

# El turbocombustible JP-8 y su posible estandarización

MANUEL BARBERA GARCIA, Capitán Ingeniero Técnico Aeronáutico

## INTRODUCCION

Desde el comienzo de la era del motor de reacción ha sido preocupación constante la obtención de un tipo de combustible para este tipo de motor que resolviera de una forma satisfactoria los problemas derivados, principalmente, de la disponibilidad y la seguridad de su empleo y almacenamiento.

Desde entonces, varios han sido los turbocombustibles estudiados y empleados (algunos, como el JP-2, no pasaron de la fase de ensayo) hasta llegar a los utilizados en la época actual.

Recientemente, los Estados Unidos han definido un nuevo combustible para su utilización en turbinas de aviación con vistas a aumentar la disponibilidad y reducir en gran manera los problemas logísticos. Este combustible corresponde a la norma MIL-T-83133, grado JP-8, código OTAN F-34, definido en España por la norma INTA 151316.

Existen indicios en cuanto a la posible estandarización del JP-8 por la OTAN a muy corto plazo; de hecho, algunos países de esta Organización ya lo vienen empleando. Parece lógico pensar que esta medida repercutirá forzosamente en las Fuerzas Armadas Españolas y no es aventurado, por lo tanto, predecir que, en un futuro más o menos inmediato, nuestro Ejército del Aire podría verse obligado a adoptar este tipo de combustible en sustitución del JP-4.

Ante tal posibilidad, vamos a exponer a continuación, de la forma más escueta posible, las características de este nuevo combustible, comparándole con los que se vienen utilizando en la actualidad en los ámbitos de la Aviación Civil y Militar, y las conclusiones derivadas del correspondiente estudio.

## TURBOCOMBUSTIBLES UTILIZADOS EN LA ACTUALIDAD

Los turbocombustibles utilizados en la actualidad en los países del mundo occidental (en los países del Este se utilizan combustibles no exactamente equivalentes a éstos, basados en especificaciones dictaminadas por la URSS), se pueden agrupar, básicamente, en dos grupos: combustibles tipo "keroseno" y combustibles tipo "wide cut". Los primeros proceden de la fracción denominada keroseno y los segun-

dos de una fracción más amplia que correspondería a una mezcla de fracciones de gasolina y keroseno.

Dentro de estos dos grupos, y de acuerdo con la denominación más corriente, los turbocombustibles actuales quedan encuadrados de la siguiente forma:

Tipo "keroseno"	Jet-A1
	JP-8
	JP-5 (keroseno alto punto inflamación)
Tipo "wide-cut"	JP-4
	JET-B

La tabla 1 refleja la correspondencia entre las denominaciones y especificaciones usadas en los principales países y la OTAN.

No hemos incluido en ella al JET-B, ya que su consideración no entra dentro de los límites que nos

	ESPAÑA	OTAN	USA	FRANCIA	UK
JET-A1	JET-A1 INTA 151317	F-35	JET-A1	AIR-3405 (F-35) (TR-0)	RD-2494
JP-8	JP-8 INTA 151316	F-34	MIL-T-83133 Grado JP-8	AIR-3405 - S748 (F-34) (TR-0)	RD-2453
JP-4	JP4- INTA 151314	F-40	MIL-T-5624 Grado JP-4	AIR-3407 (TR-4)	RD-2454
JP-5	JP-5 INTA 151315	F-44	MIL-T-5624 Grado JP-5	AIR-3404 (F-44) (TR-5)	RD-2452

hemos trazado en este trabajo. A título informativo baste decir que es un combustible similar al JP-4, excepto en algún aditivo y las exigencias en cuanto al punto de cristalización ( $-50^{\circ}\text{C}$ ).

Por las mismas razones, en lo sucesivo tampoco consideraremos al JP-5. Este es un keroseno, ligeramente más pesado ( $\cong 0,816 \text{ kg/l}$ ) que el JET-A1 y JP-8, al cual le han sido eliminadas las fracciones más volátiles con el fin de conseguir un punto de inflamación muy elevado ( $>60^{\circ}\text{C}$ ), aumentando con ello la seguridad en su manipulación y almacenamiento, con vistas a su utilización por la aviación embarcada.

## CARACTERISTICAS

Esta parte se va a resumir, por lo tanto, en definir las características del JET-A1, JP-8 y JP-4.

En la tabla 2 se reflejan los requisitos que deben cumplir los mismos, de acuerdo con las normas en vigor. De acuerdo con lo reflejado en dicha tabla y los resultados obtenidos en laboratorio, podemos definirlos, básicamente, de la siguiente forma:

### JET-A1

Es un keroseno con una densidad comprendida entre 775 y 830  $\text{kg/m}^3$  (densidad normal  $\cong 800 \text{ kg/m}^3$ ), un punto de inflamación  $>38^{\circ}\text{C}$  y un punto de cristalización  $<50^{\circ}\text{C}$ . Los puntos inicial y final de su curva de destilación vienen siendo, aproximadamente, de 150 y  $250^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. No se exige aditivos antihielo ni anticorrosivo.

Recientemente la norma INTA 151317 ha subido el punto de cristalización hasta dejarlo en  $<47^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo, generalmente, este valor se viene manteniendo en España en la actualidad en  $<50^{\circ}\text{C}$ .

El JET-A1 es el turbocombustible actualmente estándar en la Aviación Comercial.

TABLA 2				
Requisitos físicos y químicos		JP-4	JET-A1	JP-8
Acidez total (mg. KOH/g)	Máx.	0,015	0,015	0,015
Aromáticos (Vol. %)	Máx.	25	25	25
Olefinas (Vol. %)	Máx.	5	5	5
Azufre mercaptano (% peso)	Máx.	0,001	0,003	0,001
Ensayo Doctor		Negativo	Negativo	Negativo
Azufre total	Máx.	0,4	0,3	0,4
Destilación $^{\circ}\text{C}$				
10% recuperado	Máx.		205	205
20% recuperado	Máx.	145		
50% recuperado	Máx.	190		
90% recuperado	Máx.	245		
Punto final	Máx.	270	300	300
Residuo (Vol. %)	Máx.	1,5	1,5	1,5
Pérdida por evaporación (Vol. %)	Máx.	1,5	1,5	1,5
Punto de inflamación $^{\circ}\text{C}$	Mín.	-	38	38
Densidad a $15^{\circ}\text{C}$		751-802	775-830	775-840
Presión de vapor ( $\text{kg/cm}^2$ )		0,14-0,21	-	-
Punto de cristalización	Máx.	-58	-47	-50
Viscosidad cinemát. a $-20^{\circ}\text{C}$ (est.)	Máx.	-	8	8
Calor de combustión (MJ/kg)	Mín.	42,8	42,8	42,8
Punto de humo	Mín.	20	19	25
Estabilidad térmica				
Caída de presión (mm Hg)	Máx.	25	25	25
Aspecto del tubo calentador	Máx.	3	3	3
Corrosión del cobre	Máx.	lb	lb	lb
Conductividad eléctrica				
En refinería		300-600	150-450	300-600
En tanques y cisternas		200-600	50-450	200-600
Gomas actuales (mg/100 ml)	Máx.	7	7	7
Tolerancia al agua				
Aspecto de la interfase	Máx.	lb	lb	lb
Separación de capas	Máx.	-	2	2
Índice de separación de agua	Mín.	70	70	70
Sedimento total (mg/l)	Máx.	1	1	1
Aditivos:				
Antihielo (Vol. %)		0,10-0,15	-	0,10-0,15
Antioxidante		Obligatorio	Opcional	Obligatorio
Anticorrosivo		Obligatorio	Opcional	Obligatorio
Antiestático		Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Desactivador de metales		Opcional	Opcional	Opcional

### JP-8

Es un keroseno con una densidad comprendida entre 775 y 840  $\text{kg/m}^3$ , un punto de inflamación  $>38^{\circ}\text{C}$  y un punto de cristalización  $<-50^{\circ}\text{C}$ . Debe estar obligatoriamente aditivado con antioxidante, anticorrosivo y antihielo.

### JP-4

Es un combustible "wide-cut" de densidad comprendida entre 751 y 802  $\text{kg/m}^3$  (densidad normal  $\cong 777 \text{ kg/m}^3$ ). Tiene un punto de cristalización  $<-58^{\circ}\text{C}$  y un punto de inflamación muy bajo ( $-20^{\circ}\text{C}$ ). Su pre-

sión de vapor Reid está comprendida entre 0,14 y 0,21 kg/cm<sup>2</sup>, y los puntos inicial y final de su curva de destilación vienen siendo aproximadamente de 55 y 240°C, respectivamente.

Debe estar obligatoriamente aditivado con antioxidante, anticorrosivo y antihielo.

Una idea bastante completa de la composición básica de estos tres productos nos la da la figura 1, en la que se muestra la curva típica de destilación de cada uno de ellos, en comparación con la de una gasolina de aviación normal.

Llegados a este punto, disponemos ya de datos suficientes para poder deducir que el turbocombustible JET-A1, utilizado actualmente por la Aviación Comercial en España, convenientemente aditivado con antioxidante, anticorrosivo y antihielo, y con el suficiente antiestático para meter la conductividad dentro de los límites especificados, cumpliría perfectamente con la norma MIL-T-83133 correspondiente al JP-8.

## ESTUDIO COMPARATIVO JP-8 Y JP-4

Tras la anterior conclusión, podemos pasar ya a establecer la comparación entre el JP-4, combustible estándar en la actualidad en nuestro Ejército del Aire, y su posible sustituto, el JP-8, en cuanto a disponibilidad, seguridad en almacenamiento, manipulación y utilización.

### 1. Disponibilidad.

Una vez llegado el momento de la adopción del JP-8 como turbocombustible a utilizar en el Ejército del Aire, el procedimiento de obtención del mismo sería simplemente a base de aditivar convenientemente el JET-A1 que actualmente se fabrica en España (manteniendo, por supuesto, el punto de cristalización < -50°C).

El aumento de disponibilidad,

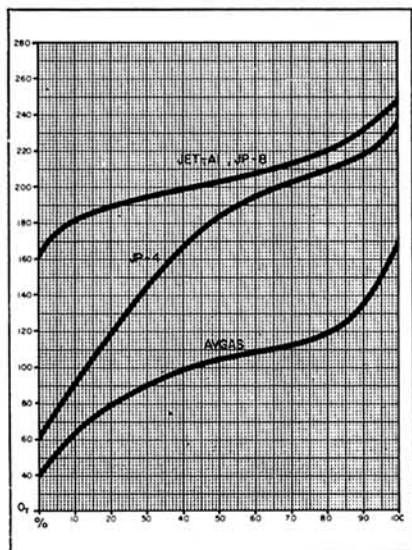


Fig. 1

respecto al JP-4, es evidente. Se pasaría automáticamente de unas reservas estratégicas limitadas en la actualidad a la cantidad que pueda haber almacenada en las plantas de las bases (salvo en alguna de ellas, en el resto hasta cierto punto limitadas) y en alguna factoría de Campsa, a disponer en cualquier momento de todo el turbocombustible existente en aeropuertos, factorías de Campsa y refinerías que se dedican

a su producción. Todo ello sin olvidar las ventajas que llevaría consigo la unificación en los procesos de fabricación.

### 2. Seguridad en la utilización.

En todas las operaciones relacionadas con la manipulación y utilización de los combustibles de aviación, reviste capital importancia el reducir al máximo los riesgos de incendio y explosión, los cuales están estrechamente ligados a la volatilidad del combustible y, por lo tanto, a su presión de vapor Reid.

En la figura 2 están representadas las curvas relativas a los límites de inflamabilidad de mezclas gaseosas en equilibrio con el combustible, en función de la temperatura y altitud. Se representan las correspondientes al keroseno (JP-8) y JP-4, más la correspondiente a una gasolina de avión para referencia.

Cada combustible está representado por una curva de dos ramas, una (trazo continuo) corresponde a la mezcla pobre, la otra (trazo discontinuo) corresponde a la mezcla rica. La mezcla no es inflamable mas que por los puntos situados dentro de

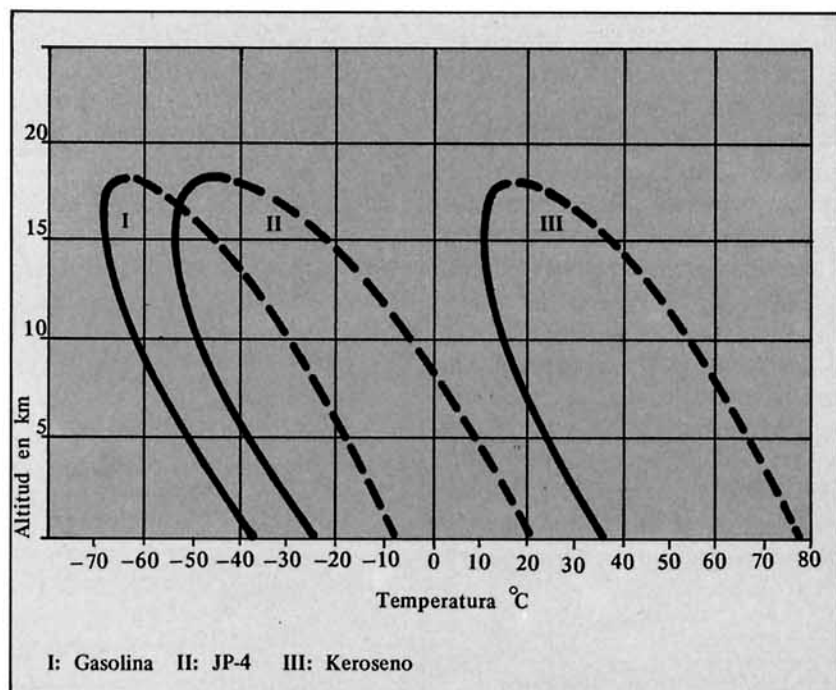


Fig. 2

las ramas. Por ejemplo: en tierra, la mezcla aire-hidrocarburos situada sobre el combustible contenido en un depósito es inflamable entre los límites de temperatura siguientes:

- 40 °C y - 10 °C para la gasolina.
- 20 °C y + 20 °C para el JP-4.
- + 35 °C y + 75 °C para el JP-8.

Para una temperatura ambiente de 15 °C, por ejemplo, la mezcla aire-vapores de combustible es muy rica para ser inflamable en el caso de la gasolina, muy pobre para el caso del JP-8, pero, en el caso del JP-4, está dentro de los límites de explosividad.

Los límites se desplazan con la altura, debido a la variación de la presión atmosférica, y, por encima de los 19.000 metros, las mezclas no son inflamables cualquiera que sea el combustible.

Partiendo de estas curvas, obtenidas en el laboratorio, y teniendo en cuenta las variaciones reales de la temperatura del combustible en los depósitos durante el vuelo, se han obtenido las de las figuras 3 y 4 que muestran que, para las temperaturas iniciales del combustible que normalmente se alcanzan en España, las condiciones favorables para la formación de una mezcla explosiva raramente se dan para el JP-8, y, sim embargo, para el JP-4 se presentan en la mayor parte de los supuestos.

(a) Riesgos en vuelo.

Las curvas de las figuras 3 y 4 dan una clara desventaja al JP-4. Sin embargo, es necesario hacer constar que, excepcionalmente, pudiera darse el caso de que, debido a la agitación del combustible en los depósitos, tuviese efecto la formación de niebla de combustible, y la ex-

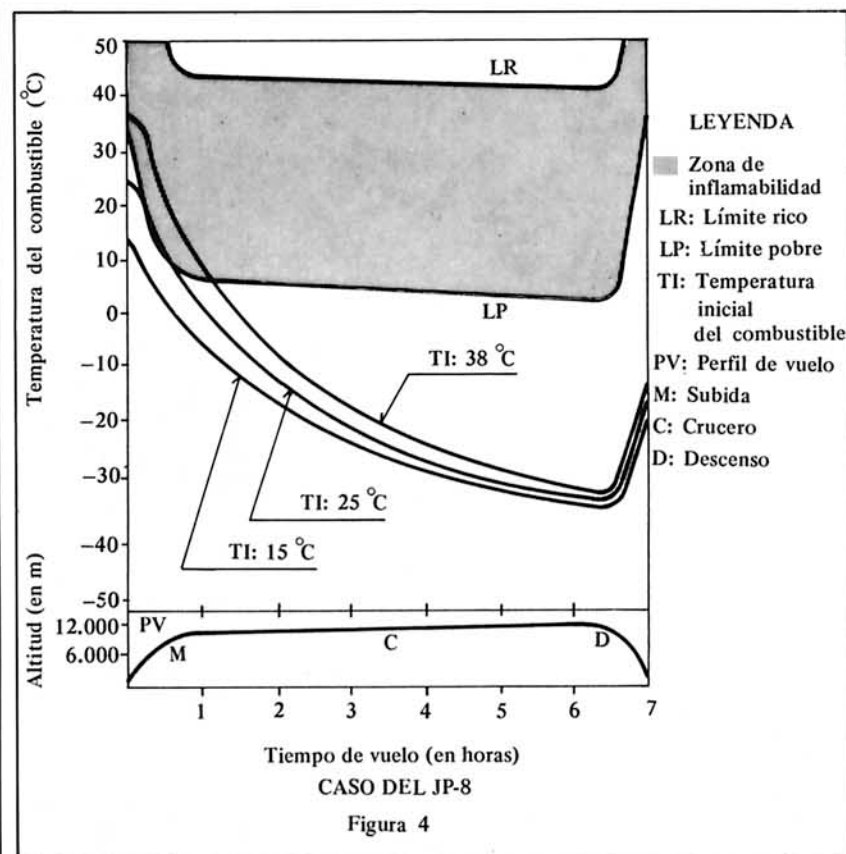
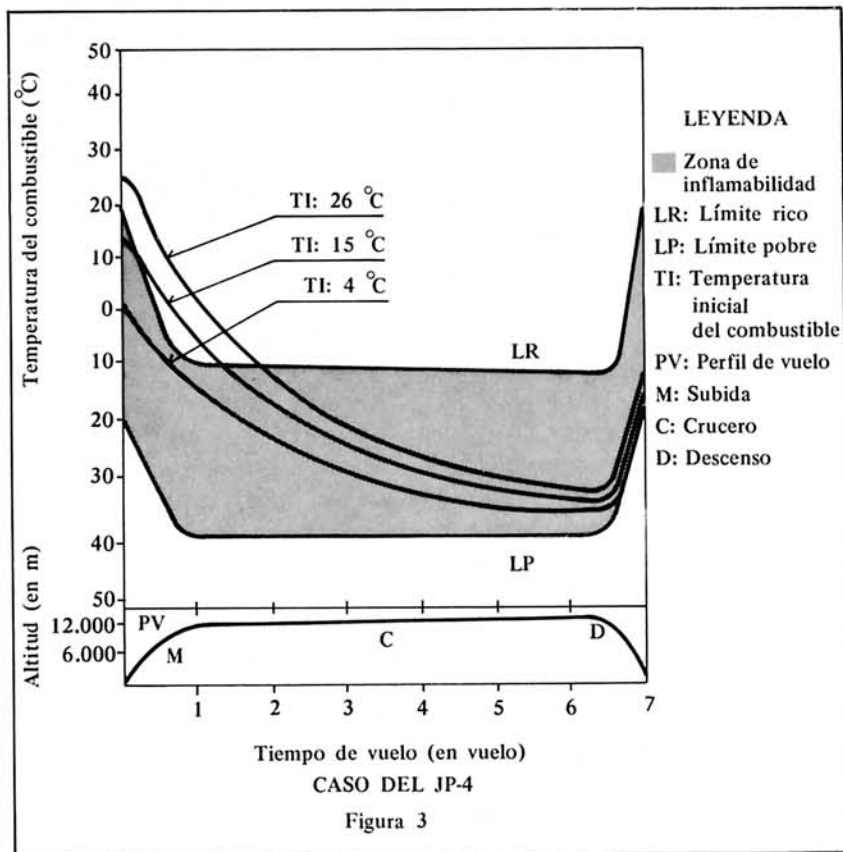


Fig. 3 (superior) y Fig. 4 (inferior).

perencia demuestra que los límites de inflamabilidad de una suspensión de finas gotas de combustible en el aire son aproximadamente los mismos que una mezcla gaseosa homogénea, de forma que un enriquecimiento por pulverización podría hacer entrar la atmósfera de un depósito de JP-8 dentro de la zona de inflamabilidad, y, por el contrario, sacar fuera la de un depósito de JP-4.

Hecha esta salvedad, normalmente, la baja volatilidad del JP-8, unido a la presión de vapor Reid del JP-4, hacen que el primero ofrezca una mayor seguridad en situaciones críticas (accidente, combate, etc.).

En efecto, programas de pruebas realizados en este sentido han dado como resultado que el JP-4 es potencialmente 2,5 veces más peligroso que el JP-8. Asimismo, ante impactos de proyectiles, el JP-4 es más susceptible de provocar una explosión que el JP-8.

#### (b) Riesgos en tierra.

En tanques de almacenamiento y cisternas, no existe ningún género de dudas que el JP-4 es el combustible más peligroso, ya que las condiciones ambientales normales sitúan la atmósfera en el interior de los depósitos dentro de los límites de inflamación, cosa que, salvo en condiciones muy extremas, no sucede con el JP-8.

La baja volatilidad del mismo, actúa en favor del JP-8 ante descargas de electricidad estática y en las operaciones de repostado de aviones, sobre todo si éstas se efectúan en el interior de refugios. La utilización del JP-8 ofrece también una mayor seguridad respecto al JP-4 en aviones situados en el interior de hangares sometidos a operaciones de mantenimiento.

#### 3. Rendimiento del avión.

En general, las diferencias que

pueden presentarse en el rendimiento en el avión utilizando uno u otro combustible son mínimas. Estas se derivan de sus características en cuanto a densidad, presión de vapor y punto de cristalización.

Debido a su densidad, el JP-8 tiene un poder calorífico un 6 por 100 mayor por unidad de volumen que el JP-4, lo que en principio, puede suponer, para un mismo gasto máxico, una mayor autonomía de vuelo, que habría que contraponer a un mayor peso al despegue. Respecto a la mayor volatilidad del JP-4, puede significar un mejor comportamiento en los reencendidos en vuelo. El punto de cristalización influiría en el caso de que el combustible alcanzase temperaturas  $< 50^{\circ}\text{C}$  en los sistemas del avión, bastante difícil en la práctica.

El JP-8 es un combustible que, ocasionalmente, ya se viene empleando por los aviones de nuestro Ejército del Aire. Es más, determinados tipos de aeronaves lo tienen como combustible de utilización primaria. Este es el caso de los de procedencia francesa (F1, Mirage III, etc.), que vienen utilizando de origen el AIR-3405 (OTAN F34), equivalente al JP-8. Únicamente, y muy ocasionalmente, se viene actuando sobre el corrector de densidad del sistema de combustible del avión cuando, por necesidades logísticas, ha habido que utilizar keroseno en lugar de JP-4.

Otros aviones, como los de transporte, también vienen utilizando ocasionalmente keroseno, bien sea como JET-A1 o F-34.

Respecto al comportamiento en aviones de combate de procedencia USA, actualmente en servicio en el EA, la O.T. 42B1-1-14 determina el uso del JP-8 como alternativo del JP-4 en los motores J79 y J85 que equipan a las aviones F-4 y F-5, respectivamente. Sin embargo este es un punto que requeriría un estudio aparte, ya que, al no haber en España experiencia en este sentido,

quizá habría que efectuar ajustes en los sistemas del motor.

En cuanto al F-18, no representaría ningún problema, ya que este avión puede consumir cualquiera de estos dos combustibles.

#### CONCLUSIONES

A la vista de lo anteriormente expuesto, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

El turbocombustible JP-8 es un keroseno similar al JET-A1 que, imperativamente, debe estar aditivado con anticorrosivo, antioxidante y antihielo.

La adopción del JP-8 como combustible estándar en nuestro Ejército del Aire supondría la disponibilidad de una reserva estratégica varias veces superior a la actual de JP-4, facilitando los problemas de carácter logístico.

El JP-8 ofrece una mayor seguridad en almacenamiento y en operaciones en tierra. En cuanto a la seguridad en vuelo, las ventajas también se mantienen del lado del JP-8.

La mayor parte de los aviones del Ejército del Aire no presentarían problemas a la hora de adoptar este tipo de combustible. Habría que estudiar el caso del F-4 y F-5.

Como final, conviene hacer constar que la adopción del JP-8 no supondría ningún problema en lo referente a la habilitación de las plantas de combustible de las bases aéreas para el nuevo producto. Solamente habría que procurar reducir el volumen de la interfase entre el JP-4 y JP-8 para facilitar la disponibilidad de la misma.

Las conclusiones de este trabajo nos hacen pensar en la necesidad de la realización de un estudio tendente a eliminar las dudas que pudieran seguir existiendo sobre la adopción del JP-8, hecho éste que supondría la unificación de los turbocombustibles utilizados en la Aviación Militar y Comercial. ■