

#CONAMA2024

# CONAMA innova

## USO DE COMBUSTIBLE SOSTENIBLE DE AVIACIÓN (SAF) EN AVIACION MILITAR

**JUAN CUESTA**  
CORONEL INGENIERO AERONÁUTICO /EJÉRCITO DEL AIRE Y DEL ESPACIO





**El combustible SAF, su llegada, previsión de uso y ventajas.**

**Protocolo de pruebas en el EA, para un uso seguro de SAF.**



## ¿QUE ES EL *sustainable aviation fuel* (SAF)?

No hay una definición única internacional, usándose tanto para referirse a la porción sostenible (*neat SAF*), como a mezclas con combustible tradicional fósil. Predomina en rigor la primera.

El SAF neto, son combustibles líquidos para motores térmicos de aeronaves, de origen sostenible (*Synthesized Paraffinic Kerosene SPK* o *Synthetic Blending Component SBC*) y certificados como tales por entidades independientes.

Normalmente se mezclan con combustibles tradicionales de origen fósil, y así **pueden utilizarse de manera continuada, sin requerir** prolongados protocolos de pruebas , **modificaciones en aeronaves o infraestructura de suministro** ( propiedad conocida como ***drop-in***).

Hay un exhaustivo proceso de homologación y certificación para demostrar que sus características físico-químicas son casi idénticas a las de los combustibles fósiles y que, por tanto, pueden mezclarse con seguridad. A todos los efectos, la mezcla es Jet-A1 o JP8.



## El combustible SAF , sus ventajas y limitaciones:

MATERIA PRIMA **SOSTENIBLE**. Por ejemplo en biocombustibles grasas origen vegetal o animal + hidrogeno verde.

**MATERIA PRIMA DISPONIBLE es LIMITADA**. Se usa la Directiva de energías renovables RED de la UE o el concepto “triple balance“, impacto de la materia prima en las dimensiones social, económica y ambiental.

EL PRECIO, al menos en biocombustibles, **NO SE ENCARECE SIGNIFICATIVAMENTE**.

Además, bajo **esquemas de control de emisiones de carbono**, como el Sistema de Compensación y Reducción de Emisiones de Carbono para la Aviación Internacional (CORSA) de la OACI, los certificados SAF implican una exención de coste.

TIENEN PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS EN LOS RANGOS DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES  
**NO REQUIERE MODIFICACION DE MOTORES , NI AERONAVES, ni INFRAESTRUCTURA de aeropuertos.**  
Si hubiese cambios de propiedades, rediseñar o demostrar seguridad ante ellos sería costoso y lento.



## EL SAF tiene una sólida hoja de ruta, que se apoya en:

- ESTÁNDARES INTERNACIONALES para **su uso en mezcla con combustible fósil** , entre los que destaca la ASTM-7566 ,que llega a la fecha al 50% de SAF

**Hay varias rutas químicas** posibles de producción de SAF en la que destaca por facilidad/economía la de **biocombustible** denominada HEFA *Hydroprocessed Esters and Fatty Acids*. A las rutas con **captura de CO2** y proceso Fischer-Tropsch se les denomina “ SAF sintético”

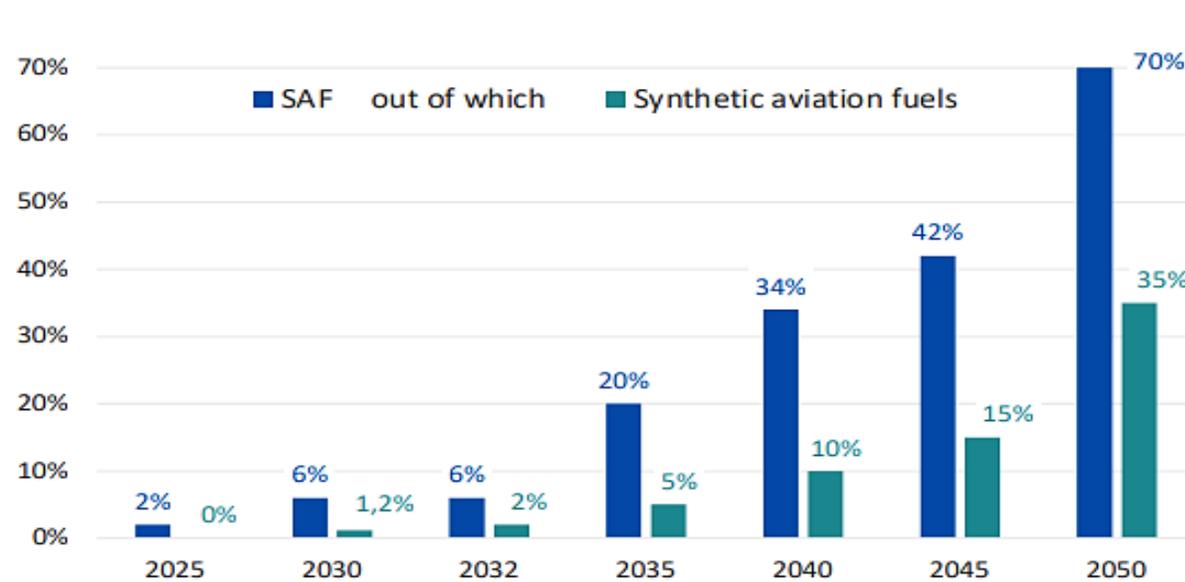
- AGENDA POLITICA , que OBLIGA A SU IMPLANTACION, en particular en la UE
- LAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE AVIACION: OACI/ICAO e IATA, por cumplir con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de forma más práctica, económica y viable que otras alternativas, como transformar los aviones para motores de hidrógeno o llevar pesadas baterías . Todo eso debe demostrar seguridad de uso.
- EL PRODUCTO RESULTA SER “BUENO”. El producto SAF comercializado es un biocombustible de más calidad que el biodiesel de automoción (FAME) , pues no tiene oxígeno en composición (no genera microbios) y es menos higroscópico.



- AGENDA POLITICA para el SAF en la UE

En 2021, se aprueba la Ley Europea del Clima OBJETIVO reducción gases de efecto invernadero > **55%** en 2030 . Esto agrupa acciones denominadas **FIT for 55**.

Reglamento 2023/2405, sobre condiciones de competencia equitativas para un transporte aéreo sostenible **ReFuelEU Aviation**.





## Según la Directiva ReFuelEU Aviation, habría SAF de 3 tipos:

- **Sintéticos**, como el de la ruta Fischer-Tropsch, requieren capturar CO<sub>2</sub> e hidrógeno renovable.
- **Biocombustibles**, como la ruta HEFA, que es la que tiene más impulso en estos años iniciales de producción de SAF.
- **De carbono reciclado** que cumplen un umbral de reducción de emisiones durante el ciclo de vida.



La **aviación militar debe usar SAF** por compartir las fuentes de suministro y oleoductos con la aviación civil. Consume menos que la aviación civil y se somete a las mismas normativas y estándares de responsabilidad con el medio ambiente. Algunos ejércitos OTAN son más proactivos que otros. En el EA , el SAF es no sólo aceptado, sino promovido dentro del proyecto BACSI ( Base Aérea Conectada Sostenible Inteligente).

Estamos en una **etapa inicial , novedosa para productores y usuarios** del combustible SAF, y **surgen dudas:**

- ¿ Aparte de sostenible , es realmente seguro para todas las aeronaves y en todas las condiciones de vuelo y estacionamiento? .

Por ejemplo, el no tener aromáticos, ¿Puede dar lugar a fugas o problemas en los sistemas de combustible? Se prevé añadir aromáticos sintéticos, cuando no se cumplan los mínimos.

- ¿ Hay particularidades a considerar en las aeronaves militares, como los motores con postcombustión ?

## Protocolo de pruebas del EA

Con la colaboración de varias empresas y Universidades dentro de BACSI.

- Entre junio y octubre de 2024 .
- **Resultado positivo**, según lo esperable.
  - > Se modifica la norma española de combustibles suministrables al EA, aceptando un 30% de SAF. Se espera poder incrementar esta cifra hasta un 50%, que son los límites ya certificados en muchas aeronaves civiles y militares. Se siguen haciendo pruebas y monitorizando, sobre los efectos de usos prolongados en sistema de combustible, motores...etc.





## Protocolo de pruebas del EA

### Metodología: Ensayos progresivos

Motores de laboratorio, motores reales, inspecciones parado, banco de pruebas, pruebas en vuelo.. ; yendo de motores menos a más potentes.



- Analíticas previas del suministrador y de nuestros laboratorios
- Ensayos con Microturbina, Banco C101, Banco C.15/C.16, Avión C101, Avión C.15/ C.16 ( C.15 es F-18 y C.16 es Eurofighter)
- Inspección motores - pre y post ensayo
- Análisis frecuente combustibles almacenados (avión y cubas)
- Observación visual de aeronaves en plataforma: fugas
- Instrumentación adicional específica: **partículas y contaminantes.**



## Protocolo de pruebas del EA

### Resultados

Los combustibles son casi iguales en prestaciones de motor, las emisiones mejoran ligeramente, pero no en todos los componentes.

El laboratorio detecta estas variaciones:

- $T^a$  de comienzo de congelación más alta ; y mayor velocidad de congelación , por ser la mezcla de hidrocarburos más homogénea. Pero cumple norma.
- Menor densidad y poder calorífico por unidad de volumen .
- Bajo contenido de aromáticos. Será un problema en porcentajes altos de HEFA

Se prevén pruebas con SAF al 100% para apreciar mejor las diferencias.

Es posible que se necesite con el tiempo un “afinado” de los motores para optimizar parámetros.



## EL SAF a futuro en Europa, España y el EA :

- **Volar conlleva mucha huella de carbono** . Pero la aviación es cada vez más eficiente , como el resto del transporte; y se llegará a motores híbridos y eléctricos en distancias cortas. También en lo estrictamente militar, no emitir gases , volar en silencio..etc , es una ventaja.
- Suponemos que se cumplirá e incluso mejorará los primeros años el calendario de ReFuelEU Aviation. Aunque para las capacidades productivas y las aerolíneas, será costoso cumplir con los porcentajes de combustible sintético Fisher-Tropsch de 2040-2050.
- Para las aerolíneas de bajo coste será complicado mantener los bajos precios.
- La implantación progresiva atenúa los riesgos técnicos para la aviación en general.
- Para el EA que consume **100 millones de litros de queroseno al año** , **el llegar a un % SAF alto reducirá significativamente la huella de carbono.**



## CONCLUSIONES

El *sustainable aviation fuel* (SAF) ha ido normalizándose en los últimos 10 años, desde la voluntariedad inicial . En la UE se establece un plan ambicioso en 2023, de implantación en toda la aviación que opere en aeropuertos de la UE, sustituyendo cada vez más % de destilado del petróleo hasta llegar a un 70% en 2050. La aviación militar debe usar SAF, por compartir las fuentes de suministro y oleoductos con la aviación civil.

El SAF ha sido probado en porcentajes inferiores al 30% en aviones tipo caza del EA, y es casi igual en parámetros al combustible fósil, sin plantear problemas. Se espera poder llegar sin problemas al 50% o porcentajes superiores.

La implantación del SAF será progresiva. Eso atenúa cualquier riesgo técnico para la aviación. **No requiere modificar aeronaves y eso es una ventaja** frente a, por ejemplo, el uso de hidrógeno.

Para el EA , que consume **100 millones de litros al año** , el llegar a un % SAF alto **reducirá significativamente la huella de carbono.**

#CONAMA2024



Ejército del Aire y del Espacio

El valor de un equipo



**CONAMA**  
**innova**

**¡GRACIAS!**