTODO B - MEDIDOR EN LÍNEA

6.1 Aparatos

Cualquier equipo que pueda dar una lectura equivalente a la conductividad en reposo.

NOTA 7: Se pueden realizar mediciones continuas cuando se han tomado las precauciones necesarias para eliminar las cargas estáticas antes de pasar un volumen representativo de combustible a través de una celda de medición en línea. Un flujo continuo y controlado a través de la celda impide el agotamiento iónico, proporcionando así un equivalente de conductividad en reposo como medición continua.

6.2 Procedimiento

6.2.1 Instalación

En general, el equipo está diseñado para estar permanentemente instalado en el sistema de distribución de combustible. Es necesario seguir las recomendaciones del fabricante en lo que respecta a instalación y control de flujo, particularmente en lo concerniente a dejar suficiente tiempo de descanso. Si no se utiliza un dispositivo que ha demostrado dar una mezcla adecuada del aditivo antes del muestreo, se instala el punto de suministro de la muestra por lo menos a 30 m aguas abajo de cualquier sistema de inyección de combustible. Aguas abajo de la celda de prueba se instala un termómetro con escala adecuada para medir la temperatura del combustible.

6.2.2 Acondicionamiento del equipo

Se lava bien la celda iniciando un flujo controlado del combustible a ser medido. La purga de aire de la celda y su lavado adecuado, se hace normalmente en unos minutos, pero se recomienda un lavado más prolongado cuando se está calibrando el instrumento. El flujo controlado debe coincidir con las recomendaciones del fabricante. Un flujo muy rápido o muy lento dará mediciones imprecisas de conductividad.

6.2.3 Calibración

El procedimiento específico de calibración detallado en el anexo E, es una parte esencial del procedimiento general, y se debe completar antes de iniciar el registro y control automático de corrientes continuas de combustible. Los circuitos de alarma alto y bajo nivel se deben calibrar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

6.2.4 Técnica de ensayo

Después de la calibración se selecciona la escala del instrumento en el intervalo aproximado para la corriente del combustible, y se inician mediciones de la celda de prueba. Se realiza la medida de la temperatura de la celda de prueba (indicada por el termómetro instalado), las cuales deben aproximarse a la temperatura del combustible en el sistema.

6.3 Expresión de los resultados

6.3.1 Se indica la conductividad eléctrica y la temperatura a la cual fue realizada la prueba (véase la nota 5).

6.3.2 Precisión

- 1) **Repetibilidad.** Del medidor continuo, se ha establecido dentro del intervalo dado para los instrumentos portátiles (véase 5.4.2)
- 2) **Reproducibilidad.** No se ha establecido.

7 INFORME

El informe deberá contener como mínimo La siguiente información:

- 1) Fecha de realización del ensayo
- 2) Identificación del analista
- 3) Realizado de acuerdo con la Norma Venezolana COVENIN 1279
- 4) Identificación de la muestra
- 5) Resultados parciales y/o finales

8 TIEMPO DE ANÁLISIS

- 1) El tiempo requerido para la realización de un ensayo es 10 minutos.
- 2) Las horas-hombre requeridas para la realización de un ensayo son 0,16.

BIBLIOGRAFIA

ASTM D 2624-95. *Standard test method for electrical conductivity of aviation and distillate fuels*; Annual Book of ASTM Standards, Vol. 05.02, 1998.

Participaron en la elaboración de esta Norma: Ceballo, Carmen de; Moreno, Teresita; Rodríguez, Guillermo; Rodríguez, Isidoro; Silva, Pedro Vicente; Vásquez, Yubirí.

Tabla 1 - Precisión ^A

Conductividad pS/m	Repetibilidad	Reproducibilidad
1	1	1
15	1	3
20	1	4
30	2	6
50	3	10
70	4	13
100	5	17
200	10	32
300	14	45
500	21	69
700	29	92
1000	39	125
1500	55	177

NOTA:

^A Los límites de precisión de la tabla 1, son aplicables a temperatura ambiente. Valores de precisión significativamente altos (véase el anexo C), pueden ser aplicables a temperaturas cercanas a -20 °C.

ANEXO A
(Normativo)

CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR MAIHAK

A.1 Antes de llevar a cabo el procedimiento de calibración, la celda de conductividad debe estar limpia y seca (véase la nota 3).

A.2 El medidor tipo Maihak se ha fabricado en cuatro modelos o series con características diferentes. Los números correspondientes de instrumentos son los siguientes:

Serie	Número de instrumento
1	64001 a 64068, 64070
2	64069, 64071 a 64171
3	Prefijo 2-
4	Prefijo 3-

Los instrumentos de las series 2 y 3 han sido modificados subsiguientemente con partes suministradas por el fabricante, en este caso los números de los instrumentos llevan el sufijo "M".

A.3 Verificación de la calibración

Para verificar la lectura de calibración, se oprime el botón verde que dice "READ" (Lectura), manteniendo la celda de conductividad en posición de reposo con el resistor de calibración en la carcaza. Se debe obtener una lectura de medición de $465 \text{ pS/m} \pm 10 \text{ pS/m}$. Para reconfirmar se oprime el botón rojo 2X, y nuevamente el botón verde READ (Lectura). El medidor debe dar una lectura de $232 \text{ pS/m} \pm 10 \text{ pS/m}$.

A.3.1 Para verificar el cero se levanta un poco la celda de conductividad de la carcaza para romper el contacto con el resistor de calibración. Se oprime el botón verde READ (Lectura). Se repite mientras se oprime el botón rojo 2X. Con los instrumentos de las series 3 y 4, se debe obtener una lectura de cero. Para los instrumentos de las series 1 y 2 se debe obtener una lectura positiva de aproximadamente 10 pS/m a 30 pS/m . Este valor se debe restar de todas las lecturas de medición de conductividad. Si no se obtienen lecturas dentro de estos límites, será necesario reparar el instrumento.

NOTA A.1 - Si la aguja del medidor oscila durante la medición, es probable que sea necesario un cambio de baterías.

A.4 Verificación del rendimiento del medidor

Se sumerge totalmente la celda de conductividad en el combustible de prueba, se sujeta firmemente y se oprime el botón verde READ (Lectura), y se registra la lectura más alta luego que la aguja se ha estabilizado, y después de la sobreondulación inicial causada por la inercia. La recuperación inicial no deberá exceder de 20 pS/m y se completará en menos de un segundo. Para conductividades en el intervalo de 500 pS/m a 100 pS/m se debe oprimir el botón rojo 2X mientras se oprime el botón verde READ (Lectura). Se multiplica la lectura resultante de escala por 2 para obtener la lectura correcta de conductividad. (Esta técnica es también aplicable a conductividades menores de 500 pS/m como una verificación de la lectura directa).

NOTA A.2 - Se ha encontrado que los instrumentos de las primeras series no funcionan adecuadamente a temperaturas ambiente muy bajas. Sin embargo, los instrumentos de las series 3 y 4 operan satisfactoriamente a temperaturas de hasta -29°C , siempre que el tiempo de exposición esté limitado a un máximo de 30 minutos.

ANEXO B
(Normativo)

CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD EMCEE
(Tipo digital)
Modelo 1152

- B.1** Conecte la sonda al conector en el medidor de conductividad digital Emcee y presione el interruptor MEASURE (medición) (M), manteniendo la sonda fuera de la muestra de combustible. La medida de cero deberá mostrar $0,000 \pm 0,001$ (en aproximadamente 3 segundos).
- B.2** Si el instrumento no cumple con la especificación, remueva la sonda y presione el interruptor MEASURE (M). Si el instrumento cumple con la especificación sin la sonda conectada, ésta deberá ser lavada minuciosamente con alcohol isopropílico y secada al aire antes de probar nuevamente el cero. Si el instrumento no cumple la especificación con la sonda desconectada, debe seguirse el procedimiento de ajuste de la sección B.4.
- B.3** Observe el número de calibración estampado en la sonda. Presione el interruptor CALIBRATION (calibración) (C) con la sonda fuera de la muestra de combustible; la lectura deberá ser diez veces el número estampado en la sonda $\pm 0,005$ (después de aproximadamente 3 segundos). Por ejemplo, si el número en la sonda es 40, la lectura del medidor deberá ser $400 \pm 0,005$ (395 a 405). Si el instrumento no cumple con la especificación proceda con B.5.
- B.4** El ajuste del cero se realiza con la sonda desconectada y el interruptor MEASURE (M) presionado. Introduzca un atornillador por el orificio señalado por "Zero" (cero) y ajuste el control hasta que la pantalla muestre $000 \pm 0,001$.
- B.5** La calibración se lleva a cabo con la sonda desconectada y el interruptor CALIBRATION (calibración). Introduzca un atornillador en el orificio señalado CALIBRE y ajuste hasta diez veces el número estampado en la sonda, con un intervalo de $\pm 0,002$.

ANEXO C (Informativo)

RELACIÓN TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD

C.1 Introducción

C.1.1 La conductividad de combustibles y solventes hidrocarburos, generalmente, cambia con la temperatura, principalmente debido a los cambios de movilidad de las sustancias conductoras relacionada con los efectos de su viscosidad. La posibilidad de cambios bruscos de temperatura durante la manipulación de hidrocarburos debe ser considerada, especialmente cuando éstos haya sido tratados con aditivos disipadores estáticos de calor (mejoradores de la conductividad). La relación conductividad/temperatura de los combustibles Jet y combustibles de calefacción y Diesel N° 2 ha sido estudiada exhaustivamente, pero no se encuentran muchos datos en la literatura de uso común. No existe mucha información acerca de otros hidrocarburos.

C.1.2 Este anexo suministra una guía para evaluar necesidades a bajas temperaturas y examinar el comportamiento de combustibles y solventes.

C.2 Relaciones fundamentales

C.2.1 La conductividad tiene una relación semilogarítmica con la temperatura, pero con algunas restricciones, como se muestra en la ecuación (1).

$$\text{Log}_{10} K_d = \eta (t_1 - t_2) + \text{log}_{10} K_{t_2} \quad (1)$$

donde K_{t_1} y K_{t_2} representan la conductividad a t_1 y t_2 y η representa la relación temperatura/conductividad, con unidades en °C o °F; es importante señalarlas para evitar confusiones. Esta ecuación puede ser despejada para mostrar lo siguiente:

$$\eta = (\text{Log}_{10} K_{t_1} - \text{log}_{10} K_{t_2}) / (t_1 - t_2) \quad (2)$$

Así, después de medir la conductividad de un combustible a dos temperaturas diferentes, se puede calcular el valor de η , y, entonces, usando la ecuación (1), se puede calcular la conductividad en otras temperaturas para ese combustible.

C.2.2 Sin embargo, existen algunas limitaciones para este acercamiento. Estudios con combustibles Jet han demostrado que el coeficiente de conductividad se hace mayor a temperaturas menores de -10°C; en otras palabras, la relación semilogarítmica no es siempre lineal para un amplio intervalo de temperaturas. Si interesa la conductividad a temperaturas muy bajas o muy altas, se deberá calcular un coeficiente específico con medidas reales hechas a la temperatura más baja que se espera tener.

C.3 Consideraciones prácticas

C.3.1 Desafortunadamente sólo combustibles muy limpios muestran relaciones reproducibles de conductividad/temperatura; la mayoría de los combustibles contienen trazos de contaminantes o de co-aditivos que afectan marcadamente el comportamiento de la conductividad al variar la temperatura. En circunstancias excepcionales, ha habido combustibles con conductividades mayores a -20 °C que a 25 °C. Las evaluaciones comparativas de aditivos disipadores estáticos en arcillas tratadas contra combustibles no tratados, han demostrado que trazas de impurezas juegan un papel importante.

C.3.2 O se toma un amplio intervalo de coeficiente de temperatura/conductividad o se evalúa una cantidad de combustibles de una fuente específica para ver si se puede utilizar un intervalo más estrecho.

C.3.3 Las temperaturas que podrían tenerse pueden ser determinadas con base en las temperaturas esperadas durante la vida del hidrocarburo, los niveles de temperatura durante el almacenamiento y el volumen y la temperatura en las tuberías.

C.4 Coeficientes típicos de temperatura/conductividad

Los coeficientes de temperatura/conductividad más comunes se citan en la siguiente tabla; estas cifras no representan, ni se espera que lo hagan, comportamientos extremos que pudieran encontrarse, se presentan sólo con la intención de servir como guía.

Tipo de combustible	η , típico, °C ⁻¹
Jet B (JP-4)	0,007 a 0,015
Jet A-1 (Jet A)	0,013 a 0,018
Nº 2, 2D	0,015 a 0,122

C.5 Determinación del coeficiente de temperatura/conductividad

C.5.1 Las mediciones para determinar coeficientes son fáciles de hacer y tan solo requieren unas pocas precauciones; en general, simplemente hay que asegurarse de controlar las otras variables para solo medir los efectos de la temperatura.

C.5.2 Los envases contenedores deberán cumplir con las especificaciones de la Práctica D 4306.

C.5.3 Antes de variar la temperatura, el combustible deberá almacenarse en el envase de prueba, a temperatura ambiente, el tiempo suficiente como para obtener una lectura de conductividad estable; pueden ser necesarias una o dos semanas.

C.5.4 La conductividad deberá ser medida a temperatura ambiente, y después del almacenaje por 24 horas a cada temperatura de prueba. Las temperaturas deberán incluir el intervalo completo de interés.

C.5.5 Luego, el envase deberá almacenarse por 24 horas a temperatura ambiente y hacerse de nuevo las mediciones; deberá obtenerse una medición similar a la que se obtuvo originalmente.

ANEXO D
(Informativo)
DISCUSIÓN SOBRE PRECISIÓN

DISCUSIÓN DE PROPUESTAS DE PRECISIÓN - PRUEBAS CONDUCTIDAS EN UN SITIO COMÚN CONTRA LAS REALIZADAS EN DIFERENTES LOCALIDADES (RR.D02-1235).

D.1 Propósito del programa de pruebas. Se llevó a cabo un programa de pruebas en cadena para determinar si la precisión de los métodos de prueba se veía afectada cuando las muestras eran enviadas a diferentes laboratorios para su análisis.

D.2 Antecedentes

D.2.1 Basado en programas de pruebas, tales como el mencionado en RR:D02-1013 (11/9/75) pudo determinarse que las muestras pueden cambiar en función del tiempo. Por consiguiente, las propuestas de precisión, presentadas en los Métodos de Prueba D 2624-89, fueron calculadas de acuerdo con datos obtenidos en un sitio de pruebas común. Las bases para los datos de precisión fueron desarrolladas en un programa cooperativo de pruebas llevado a cabo en el laboratorio de Mobil Paulsboro en octubre de 1981. Estos datos están reportados en RR:D02-1161 en junio de 1982 y fueron analizados más profundamente por el IP, lo que arrojó los datos de la propuesta de precisión para la repetitividad y reproductibilidad presentados en los Métodos de Prueba D 2624-89.

D.2.2 Sin embargo, todavía persistía la pregunta acerca de que la moción que afirmaba que las muestras enviadas a los distintos laboratorios podrían no ser "idénticas", fuera sustancialmente correcta. Por lo tanto, se llevó a cabo un programa cooperativo de pruebas para evaluar la precisión de los Métodos de Prueba D 2624 cuando las muestras fueran intercambiadas entre los laboratorios. El programa de pruebas se realizó en 1987 y fue documentado en RR:D02-1235.

D.3 Programa de pruebas

D.3.1 En el programa de 1987, diez combustibles de diferentes tipos fueron preparados con un intervalo de conductividad específico de entre 0 a 1.000 pS/m. En el Apéndice I del informe de investigación se dan los detalles de los tipos de combustibles y de los aditivos usados. Las muestras incluían combustibles Jet A, Jet A-1, Diesel, JP-4, JP-8 y Jet B (los combustibles con especificaciones militares contenían el paquete inhibidor de corrosión FS11). Los aditivos de conductividad incluyeron Stadis 450 y ASA-3 para los combustibles de aviación y, Petrolite T-511 y Mejorador de Conductividad de Combustible Mobil, para los demás combustibles.

D.3.2 En el Apéndice II del informe de investigación se presenta el protocolo para las pruebas que se entregó a los participantes. Las pruebas se realizaron únicamente con Medidores Digitales de Conductividad Emcee, Modelo 1152; y se solicitó a los participante que hicieran las mediciones de conductividad directamente en los envases.

D.4 Datos

D.4.1 Los datos se obtuvieron a temperaturas típicas de laboratorio (20°C) y a temperaturas reducidas; se realizó una compensación por temperatura para aquellos datos obtenidos en laboratorios con temperaturas mayores de 20°C o menores de 19°C.

D.4.2 Los datos obtenidos en el programa de pruebas, así como a los que se le realizó compensación por temperatura, se presentan en las Tablas 1, 2 y 3 del Apéndice III del informe de investigación.

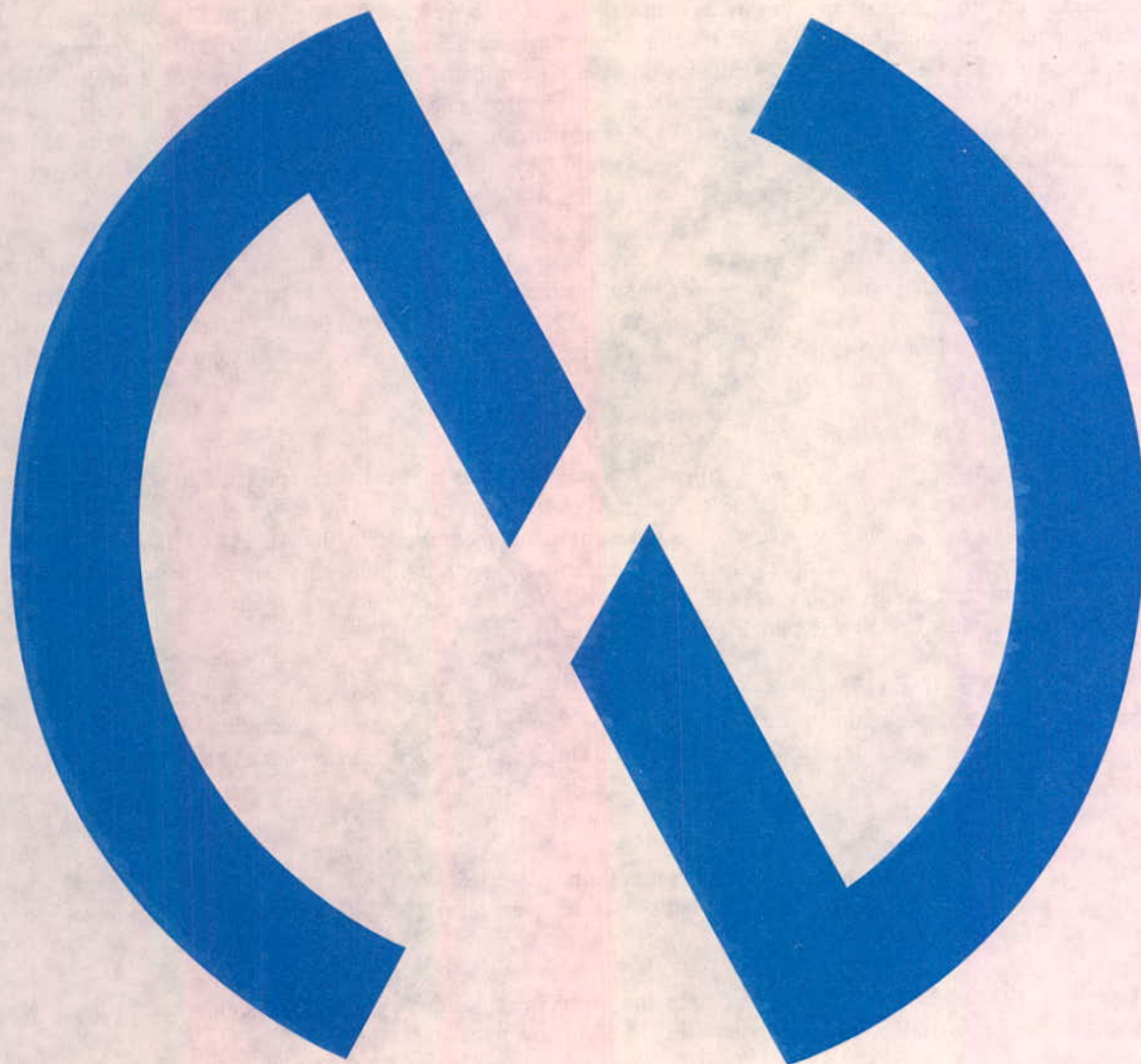
D.5 Análisis estadístico - Los datos de temperaturas reducidas no fueron usados para el cálculo de la precisión. En el Apéndice IV del informe de investigación se presentan los detalles estadísticos. En la Tabla X 1.1 se presentan los detalles de la tabla de compensación por temperatura de la Tabla 3 del Apéndice III. La información para la tabla se extrajo de las minutas de la Agrupación de Fuerzas para los Trabajos en Cadena de Conductividad de los Métodos de Prueba D2624, sección J-11 de las Características Eléctricas, realizadas el 7 de abril de 1988.

D.6 Conclusiones

D.6.1 La Agrupación de Fuerzas recomendó que los resultados de este programa (RR:D02-1235) fueran presentados en los Métodos de Pruebas D2624 y D4308, con la recomendación de que las muestras no fueran trasladadas entre los laboratorios para la realización de estas pruebas. La base para esta recomendación es que no es posible obtener la adecuada reproductibilidad de estas muestras trasladadas.

D.6.2 No es posible establecer, con base en este estudio, que algún combustible o aditivo en particular presente problemas debido a su traslado entre laboratorios o que algún tipo de combustible sea menos vulnerable a cambios debidos al transporte o al almacenamiento.

D.6.3 Podría definirse un margen estrecho de condiciones en las cuales transportar muestras entre laboratorios para asegurar su reproductibilidad, sin embargo, una razón para el cambio de la conductividad es la interacción entre el aditivo de conductividad y los trazos de otros materiales en el combustible, no relacionada con el tipo de contenedor u otras condiciones. Debido a que el tipo y la cantidad de estos elementos varía, no existe una forma de determinar si una muestra específica de combustible será afectada o no. Este problema no se ha observado con todos los tipos de combustibles y aditivos.

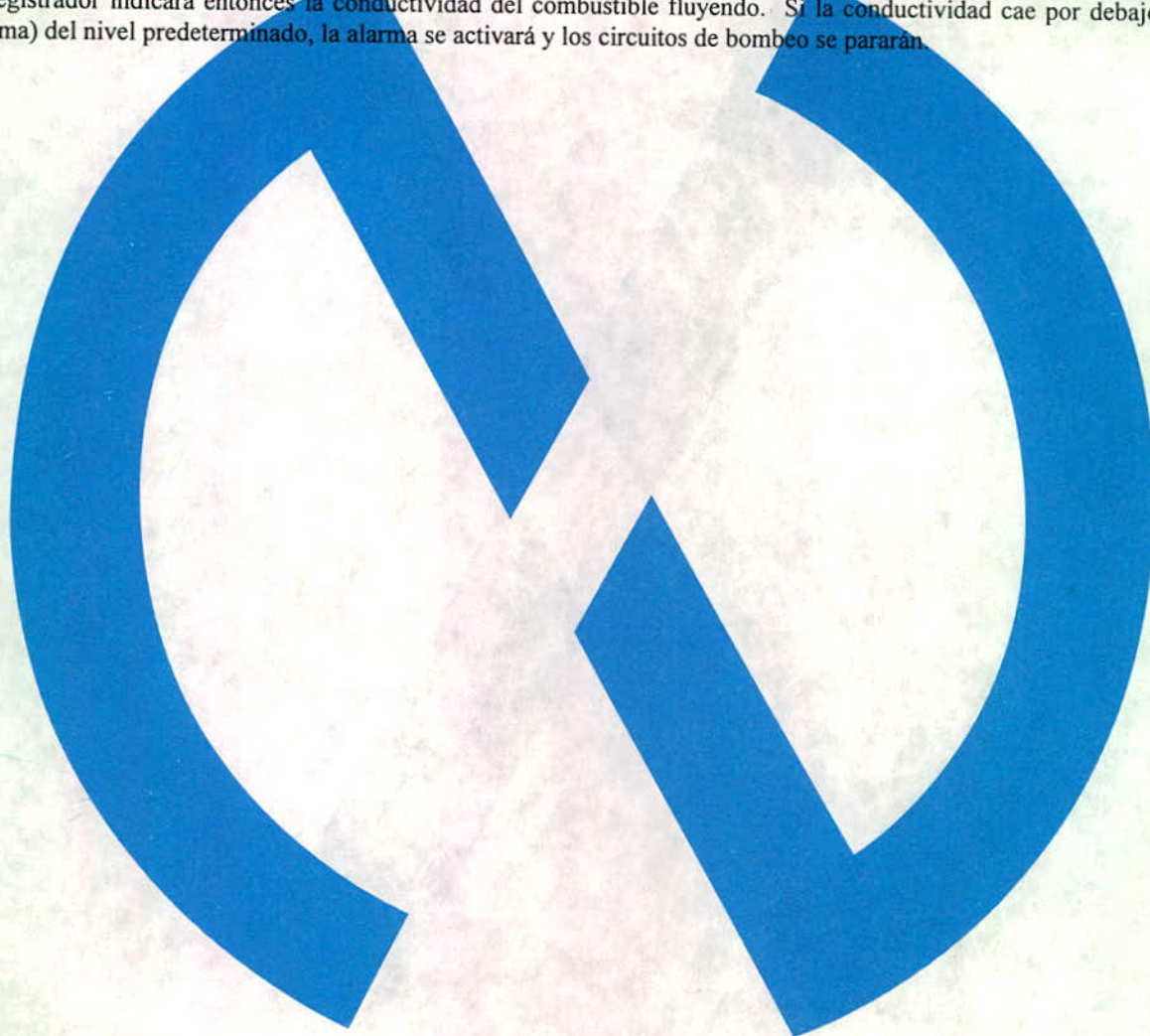


ANEXO E
(Normativo)

CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR CONTINUO EN LÍNEA TIPO STATICON

E.1 Antes de llevar a cabo el proceso de calibración, se lava la celda de conductividad instalada y se ajusta el flujo de combustible al nivel recomendado.

E.2 Antes de calibrar se coloca el interruptor en posición "ON" (ENCENDIDO) y se ajusta el medidor a cero. Se coloca el interruptor de función en "CALIBRATE" (CALIBRAR). Se oprime el medidor del botón y se lee. El medidor debe indicar 100 pS/m en cada una de las tres escalas. De no ser así se ajusta según las indicaciones dadas. Se coloca el interruptor de función en "LOW ALARM" (ALARMA BAJA), se ajusta el nivel de alarma como se requiera. La alarma opcional de nivel alto se puede calibrar en modo similar en monitores adaptados a este equipo. Se coloca el interruptor de función en "OPERATE" (OPERAR), y se levanta el interruptor "RESET" (REINICIO). (La luz de alarma se apagará). El registrador indicará entonces la conductividad del combustible fluyendo. Si la conductividad cae por debajo (o por encima) del nivel predeterminado, la alarma se activará y los circuitos de bombeo se pararán.



COVENIN
1279:1998

CATEGORÍA
C

FONDONORMA

Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12

Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12

CARACAS

publicación de:



I.C.S: 75.160.30

ISBN: 980-06-2103-2

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Combustible de aviación, conductividad eléctrica.