

# STRATO 2C

## Nacido para la investigación científica

JOSÉ ANTONIO MARTINEZ CABEZA

*Acosado por las restricciones presupuestarias del Ministerio Alemán de Investigación y Tecnología, el mayor avión construido hasta hoy con toda su estructura de materiales compuestos efectuó su primer vuelo el 31 de marzo de 1995. ¿Su destino? En principio la exploración atmosférica y meteorológica, pero otras posibilidades existen y podrían ser desarrolladas en el futuro.*

**E**l primer vuelo del avión científico Burkhart Grob Strato 2C estuvo a cargo de los pilotos Einar Enevoldson y Hans-Ludwig Meyer, quienes permanecieron en el aire durante una hora y lo llevaron desde el aerodromo de Mindelheim (Baviera) hasta Memmingberg, describiendo posteriormente la operación como "absolutamente libre de problemas", algo que no sucede por ahora con la financiación de esa aeronave construida como ejemplar único bajo contrato del DLR (Deutsche Forschungsanstalt für Luft-und Raumfahrt).

A principios de los 90 el DFG (Deutsche Forschungs Gesellschaft) hizo llegar al Ministerio Alemán de Investigación y Tecnología (BMFT) la importancia de abordar un plan nacional de exploración de la alta atmósfera, el cual desembocaría en el lanzamiento del Strato 2C, programa establecido oficialmente en febrero de 1992 con vistas a desarrollar un avión estratosférico, con un alcance de 18000 km. y capaz de mantener vuelo de crucero a 24000 m. de altura, al cual acompañarían las correspondientes infraestructuras terrestres

para el cumplimiento de su misión científica. La aeronave así concebida debería ser volada y gestionada por el DLR entre 1996 y el 2000.

El programa Strato 2C fue asignado al DLR (división de Oberpfaffenhofen) con la llegada de la primavera de 1992, formándose un comité científico asesor del programa donde han entrado delegados de las universidades e instituciones científicas alemanas. El DLR contrató a Grob GmbH para el desarrollo de la aeronave en el curso del mes de abril de 1992 según contrato valorado en 71 millones de Marcos; la experiencia de Burkhart Grob con el Strato 1, avión presentado en Le Bourget '91 como se reseñó en el dossier de RAA correspondiente a esa exposición (nº 606, septiembre de 1991, páginas 838 y 839), permitió que en octubre de ese mismo año 1992 se pudiera comenzar la producción del utillaje necesario, con vistas a un primer vuelo entonces



*En el curso de su vuelo número 29 celebrado durante agosto, el Strato 2C alcanzó una altura de 60867 pies, batiendo un récord de altura para aviones de piston, aún pendiente de homologación por la FAA, que ostentaba desde 1938 el Caproni 161 con 60346 pies.*



*El Strato 2C en el curso de su primer vuelo.*

previsto para el verano de 1994; en enero y en mayo de 1993 se mantuvieron sendas revisiones de diseño. Sin embargo, el retraso del programa sobre las planificaciones iniciales y el hecho de que los costos rebasaran las previsiones, como por otra parte suele ser frecuente en ese tipo de programas, condujo a una paralización en la concesión de fondos decidida por el Gobierno Alemán en junio de 1994; Burkhart Grob acabó solicitando 45 millones de Marcos adicionales para enjugar los extracostos, atribuidos a la aviónica y a la evaluación deficiente del precio de la experimentación en vuelo, cuya concesión era esperada para enero de 1995. Esa fecha fue sobrepasada sin que la aprobación llegara, y la consecuencia final de todo ello fue que Burkhart Grob, según palabras de alguno de sus representantes, ha estado recibiendo el dinero oficial "con cuantogotas", viéndose forzada a la inversión de recursos propios para evitar la paralización del programa, hasta que a principios de junio de 1995 el Gobierno Alemán aprobó la concesión de esos 45 millones de Marcos,

condicionada a que la primera fase de los ensayos en vuelo diera los resultados apetecidos. Completada ésta, de nuevo los problemas se ciernen sobre el Strato 2C, pues Grob aún no ha recibido los 46.75 millones de marcos para la segunda fase, en la

cual se integrarán los equipos de misión y se certificará la aeronave.

El desarrollo del avión Strato 2C y su previsión de presente y futuro equipamiento se ha efectuado con vistas a cumplir las siguientes misiones:

- Exploración de la dinámica y la química de la atmósfera, con especial énfasis en la distribución polar del ozono, formación de nubes estratosféricas sobre los polos e interacciones entre la troposfera y la estratosfera. Estudio de las nubes y su influencia en los procesos climáticos.

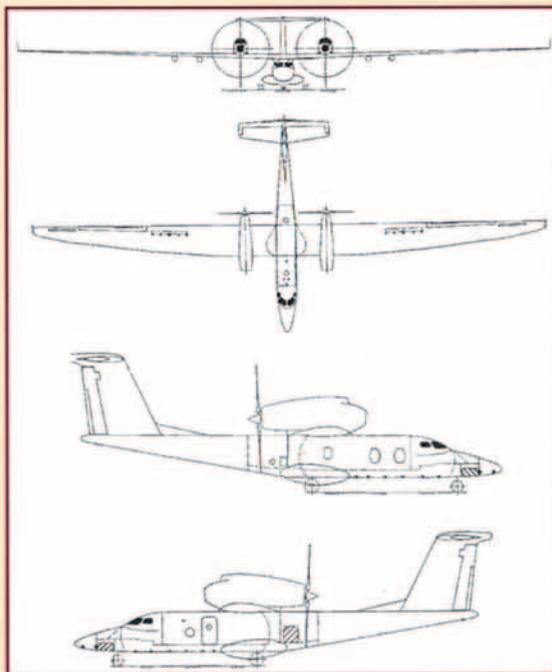
- Estudio de los procesos de intercambio entre la biosfera y la atmósfera.

- Análisis de los efectos de las emisiones gaseosas de las aeronaves en la alta atmósfera.

- Ensayos y calibración de la instrumentación que debe ser transportada por los satélites de exploración de la Tierra.

- Observación de las capas de hielo polares.

La primera fase de ensayos en vuelo del Strato se ha abordado en configuración POC (Proof-Of-Concept), es decir, ensayando sus actuaciones y su



*Figura 1: Cuatro vistas a distintas escalas, que sirve además para observar la evolución en el diseño de "winglets" y góndolas.*

funcionamiento general, como sucede con cualquier otro prototipo de aeronave, si bien la diferencia más notoria viene dada por el hecho de que se trata a la vez del prototipo y único avión de serie por el momento. Lo más complicado queda para la segunda fase, sobre todo cuando se proceda a la integración de todo el equipamiento científico y su correspondiente calibración.

Dos son las misiones de diseño del Strato 2C:

**Misión de alta cota:** Alcance de 7000 km. con 8 horas completas de operación a 24000 m. de altura y vuelos de ida y regreso a 18000 m. de altura. Carga de pago de 800 kg.

**Misión de larga duración:** 18100 km. de alcance, 48 horas de permanencia a 18000 m. de altura. 1000 kg. de carga de pago.

En las cargas de pago indicadas se incluyen exclusivamente dos tripulantes científicos y los equipos de investigación correspondientes.

El Strato 2C está construido, como se esbozó anteriormente, con materiales compuestos de resina y fibra de vidrio y de carbono para disponer de un bajo peso y buen comportamiento ante la fatiga y la aparición de grietas. En todas aquellas zonas de ala, fuselaje y cola susceptibles de ser alcanzadas por las descargas eléctricas atmosféricas, especialmente en las construidas con fibra de carbono, los correspondientes paneles incluyen una capa exterior de micromalla metálica embebida en resina para asegurar la conductividad y evitar daños. Un aspecto llamativo del diseño del Strato 2C es su enorme ala de alargamiento 22, perfil laminar y baja carga alar, provista de aerofrenos, la cual termina en dos pequeños "winglets" cuya forma y dimensiones han cambiado con el avance del programa, como también ha venido a suceder en el caso del diseño de las góndolas de los motores, hecho que se aprecia en la figura 1. La primera fase de ensayos en vuelo se ha efectuado con un ala provisional, unos 600 kg. más pesada que la definitiva; esta última deberá estar instalada cuando se inicie la segunda fase de ensayos. De lo que significa la envergadura del ala del Strato 2C

da buena fe la figura 2, donde se le compara en igualdad de escala con el Airbus A330-300; por lo demás el ala es convencional desde el punto de vista de las superficies aerodinámicas de control, al igual que sucede con el tren de aterrizaje, triciclo replegable provisto de sistema "antiskid". Es la planta propulsora el aspecto tal vez más interesante del diseño del Strato 2C.

La altura de crucero de 24 km. viene a significar que el Strato 2C debe poder volar en un lugar donde el aire tiene una densidad del orden del 4%

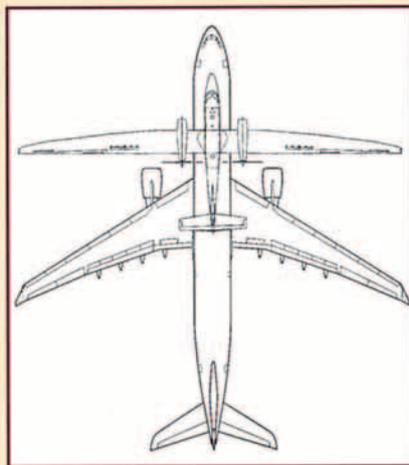


Figura 2: Comparación de tamaños entre el Strato 2C y el Airbus A330-300.

de la existente al nivel del mar. Por razones de diseño de la aeronave (minimización del peso de combustible y duración de la misión fundamentalmente), se optó desde el principio por usar una planta propulsora constituida por dos motores de pistón, los cuales deben ir fuertemente sobrealimentados, puesto que su potencia debe mantenerse invariable hasta la altura de crucero citada. En un principio la disposición de los motores seleccionada fue con las hélices en posición tractora, pero en abril de 1993 se decidió cambiarlas a situación propulsora, tanto para dejar el ala "más limpia" como para mejorar el acceso del aire a las enormes góndolas donde se alojan los conjuntos propulsivos, situadas a 4.5 m. del plano de simetría. El diseño y la integración de la planta propulsora fue subcontratado por Burkhart Grob a la firma IABG (Industrieanlagen Be-

triebsgesellschaft mbH); sus primeros ensayos se llevaron a efecto en la Universidad de Stuttgart, de modo que en junio de 1994 se había comprobado ya el cumplimiento de los objetivos de diseño hasta una altura simulada de 23000 m., aunque las actuaciones de la hélice no pudieron ser verificadas al no haberse encontrado una cámara para ensayos lo suficientemente grande como para acomodarla, pero tal parece que la primera fase de ensayos dispuso las dudas.

La figura 3 presenta la organización interna de las góndolas del Strato 2C junto a una escala gráfica que da idea de sus dimensiones, y para mejor comprensión del funcionamiento incluye un diagrama simplificado. Dentro de cada góndola hay dos subconjuntos cuyo funcionamiento coordinado asegura la propulsión de la aeronave hasta su nivel máximo de vuelo. El primero lo forma un motor Teledyne Continental TSIOL-550 de 400 CV, de seis cilindros opuestos refrigerados por agua con una cilindrada de 9000 cm<sup>3</sup>, el cual actúa sobre una hélice de cinco palas y 6 m. de diámetro a través de una caja de engranajes reductores; se completa con un turbocompresor de sobrealimentación Garrett, designado turbocompresor HP (por High Pressure), del cual se extrae además el aire para la presurización y climatización de la cabina. El turbocompresor es actuado por los gases de escape del motor de pistón; una válvula de descarga accionada por aceite del motor y situada antes de la llegada de los gases a la turbina del turbocompresor HP, regula el funcionamiento de este primer subconjunto.

La existencia del segundo subconjunto permite mantener un gasto de aire de 10 kg/seg. hasta la altura de vuelo de 24 km.; está formado por un doble turbocompresor desarrollado a partir de un motor Pratt & Whitney PW127, cuyas dos etapas se designan LP e IP (por Low Pressure e Intermediate Pressure). Este turbocompresor doble también es accionado por los gases de escape, y ambas etapas tienen válvulas de descarga a su salida para regulación independiente de cada una de ellas.

Cada góndola lleva en su parte anterior una doble toma. La toma superior tiene como misión llevar aire hasta los radiadores de agua del motor y de aceite de motor y caja de engranes reductores, contando con un regulador de gasto a la salida, mientras que la inferior lleva directamente el aire a los tres turbocompresores de sobrealimentación y a los cilindros del correspondiente motor en consecuencia. Los gases del motor son conducidos hasta una tobera donde también llega el conducto de la válvula de descarga del turbocompresor HP, obteniéndose así un empuje residual que supone del orden del 12% de la tracción total del motor.

Los motores del Strato 2C deben ser arrancados con ayuda de un compresor y utilizan Avgas 100LL almacenado en un depósito no presurizado, por lo cual será necesario enfriar previamente el combustible en tierra para impedir que la altura de vuelo quede limitada a unos 18000 m. dependiendo de las condiciones atmosféricas reinantes en la zona de la misión. Aquí se encuentra indudablemente una limitación en la operatividad del avión, puesto que enfriar 5700 kg. de esa gasolina -la capacidad máxima del depósito- desde 10°C hasta -20°C viene a costar unas 8 horas empleando sistemas convencionales. A título de ejemplo se puede citar que la misión de diseño de larga duración antes descrita incluye 4900 kg. de combustible a bordo.

La zona presurizada del fuselaje mide 8565 mm. desde el mamparo de presión anterior al posterior, estando construida con panel "sandwich" de núcleo de nido de abeja cuyo espesor total es de 40 mm.; la cabina de ensayos tiene 5500 mm. de largo y 1180 mm. de altura en el pasillo. Cuenta con raíles longitudinales estándar tipo MS33601A a razón de cuatro en el piso, dos en los laterales y otros dos en el techo, con el fin de disponer de medios suficientes de anclaje para asientos y equipos de investigación y experimentación. Permanentemente instalados en la cabina figuran dos asientos para los operadores de los equipos científicos, un lavabo y un detector de radiación y ozono, mientras que para misiones de larga dura-

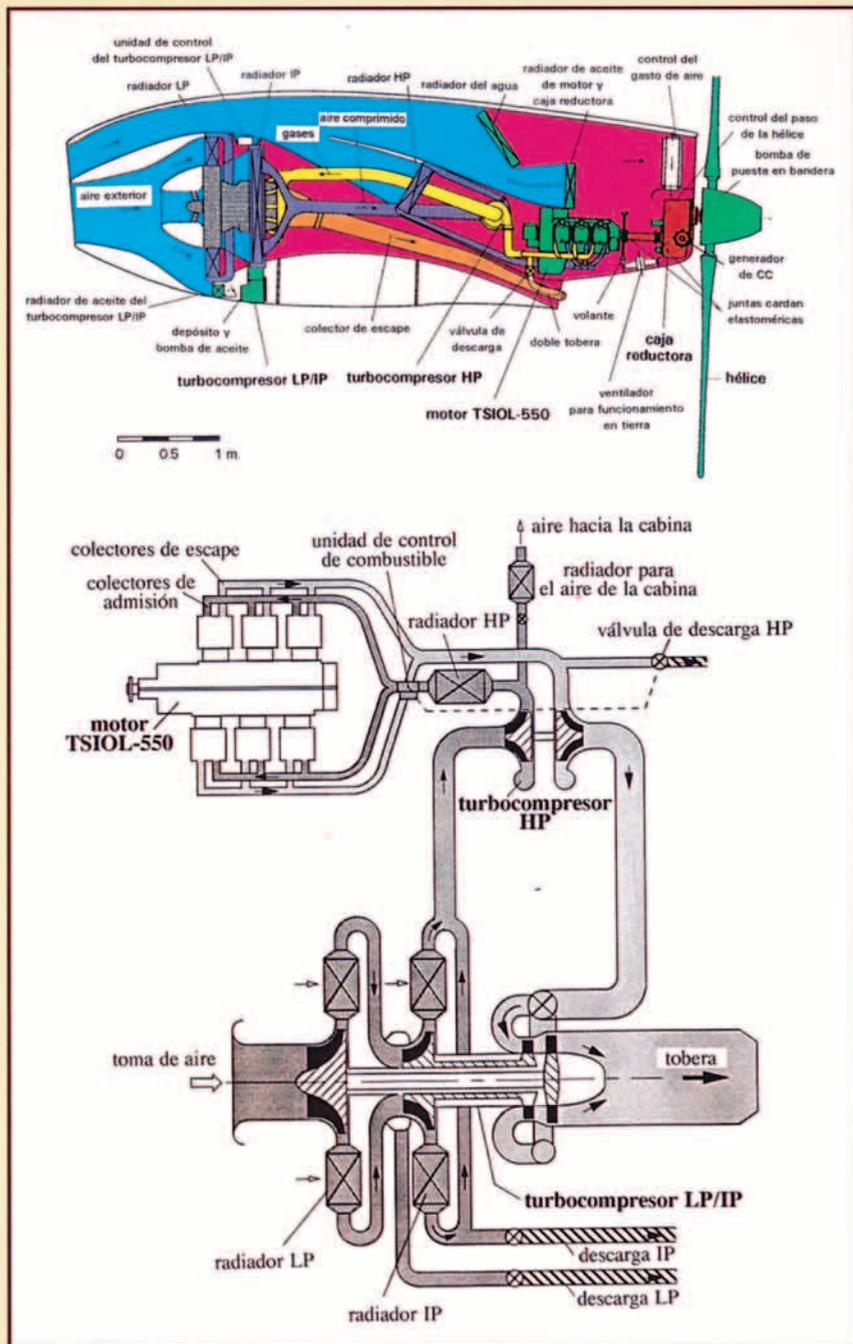


Figura 3: Esquema de la planta propulsora compuesta.

ción se pueden añadir dos literas y un "galley". En el lado izquierdo según dirección de vuelo figura la puerta de acceso, cuyas dimensiones son 900 mm. de ancho por 1600 mm. de altura, y en el lado opuesto hay una salida de emergencia de 480 mm. de ancho por 680 mm. de altura. La cabina de vuelo esta preparada para dos pilotos y tiene una organización análoga a la de cualquier avión civil convencional.

A 24 km. de altura la presión que se mantiene en el interior de la cabina es la correspondiente a 8000 pies de altura; para la eventualidad de que se produjera una descompresión repentina se cuenta con un sistema de oxígeno, máscaras y trajes de presión para cuatro tripulantes. El Strato 2C almacena el oxígeno en estado líquido a partir de suministro externo, lo cual significa que en sus bases operativas

debe haber equipos capaces de aprovisionarle con oxígeno en ese estado. En caso de un fallo de motor, la presión en cabina se mantiene equivalente a la de una altura de 23500 pies y el avión puede permanecer en un nivel de crucero de 15 km. Como anteriormente se mencionó, el aire para la presurización y climatización proviene de la admisión de los motores con una cadencia de renovación de 41 gr/seg.; la humedad relativa con la cual el aire accede a las cabinas es muy baja, del orden de un 6%, pu-

La cabina cuenta con ventanas provistas de sistema antivaho para las aplicaciones en las que se requiera observación visual directa del exterior. Así, hay cuatro con un diámetro máximo de 500 mm., dos situadas en el suelo separadas entre sí 680 mm., una en el techo y otra en el lado izquierdo; además en el lado derecho hay provisiones para dos aberturas de forma hexagonal (800 mm. x 580 mm.), donde podrían instalarse otras dos ventanas como las anteriormente descritas. Se añaden a todo ello provisiones para la

incluyéndose la posibilidad de situar en el morro del avión un pértiga para la acomodación de sensores de reducidas dimensiones que necesiten medir en corriente de aire no perturbada. En la parte inferior del fuselaje hay un total de dieciséis "puntos duros" capaces cada uno de soportar una carga estática de 100 kg.; debajo de cada semiala hay dos "puntos duros" más capaces cada uno de admitir 250 kg. de carga estática, si bien están limitados a un máximo de 250 kg. de carga por semiala, los cuales figuran provistos de equipos en la vista frontal de la figura 1. En el extremo de cada semiala se puede montar un equipo de 5 kg. de peso máximo y en el extremo de la deriva otro, pero este de 10 kg. de peso.

La única fuente generadora de energía eléctrica disponible a bordo del Strato 2C, la constituyen dos generadores de corriente continua Telefunken System Technik SF 202-1-A de 11.2 kW actuados por los motores, cuya salida es de 28 V. Para suministro de corriente en tierra se dispone de una conexión externa situada en el lado izquierdo de la aeronave. En el apartado de la protección antihielo de la aeronave, el uso de la energía eléctrica se investiga para el caso de las palas de las hélices, pero el resto funciona con un sistema de impulsos de aire comprimido, abarcando los bordes de ataque de ala y estabilizadores. Se debe notar que en virtud de las alturas de operación, el Strato 2C está diseñado para volar a temperaturas externas de -90°C.

El Strato 2C se certificará de acuerdo con las normas FAR 23 hasta la revisión 42 incluida, lo que le hará equiparable desde el punto de vista de seguridad de vuelo a cualquier aeronave comercial cubierta por esa legislación, asegurándole además el acceso a los cielos de prácticamente cualquier zona del mundo. El Strato 2C significa, en definitiva, una herramienta más para la investigación de la problemática ambiental de nuestro planeta, pero ahí no tiene por qué acabar todo; cualquier uso científico o de observación donde se precise disponer de una plataforma que opere a gran altitud durante largos períodos de tiempo, puede constituir un mercado para esa interesante aeronave. ■

#### DIMENSIONES, PESOS Y ACTUACIONES DEL STRATO 2C

##### Dimensiones

Envergadura	56.50 m.
Superficie alar	145 m <sup>2</sup> .
Longitud	23.98 m.
Altura	7.76 m.
Diámetro exterior máximo del fuselaje	2.28 m.
Envergadura del estabilizador horizontal	10.05 m.
Envergadura de la deriva	3.80 m.
Distancia rueda de morro/tren principal	8.57 m.
Distancia entre patas del tren principal	4.74 m.

##### Pesos

Peso vacío	6670 kg.
Peso máximo de despegue	13350 kg.
Peso máximo de combustible	5700 kg.

##### Actuaciones

Altura máxima de operación	26000 m.
Velocidad de crucero a 24000 m.	560 km/h.
Velocidad de crucero a 18000 m.	~ 345 km/h.
Subida a 18000 m. con 9820 kg. de peso de despegue	2.0 h.
Subida a 18000 m. con el peso máximo de despegue	4.42 h.

diéndose opcionalmente proceder a su humidificación para subir esa cifra hasta un 15%, si bien el equipo correspondiente resta un cierto peso de carga de pago. La temperatura del aire se mantiene entre 20°C y 30°C dependiendo de las condiciones externas de la misión.

El sistema de control ambiental mantiene la concentración de ozono en la cabina por debajo de 0.01 ppm, sin embargo no se ha incorporado ninguna protección frente a los rayos cósmicos; si el equipo de detección correspondiente registrara niveles excesivos, debería procederse a abortar la misión y descender a niveles seguros. Hasta 7000 pies por minuto de velocidad se pueden alcanzar en caso de descenso de emergencia empleando los aerofrenos.

instalación de sondas y otros equipos que precisan salir al exterior distribuidas a lo largo y a lo ancho de la cabina. Delante y detrás de la zona presurizada hay sendos departamentos, cuyo acceso aparece indicado en la figura 1 con una zona rayada, en donde pueden instalarse equipos que no precisen presurización ni climatización. El departamento anterior está subdividido en dos, izquierdo y derecho, cada uno de 1050 mm. de largo por una sección cuadrada media de 450 mm. de lado, mientras el posterior es sensiblemente mayor, puesto que cuenta con 4 m<sup>3</sup> de volumen y una puerta de acceso cuadrada de 900 mm. de lado.

Un buen número de "puntos duros" situados en el exterior permiten la instalación de diversas cargas externas,