

Annex E

Directrices de Intercambio de Aceites Base del API para Aceites de Motor de Vehículos de Pasajeros y Aceites de Motor Diésel

E.1 GENERALIDADES

E.1.1 INTRODUCCIÓN

No todos los aceites base tienen propiedades físicas o químicas similares ni ofrecen un rendimiento equivalente en las pruebas de motor. Durante la fabricación de aceite para motor, los vendedores y mezcladores tienen necesidades legítimas de flexibilidad en el uso de los aceites base. Las Directrices del BOI (Intercambio de Aceites Base) del API se desarrollaron para garantizar que el rendimiento de los productos de aceite para motor no se vea afectado negativamente cuando los mezcladores de aceite para motor usan diferentes aceites base de manera intercambiable.

Las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API determinan las pruebas físicas y de motor mínimas, prudentes y necesarias para garantizar que el rendimiento del aceite para motor no se vea afectado negativamente por la sustitución de un aceite base por otro. Las Directrices se basan en datos de pruebas reales para motores, utilizando diferentes aceites base para el rendimiento del aceite para motores de gasolina y diésel. Las Directrices de los PCMO (Aceites para Motores de Vehículos de Pasajeros) se basaron en el uso de la tecnología de aditivos de nivel de rendimiento de la Categoría de Servicio SG del API y se actualizaron para los niveles de calidad SJ, SL, SM, SN y SP. Las Directrices de Aceite para Motores Diésel se basaron en el uso de tecnologías de aditivos de nivel de rendimiento de las Categorías de Servicio CD y CD-II del API, y se actualizaron para los niveles de calidad CE, CF, CF-2, CF-4, CG-4, CH-4, CI-4, CJ-4, CK-4 y FA-4. En estos niveles relativamente altos de formulación de aditivos, muchas de las diferencias del aceite base se ven “superadas” por el paquete de rendimiento de los aditivos. Por esta razón, estas directrices no deben usarse para predecir el intercambio equivalente a niveles de rendimiento de los aditivos inferiores a las Categorías de Servicio SH y CD del API.

Estas Directrices determinan el nivel mínimo aceptable de las pruebas para el intercambio de un aceite base que todo vendedor debe realizar como condición para obtener una licencia.

Se entiende que, al comparar las propiedades del material base, se tiene en cuenta la precisión de los métodos enumerados en la Tabla E-1.

El uso de estas Directrices no exime al vendedor de la responsabilidad por el rendimiento real del producto con licencia vendido en el mercado posventa. El titular de la licencia debe seguir garantizando todos los resultados de las pruebas de motor y de banco.

Estas Directrices están sujetas a modificaciones basadas en nuevos datos, métodos de prueba nuevos o revisados, o nuevas especificaciones de rendimiento. Siempre se deben utilizar las Directrices actuales.

E.1.2 DEFINICIONES

E.1.2.1 Un *material base* es un componente de lubricante producido por un único fabricante de material base con las mismas especificaciones (independientemente de la fuente de aprovisionamiento o la ubicación del fabricante); que cumple con las mismas especificaciones del fabricante del material base; y que se identifica mediante una fórmula única, un número de identificación del producto o ambos. Los materiales base deberán estar sustancialmente libres de materiales que sean consecuencia de la fabricación, la contaminación o el uso anterior.

E.1.2.2 Una lista de materiales base es una línea de productos de material base que tienen diferentes viscosidades, pero que están en el mismo grupo de materiales base y son del mismo fabricante del material base.

E.1.2.3 Un aceite base es el material base o la mezcla de materiales base utilizados en un lubricante terminado.

E.1.3 CATEGORÍAS DE LOS MATERIALES BASE

Todos los materiales base se dividen en cinco categorías generales:

- a. Los materiales base del Grupo I contienen un porcentaje de saturados menor que 90 % o un porcentaje de azufre mayor que 0.03 %, y tienen un índice de viscosidad mayor o igual que 80 y menor que 120, según los métodos de prueba especificados en la Tabla E-1.
- b. Los materiales base del Grupo II contienen un porcentaje de saturados mayor o igual que 90 % y un porcentaje de azufre menor o igual que 0.03 %, y tienen un índice de viscosidad mayor o igual que 80 y menor que 120, según los métodos de prueba especificados en la Tabla E-1.
- c. Los materiales base del Grupo III contienen un porcentaje de saturados mayor o igual que 90 % o un porcentaje de azufre menor o igual que 0.03 %, y tienen un índice de viscosidad mayor o igual que 120, según los métodos de prueba especificados en la Tabla E-1.
- d. Los materiales base del Grupo IV son polialfaolefinas (PAO). Las PAO se pueden intercambiar sin necesidad de realizar pruebas de calificación adicionales siempre que la PAO de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante de la PAO original en relación con las propiedades físicas y químicas. Se requiere que se cumplan las siguientes propiedades clave en el material base sustituido:
 - 1) Viscosidad cinemática a 100 °C, 40 °C y -40 °C
 - 2) Índice de viscosidad
 - 3) Volatilidad NOACK
 - 4) Punto de fluidez
 - 5) Insaturados
- e. Los materiales base del Grupo V abarcan todos los demás materiales base no incluidos en los Grupos I, II, III o IV.

Tabla E-1—Métodos Analíticos para los Materiales Base

Propiedad	Método de Prueba
Saturados ^{a, b, c} (utilice uno de los métodos enumerados)	ASTM D2007 ASTM D7419
Índice de viscosidad	ASTM D2270
Azufre (utilice uno de los métodos enumerados)	ASTM D1552 ASTM D2622 ASTM D3120 ASTM D4294 ASTM D4927

^aSe utilizará la versión más reciente de cada uno de los estándares enumerados.

^bPara los saturados por debajo del 75.0 %, debe utilizarse el estándar D2007 de la ASTM.

^cPara los saturados ≥ 75.0 %, los datos del estándar D7419 de la ASTM deben convertirse al equivalente del estándar D2007 de la ASTM mediante la ecuación de correlación descrita en el estándar D7419 de la ASTM para aplicar la lectura cruzada.

E.1.4 ABREVIATURAS CLAVE

- **DI:** Detergente Inhibidor
- **VI:** Índice de Viscosidad
- **VM:** Modificador de viscosidad Aunque los modificadores de viscosidad con frecuencia se denominan mejoradores de viscosidad (y, por lo tanto, se abrevian "VI"), en este Anexo se empleará rigurosamente "VM" para evitar ambigüedades frente al "Índice de Viscosidad".

E.2 INTERCAMBIO DE ACEITES PARA MOTOR DE VEHÍCULOS DE PASAJEROS

E.2.1 DIRECTRICES

E.2.1.1 Sobre la base de los datos de pruebas de motor existentes presentados al API, es necesario superar las pruebas de motor especificadas en la Sección E.2 para intercambiar el material base en un PCMO con licencia original del API.

E.2.1.2 En todos los casos en que se intercambien simultáneamente materiales base de más de un grupo, se aplicará el requisito de prueba más estricto.

E.2.1.3 No se requieren pruebas de motor cuando se utiliza un solo material base de intercambio que cumple con la definición de Grupo I, Grupo II, Grupo III o Grupo IV en una cantidad menor o igual que el 10 % en masa de la formulación mezclada de un PCMO. En algunos casos, pueden sustituirse porcentajes más elevados del Grupo III o del Grupo IV sin necesidad de realizar más pruebas de motor como se especifica en este anexo o en el Código de Prácticas del ACC (Apéndice I, Directriz 5). Debería seguirse el Código de Prácticas del ACC para el Grupo V.

E.2.1.4 El PCMO mezclado con el material base de intercambio deberá cumplir con todas las especificaciones físicas y químicas y con los requisitos de las pruebas de banco para la Categoría de Servicio del API adecuada o la especificación del ILSAC.

E.2.1.5 Los materiales base aprobados en virtud de las disposiciones de estas Directrices pueden mezclarse sin necesidad de realizar más pruebas, de conformidad con las disposiciones del Annex F.

E.2.1.6 Los métodos de prueba aceptables para las propiedades de la mezcla del aceite base y el material base se enumeran en la Tabla E-1. Se entiende que, al comparar propiedades, se tiene en cuenta la precisión de los métodos. En las siguientes tablas, BOV se refiere a la Viscosidad de la Mezcla del Aceite Base medida según el estándar D445 de la ASTM.

E.2.1.7 En el caso de los aceites para motor autorizados por el API según el estándar GF-5 del ILSAC, el titular de la licencia deberá asegurarse de que los datos del test de Romaszewski para Oxidación en Pruebas de Banco del Aceite para Motor (ROBO) o el test IIGA que respaldan la formulación final se hayan producido en una formulación que contenga el depresor del punto de fluidez y los materiales base utilizados en la formulación autorizada.

E.2.2 REQUISITOS

E.2.2.1 El API reconoce la importancia de los Procedimientos de Evaluación de Pruebas Múltiples. Las pruebas de motor para respaldar el intercambio de aceites base se realizarán de acuerdo con la información mencionada en la nota a pie de página del Annex P. Estas Directrices se utilizarán junto con el Código de Prácticas del ACC.

E.2.2.2 Se requiere la documentación completa del rendimiento de los PCMO (Aceites para Motores de Vehículos de Pasajeros) originales. El detergente inhibidor (DI) o el modificador de viscosidad (VM) permanecen sin cambios cuando se prueban los aceites base de intercambio, excepto lo dispuesto en el Código de Prácticas del ACC. Un intercambio de aceite base obtenido según estas directrices se aplica a una única formulación de los PCMO. En el caso de que se produzca un cambio en el DI o el VM fuera del Código de Prácticas del ACC, se volverán a aplicar estas Directrices.

E.2.2.3 En el caso de las pruebas de vehículos de pasajeros enumeradas en , estas Directrices pueden permitir algún alivio en las pruebas. Consulte las Directrices para cada prueba específica antes de establecer los requisitos del programa de prueba para una formulación de aceite específica.

Tabla E-2—Pruebas de Intercambio de Aceites Base para la Categoría S del API

Nombre de la Prueba	ASTM	Referencia del Anexo E	SJ	SL	SM	SN	SP	Conservación de Recursos	SN PLUS	GF-5	GF-6A	GF-6B
Secuencia III E	D5533	E.2.2.4.1	X									
Secuencia III F	D6984	E.2.2.4.1	X	X								
Secuencia III G/III GA/III GB	D7320	E.2.2.4.1	X	X	X	X		X		X		
Secuencia III H/III HA/III HB	D8111	E.2.2.4.2			X	X	X	X		X	X	X
Secuencia IV A	D6891	E.2.2.4.3	X	X	X	X				X		
Secuencia IV B	D8350	E.2.2.4.4					X	X			X	X
Secuencia V E	D5302	E.2.2.4.5	X	X								
Secuencia V G	D6593	E.2.2.4.5	X	X	X	X				X		
Secuencia V H	D8256	E.2.2.4.6	X	X	X	X	X			X	X	X
Secuencia V I D	D7589	E.2.2.4.7						X		X		
Secuencia V I E	D8114	E.2.2.4.8	X	X	X	X	X	X		X	X	
Secuencia V I F	D8226	E.2.2.4.9				X	X	X				X
CRC L-38	D5119	E.2.2.4.10	X									
Secuencia V I I I	D6709	E.2.2.4.10	X	X	X	X	X			X	X	
Secuencia I X	D8291	E.2.2.4.11					X		X		X	X
Secuencia X	D8279	E.2.2.4.12					X				X	X
Prueba de corrosión	D6557	E.4.2.5	X	X	X	X	X			X	X	X
EOFT	D6795	E.4.2.3	X	X	X	X	X			X	X	X
Filtrabilidad – EOWTT	D6794	E.4.2.4	X	X	X	X	X			X	X	X
Homogeneidad y miscibilidad	D6922	E.4.2.3	X	X	X	X	X			X	X	X
TEOST 33/33C	D6335	E.4.2.1	X			X	X	X		X	X	
TEOST MHT	D7097	E.4.2.2		X	X	X				X		
Aceite Envejecido Baja Temp. Vis. ROBO	D7528	E.2.1.7				X	X			X	X	X
Compatibilidad de Elastómeros Est. Ref. Elastómeros	D7216	E.4.2.11				X	X	X		X	X	X

Nota: X = Métodos de prueba donde se define el BOI. Los requisitos de prueba se encuentran en el estándar 1509 del API, Annex G, Annex O, o en el estándar D4485 de la ASTM.

E.2.2.4 Las pruebas de motor de vehículos de pasajeros requeridas para intercambiar el material base se muestran en las Secciones E.2.2.4.1 a E.2.2.4.12. Las Directrices del BOI varían según el grupo de material base del API y la cantidad de materiales base utilizados en el aceite de prueba original y en las formulaciones del aceite candidato. Todos los porcentajes son porcentajes en masa de la formulación total, a menos que se indique lo contrario.

Las pruebas que respaldan el desarrollo de las directrices del BOI y la VGRA para cada prueba de secuencia citada por las Categorías de Servicio del API y las especificaciones del ILSAC utilizan materiales base, aceites base y fluidos terminados con una gama de propiedades físicas. La importancia del efecto de estas propiedades físicas en el rendimiento del lubricante puede variar para cada prueba o tipo de prueba. Los datos de materiales base, aceites base o fluidos terminados se presentan en la Tabla E-3. Estos valores se brindan solo a título informativo y no representan limitación alguna en la interpretación de estas directrices.

Tabla E-3—Datos de Materiales Base, Aceites Base, Fluidos Terminados para Respaldo del Desarrollo de las Directrices del BOI y la VGRA para las Pruebas de Secuencia Citadas

Secuencia	Grupos de Materiales Base	Rango BOV ₁₀₀ , mm ² /s	Aceite Base, Rango VI	Rango de Sat. de Aceite Base (D7419), % en peso	Rango de Sat. de Aceite Base (D2007), % en peso	Rango de Azufre de Aceite Base, ppm	Rango del Grado de Viscosidad
IIIH	I, II, III ^a	4.5 a 10.7	96 a 139	96.0 a >99.8	93.1 a 98.2	<5 a 371	0W-16 a 20W-50
IVB	II, III	4.2 a 11.2	108 a 140	96.7 a >99.8	93.4 a 99.0	<5	0W-16 a 20W-50
VH	I, II, III, IV	4.2 a 11.1	95 a 130	Grupo I 86.8 a 87.5 Grupo II 95.0 a >99.8 Grupo III >99.8	Grupo I 82.8 a 83.5 Grupo II 92.7 a 99.0 ^b Grupo III 97.7 a 98.4	Grupo I 1301 a 1365 Grupos II, III <5	0W-16 a 20W-50
VIE	II, III	4.2 a 5.9	111 a 135	96.9 a >99.8	93.6 a 99.9	<5	0W-20 a 10W-30
VIF	III	4.2 a 4.4	122 a 130	>99.8	98.3 a 99.7	<5	0W-16, 0W-20
IX	II, III, IV	4.2 a 6.2	109 a 136	96.7 a >99.8	93.4 a 99.9	<5	0W-16 a 10W-30
X	II, III, IV	4.2 a 6.2	109 a 140	96.7 a >99.8	93.4 a 98.4	<5	0W-16 a 10W-40, 5W

^aEl Grupo 1 se combinó con el Grupo III en una proporción de 36 % del Grupo I y 64 % del Grupo III.

^bNo se proporcionaron datos sobre todos los materiales base del Grupo II para permitir el cálculo de todos los niveles de saturados del aceite base.

E.2.2.4.1 Para las pruebas de las Secuencias IIIE, IIIF, IIIFHD, IIIG y IIIGA requeridas para intercambiar el material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-4.

E.2.2.4.1.1 La Matriz de Tecnología Única (STM) es un enfoque alternativo del BOI para las Secuencias IIIF, IIIFHD, IIIG y IIIGA (consultar el Annex O).

Además, una vez que se haya demostrado una combinación de cinco pruebas de la Secuencia IIIGB o de la Secuencia IIHIB aprobadas (Secuencia IIHIB en la equivalencia de la Secuencia IIIGB) en una tecnología única (una tecnología única es un único paquete de aditivo [DI] a una tasa de tratamiento constante), no se requerirán pruebas adicionales de la Secuencia IIIGB ni de la Secuencia IIHIB para esa tecnología única.

Tabla E-4—Pruebas de las Secuencias IIIE, IIIF, IIIFHD, IIIG, IIIGA y IIIGB Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.2 Para las pruebas de las Secuencias IIIH y IIIHB requeridas para el intercambio del material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-5.

Además, una vez que se han demostrado cinco pruebas de aprobación de la Secuencia IIIHB en una tecnología única (una tecnología única es un único paquete de aditivos [DI] a una tasa de tratamiento constante), no se requieren pruebas adicionales de la Secuencia IIIHB para esa tecnología única.

Tabla E-5—Pruebas de las Secuencias IIIH y IIIHB Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.3 Para las pruebas de la Secuencia IVA requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-6.

Tabla E-6—Pruebas de la Secuencia IVA Requerida para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % y ≤ 50 % No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original ----- > 50 % Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % y ≤ 50 % No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original ----- > 50 % Requerido	Requerido
Grupo III	No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original	≤ 30 % No Requerido si la BOV a 100 °C es ≥ el original ----- > 30 % Requerido	Requerido

Grupo IV	Requerido	Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 %Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Nota: La BOV se refiere a la viscosidad de la mezcla de aceite base medida según el estándar D445 de la ASTM.

E.2.2.4.4 Para las pruebas de la Secuencia IVB requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-7.

Tabla E-7—Pruebas de la Secuencia IVB Requerida para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si la viscosidad del aceite base @ 100 °C es ≥ el original	No Requerido si la viscosidad del aceite base @ 100 °C es ≥ el original	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	No Requerido si la viscosidad del aceite base @ 100 °C es ≥ el original	No Requerido si la viscosidad del aceite base @ 100 °C es ≥ el original	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Nota: Las directrices de esta tabla se desarrollaron a partir de datos generados en aceites con grados de viscosidad que van del SAE 0W-16 al SAE 20W-50. Estos no restringen la aplicación de las directrices por parte del vendedor que es el responsable de garantizar que cada aceite para motor autorizado cumpla con todos los requisitos de rendimiento de las pruebas de motor y de banco.

E.2.2.4.5 Para las pruebas de las Secuencias VE/VG requeridas para el intercambio del material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-8.

Tabla E-8—Pruebas de las Secuencias VE/VG Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si el azufre es ≤ y los saturados son ≥ el original	No Requerido	No Requerido	≤ 50 % No Requerido ----- > 50 % Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si los saturados son ≥ el original	No Requerido	≤ 50 % No Requerido ----- > 50 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.6 Para las pruebas de la Secuencia VH requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla .

Tabla E-9—Pruebas de la Secuencia VH Requerida para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original y los saturados del aceite base candidato y original según el estándar D2007 de la ASTM son \geq 83 % y el azufre es \leq 0.13 % ----- No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original cuando los saturados del aceite base original según el estándar D2007 de la ASTM son $<$ 83 % o el azufre es $>$ 0.13 % y los saturados del aceite candidato son \geq el original y el azufre del aceite candidato es \leq el original	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original	Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original y los saturados del aceite base candidato según el estándar D2007 de la ASTM son \geq 83 % y el azufre es \leq 0.13 %	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original	Requerido	Requerido
Grupo III	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original y los saturados del aceite base candidato según el estándar D2007 de la ASTM son \geq 83 % y el azufre es \leq 0.13 %	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original	No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	$<$ 50 % No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original ----- \geq 50 % Requerido	$<$ 50 % No Requerido si la viscosidad del aceite base a 100 °C es \geq el original ----- \geq 50 % Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.7 Para las pruebas de la Secuencia VID requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-10.

Tabla E-10—Pruebas de la Secuencia VID Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si la HTHS a 100 °C (D6616) es ≤ el original. Si la HTHS a 100 °C es > el original, consulte las ecuaciones de la Tabla E-9		Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido			Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas de la Sección E.1.3, ítem “d”.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Ecuaciones de la Tabla E-10

Si la HTHS a 100 °C del aceite candidato es > la HTHS a 100 °C del aceite aprobado original, no es necesario realizar la prueba si ambas ecuaciones son verdaderas:

$$H_{\text{Candidate}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI_{\text{sumLimit}} - FEI_{\text{sumOriginal}}) / -0.485\} + (H_{\text{Original}} * R)$$

$$H_{\text{Candidate}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI2_{\text{Limit}} - FEI2_{\text{Original}}) / -0.227\} + (H_{\text{Original}} * R)$$

Donde:

$H_{\text{Candidate}}$ es la HTHS a 100 °C del aceite candidato medido según el estándar ASTM D6616

H_{Original} es la HTHS a 100 °C del aceite probado original medido según el estándar ASTM D6616

FEI_{sumLimit} es el límite de aprobación de FEI sum para el grado de viscosidad original probado

$FEI_{\text{sumOriginal}}$ es el resultado de FEIsum ($FEI1_{\text{Original}} + FEI2_{\text{Original}}$) del aceite original probado

-0.485 es el coeficiente de FEIsum de la Sec. VID del modelo de la matriz industrial

$FEI2_{\text{Limit}}$ es el límite de aprobación de FEI2 para el grado de viscosidad original probado

$FEI2_{\text{Original}}$ es el resultado de FEI2 del aceite original probado

-0.227 es el coeficiente de FEI2 de la Secuencia VID del modelo de matriz industrial

R es la reproducibilidad según lo informado en la versión más reciente del estándar ASTM D6616

Nota:

R = 0.035 (3.5 %) para el estándar ASTM D6616-07

El rango de la HTHS a 100 °C utilizado para desarrollar la Secuencia VID del modelo de matriz industrial fue de 5.44 a 7.68 cP.

E.2.2.4.8 Para las pruebas de la Secuencia VIE requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-11.

Tabla E-11—Pruebas de la Secuencia VIE Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si la HTHS a 150 °C es ≤ el original. Si la HTHS a 150 °C es > el original, consulte la ecuación a continuación	No Requerido si la HTHS a 150 °C es ≤ el original. Si la HTHS a 150 °C es > el original, consulte la ecuación a continuación	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	No Requerido si la HTHS a 150 °C es ≤ el original. Si la HTHS a 150 °C es > el original, consulte la ecuación a continuación	No Requerido si la HTHS a 150 °C es ≤ el original. Si la HTHS a 150 °C es > el original, consulte la ecuación a continuación	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Ecuación de la Tabla E-11

Si la HTHS a 150 °C del aceite candidato es > la HTHS a 150 °C del aceite original aprobado, no es necesario realizar la prueba si ambas ecuaciones son verdaderas:

$$H_{\text{Candidate}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI_{\text{sumLimit}} - FEI_{\text{sumOriginal}}) / -0.733\} + R$$

$$H_{\text{Candidate}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI2_{\text{Limit}} - FEI2_{\text{Original}}) / -0.246\} + R$$

Donde:

$H_{\text{Candidate}}$ es la HTHS a 150 °C del aceite candidato medido según el estándar ASTM D4683

H_{Original} es la HTHS a 150 °C del aceite probado original medido según el estándar ASTM D4683

FEI_{sumLimit} es el límite de aprobación de FEI sum para el grado de viscosidad original probado

$FEI_{\text{sumOriginal}}$ es el resultado de FEI sum ($FEI1_{\text{Original}} + FEI2_{\text{Original}}$) del aceite original probado

$FEI2_{\text{Limit}}$ es el límite de aprobación de FEI2 para el grado de viscosidad original probado

$FEI2_{\text{Original}}$ es el resultado de FEI2 del aceite original probado

R es la reproducibilidad según lo informado en la versión más reciente del estándar ASTM D4683; la actual

$R = 0.03207 \times H_{\text{Original}} + 0.0389$ para el estándar ASTM D4683-17

-0.733 y -0.246 son coeficientes de la Secuencia VIE del modelo de la matriz industrial

E.2.2.4.9 Para las pruebas de la Secuencia VIF requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-12.

Tabla E-12—Pruebas de la Secuencia VIF Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	No Requerido si el aceite base VI del aceite candidato es \geq el aceite de prueba original	No Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.10 Para las pruebas de la Secuencia VIII requeridas en motores CRC (Cooperative Lubrication Research) L-38 para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-13.

Nota: Estas Directrices del BOI se aplican únicamente a la pérdida de peso del cojinete.

Tabla E-13—CRC L-38/Pruebas de la Secuencia VIII Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo III	No Requerido	No Requerido	No Requerido	$\leq 30\%$ No Requerido ----- $> 30\%$ Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	$\leq 30\%$ No Requerido ----- $> 30\%$ Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

El titular de la licencia deberá mantener los datos que respaldan el rendimiento de permanencia en el grado para las Categorías de Servicio del API activas y las especificaciones del ILSAC. Para respaldar los requisitos de permanencia en el grado, se puede utilizar el CRC L-38/Secuencia VIII o el estándar D6278 de la ASTM (30 ciclos) cuando los límites se enumeran en la Tabla E-14.

Tabla E-14—CRC L-38/Pruebas de la Secuencia VIII: Requisitos de Permanencia en el Grado

Grado de Viscosidad	L-38/Secuencia VIII, Viscosidad Cinemática Despojada a las 10 h a 100 °C (mm ² /s), mín.	ASTM D6278 (30 Ciclos) Viscosidad Cinemática a 100 °C (mm ² /s), mín.
XW-16	6.1	5.8
XW-20	6.9	6.5
XW-30	9.3	8.5
XW-40	12.5	11.5
XW-50	16.3	15.0
XW-60	21.9	19.8

E.2.2.4.11 Para las pruebas de la Secuencia IX requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-15.

Tabla E-15—Pruebas de la Secuencia IX Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Nota: Las directrices de esta tabla se desarrollaron a partir de datos generados en aceites con grados de viscosidad que van de SAE 0W-16 a SAE 10W-30. Estos grados de viscosidad no restringen la aplicación de las directrices por parte del vendedor que es el responsable de garantizar que cada aceite de motor autorizado satisfaga todos los requisitos de rendimiento de las pruebas de motor y de banco.

E.2.2.4.12 Para las pruebas de la Secuencia X requeridas para el intercambio del material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-16.

Tabla E-16—Pruebas de la Secuencia X Requeridas para el Intercambio de Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Nota: Las directrices de esta tabla se desarrollaron a partir de datos generados en aceites con grados de viscosidad que van de SAE 0W-16 a SAE 10W-40. Estos grados de viscosidad no restringen la aplicación de las directrices por parte del vendedor que es el responsable de garantizar que cada aceite de motor autorizado satisfaga todos los requisitos de rendimiento de las pruebas de motor y de banco.

E.2.3 EJEMPLOS

E.2.3.1 Generalidades

Las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API deben utilizarse junto con las Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE (consultar el Annex F). Cuando el grado original aprobado contiene el 10 % o menos en masa del material base de intercambio, se debe probar el grado más alto si contiene en la formulación más del 10 % del material base de intercambio.

E.2.3.2 Ejemplo 1

En este ejemplo, un vendedor desea reemplazar el material base 200N del Grupo I en los grados SAE 5W-30 y 10W-30 del vendedor con un nuevo material base 200N del Grupo I de otro fabricante. El grado SAE 5W-30 es un producto

API SJ totalmente aprobado y hecho con una mezcla de aceite base del Grupo I con un 10 % o menos de 200N y un 90 % o más de 100N. El grado SAE 10W-30 es un producto API SJ aprobado por lectura cruzada del grado de viscosidad hecho con una mezcla de aceite base del Grupo I de 65 % de 200N y 35 % de 100N. Ambos grados utilizan la misma lista de material base del Grupo I.

El vendedor debe seguir los siguientes pasos:

- a. Consultar las Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE. Se puede cruzar la lectura de un grado SAE 5W-30 a un grado SAE 10W-30 cuando se usa la misma lista de material base en ambos grados.
- b. Consultar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. Dado que el producto SAE 5W-30 contiene el 10 % o menos del material base 200N en el aceite base y el material base de intercambio es del mismo grupo, no se requieren pruebas de motor para el intercambio. Sin embargo, se requieren pruebas en el producto SAE 10W-30 (el grado de viscosidad más alto con un nivel superior de 200N). De acuerdo con las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API, el vendedor debe obtener una Secuencia IIIE aprobada para intercambiar un material base 200N del Grupo I con otro. El vendedor también puede necesitar obtener una Secuencia VE aprobada si los requisitos de la Tabla E-5 no se cumplen.

E.2.3.3 Ejemplo 2

En este ejemplo, un vendedor desea reemplazar los aceites base 100N y 200N del Grupo I en sus grados aprobados SAE 5W-30 y 10W-30 con materiales base 100N y 200N del Grupo I de otra fuente. El grado SAE 5W-30 es un producto API SJ totalmente aprobado y hecho con una mezcla de aceite base del Grupo I con un 10 % o menos de 200N y un 90 % o más de 100N. El grado SAE 10W-30 es un producto API SJ aprobado por lectura cruzada de la viscosidad hecho con una mezcla de aceite base del Grupo I de 65 % de 200N y 35 % de 100N. Ambos grados utilizan la misma lista de material base.

El vendedor debe seguir los siguientes pasos:

- a. Consultar las Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE. Como en el ejemplo anterior, se puede cruzar la lectura de un grado SAE 5W-30 a un grado SAE 10W-30 cuando se utiliza la misma lista de material base.
- b. Consultar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. Si el vendedor considerara los grados de forma independiente, el producto SAE 5W-30 requeriría pruebas debido al nivel de aceite base de 100N, y el producto 10W-30 requeriría pruebas debido al nivel de 200N. Sin embargo, debido a que las Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE permiten la lectura cruzada del grado SAE 5W-30 probado al grado SAE 10W-30 cuando se utiliza la misma lista de material base en ambos grados, solo habría que probar el grado SAE 5W-30. Como en el Ejemplo 1, el vendedor debe ejecutar una Secuencia IIIE y es posible que tenga que ejecutar una Secuencia VE en los nuevos materiales base.

E.2.3.4 Ejemplo 3

En este ejemplo, un vendedor desea intercambiar la fuente (marca) del *bright stock* del Grupo I en un grado SAE 30. Este intercambio involucra un grado API SJ SAE 5W-30 totalmente aprobado hecho con una mezcla de aceite base del Grupo I de 90 % de 100N y 10 % de 200N. El grado SAE 30 es un producto API SJ totalmente aprobado por lectura cruzada de viscosidad hecho con una mezcla de aceite base del Grupo I de 90 % de 200N y 10 % del *bright stock*. Ambos grados utilizan la misma lista de material base.

El vendedor debe seguir los siguientes pasos:

- a. Consultar las Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE. Un producto API SJ SAE 5W-30 puede leerse a un grado SAE 30 si se utiliza la misma lista de material base.
- b. Consultar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. Las fuentes de la lista de material base al 10 % o menos de la formulación se pueden intercambiar con otras fuentes de material base sin necesidad de realizar más pruebas.

E.2.3.5 Ejemplo 4

En este ejemplo, un vendedor desea intercambiar la fuente (marca) del *bright stock* del Grupo I en un grado SAE 30. El grado SAE 30 es un producto API SJ totalmente aprobado por lectura cruzada de viscosidad de un grado SAE 5W-30. El grado SAE 30 contiene un 15 % del *bright stock* en la formulación terminada. Ambos grados utilizan la misma lista de material base.

El vendedor debe verificar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. Dado que el *bright stock* está presente en más del 10 %, la Secuencia IIIE y, posiblemente, la Secuencia VE deben ejecutarse en el grado SAE 30 con el nuevo *bright stock*.

E.2.3.6 Ejemplo 5

En este ejemplo, un vendedor desea intercambiar la fuente (marca) del material base 200N del Grupo II utilizado en un grado API SJ SAE 10W-30 totalmente aprobado. El producto está hecho con una mezcla de aceite base del Grupo II de 80 % de 100N y 20 % de 200N. La mezcla de aceite base cumple con los requisitos del Grupo II de ser menor o igual que el 0.03 % de azufre y mayor o igual que el 90 % de saturados.

El vendedor debe verificar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. El aceite 200N está presente en más del 10 % de la formulación original, por lo que se requieren pruebas. Para realizar el intercambio, el vendedor debe ejecutar una Secuencia IIIE y es posible que deba ejecutar una VE.

E.2.3.7 Ejemplo 6

En este ejemplo, un vendedor desea hacer un grado SAE 40 a partir de la misma lista de material base utilizada en un grado API SJ SAE 5W-30 completamente aprobado. El grado SAE 5W-30 está hecho con una mezcla de aceite base del Grupo I de 90 % de 100N y 10 % de 200N, y está formulado con un modificador de viscosidad no dispersante. El grado SAE 40 contiene un 80 % de 300N y un 20 % de *bright stock* en el aceite base.

El vendedor debe seguir los siguientes pasos:

- a. Consultar las Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE. Un producto API SJ SAE 5W-30 sin Conservación de Energía puede tener una lectura cruzada a un grado SAE 40 sin necesidad de realizar más pruebas (hay que tener en cuenta que, si el grado SAE 5W-30 se formulara con un modificador de viscosidad dispersante, se requeriría una prueba de Secuencia VE).
- b. Consultar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. Dado que el grado SAE 40 tiene aceites base de la misma fuente (marca), no se realiza ningún intercambio. No se requieren más pruebas.

E.2.3.8 Ejemplo 7

En este ejemplo, un vendedor desea cambiar el material base 100N del Grupo II en la mezcla de aceite base de un grado API SL SAE 5W-30 completamente aprobado por un material base 100N del Grupo I. El grado SAE 5W-30 está hecho con una mezcla de aceite base de 50 % de 100N del Grupo II y 50 % de 150N del Grupo I.

El vendedor debe verificar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. Para cambiar un aceite del Grupo II por un aceite del Grupo I, el vendedor debe ejecutar las pruebas de las Secuencias VG, IIIF (o Secuencia IIIG según el estándar ASTM D 4485) y IVA, y, si se desea con Conservación de Energía para la Categoría de Servicio SL del API, la prueba de Secuencia VIB. Revise la Tabla E-6 para ver si es posible la lectura cruzada.

Nota: Si los aceites base 100N y 150N se intercambiaran por nuevos aceites base del Grupo I, se aplicarían los requisitos de prueba más estrictos (a saber: las pruebas de las Secuencias VG, IIIF [o la Secuencia IIIG según el estándar ASTM D4485] y IVA, y, si se deseara con Conservación de Energía para la Categoría de Servicio SL del API, la prueba de Secuencia VIB).

E.2.3.9 Ejemplo 8

En este ejemplo, un vendedor desea cambiar de una lista completa de materiales base del Grupo IV y el Grupo V a una lista parcial del Grupo IV (PAO) para un PCMO. El vendedor tiene dos productos involucrados en este intercambio: un grado API SL SAE 10W-30 totalmente aprobado con una mezcla de aceite base del Grupo IV y el Grupo V (Grupo IV/V) que contiene PAO y fluidos de éster, y un grado SAE 10W-30 totalmente aprobado con una

mezcla de aceite base del Grupo I que contiene 60 % de 100N y 40 % de 250N. Ambos aceites contienen el mismo tratamiento de aditivos DI y VM.

El vendedor debe verificar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. El intercambio entre un Grupo IV/V completo y un Grupo I requiere una prueba de aprobación completa. Esto se ha hecho para los productos del Grupo I y del Grupo IV/V. Dado que tanto los materiales del Grupo I como la mezcla completa del Grupo IV/V están aprobados, se pueden usar mezclas de los dos sin más pruebas.

E.2.3.10 Ejemplo 9

En este ejemplo, un vendedor desea cambiar una PAO (Grupo IV) en un grado SAE 5W-30 de PAO más éster. El grado API SL/Conservación de Energía/grado ILSAC GF-3 SAE 5W-30 totalmente aprobado está hecho con una mezcla de aceites base del Grupo IV y del Grupo V que consta de una PAO de 4 centistokes y fluidos de éster.

No se requieren pruebas para la PAO sustituta de 4 centistokes, siempre que cumpla con las mismas especificaciones físicas y químicas que la PAO original de 4 centistokes.

E.2.3.11 Ejemplo 10

En este ejemplo, un vendedor desea agregar un 15 % más de material base del Grupo IV a un grado SAE de viscosidad múltiple con licencia API SJ fabricado con una combinación de 15 % de material base del Grupo IV, 65 % de material base del Grupo II y 20 % de tratamiento de aditivos DI/VM. La nueva formulación contiene 30 % de material base del Grupo IV, 50 % de material base del Grupo II y 20 % de tratamiento de aditivos DI/VM.

No se requieren pruebas de motor (excepto para la Secuencia VIA si el aceite es de conservación de energía) para la nueva formulación, ya que las tablas del BOI permiten hasta un máximo de 30 % de material base del Grupo IV en la formulación del aceite terminado sin pruebas adicionales.

E.2.3.12 Ejemplo 11

En este ejemplo, un vendedor desea agregar un 30 % más de material base del Grupo IV a un grado SAE de viscosidad múltiple con licencia API SL/Conservación de Energía fabricado con una combinación de 20 % de material base del Grupo IV, 60 % de material base del Grupo II y 20 % de tratamiento de aditivos DI/VM. La nueva formulación contiene 50 % de aceite base del Grupo IV, 30 % de aceite base del Grupo II y 20 % de tratamiento de aditivos DI/VM.

De acuerdo con las tablas, se requieren pruebas de motor de las Secuencias IIIF y VIB cuando el contenido total del Grupo IV aumenta al 50 %. Si el contenido total del Grupo IV se incrementara por encima del 50 %, se requeriría una prueba completa del motor, excepto para la Secuencia VIII para la nueva formulación.

E.2.3.13 Ejemplo 12

En este ejemplo, un vendedor desea saber cuánto más material base del Grupo IV se puede agregar a un grado SAE de viscosidad múltiple con licencia API SJ o SL hecho con una mezcla de 24 % de material base del Grupo IV, 56 % de material base del Grupo II y 20 % de tratamiento de aditivos DI/VM sin pruebas de motor adicionales.

Dado que las tablas permiten hasta un máximo de 30 % de material base del Grupo IV en la formulación del aceite terminado sin realizar más pruebas al intercambiar el Grupo II con el Grupo IV, el vendedor podría agregar un 6 % más de material base del Grupo IV sin pruebas de motor adicionales. La nueva formulación contendría 30 % de material base del Grupo IV, 50 % de material base del Grupo II y 20 % de tratamiento de aditivos DI/VM.

E.2.3.14 Ejemplo 13

Para la Secuencia VID del BOI (Tabla y Ecuación) se aplica el siguiente ejemplo:

Se lee un aceite aprobado que utiliza cualquier combinación de materiales base del Grupo II o III del API a una formulación candidata de HTHS equivalente o inferior que usa materiales base del Grupo II o III del API diferentes.

Un aceite candidato que utiliza la misma tecnología (Paquete de Rendimiento y Modificador de Viscosidad) se formula con el mismo grado de viscosidad, utilizando materiales base del Grupo II o del Grupo III diferentes. El aceite candidato tiene una HTHS a 100 °C de 6.44 cP.

El Intercambio de Aceite Base está permitido para el aceite candidato porque el valor de HTHS a 100 °C del aceite candidato es menor que el del aceite probado original y los materiales base involucrados son combinaciones del Grupo II y el Grupo III.

E.2.3.15 Ejemplo 14

Para la Secuencia VID del BOI (Tabla y Ecuación) se aplica el siguiente ejemplo:

Se lee un aceite aprobado que utiliza cualquier combinación de materiales base del Grupo II o III del API a una formulación candidata de HTHS más alta que usa materiales base del Grupo II, III del API.

El aceite formulado original que utiliza un(os) material(es) base (o mezcla) del Grupo II o del Grupo III se ejecuta en la Secuencia VID y logra una FEI_{sum} y una FEI_2 aprobadas. El aceite tiene una HTHS a 100 °C de 6.52 cP. El resultado de aprobación es 0.40 por encima de la especificación de aprobación para una FEI_{sum} (es decir, $FEI_{sumLimit} - FEI_{sumOriginal} = -0.40$) y 0.16 por encima de la especificación de aprobación para FEI_2 (es decir, $FEI_{2Limit} - FEI_{2Original} = -0.16$).

Un aceite candidato que utiliza la misma tecnología (Paquete de Rendimiento y Modificador de Viscosidad) se formula con el mismo grado de viscosidad, utilizando materiales base del Grupo II o del Grupo III diferentes. El aceite candidato tiene una HTHS a 100 °C de 7.40 cP. La reproducibilidad (R) para el estándar D6616-07 es 0.035 (3.5 %).

El Intercambio de Aceite Base permisible se evalúa utilizando las Ecuaciones E 1.0 de la siguiente manera:

$$A = FEI_{sum} \text{ HTHS} = 6.52 + (-0.40/-0.485) + 6.52 \times 0.035 = 7.57 \text{ cP}$$

$$B = FEI_2 \text{ HTHS} = 6.52 + (-0.16/-0.227) + 6.52 \times 0.035 = 7.45 \text{ cP}$$

El Intercambio de Aceite Base está limitado por el menor de A y B, que es 7.45 cP. El aceite candidato HTHS a 100 °C es 7.40 y es inferior a 7.45. Por lo tanto, se permite el Intercambio de Aceite Base.

No se permite más tolerancia para la precisión de la medición de HTHS.

E.2.3.16 Ejemplo 15

Para la Secuencia VID del BOI (Tabla y Ecuación) se aplica el siguiente ejemplo:

Se lee un aceite aprobado que utiliza cualquier combinación de materiales base del Grupo II o III del API a una formulación candidata de HTHS más alta que usa materiales base del Grupo II, III del API.

El aceite formulado original que utiliza un(os) material(es) base (o mezcla) del Grupo II o del Grupo III se ejecuta en la Secuencia VID y logra una FEI_{sum} y una FEI_2 aprobadas. El aceite tiene una HTHS a 100 °C de 6.52 cP. El resultado de aprobación está dentro del redondeo inferior de la especificación de aprobación, es decir, -0.04 por debajo de la especificación de aprobación para una FEI_{sum} (es decir, $FEI_{sumLimit} - FEI_{sumOriginal} = +0.04$) y 0.10 por encima de la especificación de aprobación para FEI_2 (es decir, $FEI_{2Limit} - FEI_{2Original} = -0.10$).

Un aceite candidato que utiliza la misma tecnología (Paquete de Rendimiento y Modificador de Viscosidad) se formula con el mismo grado de viscosidad, utilizando materiales base del Grupo II o del Grupo III diferentes. El aceite candidato tiene una HTHS a 100 °C de 7.02 cP. La reproducibilidad (R) para el estándar D6616-07 es 0.035 (3.5 %).

El Intercambio de Aceite Base permisible se evalúa utilizando las Ecuaciones E 1.0 de la siguiente manera:

$$A = FEI_{sum} \text{ HTHS} = 6.52 + (+0.04/-0.485) + 6.52 \times 0.035 = 6.67 \text{ cP}$$

$$B = FEI_2 \text{ HTHS} = 6.52 + (-0.10/-0.227) + 6.52 \times 0.035 = 7.19 \text{ cP}$$

El Intercambio de Aceite Base está limitado por el menor de A o B, que es una HTHS a 100 °C de 6.67 cP. El aceite candidato HTHS es de 7.02 cP y es superior a 6.67 cP, por lo que NO se permite el Intercambio de Aceite Base.

No se permite más tolerancia para la precisión de la medición de HTHS.

E.2.3.17 Ejemplos adicionales

Se pueden encontrar ejemplos adicionales sobre la aplicación de las Directrices de Intercambio de Aceites Base en el Annex M.

E.3 INTERCAMBIO DE ACEITES PARA MOTOR PARA TRABAJOS PESADOS

E.3.1 DIRECTRICES

E.3.1.1 Sobre la base de los datos de pruebas de motor existentes presentados al API, se requiere aprobar las pruebas de motor especificadas en la Sección E.3 para intercambiar el material base en un HDEO (Aceite para Motor para Trabajos Pesados) original con licencia del API.

E.3.1.2 En todos los casos en que se intercambien simultáneamente materiales base de más de un grupo, se aplicará el requisito de prueba más estricto.

E.3.1.3 No se requieren pruebas de motor cuando se utiliza un solo material base de intercambio que cumple con la definición de Grupo I, Grupo II, Grupo III o Grupo IV en una cantidad menor o igual que el 10 % en masa de la formulación mezclada de un HDEO. En algunos casos, pueden sustituirse porcentajes más elevados del Grupo III o del Grupo IV sin necesidad de realizar más pruebas de motor como se especifica en este anexo o en el Código de Prácticas del ACC (Apéndice I, Directriz 5). Debería seguirse el Código de Prácticas del ACC para el Grupo V.

E.3.1.4 El aceite para motor para trabajos pesados mezclado con el aceite base de intercambio deberá cumplir con todas las especificaciones físicas y químicas requeridas para la Categoría de Servicio del API adecuada.

E.3.1.5 Los materiales base aprobados de conformidad con las disposiciones de estas Directrices pueden mezclarse sin necesidad de realizar más pruebas, en consonancia con el Annex F.

E.3.1.6 Los métodos de prueba aceptables para las propiedades de la mezcla del aceite base y el material base se enumeran en la Tabla E-1. Se entiende que, al comparar propiedades, se tiene en cuenta la precisión de los métodos. En las siguientes tablas, BOV se refiere a la Viscosidad de la Mezcla del Aceite Base medida según el estándar D445 de la ASTM.

E.3.2 REQUISITOS

E.3.2.1 El API reconoce la importancia de los Procedimientos de Evaluación de Pruebas Múltiples. Las pruebas de motor para respaldar el intercambio del aceite base se realizarán de acuerdo con la información a la que se hace referencia en el Annex K. Estas Directrices se utilizarán junto con el Código de Prácticas del ACC.

E.3.2.2 Se requiere documentación de rendimiento completa para los HDEO originales. El detergente inhibidor (DI) o el modificador de viscosidad (VM) permanecen sin cambios cuando se prueban los aceites base de intercambio, excepto lo dispuesto en el Código de Prácticas del ACC. Un intercambio de aceite base obtenido según estas directrices se aplica a una única formulación de los HDEO. En el caso de que se produzca un cambio en el DI o el VM fuera del Código de Prácticas del ACC, se volverán a aplicar estas Directrices.

E.3.2.3 Cuando se va a cambiar un material base o una lista de materiales base en varios grados de viscosidad diferentes que contienen una sola formulación de Aceites para Motor para Trabajos Pesados, estas Directrices deben utilizarse junto con el Annex F, excepto cuando el grado recomendado para la prueba contenga el 10 % o menos en masa del material base de intercambio en la formulación. En este caso, se probará el siguiente grado de viscosidad más alto.

E.3.2.4 Para las pruebas de HDEO enumeradas en la Tabla E-17, las Directrices del BOI pueden permitir cierta exención de la prueba. Consultar las Directrices para cada prueba específica antes de establecer los requisitos del programa de prueba para una formulación de aceite específica.

Tabla E-17—Pruebas para el Intercambio de Aceites Base de las Categorías C y F del API

Nombre de la Prueba	ASTM	Referencia del Anexo E	CH-4	CI-4	CI-4 con CI-4 PLUS	CJ-4	CK-4/FA-4
Secuencias IIIF/IIIFHD	D6984	E.2.2.4.1	X	X	X	X	
Secuencia IIIG	D7320	E.2.2.4.1	X	X	X	X	
Caterpillar 1K	D6750 (1K)	E.3.2.5.1	X	X	X		
Caterpillar 1N	D6750 (1N)	E.3.2.5.2		X	X	X	X
Caterpillar 1P	D6681	E.3.2.5.4	X	X	X		
Caterpillar 1R	D6923	E.3.2.5.3		X	X		
Prueba de Aireación de Aceite Caterpillar	D8047	E.3.2.5.16					X
Prueba de Aireación de Aceite para Motor	D6894	E.3.2.5.9	X	X	X	X	
Cummins ISM	D7468	E.3.2.5.11		X	X	X	X
Cummins ISB	D7484	E.3.2.5.11				X	X
Cummins M11	D6838	E.3.2.5.10	X				
Cummins M11 EGR	D6975	E.3.2.5.10		X	X		
Mack T-8	D5967	E.3.2.5.6					
Mack T-8E	D5967	E.3.2.5.6	X	X	X		
Mack T-9	D6483	E.3.2.5.5	X				
Mack T-10	D6987/ D6987M	E.3.2.5.7	X	X	X		
Mack T-10A	Aceite usado a las 75 h en D4684	E.4.2.6		X	X		
Mack T-11	D7156	E.3.2.5.13			X	X	X
Mack T-11A	D6896	E.4.2.8			X	X	X
Mack T-12	D7422	E.3.2.5.12		X	X	X	X
Volvo T-13	D8048	E.3.2.5.15					X
Prueba de Desgaste del Seguidor de Rodillos	D5966	E.3.2.5.8	X	X	X	X	X
Cummins HTCBT	D6594	E.4.2.9	X	X	X	X	X
Compatibilidad con Elastómeros (HD)	D7216	E.4.2.7		X	X		

E.3.2.5 Las pruebas de motor para trabajos pesados requeridas para el intercambio de material base se muestran en las Secciones E.3.2.5.1 a E.3.2.5.16. Las Directrices del BOI varían según el grupo de material base del API y la cantidad de materiales base utilizados en el aceite de prueba original y en las formulaciones del aceite candidato. Todos los porcentajes son porcentajes en masa de la formulación total, a menos que se indique lo contrario.

Las pruebas para respaldar el desarrollo de las directrices del BOI y la VGRA para cada prueba de motor para trabajos pesados incluidas en las Categorías de Servicio del API utilizan materiales base, aceites base y fluidos terminados con una variedad de propiedades físicas. La importancia del efecto de estas propiedades físicas en el rendimiento del lubricante puede variar para cada prueba o tipo de prueba. Los datos de materiales base, aceites base o fluidos terminados se presentan en la Tabla E-18. Estos valores se brindan solo a título informativo y no representan limitación alguna en la interpretación de estas directrices.

Tabla E-18—Datos sobre Materiales Base, Aceites Base y Fluidos terminados para Respaldar el Desarrollo de las Directrices del BOI y la VGRA de las Pruebas de Motor para Trabajos Pesados incluidas en las Categorías de Servicio del API

Prueba de Motor	Grupos de Materiales Base	Rango BOV ₁₀₀ , mm ² /s	Aceite Base, Rango VI	Rango de Sat. de Aceite Base (D7419), % en peso	Rango de Sat. de Aceite Base (D2007), % en peso	Rango del Grado de Viscosidad
T-13	II	5.6 a 7.1	108 a 118	97.4 a > 99.8	94.7 a 98.3	10W-30 ^a , 10W-40, 15W-40
COAT	II	5.5 a 7.3	108 a 115	97.4 a > 99.8	94.7 a 98.0	10W-30, 10W-40, 15W-40 ^a

^a Grado de viscosidad utilizado para el desarrollo de las directrices del BOI.

E.3.2.5.1 Para las pruebas de Caterpillar 1 K requeridas para intercambiar el material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-19.

Tabla E-19—Pruebas de Caterpillar 1 K requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido	No Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido	No Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.2 Para las pruebas de Caterpillar 1 N requeridas para intercambiar el material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-20.

Tabla E-20—Pruebas de Caterpillar 1 N Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.3 Para las pruebas de Caterpillar 1R requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-21.

Tabla E-21—Pruebas de Caterpillar 1R Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.4 Para las pruebas Caterpillar 1P requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se dan en la Tabla E-22

Tabla E-22—Pruebas de Caterpillar 1P Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido	Requerido en un solo material base del Grupo II para CH-4/No requerido para CI-4	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.5 Para las pruebas de Mack T-9 requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-23.

Tabla E-23—Pruebas de Mack T-9 Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si el azufre es \leq y los saturados son \geq el original	No Requerido	\leq 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	\leq 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si los saturados son \geq el original	\leq 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	\leq 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.6 Para las pruebas de Mack T-8 y T-8E requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-24.

Tabla E-24—Pruebas de Mack T-8/T-8E Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No se requiere si se cumple cualquiera de los siguientes ítems: 1. Los saturados del aceite original son \geq el 80 % y los saturados del aceite base de intercambio son \geq el aceite original 2. Los saturados del aceite original son < el 80 % y los saturados del aceite base de intercambio son \geq los saturados del aceite original con un nivel de confianza del 95 % (consultar el ejemplo en la Sección E.3.3.5)	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si los saturados son \geq el aceite original	No Requerido	No Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.7 Para las pruebas de Mack T-10 requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-25 para Intercambiar el Material Base

Tabla E-25—Pruebas de Mack T-10 Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si: los saturados son \geq el original Y el azufre es \leq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original	No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original	\leq 30 % No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original ----- > 30 % Requerido	\leq 30 % No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original	\leq 30 % No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original ----- > 30 % Requerido	\leq 30 % No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.8 Para las Pruebas de Desgaste del Seguidor de Rodillos (RFWT) requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-26.

Tabla E-26—RFWT Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido	No Requerido	\leq 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	\leq 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido en un solo material base del Grupo I	No Requerido	\leq 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	\leq 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.9 Para las Pruebas de Aireación de Aceite para Motor (EOAT) requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-27.

Tabla E-27—EOAT Requeridas para el Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido	No Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido	No Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.10 Para las pruebas de Cummins M11 y M11 EGR requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran en la Tabla E-28.

Tabla E-28—Pruebas de Cummins M11/M11 EGR Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si: los saturados son ≥ el original Y el azufre es ≤ el original	No Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si los saturados son ≥ el original	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	≤ 30 % No Requerido ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.11 Para las pruebas de Cummins ISM o ISB requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se detallan a continuación.

E.3.2.5.11.1 Si solo se dispone de una prueba Cummins ISM o ISB aprobada para una tecnología determinada, se aplica la Tabla E-29.

Tabla E-29—Pruebas de Cummins ISM e ISB Requeridas para el Intercambio de Aceite Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si: los saturados son \geq el original Y el azufre es \leq el original	No Requerido	$\leq 30\%$ No Requerido ----- $> 30\%$ Requerido	$\leq 30\%$ No Requerido ----- $> 30\%$ Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si los saturados son \geq el original	$\leq 30\%$ No Requerido ----- $> 30\%$ Requerido	$\leq 30\%$ No Requerido ----- $> 30\%$ Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.11.2 Si se dispone de más de una prueba de Cummins ISM o ISB aprobada en una tecnología determinada, se permite el BOI si el contenido de azufre, la viscosidad cinemática (KV) del aceite base a 100 °C y el nivel de saturados de la mezcla de aceite base del candidato están dentro del rango de saturados, azufre y KV del aceite base a 100 °C de las mezclas de aceite base en los aceites originales aprobados con un mínimo de dos probados/dos aprobados y el contenido del Grupo III del candidato está dentro del rango del contenido del Grupo III cubierto por los aceites originales aprobados.

E.3.2.5.12 Para las pruebas Mack T-12 requeridas para el intercambio de material base, los requisitos específicos se muestran a continuación.

E.3.2.5.12.1 Si solo hay disponible una prueba Mack T-12 que aprueba en una tecnología determinada, se aplica la Tabla E-30.

Tabla E-30—Pruebas de Mack T-12 Requeridas para Intercambiar el Aceite Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si: los saturados son \geq el original Y el azufre es \leq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original	No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original	\leq 30 % No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original ----- > 30 % Requerido	\leq 30 % No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original	\leq 30 % No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original ----- > 30 % Requerido	\leq 30 % No Requerido si: los saturados son \geq el original Y la BOV a 100 °C es \geq la BOV a 100 °C del original ----- > 30 % Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.12.2 Si se dispone de más de una prueba de Mack T-12 aprobada en una tecnología determinada, se permite el BOI si el contenido de azufre, la KV del aceite base a 100 °C y el nivel de saturados de la mezcla de aceite base de intercambio propuesto están dentro del rango de saturados, contenido de azufre y viscosidad del aceite base a 100 °C de las mezclas de aceite base en los aceites originales con un mínimo de dos probados/dos aprobados y el contenido del Grupo III del candidato está dentro del rango del contenido del Grupo III cubierto por los aceites originales.

E.3.2.5.13 El Intercambio de Aceite Base para todas las pruebas de motor Mack T-11 iniciadas después del 28 de abril de 2006 puede determinarse mediante el método proporcionado en la Tabla E-31 o la Tabla E-32 o la Figura E-1. La Tabla E-31, la Tabla E-32 y la Figura E-1 definen el contenido mínimo de saturados del aceite candidato que se puede intercambiar del aceite de prueba original.

Tabla E-31—Requisitos de los Saturados de Mack T-11 para el BOI (dentro de un rango)

Aceite probado	Aceite candidato
$X \leq 70.0$	80.0 mínimo
$70.0 < X < 95.0$	$(0.6 * X + 38)$ mínimo
$X \geq 95.0$	95.0 mínimo

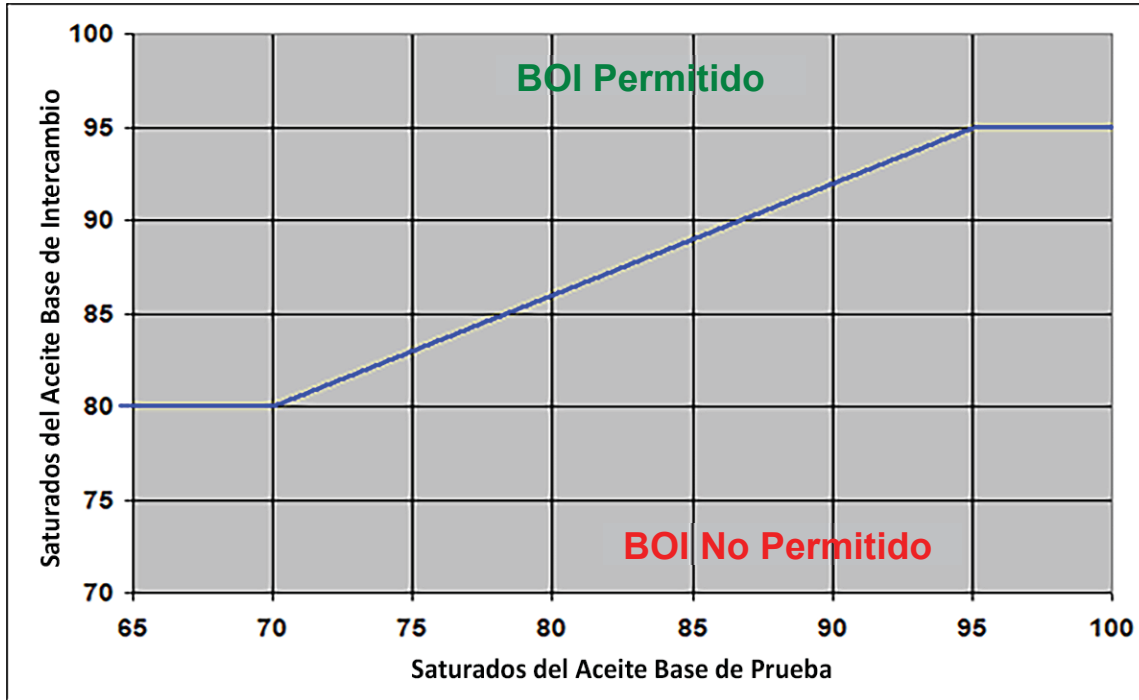


Figura E-1—Requisitos de los Saturados de Mack T-11 para el BOI (de acuerdo con el gráfico)

Tabla E-32—Requisitos de los Saturados de Mack T-11 para el BOI (mínimo de saturados para el intercambio)

Aceite Base Probado Originalmente para Obtener la Licencia	Mínimo de Saturados para Aceites Base de Intercambio
≤ 70.0	80.0
71.0	80.6
72.0	81.2
73.0	81.8
74.0	82.4
75.0	83.0
76.0	83.6
77.0	84.2
78.0	84.8
79.0	85.4
80.0	86.0
81.0	86.6
82.0	87.2
83.0	87.8
84.0	88.4
85.0	89.0
86.0	89.6
87.0	90.2
88.0	90.8
89.0	91.4
90.0	92.0
91.0	92.6
92.0	93.2
93.0	93.8
94.0	94.4
≥ 95.0	95.0

E.3.2.5.14 Las directrices de intercambio del aceite base de prueba Caterpillar C13 dentro de los Grupos I, II y III se describen en las Secciones E.3.2.5.14.1 y E.3.2.5.14.2 (consultar notas debajo). Los métodos de prueba aceptables para las propiedades de la mezcla de aceite base y material base se enumeran en la Tabla E-1. Se entiende que, al comparar propiedades, se tiene en cuenta la precisión de los métodos.

Notas:

- 1) El índice de viscosidad típico del Grupo III en el candidato no debe ser más de 6 unidades mayor que el índice de viscosidad típico del Grupo III en el aceite C13 aprobado sin tener en cuenta la precisión de la prueba.
- 2) Las PAO (Grupo IV) pueden intercambiarse de acuerdo con el punto "d" de la Sección E.1.3.
- 3) Cuando están presentes los materiales base del Grupo V, se debe realizar la prueba del C13.

E.3.2.5.14.1 Si solo se dispone de una prueba del aceite C13 aprobada en una tecnología determinada y solo los materiales base del Grupo II o del Grupo III están presentes en el candidato y en el aceite C13 aprobado, entonces se permite el BOI del C13 si el índice de viscosidad (VI) de la mezcla del aceite base para el aceite candidato es igual o menor que el VI de la mezcla de aceite base del aceite C13 aprobado (consultar la nota a continuación). Si el material base del Grupo I está presente en el aceite C13 aprobado o en el candidato, entonces se permite el BOI del C13 si la mezcla de aceite base del candidato tiene el mismo nivel de saturados, igual o menos azufre, e igual o menos VI que la mezcla de aceite base del aceite C13 aprobado. Se aplican directrices adicionales cuando el material base del Grupo III está presente en el aceite C13 aprobado:

- a. El aceite candidato debe tener un contenido del Grupo III igual o menor que el aceite aprobado.
- b. El índice de viscosidad típico del Grupo III en el candidato no debe ser más de 6 unidades mayor que el índice de viscosidad típico del Grupo III en el aceite C13 aprobado sin tener en cuenta la precisión de la prueba.

Se pueden usar hojas de trabajo como las que se muestran a continuación para establecer si las propiedades de un candidato cumplen con los criterios anteriores del BOI del aceite C13. A continuación, se muestran ejemplos que indican cómo se deben utilizar las hojas de trabajo.

Hoja de trabajo 1: Si solo el Grupo II o III, tanto en el aceite candidato como en el aprobado

	Candidato		Aceite Aprobado
Mezcla de aceite base VI		< o =	
Contenido del Grupo III, % en aceite		< o =	
Grupos III VI		Consultar el punto "b", más arriba	

Ejemplo con hoja de trabajo 1: Si solo el Grupo II o III, tanto en el aceite candidato como en el aprobado

	Candidato		Aceite Aprobado
Mezcla de aceite base VI	104	< o =	115
Contenido del Grupo III, % en aceite	13.5	< o =	40
Grupos III VI	126	Consultar el punto "b", más arriba	126

En el ejemplo anterior, las propiedades del candidato cumplen con los criterios del BOI en comparación con el aceite aprobado. El BOI está permitido para este candidato.

Hoja de trabajo 2: Si el Grupo I en los aceites candidatos o aprobados

	Candidato		Aceite Aprobado
Sat. de mezcla de aceite base, %		=	
Azufre de la mezcla de aceite base, ppm		< o =	
Mezcla de aceite base VI		< o =	
Contenido del Grupo III, % en aceite		< o =	
Grupos III VI		Consultar el punto "b", más arriba	

Ejemplo con hoja de trabajo 2: Si el Grupo I en los aceites candidatos o aprobados

	Candidato		Aceite Aprobado
Sat. de mezcla de aceite base, %	87	=	87
Azufre de la mezcla de aceite base, ppm	347 ^a	< o =	320
Mezcla de aceite base VI	93	< o =	99
Contenido del Grupo III, % en aceite	0	< o =	15
Grupos III VI	----	Consultar el punto "b", más arriba	128

^a Necesidad de aplicar la precisión del método.

Las propiedades del candidato cumplen con los criterios del BOI en comparación con el aceite aprobado. En este caso, la precisión del método de azufre muestra que los contenidos de azufre son los mismos (D2622, 320 ppm +/- 41 ppm cubre 347 ppm). El BOI está permitido para este candidato.

E.3.2.5.14.2 Si se dispone de más de una prueba de C13 aprobada en una tecnología determinada, se permite el BOI si el contenido de azufre, el índice de viscosidad y el nivel de saturados de la mezcla de aceite base del candidato están dentro del rango del nivel de saturados, azufre y VI de las mezclas de aceite base en los aceites originales aprobados (mínimo de dos aceites probados/dos aceites aprobados) y el contenido del Grupo III del aceite candidato está dentro del rango de contenido del Grupo III cubierto por los aceites originales aprobados. Además, el índice de viscosidad típico del Grupo III en el aceite candidato no debe ser más de 6 unidades mayor que el índice de viscosidad típico del Grupo III en el aceite C13 aprobado sin tener en cuenta la precisión de la prueba.

Se puede usar una hoja de trabajo como la que se muestra a continuación para establecer si las propiedades de un candidato cumplen con los criterios del BOI del C13 anteriores. A continuación, se muestran ejemplos que indican cómo se utilizarían las hojas de trabajo.

Hoja de trabajo 3: Si se dispone de más de una prueba del C13 aprobada en una tecnología determinada

	Aceite Aprobado 1	Aceite Aprobado 2	Candidato
Sat. de mezcla de aceite base, %			
Azufre de la mezcla de aceite base, ppm			
Mezcla de aceite base VI			
Contenido del Grupo III, % en aceite			
Grupo III VI (Consultar el punto "b", más arriba)			
¿Se requiere C13?			¿Sí o no?
Razón			

Ejemplo 1 con hoja de trabajo 3: Si se dispone de más de una prueba del C13 aprobada en una tecnología determinada

	Aceite Aprobado 1	Aceite Aprobado 2	Candidato
Sat. de mezcla de aceite base, %	87	96	87
Azufre de la mezcla de aceite base, ppm	347	0	320
Mezcla de aceite base VI	93	115	99
Contenido del Grupo III, % en aceite	0	40	15
Grupo III VI (Consultar el punto "b", más arriba)	--	126	128
Cat C13	Aprueba	Aprueba	
¿Se requiere C13?			No
Razón			Se permite el BOI. El contenido del Grupo III, Sats., S y VI caen dentro de los rangos de la matriz. El Grupo Candidato III VI está dentro del rango aceptable de +6.

Ejemplo 2 con hoja de trabajo 3: Si se dispone de más de una prueba del C13 aprobada en una tecnología determinada

	Aceite Aprobado 1	Aceite Aprobado 2	Candidato
Sat. de mezcla de aceite base, %	87	96	94
Azufre de la mezcla de aceite base, ppm	347	0	90
Mezcla de aceite base VI	93	115	112
Contenido del Grupo III, % en aceite	0	40	20
Grupo III VI (Consultar el punto "b", más arriba)	--	126	134
Cat C-13	Aprueba	Aprueba	
¿Se requiere C-13?			Sí
Razón			El BOI no está permitido. Los saturados de aceite base, S y VI están dentro de los rangos de la matriz, pero el Grupo Candidato III VI está fuera del rango aceptable de +6.

E.3.2.5.15 Si solo se dispone de una prueba Volvo T-13 aprobada en una tecnología determinada, se aplica la Tabla E-33.

Tabla E-33—Pruebas Volvo T-13 Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.16 Si solo se encuentra disponible una Prueba de Aireación de Aceite Caterpillar (COAT) para una tecnología determinada, se aplica la Tabla E-34.

Tabla E-34—Pruebas de Aireación de Aceite Caterpillar Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	No Requerido siempre que el Grupo IV de intercambio cumpla con las especificaciones del fabricante original en todas las propiedades físicas y químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.3 EJEMPLOS

E.3.3.1 Generalidades

Las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API deben utilizarse junto con las Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE (consultar el Annex F). Cuando el grado original aprobado contiene el 10 % o menos del material base de intercambio, debe probarse el grado más alto si contiene más del 10 % del material base de intercambio en la formulación.

E.3.3.2 Ejemplo 1

En este ejemplo, un vendedor desea intercambiar el material base 600N en una lista de materiales base del Grupo I por aceites para motor de la Categoría de Servicio CF-4 del API para aceites destinados a Trabajos Pesados. El vendedor tiene dos productos involucrados en este intercambio: un grado SAE 15W-40 que contiene una mezcla de

aceite base del Grupo I de 50 % de 100N y 50 % de 250N que ha sido aprobada por pruebas y lectura cruzada de la viscosidad, y un grado SAE 30 que contiene una mezcla de aceite base del Grupo I de 35 % de 250N y 65 % de 600N que también ha sido aprobada mediante pruebas y lectura cruzada de la viscosidad.

El vendedor debe seguir los siguientes pasos:

- a. Consultar las Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE. Algunas pruebas de motor para Trabajos Pesados pueden hacerse mediante lectura cruzada desde multigrado hasta un solo grado. Otras se pueden cruzar de un solo grado a varios grados. Las pruebas de aprobación en los materiales base originales se realizaron en consecuencia.
- b. Consultar las Directrices de Intercambio de Aceites Base del API. Dado que el producto SAE 15W-40 no contiene nada (es decir, menos del 10 % de la formulación) del material de intercambio 600N del Grupo I, no se requieren pruebas. Además, no se requieren pruebas para el producto SAE 30 cuando se usa un material base 600N del Grupo I de otra fuente. Para los aceites CF-4 se permiten los intercambios del Grupo I por el Grupo I.

E.3.3.3 Ejemplo 2

En este ejemplo, un vendedor desea cambiar de una lista del Grupo II de materiales base utilizados en un aceite para motor API CF-4 SAE 15W-40 para Trabajos Pesados completamente aprobado a una lista del Grupo I y también a una mezcla de materiales base del Grupo I y el Grupo II. El grado SAE 15W-40 aprobado está hecho con una mezcla de aceite base del Grupo II de 65 % de 100N y 35 % de 240N.

El vendedor debe verificar las Directrices de Intercambio de Aceite Base. No se requieren más pruebas de motor para ninguno de los dos intercambios.

E.3.3.4 Ejemplos adicionales

Se pueden encontrar ejemplos adicionales sobre la aplicación de las Directrices de Intercambio de Aceites Base en el Annex M.

E.3.3.5 Ejemplo del Cálculo de Saturados para la Tabla E-20

El siguiente cálculo se utiliza para determinar si se puede prescindir de una prueba Mack T-8 o T-8E cuando tanto el aceite base probado originalmente como el aceite base que se pretende intercambiar están por debajo del 80 % de saturados. Se necesita una prueba Mack T-8 o T-8E para el intercambio del aceite base si el nivel de saturados del nuevo aceite base no es mayor o igual que el nivel de saturados del aceite base probado originalmente con un nivel de confianza del 95 %. Este cálculo se realiza de la siguiente manera:

Diferencia entre dos medias (cálculo del valor Z, unilateral, asumiendo una distribución normal):

$$X_1 - X_2 \geq 1.645 \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

donde X = media de las determinaciones de saturados

σ = desviación estándar del laboratorio que realiza el análisis

n = número de determinaciones

los subíndices 1 y 2 se refieren al aceite base de intercambio y al aceite base original, respectivamente

Las determinaciones de saturados del estándar ASTM D 2007 deben realizarse en un laboratorio que tenga una desviación estándar de 1.5 o menos con un aceite de referencia interno de menos del 80 % de saturados.

Si la desviación estándar de ASTM D 2007 para el laboratorio en el que se realizaron tanto las determinaciones de saturados del aceite base original al 70.0 % como las del aceite base de intercambio fuera de 1.5 y se realizaran las determinaciones individuales de saturados, se omitiría la prueba Mack T-8 o Mack T-8E para todos los aceites base del Grupo I del API con un mínimo de 3.48 % más de saturados (73.48 % de saturados como mínimo).

$$X_1 - X_2 \geq 1.645 \sqrt{\frac{(1.5)^2}{1} + \frac{(1.5)^2}{1}}$$
$$X_1 - X_2 \geq (1.645)(1.5)\sqrt{2}$$
$$X_1 - X_2 \geq 3.48$$

Si, en el cálculo anterior, las desviaciones estándar de laboratorio de ASTM D 2007 fueran ambas de 0.7 en lugar de 1.5 y se realizaran determinaciones individuales, se permitiría la omisión de la prueba Mack T-8 o Mack T-8E para todos los aceites base del Grupo I del API que tuvieran al menos un 1.63 % más de saturados (71.63 % de saturados como mínimo).

E.4 INTERCAMBIO PARA PRUEBAS DE BANCO

E.4.1 DIRECTRICES

E.4.1.1 Se requieren pruebas de banco completas para intercambiar un material base en un aceite con licencia del API, excepto cuando se indique en las directrices a continuación.

E.4.2 PRUEBAS DE BANCO CON DIRECTRICES DE PRUEBAS DE INTERCAMBIO ESTABLECIDAS

E.4.2.1 TEOST 33C

E.4.2.1.1 Según los datos de pruebas de banco existentes TEOST 33 (Prueba de Simulación de Aceites para Motor por Termooxidación) (ASTM D 6335) presentadas al API, se necesitan las pruebas TEOST 33 aprobadas que se especifican en la Tabla E-35 para intercambiar el material base.

Tabla E-35—Pruebas TEOST 33 Aprobadas que se Requieren para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base (Se aplica solamente a los grados de viscosidad SAE 5W-30 y superiores).				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.4.2.2 TEOST MHT

E.4.2.2.1 Según los datos de pruebas de banco existentes TEOST (Prueba de Simulación de Aceites para Motor por Termooxidación) MHT (Temperatura Moderadamente Alta) (ASTM D 7097) presentadas al API, se necesitan las pruebas TEOST MHT aprobadas que se especifican en la Tabla E-36 para intercambiar el material base.

Tabla E-36—Pruebas TEOST MHT Requeridas para Intercambiar el Material Base

Material Base en Aceite de Prueba Original	Intercambio de Material base				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	No Requerido si el azufre es \geq y los saturados son \leq el original	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	No Requerido	No Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	No Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.4.2.3 Homogeneidad y Miscibilidad (H&M) ASTM D 6922 y Filtrabilidad de Aceites para Motor (EOFT) ASTM D 6795 (anteriormente conocida como Filtrabilidad GM 9099P [Método Estándar])

E.4.2.3.1 Se requieren pruebas de Homogeneidad y Miscibilidad (H&M) ASTM D 6922 y Filtrabilidad de Aceites para Motor (EOFT) ASTM D 6795 (anteriormente conocida como Filtrabilidad GM 9099P [Método Estándar]) en un grado de viscosidad representado en el conjunto de datos básicos. Cada intercambio de aceite base requiere solo una prueba H&M y una prueba EOFT. (Consultar el Código de Prácticas del ACC para conocer la definición de conjunto de datos básicos). Los conjuntos de datos básicos se desarrollan normalmente en grados de viscosidad SAE 5W-30, 10W-30, 10W-40 o 15W-40.

E.4.2.4 Prueba de Tolerancia al Agua de Aceites para Motor (EOWTT) ASTM D 6794

E.4.2.4.1 La Prueba de Tolerancia al Agua de Aceites para Motor (EOWTT) ASTM D 6794 (anteriormente, Filtrabilidad GM 9099P [Método Modificado para los aceites GF-2/GF-3 del ILSAC]) para cada intercambio de aceite base se requiere solo en el grado de viscosidad con la combinación de aditivos (DI/VM) más alta.

E.4.2.5 Prueba de Corrosión con Esferas (BRT) ASTM D 6557

E.4.2.5.1 Si hay uno que aprueba la Prueba de Corrosión con Esferas (BRT) ASTM D 6557 en el conjunto de datos básicos según lo define el Código de Prácticas del ACC, se permite la lectura cruzada a todos los demás grados de viscosidad y listas de aceites base.

E.4.2.6 Mack T-10A o Mack T-12A

E.4.2.6.1 No se requiere una prueba Mack T-10A ni Mack T-12A para el intercambio de aceites base si el contenido de azufre y los saturados (dentro de la precisión de las dos pruebas analíticas) del aceite base de intercambio están dentro del rango del contenido de azufre y los saturados de los aceites base en los aceites originales (mínimo de dos aceites), y el aceite nuevo MRV-TP1 (ASTM D 4684) a -20 °C del intercambio es igual o menor que el límite de la matriz del BOI.

El límite de la matriz del BOI se define como:

$$BOI\ matrix\ limit = 25000 - margin\ of\ safety$$

El margen de seguridad se define como:

$$margin\ of\ safety = largest\ of\ Y1 - X1, Y2 - X2, or\ 0$$

- donde X1 = aceite nuevo MRV-TP1 a -20 °C para el aceite original 1
- X2 = aceite nuevo MRV-TP1 a -20 °C para el aceite original 2
- Y1 = MRV-TP1 a -20 °C de una muestra T-10A o T-12A de 75 horas para el aceite original 1
- Y2 = MRV-TP1 a -20 °C de una muestra T-10A o T-12A de 75 horas para el aceite original 2

Un ejemplo de la aplicación de esta directriz se proporciona en la Tabla E-37.

Tabla E-37—Ejemplo de la Aplicación de la Directriz del BOI de T-10A o T-12A^a

	Matriz Aceite 1	Matriz Aceite 2	Aceite Candidato A	Aceite Candidato B	Aceite Candidato C
Saturados del Aceite Base, % en masa	99	65	70	80	75
Azufre del Aceite Base, % en masa	< 0.002	0.7	0.5	0.3	0.8
¿Están los saturados del aceite base dentro del rango de la matriz (dentro de la precisión de la prueba)?			Sí	Sí	Sí
¿Está el azufre del aceite base dentro del rango de la matriz (dentro de la precisión de la prueba)?			Sí	Sí	No
Aceite Nuevo MRV-TP1 a -20 °C, cP	12000	15000	16000	20000	Inmaterial
T-10A o T-12A MRV-TP1 a -20 °C, cP Tensión de fluencia, Pa	18000 0	16000 0			
Margen de seguridad	El mayor de (18000-12000) o (16000-15000) o 0 = 6000				
Límite de la matriz del BOI	25000-6000 = 19000		19000	19000	19000
¿Prueba Requerida?			No	Sí	Sí
Razón			Aceite nuevo MRV-TP1 menor que el límite de la matriz del BOI	MRV-TP1 de aceite nuevo mayor que el límite de la matriz del BOI	El azufre del aceite base no está en el rango de la matriz

^aT-10A = prueba de motor Mack T-10A; T-12A = prueba de motor Mack T-12A.

E.4.2.7 Prueba de Compatibilidad con Elastómeros Diésel (ASTM D7216, Anexo A1)²

E.4.2.7.1 La Prueba de Compatibilidad con Elastómeros Diésel (Anexo A1 del estándar D7216 de la ASTM) no es necesaria si el contenido de azufre y los saturados (dentro de la precisión de las pruebas) del aceite base de intercambio están dentro del rango del contenido de azufre y los saturados de los aceites base en los aceites candidatos originales (mínimo de dos aceites candidatos) y el paquete DI no cambia. Un ejemplo de la aplicación de esta directriz se proporciona en la Tabla E-38.

Tabla E-38—Prueba de Compatibilidad con Elastómeros Diésel (ASTM D7216, Anexo A1). Aplicación de la Directriz del BOI

	Matriz Aceite 1	Matriz Aceite 2	Aceite Candidato A	Aceite Candidato B
Saturados del Aceite Base, % en masa	99	65	70	80
Azufre del Aceite Base, % en masa	< 0.002	0.7	0.5	0.3
Prueba de Compatibilidad con Elastómeros del CI-4	Aprueba	Aprueba		
¿Prueba Requerida?			No	No
Razón			Los saturados del aceite base y el azufre caen dentro de los rangos de la matriz	Los saturados del aceite base y el azufre caen dentro de los rangos de la matriz

E.4.2.8 Mack T-11A

E.4.2.8.1 Además de cumplir con las directrices del BOI de la prueba Mack T-11, para el Intercambio de Aceite Base en la Mack T-11A, el aceite nuevo MRV-TP1 (ASTM D 4684) a -20 °C del candidato a intercambio debe ser menor o igual que 20000 cP sin tensión de fluencia.

E.4.2.9 Prueba de Banco de Corrosión a Alta Temperatura (HTCBT) del estándar ASTM D 6594

E.4.2.9.1 Si hay uno que aprueba la Prueba de Banco de Corrosión a Alta Temperatura (HTCBT) del estándar 6594 de la ASTM en el conjunto de datos básicos según lo define el Código de Prácticas del ACC, se permite la lectura cruzada a todos los demás grados de viscosidad y listas de aceite base.

E.4.2.10 Retención de la Emulsión (ASTM D7563)

E.4.2.10.1 Para los aceites formulados con materiales base del Grupo II o Grupo III, se requiere la Retención de la Emulsión del estándar D7563 de la ASTM solo para la concentración más alta de aditivo (DI/VM). Se permite la lectura cruzada a todas las demás formulaciones de aceites base/grados de viscosidad del Grupo II, el Grupo III y las combinaciones del Grupo II y el Grupo III que utilicen la misma o menor concentración de la misma combinación de aditivos (DI/VM). Si se cambia el tipo de Depresores del Punto de Fluidez (PPD) para la combinación DI/VI, se requieren pruebas.

E.4.2.11 Prueba de Compatibilidad con Elastómeros en los PCMO (ASTM D7216, Anexo A)²

E.4.2.12 Una Prueba de Compatibilidad con Elastómeros en los PCMO (ASTM D7216, Anexo A) en el conjunto de datos básicos (tal como se define en el Código del ACC) ejecutada en el Grupo II o el Grupo III, o en una combinación del Grupo II y el Grupo III, se puede someter a una lectura cruzada en las formulaciones que utilizan otros materiales base del Grupo II o el Grupo III, o en una mezcla de aceites base del Grupo II y el Grupo III.

E.4.2.13 Además, no hay restricción en el grado de viscosidad si la lectura cruzada se limita a los grados de viscosidad 0W-20, 0W-30, 5W-20, 5W-30, 10W-30 y 10W-40.

² Modificado por voto 5106

E.4.2.14 Cuando se realiza la lectura a un candidato que usa materiales base del Grupo I, no se requiere la Prueba de Compatibilidad con Elastómeros en los PCMO (ASTM D7216, Anexo A2) si el contenido de azufre del aceite base y los saturados del aceite base (dentro de la precisión de las pruebas) del aceite base de intercambio están dentro del rango del contenido de azufre del aceite base y los saturados del aceite base en los aceites candidatos originales (mínimo de dos aceites candidatos) y el paquete DI no cambia. Un ejemplo de la aplicación de esta directriz se proporciona en la Tabla E-39.

Tabla E-39– Ejemplo de la Prueba de Compatibilidad con Elastómeros en los PCMO que incluye Materiales Base del Grupo I del API

	Matriz Aceite 1	Matriz Aceite 2	Aceite Candidato A	Aceite Candidato B
Saturados del Aceite Base, % en masa	85	99	92	96
Azufre del Aceite Base, % en masa	0.2	0.0	0.17	0.01
Prueba de Compatibilidad con Elastómeros del GF-5	Aprueba	Aprueba		
¿Prueba Requerida?			No	No
Razón			El azufre del aceite base y el aceite base VI caen dentro de los rangos de la matriz	El azufre del aceite base y el aceite base VI caen dentro de los rangos de la matriz