

# Energías renovables para la aviación

ANTONIO GONZÁLEZ-BETES FIERRO  
Coronel Ingeniero Aeronáutico



## INTRODUCCIÓN

**E**ste artículo pretende analizar las energías alternativas para la aviación procedentes de las renovables [A.G.-Betes -1], los programas en curso, esfuerzos y experimentos llevados a cabo.

Las alternativas energéticas proceden de las energías renovables. [Cener-2]. Son fuentes de energías continuas e inagotables, que están a disposición de la humanidad y que esta puede aprovechar y transformar en energía útil para cubrir sus necesidades.

El desarrollo de alternativas energéticas para la aviación tiene su origen en el petróleo, y no es un tema nuevo. Las diferentes crisis que han afectado al suministro de petróleo desde entonces impulsaron su desarrollo. [Sampson-3].

Algunos países, debido a las crisis anteriores desarrollaron combustibles alternativos al petróleo entre los que se citan: España [Mora Agues-4] Gasolina Calatrava; Alemania en 1942, Gasolina sintética y

Benzol; Brasil 1975, Etanol [Elvers-5] y África del Sur, 1978 Queroseno sintético. [Sasol-6].

La imposibilidad de conseguir petróleo y en ocasiones su elevado precio, ha incidido directamente en la economía de los países y ciertamente en la aviación mundial-civil y militar. Una factura de pe-



Lámina 1. La flota militar alemana utilizaba en 1942 combustible sintético.



Veamos algunos datos sobre el transporte aéreo mundial para comprender la influencia de los costes de los combustibles fósiles en el funcionamiento de la aviación.

## INFLUENCIA DEL PETRÓLEO EN LA AVIACIÓN MUNDIAL

El tráfico aéreo mundial desde 1971 a 2005 creció un 5% anual y todo apunta que crecerá al mismo ritmo en el futuro. [IATA-8].

En 2005 la flota comercial transportó 2.022 millones de pasajeros, en 29,4 millones de movimientos de salida y las aeronaves recorrieron 30.800 millones de kilómetros. La flota estaba compuesta de 23.000 aeronaves, de ellas 13.434 reactores, que utilizaban 10.000 aeropuertos y 26.000 ayudas radio para navegar y consumió 134.400 millones de litros de queroseno, procedentes de combustibles fósiles!!! Lámina 2.

Haciendo uso de los informes publicados por Airbus y Boeing (Airbus-9) [Boeing-10], la flota comercial mundial, se habrá duplicado para el año 2025 y tendrá 36.000 aeronaves, de las cuales 18.600 serán de nueva generación.

El gasto de combustible para el transporte aéreo se estima que crecerá un 2%, lo que significa un consumo de unos 500.000 millones de litros de queroseno en 2025, sin contar la aviación marcial. Si el precio del barril de petróleo crece al ritmo presente existe en el futuro un problema muy serio para la aviación. Lámina 3.

## LA BATALLA DE LA AVIACIÓN

Teniendo en cuenta los datos aportados, en el mundo de la aviación se libra una batalla que tiene lugar en varios frentes entre los que se citan:

\*Consumir menos, mejorando la eficiencia energética de las aeronaves y optimizando las operaciones de vuelo

tróleo elevada -140 dólares el barril- tiene influencia en los costes operativos de las aeronaves y por tanto en la cuenta de resultados de las compañías aéreas y en menor medida en la defensa. Lámina 1.

La necesidad, por tanto, de desarrollar combustibles alternativos al petróleo, es evidente y aunque con carácter no inmediato, tendrá efectos beneficiosos pues permitirá a los países, mejorar su independencia y seguridad, equilibrar la balanza de pagos y contaminar menos, contribuyendo a paliar el cambio climático.

La aviación ha pasado por etapas que han obligado a los científicos, ingenieros, personal de vuelo y técnicos a realizar esfuerzos, por cierto muy brillantes para hacerla, lo que hoy, es el medio de transporte más seguro del mundo. Se piensa que todo eso no se debe perder, [AGBetes-7], pero ahora se encuentra amenazada por la mayor crisis de su historia, que proviene de los combustibles procedentes del petróleo.

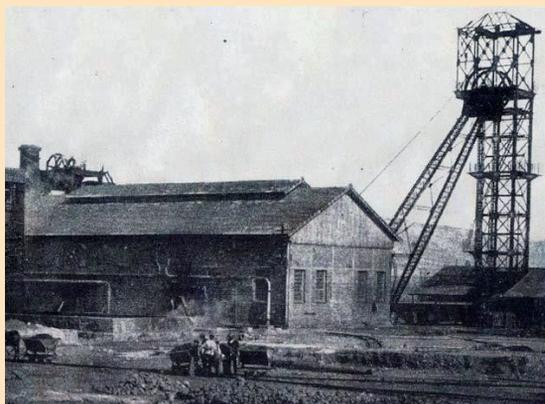


Lámina 2. En 1944 se fabricaba en España, gasolina sintética procedente de los esquistos de las minas de Puertollano.



Lámina 3. Airbus A380, el avión más moderno y eficiente de la flota aérea mundial comercial.

- \* Disminuir la contaminación y
- \* Sustituir los combustibles actuales por alternativos.

Refiriéndonos a dicha sustitución, debemos fijar la vista en el desarrollo de combustibles alternativos, que tiene las siguientes ventajas:

- La independencia energética y la seguridad de las naciones.
- Cubrir la creciente demanda de combustibles, calculada en 500.000 millones de litros en 2025 para la aviación comercial y 100.000 para la aviación marcial y general.
- Disponer de combustibles más económicos.
- Disminuir la contaminación. [ IPCC-12].

Un aspecto muy significativo es que las emisiones de gases de efecto invernadero GEI, debidas a la aviación, a pesar de los esfuerzos realizados, se han ido incrementando pues la demanda en el transporte aéreo ha crecido más que todas las reducciones específicas conseguidas por las continuas mejoras, tecnológicas y de los procedimientos operativos.

Teniendo en cuenta la situación, han proliferado organizaciones y comités, para batallar por un mundo energético mejor y más razonable. Mencionaremos algunos :

\* CAAFI-Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative)- Estados Unidos. (CAAFI-13) en el que participan: la Industria Energética, Departamento de Energía , DOC, NASA, USAF, ACI, FAA, universidades e inversores privados; han presentado un programa que empezó en 2005, detallando investigaciones procesos y productos energéticos alternativos para corto, medio y largo plazos.

CLEAN SKY-Comunidad Europea [Ruiz Ojeda-14]; ICAO[ICAO-15]; IATA; DARPA-USAF (DARPA-16); GBD. Green by Design. [GBD-17] y Universidad de Baylor.Tejas. Estados Unidos. ([Baylor-18].

Sólo se han mencionado algunas, pues la información disponible es agobiante por su extensión, contenido y calidad. Los informes, casi todos al alcance del lector, reflejan una esperanza y sobre todo el impulso, que creemos imparable para conseguir luchar contra la crisis y conseguir combustibles alternativos.

Veamos algo de lo que se ha conseguido hasta ahora referente a la actual disponibilidad de combustibles alternativos y el estado de los diversos programas de combustibles sintéticos en varios países.

### COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

El mundo de la aviación contempla las energías renovables como fuente de obtención de combustibles alternativos. Son fuentes que de forma periódica e inagotable se encuentran a disposición del hombre, siendo este capaz de aprovechar y transformar en energía útil para satisfacer sus necesidades.

Las energías renovables se detallan a continuación:

**Solar-** Térmica y fotovoltaica; **Eólica-** Procede del



Lámina 4. Una aeronave actual de 133 pasajeros, consume por término medio 126.000 litros de queroseno en un vuelo de Seattle a Washington.

viento atmosférico; **Hidráulica y Geotérmica.** Hidroeléctrica y mareomotriz. Biomasa. Alberga una gran cantidad de recursos energéticos aplicables a la aviación; y **Carbón- Esquistos bituminosos.**

Todas tienen un futuro aprovechamiento en la aviación, siendo la biomasa la más interesante por ser fuente de los biocombustibles. [CENER-2] Lámina 4.

Los combustibles alternativos, se pueden dividir en varias categorías : [Elders-5].

**A.- Queroseno y gasolina de aviación tradicionales.** Proceden del petróleo, arenas de alquitrán y brea (Tar sands), aceite de los esquistos (Oil shale) y productos condensados del gas natural (Natural gas condensate).

**Combustibles sintéticos:** Procedentes de la biomasa, carbón y gas.

**B.- Combustibles de aviación -Fisher-Tropsch (F-T).**

El procedimiento F-T -descubierto en 1920 por dos científicos alemanes Fischer y Tropsch- se usa para obtener combustibles sintéticos por transformación :

Carbón a líquido(CTL)

**Gas natural a líquido** (GTL) Biomasa a líquido-BTL: 2ª y 3ª generaciones.

**C.- Biocombustibles:** Derivados de la biomasa.



Lámina 5. Sasol. África del Sur. Ha certificado un combustible sintético para uso de la aviación comercial.

1ª generación: Productos agrícolas diversos.

2ª generación: Desechos de diversas fuentes.

3ª generación: Productos agrícolas no alimentarios

Veamos como se están introduciendo estos combustibles en las aeronaves. Lámina 5.

## INVESTIGACIONES, EXPERIMENTOS Y RESULTADOS

Analizaremos algunas de las experiencias realizadas y los resultados obtenidos con combustibles sintéticos, [Decker-19] en tres casos de estudio:

Primer caso. Alcohol. Combustible de primera generación.

Brasil, en 1975, puso en marcha un programa para producir alcohol sacado de la caña de azúcar. Lo utilizó al principio mezclado con la gasolina fósil y

fue sustituyendo esta, hasta llegar al E100 –100% alcohol.

Los beneficios del programa fueron muy interesantes: disminuir la dependencia del petróleo, mejorar la balanza comercial, crear nuevas tecnologías y un millón de puestos de trabajo y reducir la factura del petróleo (en el periodo de 1976-2000 en 43 billones de dólares).

Brasil utiliza en automoción exclusivamente alcohol puro o mezclado con gasolina y cuentan con 25.000 gasolineras de etanol. En 1982, el consumo fue de 60.000 barriles por día que subió a 170.000 en 1985. Actualmente es el primer productor de etanol del mundo y lo exportan en grandes cantidades.

Brasil se puede considerar pionera en el uso del bioetanol como combustible para aviación. (Argentina reclama ese puesto por sus vuelos con un C-130 con combustible sintético).

Experimentó el uso de etanol E100 en aviones agrícolas EMB-202 "Ipanema", en el año 2005. Estas aeronaves eran fabricadas por Industrias Aeronáuticas Neiva, una sucursal de Embraer. Hoy día vuelan unas quinientas aeronaves agrícolas, con certificado de aeronavegabilidad. [Brasil-20]. Lámi-



Lámina 6. Avión agrícola brasileño EMB-202- "Ipanema" que desde 2004 tiene certificado de aeronavegabilidad para usar solo bioetanol.

na 6.

La tecnología brasileña se exporta a muchos países y es un ejemplo de iniciativa empresarial que se estudia en las universidades.

Según datos proporcionados por Embraer una flota de 600 aeroplanos agrícolas "Ipanema" usando 21,6 millones de litros de alcohol por año, elimina 16,8 millones de litros de gasolina fósil por año, y disminuye en 13,5 millones de dólares los gastos operativos de la flota.

Segundo caso. Alcohol. Programa de la Universidad de Baylor- Estados Unidos. Liderado por el doctor Shauck, que consiguió que la Agencia Federal de Aviación (FAA) en 1982 autorizase el uso de etanol en aviones Cessna 152. [Shauck-21]. Posteriormente los doctores Shauck y Zanin de dicha Universidad realizaron un vuelo desde Waco –Estados Unidos– a París y Roma en un avión "Velocity"



Lámina 7. Universidad de Baylor. Tejas. Estados Unidos. Aeronave "Velocity" que atravesó el Atlántico Norte usando solo alcohol como combustible. Los tripulantes consiguieron el Trofeo Harmon.

especialmente preparado para utilizar solo alcohol 100%- como combustible. Consiguieron recorrer con éxito más de 10.000 kilómetros y fueron galardonados con el Trofeo Harmon, uno de los más prestigiosos de la aviación mundial en 1998. [AG-Betes-22]. Aparte del Cessna 152, el departamento de aviación de la Universidad utiliza un avión acrobático Pitts y un Bechcraft King Air ambos con alcohol. Lámina 7

El Dr. Shauck promocionó el programa del "Ipanema" en Brasil.

Tercer caso. SASOL- África del Sur. Combustible sintético. [Sasol-23]. Debido al "apartheid" África del Sur se encontró con restricciones de suministro de ciertos países productores de petróleo. Ante dicha situación acudieron a la tecnología alemana (Fisher-Tropsh) y utilizando sus grandes reservas de carbón obtuvieron en 1982 un combustible sintético. En dicho año fabricaron unos 90.000 barriles/día para su uso en la flota comercial de aviación.

Con el fin de poderlo ofrecer comercialmente a la aviación, realizaron exhaustivas pruebas aplicando los protocolos internacionales y la colaboración de fabricantes de aeronaves y motores, consiguiendo que el combustible sintético fuese homologado para su uso en los aviones de transporte comercial con motores de reacción de las compañías aéreas.

Veamos ahora otras experiencias.

### Aviones con certificados suplementarios -STC- de la FAA para usar etanol.

-Iniciativas del Dr. Shauck-Baylor University: Cessna-152, 172, 180 y 182, Pitts S2b (avión acrobático pilotado por Shauck), Velocity (Doctores Shauck y Zanin), Piper Pawnee (certificado en el año 2000 para usar gasolina de aviación y/o etanol) y Beechcraft King Air (usa alcohol y ejecuta la comprobación de la calidad del aire atmosférico- Dr. Shauck).

-El fabricante de motores "Rotax" ha probado sus motores con etanol E5(5%) y un Escuadrón "Van-

guard-RVA" usa etanol E100 en sus motores Lycoming IO-320 desde 1993.

-Aviones Ligeros Deportivos. (LSA-Light Sport Aircraft)- utilizan Diesel y biodiesel en los motores de las aeronaves fabricadas por Cirrus y Cessna.

-Aviones eléctricos. Se citan tres prototipos, Sonex, Pipistrel y Electricflyer, usan motores eléctricos propios, un controlador electrónico y una fuente de baterías recargables Li-Poly. Los tres han realizado vuelos de prueba.

### Vuelos de prueba con combustibles semi-fósiles.

-Airbus A380. Airbus y Rolls Royce efectuaron una prueba de vuelo el 1 de febrero de 2008 en el trayecto Filton-Toulouse, con 180 minutos de vuelo. El combustible utilizado fue una mezcla del 40% de GTL -suministrado por Shell- con queroseno en uno de los motores RR Trend 900. Se gastaron 11.000 kilogramos y no hubo problemas. Se están analizando los datos y continuarán con otras pruebas adicionales, tendentes a conseguir emisiones cero. [Airbus-22]

-Boeing 747-400. Virgin Atlantic, Boeing y General Electric, hicieron una prueba en vuelo, utilizando combustible biodiesel B20 (aceites de babasu y coco) en uno de los motores CF6. Voló la ruta Londres-Amsterdam, unos 900 kilómetros al nivel de Vuelo 250. Boeing ha manifestado que los "biofuels" pueden ser más baratos que el queroseno. [Biofuels-24]

-Boeing 747-400. Air New Zealand con Boeing y Rolls Royce. Previsto el vuelo de prueba en 2009.

-Boeing 737- Continental Airlines. El objetivo es demostrar que se puede utilizar un biocombustible de 2ª generación mezclado con JP-8.

-Qatar Airways. Qatar posee dos fabricas de GTL. Espera ser la primera línea aérea en usar combustibles GTL para su futura flota de 89 aeronaves A380.

-DARPA. Defence Advanced Research Projets Agency de la USAF. Están probando los productos fabricados por varias compañías que producen biocombustibles obtenidos de productos agrícolas o



Lámina 8. Boeing B-52 ( USAF). El 15 diciembre 2006, voló con una mezcla de Syntroleum y JP-8 (50/50) en todos los ocho motores durante 7 horas. La USAF le concedió el certificado de aeronavegabilidad el 8 de agosto de 2007.

del mar. Los experimentos en curso son los siguientes: Lámina 8

–Boeing B-52. ( USAF). El 15 diciembre 2006, voló con una mezcla de “Syntroleum” (derivado del gas natural) y queroseno JP-8, mezclados al 50% en todos los ocho motores durante 7 horas. La USAF concedió el certificado de aeronavegabilidad el 8 de agosto de 2007.

–C-17”Globemaster” realizó los vuelos de prueba con el mismo combustible anterior (mezcla 50/50) el 22 octubre de 2007. Ha sido certificado en 2008.

La USAF espera tener en 2011 toda la flota de bombardeo y transporte certificada para usar como combustible la mezcla 50/50. Las pruebas del motor F-101 con postcombustión se completaron a finales del 2007. Lámina 9.



Lámina 9. El transporte militar C-17 estará certificado para volar con el mismo combustible que el Boeing B-52 a principios de año 2009.

## CONCLUSIONES

En 2015 la 2ª generación de biocombustibles competirá con el petróleo. El 30% procederá de la biomasa.

En 2025 se predice que el 25% del combustible de la aviación será sintético.

El director de ATA, Giovanni Bisignani advirtió en una conferencia en agosto 2008 “que los precios en alza de los combustibles fósiles de aviación están iniciando la etapa a una crisis global en las líneas aéreas mundiales”.

Los combustibles sintéticos, de momento, complementarios del queroseno y de la gasolina de aviación paliarán la crisis -la peor en muchos años- y traemos a colación el comentario del ingeniero aeronáutico Cuesta Álvarez [Cuesta-25] en 1982: “En todo caso es un hecho cierto que el combustible sustitutivo del queroseno ha de ser otro sintético de características similares”.

## BIBLIOGRAFÍA

1.- G-Betes, A. Energías Renovables. COIAE. Aeronáuticos. Nº 197. 2008 Madrid.

Energías Renovables para la aviación. COIAE. Aeronáuticos. Nº 198. 2008 Madrid.

2.-CENER. Las Energías Renovables en España. Fundación Gas Natural. Barcelona 2006.

3.-AOP. Asociación Española de Operadores de Productos petrolíferos. Memoria 2006 Madrid

4.-Mora Agues y Blasco Santiago. Las pizarras de Puertollano y los carburantes de aviación-.Análisis de la gasolina Calatrava. RAA nº42 Julio 1948 Madrid.

5.-Elvers.B. Handbook of Fuels capítulo 8. Aviation Turbine Fuels. VCH. Hamburgo. Alemania. 2008.

6.- SASOL. Fuel Synthetic Petrus. N.J. www.sasol.com.

7.-G-Betes. A. Avances tecnológicos en las aeronaves de transporte. Dossier. RAA. Septiembre 2002.

8.- IATA-Building a greener future; Fact Sheet: Alternative Fuels. www.iata.org.; Faqir,J. Aviation fuels Crisis. ACAC Seminar. Rabat 2006.

9.- Airbus. Flying Nature. Global Market Forecast 2007-2026. www.airbus.com.

10.- Boeing. Current Market Outlook. 2008-2026. www.boeing. Com.

11.- Daggett, Dave. Alternate Fuelled Aircraft. Boeing. 2006. Seattle. Estados Unidos.

12.- IPCC. Informes “Aviation and the Global Atmosphere”. 1992-2006.

13.-CAAFI. Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative. Federal Aviation Administration. Washington. D.C. USA

14.- Ojeda Ruiz, Javier. Clean Sky. COIAE. Avion Verde. European Green Air Transport Forum. 21-11-2008. Madrid.

15.- ICAO. Reunion NAM/CAR ATM-NE/03. Abril 2006; Anexo 16.

16.- DARPA. Defence Advanced Research Projects Agency.

17.- GBD. Green by Design. Environmental Forum. RAES.London.

18.- Baylor University. Institute for Air Sciences. Tejas. Estados Unidos.

19.- IATA. Aviation Fuel Crisis. ACAC Seminar. Rabat. september 2005.

21.- Serrano de Pablo, L. Notas sobre el problema del petróleo en España. RAA Nº 7.1941.

22.- Decker. J. Flying Green. Renewable Energy World. Marzo-Abril 2007..

23.- Filippone. A. Analysis of Carbon Dioxide from Transport Aircraft. Journal of Aircraft. 2008. USA.

24.- Ortega Rodriguez. M. Energías Renovables. Paraninfo. Madrid. 2002.

25.- Cuesta Alvarez, Martin. Perspectivas de sustitución del petróleo para aviación. RAA. Nº 503. Noviembre 1982.Madrid. •