



## JET A1

Las Especificaciones ANCAP se actualizan de acuerdo a las especificaciones de la "Check List Jet A-1" de la AFQRJOS Issue 31- Noviembre 2019.

<i><b>DETERMINACIONES</b></i>	<i><b>ESPECIFICACIONES</b></i>	<i><b>MÉTODO DE ENSAYO</b></i>
<b>ASPECTO</b>		
Apariencia visual	Claro, brillante y visualmente libre de materia sólida y agua no disuelta a temperatura ambiente	
Color (1)	Informar	ASTM D156 o ASTM D6045
Contaminación por partículas, mg/L (2)	Máx 1.0	ASTM D5452
Conteo acumulativo de partículas en el punto de manufactura. Código ISO (3)		IP 564 o IP 565 o IP 577
≥ 4 μm ( c )	Informar	
≥ 6 μm ( c )	Informar	
≥ 14 μm ( c )	Informar	
≥ 21 μm ( c )	Informar	
≥ 25 μm ( c )	Informar	
≥ 30μm ( c )	Informar	
<b>COMPOSICION (4, 5)</b>		
Acidez total, mg KOH/g	Máx. 0.015	ASTM D3242
Aromáticos, % en volumen o	Máx. 25.0	ASTM D1319
Aromáticos Totales, % en volumen (6)	Máx. 26.5	ASTM D6379
Azufre, % en masa	Máx. 0.30	ASTM D2622 o ASTM D4294 o ASTM D5453
Azufre mercaptan, % en masa o	Máx. 0.0030	ASTM D3227
Reacción Doctor (7)	Negativa	ASTM D4952
Componentes no hidroprocesados,% en volumen (8)	Informar (inclusive "0" o "100%")	
Componentes Hidroprocesados, % en volumen (8)	Informar (inclusive "0" o "100%")	

<b>DETERMINACIONES (continuación)</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>
Componentes Severamente Hidroprocesados, % en volumen <b>(8)</b>	Informar (inclusive "0" o "100%")	
Componentes Sintéticos, % en volumen <b>(8)</b>	Informar (inclusive "0" o "50%")	Ver <b>(4)</b> para los límites de los componentes sintéticos
<b>MATERIALES CONTAMINANTES</b>		
		Ver <b>(9)</b>
<b>VOLATILIDAD</b>		
Destilación <b>(10)</b> y <b>(11)</b>		ASTM D86 o ASTM D7345
Punto Inicial, °C	Informar	
10% recuperado, °C	Máx. 205.0	
50% recuperado, °C	Informar	
90% recuperado, °C	Informar	
Punto Final, °C	Máx. 300.0	
Residuo, % en volumen	Máx. 1.5	
Pérdidas, % en volumen	Máx. 1.5	
Punto de Inflamación, °C <b>(12)</b>	Mín. 38.0 o Mín. 40.0	ASTM D3828 o ASTM D56
Densidad a 15 °C, kg/m <sup>3</sup>	775.0 Mín. a 840.0 Máx.	ASTM D4052
<b>FLUIDEZ</b>		
Punto de Congelación, °C <b>(13),(14)</b>	Máx. -47.0	ASTM D2386 o ASTM D7153
Viscosidad Cinemática -20°C, cSt <b>(15)</b>	Máx. 8.000	ASTM D445, ASTM D7945 o ASTM D7042
<b>COMBUSTIÓN</b>		
Poder Calorífico Neto, MJ/kg <b>(16)</b>	Mín. 42.80	ASTM D3338 o ASTM D4809
Punto de Humo, mm <b>(17)</b> o	Mín. 25.0	ASTM D1322
Punto de Humo, mm <b>(17)</b> y	Mín. 18.0	ASTM D1322
Naftalenos, % en volumen	Máx. 3.00	ASTM D1840
<b>CORROSION</b>		
Corrosión en lámina de Cobre, (2 h +/- 5 min. a 100 °C +/- 1 °C)	Máx. 1	ASTM D130
<b>ESTABILIDAD</b>		
Estabilidad Térmica (JFTOT) Temperatura de Control, °C <b>(18)</b>	Mín. 260	ASTM D3241
Caída de presión en el filtro, mmHg	Máx. 25.0	

<b>DETERMINACIONES (continuación)</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>
Anexo A1 visual (VTR) o	Inf. 3	ASTM D3241
	Sin depósitos coloreados anormales	
Anexo 2 ITR o Anexo 3 ETR, promedio sobre área de 2.5 mm <sup>2</sup> (nm)	Máx. 85	
<b>CONTAMINANTES</b>		
Gomas Existentes, mg/100 mL	Máx. 7	ASTM D381 o IP 540
Índice de Separación de Agua (MSEP) (19)		ASTM D3948
con aditivo antiestático	Mín. 70	
sin aditivo antiestático	Mín. 85	
<b>CONDUCTIVIDAD (20)</b>		
Conductividad eléctrica, pS/m	50 Mín. a 600 Máx.	ASTM D2624
<b>LUBRICIDAD (21)</b>		
Diámetro de la cicatriz desgastada del BOCLE, mm	Máx. 0.85	ASTM D5001
<b>ADITIVOS</b> (los nombres y el código de aprobación de la DEF-STAN 91-091 deben ser aclarados en el Certificado de Calidad)		
<b>Aditivo Antioxidante, mg/L</b>		
En batch final, opcional (22),(23)	Máx. 24.0	
<b>Desactivador de metales, opcional, mg/L (24)</b>		
Dosificación inicial	Máx. 2.0	
Concentración acumulada luego de readitivación en campo	Máx. 5.7	
<b>Aditivo Antiestático, mg/L</b>		
Dosificación inicial	Máx. 3.0	
Concentración acumulada luego de readitivación en campo	Máx. 5.0	

El uso de antioxidantes es aún obligatorio para los combustibles sintéticos y **deben** agregarse antes o durante la liberación del producto desde el lugar de manufactura según la norma ASTM D7566.

Se deben aclarar los tipos y las concentraciones de **todos los aditivos** usados, en todos los Certificados de Calidad originales y todos los otros documentos de calidad cuando se agregan después del punto de manufactura. Cuando los aditivos se diluyen (solamente con hidrocarburos) para mejorar las propiedades antes de la adición, lo que debe reportarse es la concentración del aditivo en sí mismo (previo a la dilución). Ver Anexo A de DEF STAN 91-091 por detalles.

El agregado de inhibidor de congelación (anticongelante) no está permitido, a menos que se acuerde entre todos los participantes en un sistema de junta. (Ver nota (25)).

Los aditivos mejoradores de lubricidad (LIA) pueden ser agregados al combustible sin previo consentimiento de una junta de los participantes. (Ver nota (21)).

Ver nota (26) sobre nuevos requisitos para la gestión de los cambios en las refinerías.

## NOTAS

- (1) El requerimiento de informar el Color Saybolt corresponde al punto de elaboración, para permitir la cuantificación del cambio de color durante la distribución. Cuando el color del combustible impidiera el uso del método de ensayo Color Saybolt, deberá informarse el color visual. Colores inusuales deben ser informados e investigados. Por más información respecto al significado del ensayo de color ver Anexo E en DEF STAN 91-091/11.
- (2) Este límite se aplica solamente al punto de elaboración. Por más información respecto al significado del ensayo de contaminación por partículas, ver Anexo F en DEF STAN 91-091/11. Para una guía respecto a los límites de contaminación para el aprovisionamiento de combustible en el avión, ver la 7<sup>ma</sup> Edición del Material Guía de la IATA (Parte 3).
- (3) Estos requerimientos se deben aplicar en el punto de manufactura solamente. Ambas, número de partículas y el número de partículas como escala de números definidas por la Tabla 1 de ISO 4406:1999, deben ser reportadas. Es la intención de las Autoridades de Especificaciones, cambiar el método gravimétrico Millipore por el de Conteo de Partículas a la brevedad.
- (4) Se tomó en cuenta la DEF STAN 91-091 Issue 11, la cual aprueba los combustibles Jet Semi-Sintéticos (SSJF) y completamente Sintéticos producidos por SASOL. También se aprueban todos los componentes genéricos listados en los anexos de ASTM D7566. Para estos combustibles, aplican requerimientos adicionales y la referencia debe ser hecha a DEF STAN 91-091/11 Anexo B. Estos combustibles particulares semi-sintéticos y completamente sintéticos pueden ser certificados mediante estas especificaciones. El porcentaje en volumen de cada componente sintético mezclado debe ser registrado con su correspondiente Especificación y número de anexo, quien lo produce y quien genera el número de Certificado de calidad. Desde el punto de fabricación al punto de mezclado, los componentes sintéticos deben ser manejados, transportados y documentados de la misma manera que un combustible JET final para mantener la integridad del producto. Se debe tener especial cuidado para asegurar la homogeneidad cuando se mezclan JET semisintéticos, particularmente cuando las densidades de los componentes son significativamente diferentes. El DEF STAN 91-091/11 establece que la mezcla de combustibles sintéticos debe realizarse aguas arriba del aeropuerto.
- (5) El coprocesamiento de mono, di y triglicéridos, ácidos grasos libres y ésteres grasos ha sido aprobado en DEF STAN 91-091/11 en alineación con ASTM D1655. Los requisitos para el coprocesamiento se detallan en el Anexo B4 de DEF STAN 91-091/11 y Anexo a1.1.2.2 de ASTM D1655.  
El Certificado de Calidad de la Refinería (RCQ) incluirá una redacción que refleje que el lote puede contener hasta un 5% en volumen de queroseno sintetizado coprocesado
- (6) El ensayo de round robin ha demostrado la correlación entre el contenido de aromáticos totales obtenido por el método IP 156/ASTM D1319 y el IP 436/ASTM D6379. El sesgo entre los dos métodos hace necesario límites diferentes pero equivalentes como se puede observar. Se alienta a los laboratorios de ensayo a analizar e informar el contenido de aromáticos totales por los dos métodos para ayudar a la verificación de la correlación. En caso de disputa los métodos IP 156/ASTM D1319 serán de referencia. Es intención de DEF STAN 91-091 cambiar el método de referencia a IP 436 más adelante.  
El colorante patentado necesario para llevar a cabo ese IP156 / ASTM D1319 ya no está disponible. Además, los suministros recientemente entregados del gel del producto que contiene el colorante con los números de lote 3000000975 y superiores se produjeron con un colorante sustituto que desafortunadamente no es adecuado y no proporcionará mediciones precisas de la concentración aromática si se utiliza. Dado lo anterior, si se utiliza IP 156 o ASTM D1319 para el análisis de aromáticos, el número de lote del gel utilizado se informará en el certificado de análisis.  
Cuando se necesita determinar el nivel de aromáticos, el combustible Jet A-1 solo cumplirá con las limitaciones operativas del combustible de aviación de los aviones certificados para operar con combustible Jet A-1 y los requisitos de DEF STAN 91-091 si:
  - 1) El contenido de aromáticos en el combustible fue analizado de acuerdo con ASTM D1319/IP156 con un lote de colorante con número 3000000974 o menor, ó
  - 2) El contenido de aromáticos en el combustible fue analizado de acuerdo con los métodos alternativos ASTM D6379/IP436Otro método alternativo u otro método de obtener el contenido de aromáticos, no es aceptable.
- (7) La reacción Doctor es un requisito alternativo al de contenido de Azufre Mercaptan. En caso de existir conflicto entre los resultados de los ensayos Azufre Mercaptan y la Reacción Doctor, el ensayo de Azufre Mercaptan prevalecerá.
- (8) La necesidad de informar el porcentaje en volumen del combustible no hidroprocesado, levemente hidroprocesado, severamente hidroprocesados y componentes sintéticos (incluso "0", "50" o "100%" si corresponde) en los Certificados de Calidad para Jet A-1, proviene de La DEF STAN 91-091/11. Cada componente usado en refinería para hacer el batch debe ser reportado en el certificado de calidad como porcentaje en volumen del total de combustible del batch. Se definen componentes **levemente hidroprocesados** como hidrocarburos derivados del petróleo que han sido sujetos a una presión parcial de hidrógeno **menor que 7000 kPa** 70 bar o 1015 psi) durante la elaboración. Se definen componentes

**severamente hidroprocesados** como hidrocarburos derivados del petróleo que han sido sujetos a una presión parcial de hidrógeno **mayor que 7000 kPa** (70 bar o 1015 psi) durante la elaboración. La suma de no hidroprocesados + hidroprocesados + severamente hidroprocesados + sintéticos debe ser 100%.

(9)

Material	Cantidad máxima permitida	Nivel de detección	Método de Ensayo
FAME a, b, c	50 mg/kg		ASTM D 7797/IP 585 <sup>d</sup> . IP 590. IP 599
DRA (Reductor de arrastre en cañerías)	Nil	72 µg/L (e,f)	ASTM D 7872

Tabla 2 Materiales Contaminantes

- a) Después de la fabricación, cada custodio realizará una evaluación de riesgos para cuantificar el riesgo potencial de transferencia de material contaminante. Cuando dichas evaluaciones indiquen que podría existir un riesgo potencial en los suministros de combustible para aviones, se introducirán procedimientos adicionales de garantía de calidad para aumentar el control a fin de mitigar el riesgo. Cuando exista el riesgo de transferencia de material contaminante y no sea posible controlarlo con procedimientos adicionales de garantía de calidad, se iniciarán los análisis.
- b) Se define como FAME para este caso el material que cumple con la norma EN 14214 o ASTM D6751. Los esteres metílicos de ácidos grasos que no cumplen con estas normas no están permitidos en combustible Jet
- c) En caso de emergencia se puede permitir hasta 100 mg/kg de FAME en jet, cuando los fabricantes de la estructura y motor de la aeronave lo autoricen, en acuerdo con los requisitos de la estructura y motor. Para propósitos militares, un caso de emergencia puede ser definido como una situación no esperada ni prevista que requiera rápida acción. Por ejemplo, el caso de que se introduzca una contaminación de FAME en una parte del sistema de distribución de un aeropuerto y no pueda ser rápidamente remediada sin detener las operaciones de carga de combustible. Todas estas instancias deben ser elevadas a las correspondientes autoridades del aeropuerto. Para operadores comerciales referirse al SAIB NE-09-25R2 de fecha May 19, 2016, el cual provee acciones correctivas y procedimientos a ser seguidos en los casos de contaminación con FAME.
- d) El método IP 585 es el método de referencia
- e) DRA no es un aditivo aprobado para jet a ninguna concentración. La dilución de combustible con cantidades conocidas de DRA no está permitida, incluso a niveles inferiores al nivel indicado en la tabla 4. Donde el nivel de DRA es de otro modo desconocido, un resultado igual o inferior al nivel en la tabla 4 apoyaría una suposición de adición nula.
- f) No es necesario informar el nivel de DRA en el punto de fabricación. Sin embargo, se requieren pruebas de contenido de DRA como parte de una Evaluación de Riesgos, cuando el DRA es o debe ser agregado a otros productos en un sistema de cañerías multi producto que también transporta Jet.
- (10) En los métodos IP 123 y ASTM D86 todos los combustibles certificados por esta especificación deben clasificarse como de Grupo 4, con la temperatura del condensador entre 0 y 4°C. En caso de utilizar ASTM D7345 los resultados deben ser corregidos por el sesgo relativo como se describe en el método.
- (11) Si son utilizados IP 406 o ASTM D2887 para generar datos equivalentes a IP 123 o datos correlacionados a ASTM D86, no se requiere reportar el residuo ni las pérdidas.
- (12) Los resultados obtenidos por el Método ASTM D56 (TAG) son aceptados, pero en este caso el límite mínimo de especificación es 40 C. El método de referencia es IP 170.
- (13) Estos métodos automáticos son admitidos; IP 16/ASTM D2386 sigue siendo el método de referencia.
- (14) Si el punto de congelación es muy bajo y no puede reportarse en la distribución aguas abajo por el método IP16, el límite es máx -65 C. Si no aparecen cristales durante el enfriamiento del combustible cuando el termómetro indica -65 C, se reportará como <-65 C. Este límite no se aplica cuando el punto de congelación es medido por los métodos IP 435/ASTM D5972, IP 529 ASTM D7153. IP528 o ASTM D7154.
- (15) Los resultados obtenidos por ASTM D7042 deben convertirse a resultados de viscosidad cinemática corregidos por sesgo como se describe en la sección precisión y sesgo de ASTM D7042.
- (16) Puede utilizarse ASTM D4529/IP 381 cuando las regulaciones locales lo permitan.
- (17) El ensayo de Punto de Humo de la IP 598, incluye ambos métodos, manual y automático, siendo el método automático el de referencia.
- (18) Los anexos referidos en la Tabla 1 y en esta nota, corresponden a la norma ASTM D3241 equivalente a la IP323, donde el método de evaluación de la varilla puede ser visual (VTR), interferométrico (ITR) o elipsométrico (ETR). Los depósitos en la varilla deben medirse por IP323 o ASTM D3241 Anexo 2 para ITR, o Anexo 3 para ETR, cuando estén disponibles. Si el dispositivo del Anexo 2 ITR reporta "N/A" para una medida, el ensayo debe considerarse que no pasa y reportar >85 nm. La evaluación visual de la varilla por el método ASTM D3241 Anexo 1 no es requerida cuando se reporta el espesor del depósito según Anexo 2 ITR o Anexo 3 ETR. En caso de disputa entre los resultados por el método visual y uno

metrológico, el método metrológico será considerado de referencia. El examen de la varilla para determinar el depósito visual con el “Visual Tube Rater” o el espesor del depósito por ETR o ITR debe llevarse a cabo dentro de los 120 minutos de realizado el ensayo.

- (19) Tener en cuenta que ninguno de los Estándares primarios exige la prueba de las propiedades de separación del agua, aguas abajo del punto de fabricación. La propiedad de separación de agua, analizada por ASTM D3948 es un requerimiento mandatorio solamente en el punto de fabricación. Donde lo exijan las normas JIG para fines de gestión de la calidad del producto, se aplicarán los siguientes métodos y límites:

Método de Análisis	Límites
ASTM D7224	85 Min.
ASTM D8073	88 Min.

Tabla 3. Límites para Separación de Agua, aguas abajo del punto de fabricación

JIG tiene la intención de que las versiones futuras de la Lista de verificación permitan solo los métodos enumerados en la tabla 3 para determinar la separación del agua aguas abajo de la fabricación. De manera provisional, JIG continúa permitiendo el uso de ASTM D3948. Cuando se utiliza ASTM D3948, debe tenerse en cuenta que este método de prueba puede ser sensible a los tensoactivos débiles, lo que puede dar como resultado, un valor inferior a 70. Cuando esto ocurre, es aceptable liberar el combustible si cumple con uno de los límites enumerados en la Tabla 3 anterior.

- (20) Las especificaciones límites de conductividad son obligatorias para que el producto cumpla la especificación, según los requisitos de la DEF STAN 91-091/11. Sin embargo se sabe que en algunos sistemas de elaboración y distribución es más práctico inyectar SDA corriente abajo. En tales casos el Certificado de Calidad para el batch deberá aclarar: "El producto cumple los requisitos de AFQRJOS Check List vigente, con la excepción de la conductividad eléctrica". En algunos casos la conductividad puede bajar rápidamente y el combustible no responder a un agregado adicional de Stadis 450. En esos casos el combustible puede liberarse con una conductividad mínima de 25 pS/m siempre y cuando haya sido chequeado totalmente contra la especificación y en las correspondientes notas de aprobación del tanque se anote la explicación: "Producto liberado por debajo de 50 pS/m debido a pérdida de conductividad, según ANEXO F de DEF STAN 91-091/11".
- (21) Este requisito se origina en la DEF STAN 91-091/11. El requisito para determinar la lubricidad se aplica solamente a combustibles que contienen: a) por lo menos 20% de combustible severamente hidroprocesado y menos de 5% de combustible no-hidroprocesado, y b) para todos los combustibles que contienen componentes sintéticos. El límite se aplica solamente en el lugar de elaboración. Ver Anexo F de la DEF STAN 91-091/11 por información consultiva de importancia sobre la lubricidad de los combustibles de aviación a turbina. El aditivo LIA (también conocido como LIA) puede utilizarse para mejorar la lubricidad; solamente los aditivos listados en la Tabla 2 de ASTM D1655-/ Anexo A de DEF STAN 91-091/11 están permitidos. Por recomendaciones respecto al punto de agregado referirse al Apéndice A5 de DEF STAN 91-091/10. Si se inyecta LIA luego del punto de elaboración deben tomarse precauciones para asegurar que no se excedan las dosis máximas.
- (22) El uso de aditivo antioxidante es opcional.
- (23) Si es agregado el límite máximo es 24 mg/l. La lista de Aditivos Antioxidantes aprobados están listados en el Anexo A.2.5 de DEF STAN 91-091/11, en conjunto con la apropiada RDE/A/XXX - Referencia de calificación para cotizar en Certificados de Calidad de Refinería o Certificados de Análisis.
- (24) El Aditivo Desactivador de Metales aprobado (MDA), RDE/A/650, aparece en el Anexo A.3 de la DEF STAN 91-091/11. El Anexo 3.1 de DEF STAN 91-091/11 contiene restricciones al uso de MDA en el punto de manufactura e indica al productor los requerimientos para el reporte, cuando se agrega MDA en ese punto. Tener en cuenta que el uso rutinario de MDA (>5% de las partidas) en el punto de manufactura, no está permitido. El uso de MDA en el punto de manufactura está limitado a 2.0 mg/l, excepto cuando hay contaminación con cobre en la cadena de suministro. Ver también el Anexo A.3.1 para el uso de MDA en la cadena de suministro, que incluye la necesidad de reportar la estabilidad térmica antes y después del uso de MDA.
- (25) Las concentraciones de Inhibidor de Congelación del Sistema de Combustible (FSII) menores a 0,02% en volumen se pueden considerar despreciables y no requieren acuerdo/notificación. La base para permitir que estas pequeñas cantidades de FSII no necesiten acuerdo/notificación es para facilitar el cambio entre combustibles que contienen FSII y aquellos que no contienen FSII, donde el aditivo puede permanecer en el sistema de combustible durante un período limitado. Esto no permite la adición continua de FSII en estas bajas concentraciones. Debe tenerse en cuenta la nota en el Anexo 6 de DEF STAN 91-091/11 resaltando que no deben utilizarse monitores de filtro en los casos en que se utilizan combustibles con FSII.
- (26) Se deben tener en cuenta los requisitos de la DEF STAN 91-091/11 y ASTM D1655-concernientes a la necesidad de la gestión apropiada de la medida de los cambios en las refinerías donde se elabora combustible Jet. Es necesario tener en cuenta las implicancias de cualquier cambio en la alimentación, en las condiciones de proceso o en los aditivos, sobre la calidad del producto terminado y en su desempeño (por ejemplo, la experiencia ha demostrado que algunos aditivos pueden ser añadidos en cantidades trazas en los combustibles de aviación).

**(27)** Los certificados de análisis deberán indicar conformidad con una especificación primaria. La lista de verificación no es una especificación y los fabricantes no deben liberar combustible solo con la lista de verificación. Si se debe hacer referencia a la Lista de verificación, se debe usar la siguiente declaración si el combustible cumple con los requisitos de este boletín.

“Se certifica que las muestras han sido analizadas utilizando los Métodos de Ensayo establecidos y que los lotes representados por las muestras están acordes con DEF STAN 91-091 (última versión) y la versión vigente de la lista de verificación de AFQRJOS”.

Otra opción: “Se certifica que las muestras han sido analizadas utilizando los Métodos de Ensayo establecidos y que los lotes representados por las muestras están acordes con ASTM D1655 (última versión) y la versión vigente de la lista de verificación de AFQRJOS”.

Los requerimientos mínimos de información a incluir en el certificado de un Lote son:

- Nombre de la especificación, versión y enmiendas.
- Nombre y dirección del laboratorio
- Número de tanque, de elaboración o identificación unívoca
- Cantidad de combustible del tanque elaborado
- Propiedades analizadas y límite de especificación, método de ensayo y resultado del ensayo.
- Aditivos, tipo y cantidad.
- Nombre y cargo del firmante del certificado, o una firma electrónica.
- Fecha de certificación.