

La IATA reconoce tanto los beneficios de la automatización como la necesidad de que las administraciones meteorológica y de aviación civil controlen sus costes. De hecho, muchas funciones de la observación meteorológica ya están automatizadas. Sin embargo, la actual generación de estaciones completamente automáticas, conocidas como AWOS o ASOS, continúa preocupando a las líneas aéreas, particularmente allí donde dichos sistemas son el único medio de suministrar las observaciones para el aterrizaje y despegue, que regulan y controlan las operaciones de vuelo. Durante muchos años IATA ha trabajado para que ciertas necesidades operativas

mínimas se incluyesen en los Anexos de la OACI. Las AWOS y las ASOS siguen sin poder satisfacer plenamente algunas de esas necesidades.

### Una era de cooperación continuada

Durante muchos años de ardua labor, la IATA, la OMM y la OACI han cultivado relaciones de trabajo constructivas. Ejercicios como el desarrollo e implantación del SMPA, la revisión de las claves aeronáuticas y las medidas para proteger a la aviación de las cenizas volcánicas ilustran simple y eficazmente una cooperación entre proveedor y usuario que trata de dar a los pueblos del mundo viajes aéreos seguros y económicos.

## LAS CAPACIDADES DE PROCESO Y DE DIFUSIÓN POR SATELITE DEL SMPA QUE PROPORCIONA EL CMPA DE WASHINGTON

Por Ralph A. PETERSEN\*

### Introducción

Las emisiones por satélite de los dos Centros Mundiales de Pronóstico de Área (CMPA), en la Meteorological Office del Reino Unido y en el Centro Meteorológico Nacional (CMN) de los EE.UU. en Washington, representan las componentes básicas de información meteorológica aeronáutica del Sistema Mundial de Pronóstico de Área (SMPA). En esas emisiones están no sólo todos los productos gráficos de meteorología para la aviación que precisa la OACI y que hoy los generan los Centros Regionales de Pronóstico de Área (CRPA), sino también predicciones numéricas en rejilla de los campos de vientos y de temperaturas del mundo entero, así como varios parámetros adicionales importantes para las opera-

ciones aeronáuticas. Sin embargo, la finalidad última de los CMPS se extiende, bastante más allá de la mera distribución de conjuntos de datos, hasta el suministro de las capacidades y los recursos científicos fundamentales, esenciales para mejorar todos los aspectos de la predicción aeronáutica, bien a los centros de predicción mundiales, bien a los locales. El presente artículo describe tanto el contenido de las emisiones por satélite del CMPA de Washington, que suministrará datos a las Américas, al Atlántico occidental, al Pacífico y al Lejano Oriente asiático, como el sistema de aplicaciones informáticas para PC, que la OMM y la OACI están ofreciendo, diseñado para permitir a los predictores sacar ventajas plenas de este nuevo recurso de guía.

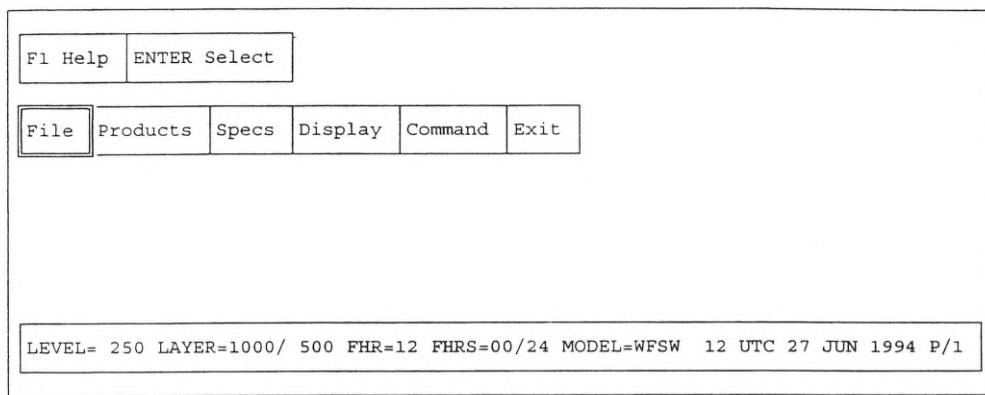


Figura 1— Ejemplo de la página del menú principal de PCGRIDS, con la localización del cursor resaltada

\* Del Servicio Meteorológico Nacional de los EE. UU., Washington, DC

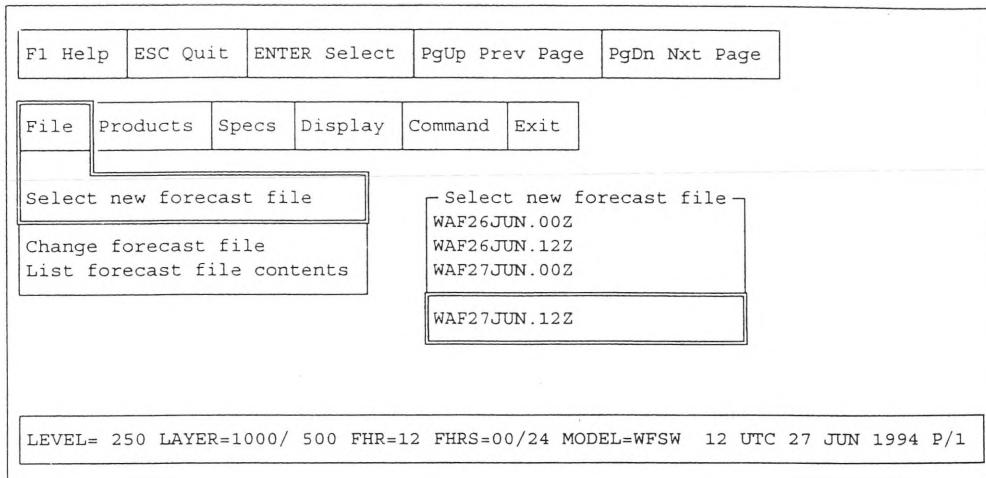


Figura 2 — Ejemplo del menú de selección del conjunto de datos, mostrando una lista de los conjuntos de datos disponibles. La selección se realiza desplazando el área resaltada a la lista de conjuntos mediante las teclas de flechas de dirección.

### Datos en rejilla, gráficos y textuales incluidos en la emisión por satélite

El contenido básico de los conjuntos iniciales de datos de rejilla de las dos emisiones del CMPS de Washington consta de las predicciones de vientos y temperaturas, requeridas por la OACI, a 12, 18, 24 y 30 horas, a todos los niveles obligatorios hasta los 70 hPa, e infor-

mación del nivel de viento máximo y de la tropopausa. Los datos previstos, suministrados dos veces al día, se basan en el horario normal de observaciones y predicciones aerológicas de las 0000 y de las 1200 TU. Cada una de dichas predicciones contiene unos 3,5 Mb de datos, que tardan de 15 a 20 minutos en recibirse, a la velocidad de trasmisión de datos de 38 400 baudios.

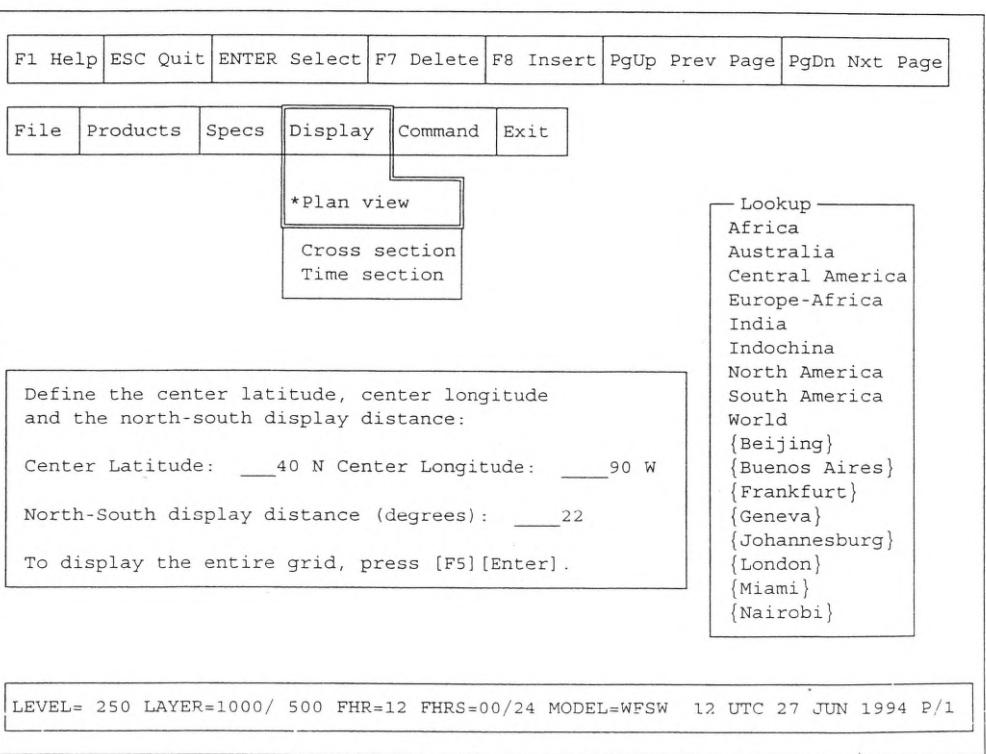


Figura 3 — Ejemplo de las opciones del menú de selección de la zona a visualizar, mostrando la entrada manual y las opciones de selección de zona predefinidas

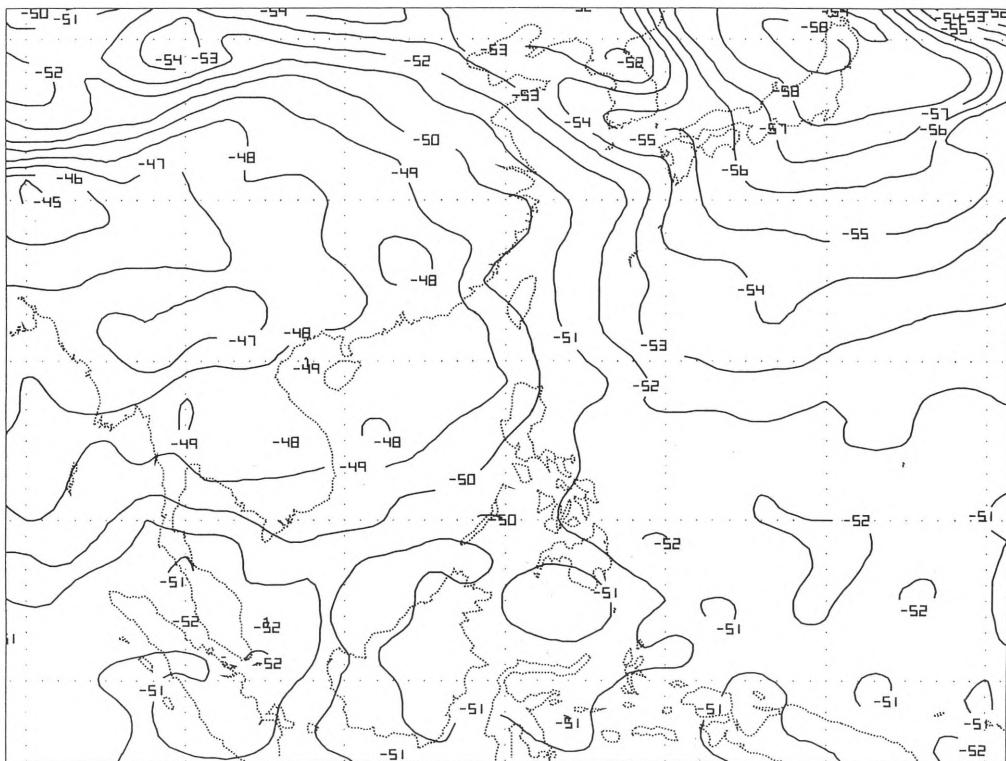


Figura 4 — Ejemplo de pantalla con las isotermas ( $^{\circ}$ C) de 250 hPa previstas a 12 horas, válidas para las 1200 TU del 6 de junio de 1994

Aunque esos campos satisfacen plenamente las necesidades expresadas por la OACI para el apoyo a la fase de crucero del vuelo, no suministran, por sí solos, los tipos de información necesarios para guiar al predictor cuando éste se enfrenta a un amplio abanico de problemas de predicción aeronáutica, que incluye predicciones locales y de aeródromo y especialmente tiempo peligroso. En consecuencia, el CMPA de Washington ha ampliado los campos requeridos por la OACI con los posteriores de las predicciones a seis y 36 horas, así como con los de altura geopotencial, humedad, velocidad vertical, precipitación y datos de superficie, con el fin de suministrar un conjunto completo de directrices numéricas para predecir el estado futuro de la atmósfera. Cuando se disponga mundialmente del número suficiente de datos automatizados de aeronaves, se podrán añadir a los campos de datos predicciones actualizadas cada seis horas.

Mediante el esfuerzo conjunto de los EE.UU., la OMM y la OACI en la emisión por satélite se suministra otro conjunto de datos que satisface las necesidades específicas de la Red Regional de Telecomunicaciones Meteorológicas (RRTM) de la AR IV. Se ha establecido un canal bidireccional de comunicaciones por satélite para proporcionar una estabilidad adicional al sistema existente de recolección de observaciones. Como parte de ese programa se han incluido para el hemisferio norte, entre los 150°E y los 60°E, directrices para la PMN de parámetros seleccionados de superficie y de

niveles altos de 2 a 7 días hasta los 200 hPa.

Todos los datos de rejilla se proporcionan en el formato binario normalizado de rejilla de la OMM (GRIB), según la rejilla fina del SMPA, de  $1,25^{\circ} \times 1,25^{\circ}$  de latitud y longitud. En el ecuador, la anchura de la rejilla es exactamente de  $1,25^{\circ} \times 1,25^{\circ}$ , pero más cerca de los polos el incremento longitudinal de este a oeste se amplía para evitar duplicaciones innecesarias en los conjuntos de datos. En todas las zonas el espaciado de la rejilla se conserva inferior a 140 km. El empleo de esa rejilla fina de distribución de datos reduce el volumen total de datos trasmítidos desde los CMPA a los usuarios (y por tanto acorta el tiempo necesario para su recepción) en, aproximadamente, un 35 por ciento con respecto al de los necesarios en una rejilla completa de  $1,25^{\circ} \times 1,25^{\circ}$ , y ello sin pérdida de información. Para simplificar las comunicaciones, los datos se subdividen posteriormente de forma que cubran ocho octetos diferentes sobre la esfera terrestre, con cuatro en cada hemisferio, comenzando en la longitud de  $1,25^{\circ} \times 1,25^{\circ}$ , y que funden los datos de cada una de las ocho subzonas diferentes de comunicación de datos tanto con conjuntos mundiales como con conjuntos locales de datos para su presentación mediante sistemas gráficos interactivos.

La emisión por satélite del CMPA de Washington continuará también proporcionando un conjunto limitado de mapas gráficos. Además de difundir los mapas usuales de tiempo significativo en niveles altos generados por los CRPA, se seguirá dando durante algún tiempo un

## Resumen de los productos emitidos vía satélite por el CMPA de Washington

Parámetros:	REJILLAS					MAPAS				
	Temp	Wind	Hght	RelH	Vvel	Prcp	Pres	Wind/Temp	Sig. Wx.	Ash
Nivel:										
Max. Wind	P,R	P,R	P,R							
Trop.	P,R	P,R	S	S	S					
FL600	P,R	P,R	S	S	S					
FL530	P,R	P,R	S	S	S					
FL450	P,R	P,R	S	S	S					
FL390	P,R	P,R	S	S	S			P		
FL340	P,R	P,R	S	S	S			P		
FL300	P,R	P,R	S	S	S			P		
FL240	P,R	P,R	S	S	S			(Posiblemente)		
FL180	P,R	P,R	S	S	S			(Posiblemente)		
FL100	P,R	P,R	S	S	S					
FL050	P,R	P,R	S	S	S					
MSL							S	S		
Composite									P	I,P
CLAVE										
Nivel:	Max Wind = Nivel de viento máximo Trop. = Nivel de la tropopausa MSL = Nivel medio del mar/ superficie terrestre Composite = Compuesto de niveles verticales múltiples									
Parámetros:	Temp = Temperatura Wind = Velocidad y dirección del viento Hght = Altitud RelH = Humedad relativa Vvel = Velocidad vertical Prcp = Precipitación acumulada Pres = Presión									
Mapas:	Wind/Temp = Mapas de viento y temperatura normalizados OACI Sig. Wx. = Mapas de tiempo significativo del CRPA de Washington y otros Ash = Mapas de información de cenizas volcánicas									
Prioridad de transmisión:	P = Transmisión primaria R = Repetición de la transmisión primaria S = Transmisión suplementaria (secundaria) I = Transmisión inmediata									

subconjunto de mapas de viento y de temperatura con la resolución actual de 2,5° x 5°, o una menor.

El cuadro completo de las emisiones del CMPA de Washington se resume en la tabla de esta página. La emisión primaria (P) de los datos de rejilla requeridos por la OACI comienza entre 3,5 y 4 horas después de las horas normales de observación (0000 y 1200 TU). Le sigue una emisión suplementaria (S) de los campos meteorológicos adicionales y de las horas adicionales de predicción, cuya transmisión requiere unos 25 minutos. La difusión de datos de rejilla concluye con una emisión repetida (R) de los datos requeridos por la OACI para dar una segunda oportunidad de obtenerlos en caso de problemas locales en el receptor de datos de satélite. Los productos gráficos se emitirán en los formatos normalizados de facsímil T-4, aproximadamente a las mismas horas actualmente vigentes, con la excepción de la información adicional sobre cenizas volcánicas que se emitirá lo antes posible tras la detección de una erupción.

Los datos meteorológicos operativos (OPMET)

se incluirán también para satisfacer las variadas necesidades de la predicción y las operaciones aeronáuticas. Dichos datos incluirán:

- los datos METAR, SPECI, TAF y TAF AMD de 1 200 puntos de los Planes de Navegación Aérea de la OACI;
- los informes meteorológicos significativos (SIGMETS);
- las predicciones abreviadas de ruta y de área en lenguaje claro;
- los informes de aeronaves (AIREPS);
- los NOTAMS internacionales;
- los mensajes administrativos del CMPA.

### Recepción de los datos

La emisión por satélite del CMPA se efectúa mediante los sistemas existentes de satélites comerciales. Los datos se reciben empleando un sistema receptor de satélite contrastado y de bajo coste llamado terminal de muy pequeña abertura (VSAT), que incor-

pura una antena pequeña y una electrónica y unos mandos relativamente simples. Los sistemas VSAT poseen interfaces para dispositivos de facsímil y de texto, así como conexiones para la transferencia de los datos numéricos de rejilla a ordenadores para un tratamiento más complejo de éstos.

La entidad receptora de los datos del CMPA es supervisada por las autoridades meteorológicas de la OACI designadas localmente, las cuales comunican al proveedor de los servicios satelitales el permiso de recepción de los datos.

### Desarrollo del sistema de presentación para ordenadores personales

Los objetivos del programa del SMPA no pueden, sin embargo, ser alcanzados solamente mediante la implantación de la difusión por satélite. La disponibilidad de datos de rejilla en las oficinas meteorológicas locales ofrece a los predictores una oportunidad sin parangón para mejorar sus servicios pero sólo si tienen también las herramientas necesarias para usar y manipular las ayudas del modelo de predicción de rejilla según pautas diseñadas a la medida de fenómenos específicos y de los problemas locales de predicción. Como medio de ampliar la utilidad de los datos numéricos del SMPA más allá de la mera presentación de mapas convencionales, el Servicio Meteorológico Nacional de los EE.UU.

ha dotado a la OMM y a la OACI de un instrumento de predicción para instalarlo en un ordenador personal, llamado PC Gridded Interactive Display and Diagnostic System (Sistema interactivo de rejilla para presentación y diagnóstico por PC), (PCGRIDDS). Una versión de dicho sistema, plenamente contrastado, se ha empleado con éxito en las Oficinas de Predicción del SMN durante varios años para formar a los predictores de los EE.UU. en las ventajas del uso interactivo de datos de rejilla en la predicción operativa. La aplicación puede procesarse en cualquier PC 386, o superior, compatible con IBM, empleando el sistema operativo DOS y la mayoría de las opciones gráficas. Mediante cualquier equipo a 33 MHz o más veloz, se obtienen en cuestión de segundos presentaciones a medida que permiten a los predictores analizar y emplear una información que puede extraerse de las ayudas del modelo, de una forma que antes no era posible. El resto del presente artículo brinda una descripción general de las posibilidades básicas de ese sistema de presentación bien documentado y expone algunas de sus posibles aplicaciones para la mejora de las predicciones aeronáuticas.

El PCGRIDDS se concibió como un sistema de bajo costo para la presentación, en pantalla de color o en soporte de papel, de gráficos convencionales y de una amplia gama de magnitudes de diagnóstico meteorológicamente importantes, con datos almacenados en tiempo

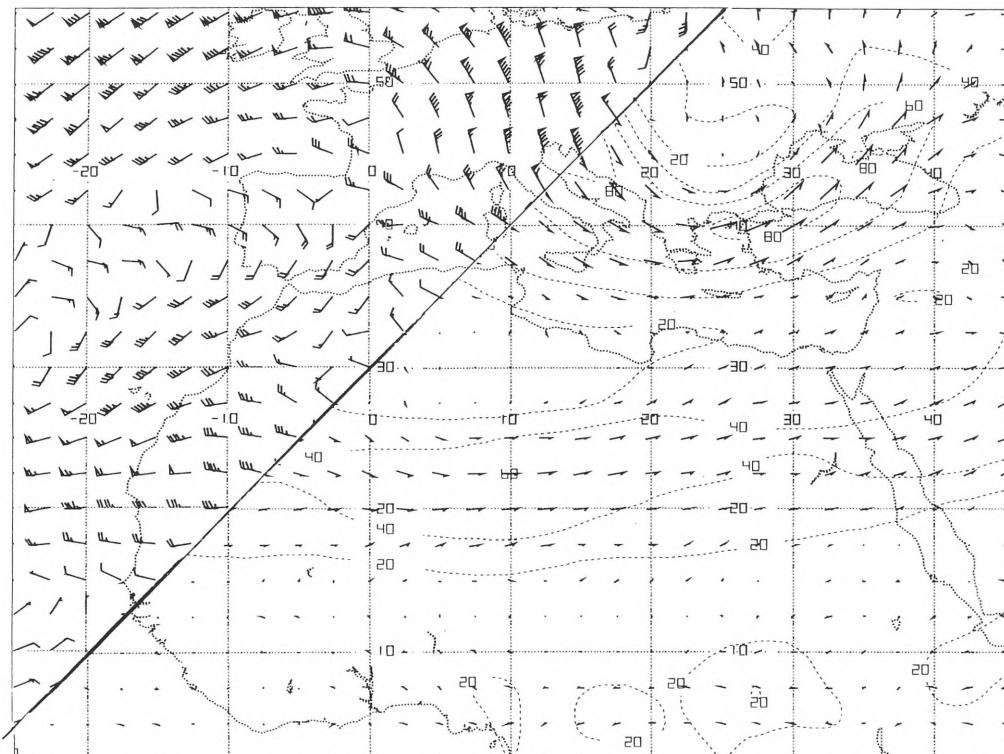


Figura 5 — Ejemplo de opción de presentación de vientos, a 250 hPa, usando la predicción a 12 horas válida para las 1200 TU del 6 de junio de 1994. En la parte superior izquierda se muestran los vientos con trazos barbados, mientras que en la inferior derecha se muestran los vientos con flechas e isotacas (con un aspecto más parecido al de líneas de corriente).

real en el ordenador. Mediante el empleo plenamente interactivo del sistema, los predictores e investigadores han podido no sólo presentar los campos obtenidos directamente de los datos de rejilla en tiempo real, sino también deducir una amplia gama de campos de diagnóstico necesarios para la comprensión de la evolución atmosférica en una variedad de diferentes problemas de predicción.

Para la comodidad del usuario y para su aceptación, el sistema puede ejecutarse bien por selección en listas de "menús de productos" (empleando sólo las teclas de flechas de dirección del ordenador), bien tecleando secuencias de sencillas instrucciones de cuatro letras (lo cual permite a los usuarios avezados una mayor versatilidad al tratar problemas de predicción excepcionalmente difíciles). La figura 1 muestra un ejemplo del menú operativo básico de avance, en el cual la línea inferior da información acerca del conjunto de datos actualmente disponible para su presentación, y las líneas intermedias describen las funciones más elementales del sistema, que incluyen la selección de los datos, la hora de la predicción y la especificación del nivel, la definición de la zona presentada, y la elección del producto. Como indica el botón de "ayuda" en la parte superior del menú, el sistema dispone de información interactiva inmediata acerca de sí mismo y de las diversas instrucciones, para facilitar la formación y adaptación del usuario.

## La presentación de los campos de datos de rejilla del SMPA

El PCGRIDDS efectúa sus presentaciones visuales ejecutando peticiones de acceso y genera pantallas de datos de rejilla directamente residentes en el PC. Se puede acceder simultáneamente hasta a 20 conjuntos de datos de predicción diferentes (véase la figura 2), lo que facilita la comparación de la predicción del modelo ejecutado con la de otro y la verificación de las predicciones. Los datos contenidos en el archivo se identifican mediante la combinación de un nombre (como "TEMP" y "WIND"), de un identificador de nivel (como "500" para 500 hPa, "TROP" para la tropopausa, "MAXW" para el nivel de viento máximo y "L350" para el nivel de vuelo FL350) y de la hora de predicción (como "F12" para una predicción a 12 horas), todos ellos con un máximo de cuatro caracteres.

Se puede visualizar cualquier parte del mundo, especificando la zona requerida mediante el empleo de la latitud y la longitud del centro de la misma y con un factor de aumento que indique la distancia deseada de arriba a abajo de la pantalla, o bien dando el identificador de una estación situada en el centro de la zona. Se pueden predefinir las zonas de presentación de uso frecuente etiquetándolas para su selección mediante el empleo de la interfaz de usuario "modo menú", como se muestra en la figura 3.

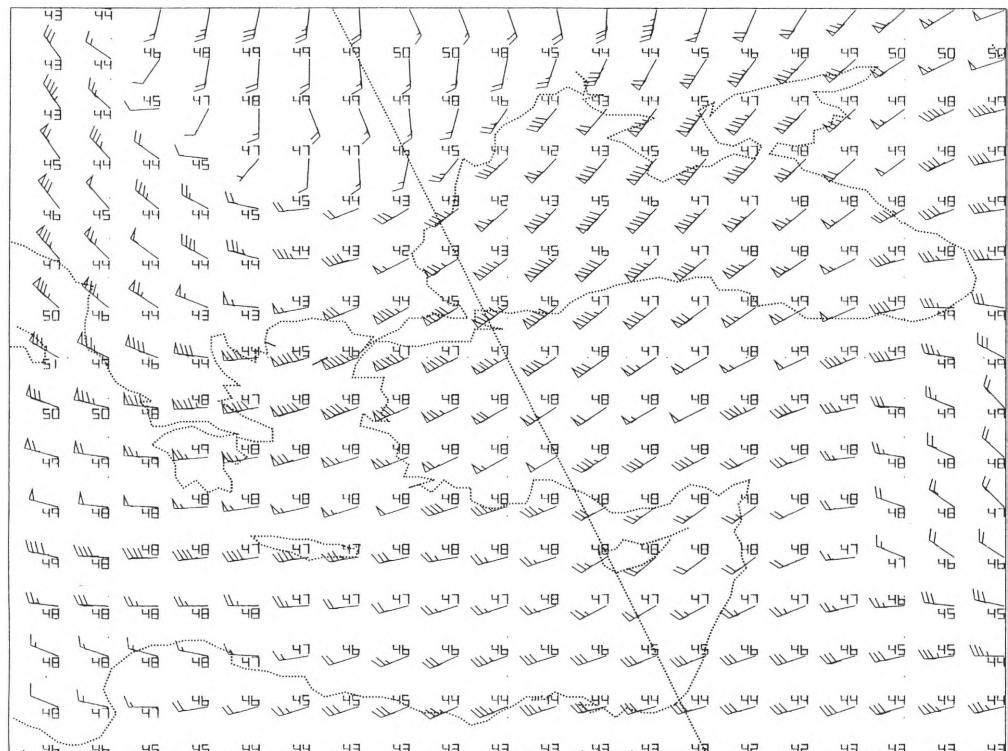


Figura 6 — Ejemplo de la presentación normalizada OACI de los vientos y temperaturas previstos a 12 horas para el nivel de vuelo FL340, válida para las 1200 TU del 6 de junio de 1994, usando los datos de gran resolución para la porción noroeste de la figura 5

F1 Help ESC Quit ENTER Select F9 Command PgUp Frst Page PgDn Nxt Page

File Products Specs Display Command Exit

A.1 Display ICAO Upper-Air MAPS  
B.1 Set Map Display Areas  
C.1 Produce Basic Upper-Level WIND/TEMPERATURE Charts for Americas  
D.1 Produce Basic Mid-Level WIND/TEMPERATURE Charts for Americas  
E.1 Produce Basic Low-Level WIND/TEMPERATURE Charts for Americas  
F.1 Set Time-Section Locations  
G.1 Display Upper Air TIME-SECTIONS  
H.1 Set Cross-Section Paths  
I.1 Display Upper Air CROSS-SECTIONS  
J.1 Display Surface Forecasts  
K.1 Loop through Forecast Fields  
L.1 ----  
M.1 Build Specific Diagnostics - Basic Parameters  
N.1 Build Specific Diagnostics - Moisture/Convection Parameters  
O.1 Build Specific Diagnostics - Wind Field Parameters  
P.1 ----  
Q.1 Set PRINT and SCREEN options  
R.1 ----

LEVEL= 250 LAYER=1000/ 500 FHR=12 FHRS=00/24 MODEL=WFSW 12 UTC 27 JUN 1994 P/1

Figura 7 — Muestra de un menú de “índice”, describiendo los tipos de funciones de presentación disponibles

Las pantallas de datos se pueden generar simplemente escribiendo el nombre de cuatro caracteres del campo de datos seguido del nivel vertical y de la hora de predicción si son necesarios. Por ejemplo, en “modo instrucción”, la introducción de “TEMP” dirá al ordenador que lea los datos de la rejilla y genere la pantalla que se muestra en la figura 4. El proceso completo tarda sólo uno o dos segundos en la mayoría de los ordenadores personales. En este caso, las temperaturas presentadas fueron las de la predicción a 12 horas de 250 hPa., siendo la hora de predicción y el nivel por defecto (que se muestran en la línea inferior de las figuras anteriores) y la zona de presentación la última que se haya definido. Se incluye la posibilidad de cambiar fácilmente el nivel y la hora de predicción deseados. Los usuarios pueden también definir una amplia gama de opciones de presentación adicionales como el intervalo entre isolíneas y el color, líneas de puntos, de trazos o continuas y los intervalos máximo y mínimo de los datos, así como pedir la presentación de los valores digitales de los datos de cada punto de la rejilla. Las entradas de instrucciones pueden también ser memorizadas y añadidas a un menú del sistema para ser utilizadas después o por otros usuarios.

Las presentaciones de vientos pueden emplear, como muestra la figura 5, bien trazos barbados, bien flechas. Presentando flechas cuyo centro se sitúa en el punto de rejilla y cuya longitud es propor-

cional a la velocidad se obtiene un aspecto semejante al de las líneas de corriente del flujo de viento, y con una indicación acerca de su velocidad, lo cual puede ser especialmente útil cuando se contemplan zonas geográficas muy amplias en las cuales las banderolas de trazos barbados resultan poco claras.

Aunque los datos de la rejilla están almacenados en unidades del sistema métrico decimal se dispone de conversiones que presentan los datos en unidades meteorológicas más convencionales, como las velocidades del viento en nudos. Además de los parámetros contenidos directamente en el conjunto de datos, se puede solicitar y generar automáticamente a partir del campo un cierto número de variables meteorológicas importantes, como la temperatura potencial (con la instrucción “HTA”) o la temperatura potencial equivalente (“THTE”). Las presentaciones de vientos pueden hacerse a medida, mostrando la velocidad en nudos, millas terrestres por hora o kilómetros por hora. Se pueden solicitar, además, los vientos geostrófico y ageostrófico.

Los mapas que requieran más de un tipo de datos pueden obtenerse combinando en una petición única múltiples instrucciones, separadas por el signo “&”. Leída desde la derecha, la instrucción “DATA TEMP & KNOT BARB WIND”, presentará una combinación de vientos en trazos barbados en nudos, con datos de temperatura en cada punto de rejilla, similar al producto OACI mostrado en la figura 6.

F1 Help ESC Category ENTER Select F2 Overlay F3 PrintOpt F9 Command

File Products Specs Display Command Exit

Display ICAO Upper-Air MAPS

A.1 Press To Redisplay Product at: [^] Current, [>] Next, [<] Prev Time  
B.1 SH12 - Set Product Time to 12 Hour Forecast - Press [Enter] Twice  
C.1 SH18 - Set Product Time to 18 Hour Forecast - Press [Enter] Twice  
D.1 SH24 - Set Product Time to 24 Hour Forecast - Press [Enter] Twice  
E.1 SH30 - Set Product Time to 30 Hour Forecast - Press [Enter] Twice  
F.1  
G.1 IC05 --- Produce FL050 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
H.1 IC10 --- Produce FL100 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
I.1 IC18 --- Produce FL180 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
J.1 IC24 --- Produce FL240 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
K.1 IC30 --- Produce FL300 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
L.1 IC34 --- Produce FL340 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
M.1 IC39 --- Produce FL390 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
N.1 IC45 --- Produce FL450 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
O.1 IC53 --- Produce FL530 WIND / TEMPERATURE Chart in ICAO Conventions  
P.1  
Q.1 LTND ----- Add Latitude/Longitude Lines --- Press [END] and [F2]

LEVEL= 250 LAYER=1000/ 500 FHR=12 FHRS=00/24 MODEL=WFSW 12 UTC 27 JUN 1994 P/1

Figura 8 — Lista de productos gráficos específicos disponibles para visualizar los mapas aerológicos de la OACI

### Acelerar el uso de instrucciones de uso frecuente

Mejor que tener que teclear largas, y a veces complicadas, cadenas de instrucciones cada vez que se necesita una presentación de uso frecuente, aquellas pueden personalizarse, memorizarse y etiquetarse para llamarlas posteriormente. A esas cadenas de instrucciones puede accederse bien empleando el interfaz de usuario "modo instrucción", bien organizándolas en "listas de productos" y seleccionándolas mediante el interfaz "modo menú". Dichas "listas de productos" pueden ordenarse según su frecuencia de uso o aplicación meteorológica específica y etiquetarse después por el usuario (en cualquier lenguaje) con descripciones internas de su propósito o función. Conjuntos diferentes de tales secuencias de instrucciones para aplicaciones específicas pueden reunirse en menús separados y presentarse en páginas de pantalla específicas, como se ilustra en la figura 7. Por lo tanto, el "modo menú" permite al predictor seleccionar rápidamente entre un amplio número de opciones de presentación y de herramientas de preparación de la predicción, sin tener que conocer todos los detalles del PCGRIDDS.

La figura 8 muestra cómo una simple página del "menú de productos" es capaz de generar a partir de los conjuntos de datos del SMPA mapas normalizados de viento y temperatura a cualquier nivel y para cualquier hora de predicción. Para seleccionar una opción

particular el predictor escoge sencillamente el tema deseado, bien empleando las teclas de flechas de dirección del ordenador y pulsando "entrar", bien tecleando la letra que etiqueta el tema. Como se deduce de la línea superior del menú, se pueden superponer en una pantalla productos adicionales como las isotacas. Además, empleando de nuevo la tecla "ayuda", se puede añadir al sistema información detallada de referencia para ayudar a los predictores a comprender el propósito, empleo y contexto científico de cualquier producto o procedimiento.

Aunque PCGRIDDS se suministra con un cierto número de menús por defecto, los contenidos del menú pueden cambiarse fácilmente para satisfacer necesidades específicas locales de aplicación. Si conviene, las pantallas solicitadas con frecuencia pueden pregenerarse y almacenarse, para lograr un acceso o una secuencia tan rápidos como sea necesario. De igual manera, las pantallas de diagnóstico especialmente complejas pueden generarse en tiempo previo para una presentación posterior más rápida.

### La presentación de campos importantes de diagnóstico para la predicción aeronáutica

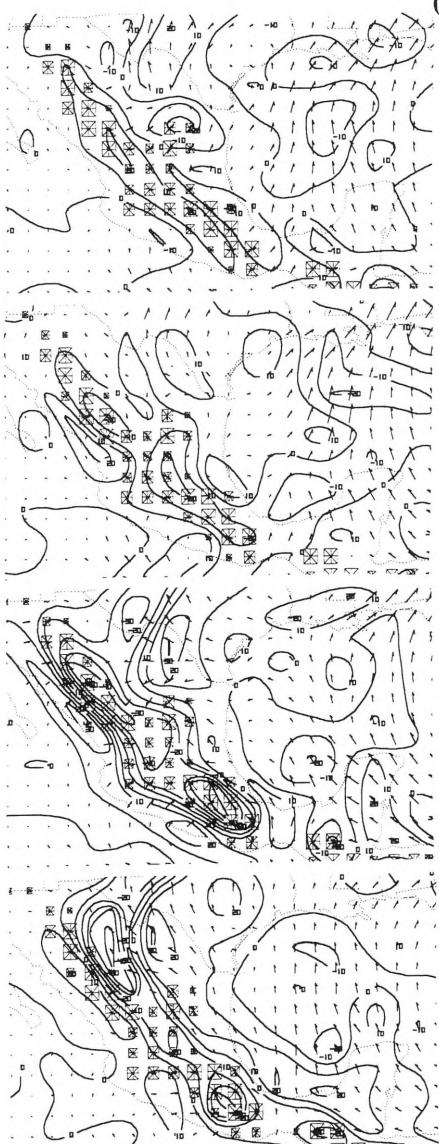
La verdadera potencia de PCGRIDDS en predicción operativa dimana, no meramente de su capacidad para presentar y focalizar datos de alta resolución en zonas de fenómenos meteorológicos importan-

tes, sino más bien de la capacidad que brinda para realizar fácil y rápidamente un elevado número de cálculos diagnósticos que son importantes para la comprensión de una amplia gama de diferentes problemas de predicción. Las funciones matemáticas disponibles van desde la simple manipulación numérica de rejillas individuales o múltiples (por ejemplo sumar o restar dos rejillas), pasando por cálculos meteorológicos más complejos (por ejem-

plo advección, vorticidad, flujos y divergencia) y hasta una variedad de índices meteorológicos significativos (índice de alzada, nivel de condensación convectiva, etc.).

Para conservar un grado máximo de flexibilidad, todas las funciones de diagnosis de PCGRIDS se han estructurado de forma similar, con el nombre de la función de diagnosis seguido por los campos meteorológicos específicos necesarios para completar su cálculo.

### 850 hPa Moisture Flux/Convergence      Valid (UTC)



### 850 - 250 hPa "Lifted Index"

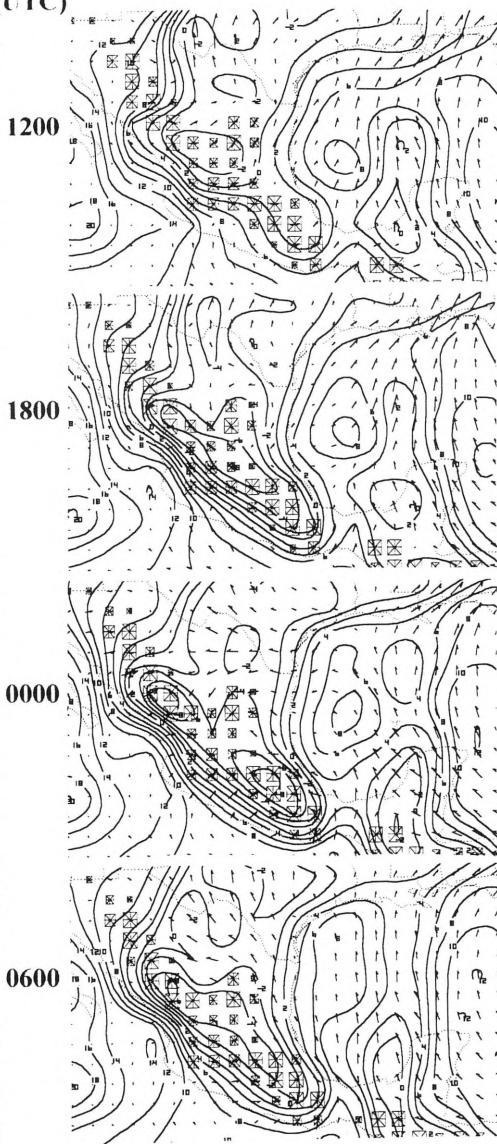


Figura 9 — Secuencias cada seis horas de la convergencia del flujo de humedad a 850 hPa (izquierda) y de la ascensionalidad de una burbuja (derecha) usadas como índice de diagnóstico del inicio y la intensidad de una tormenta; para más detalles véase el texto.

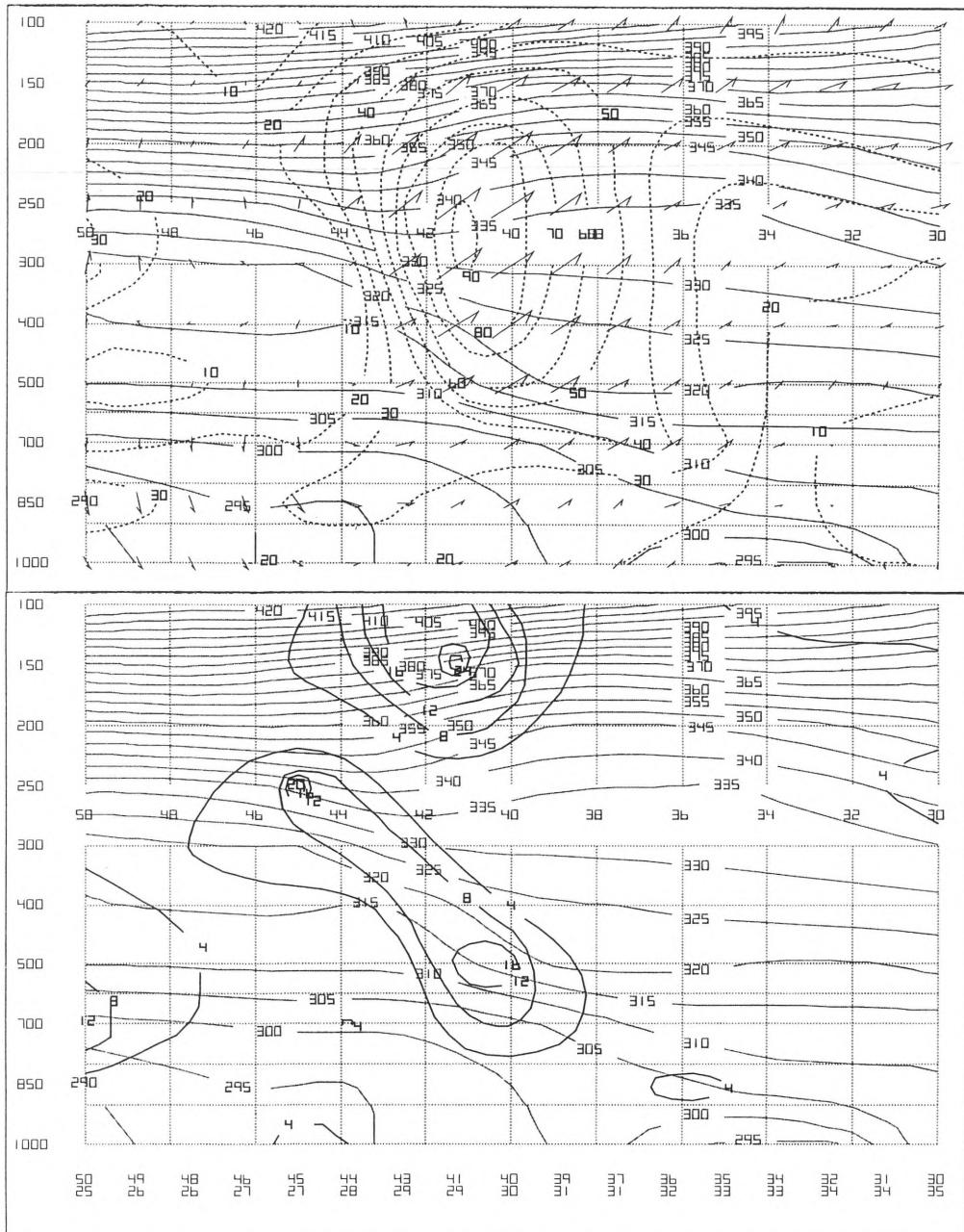


Figura 10 — Secciones transversales de la temperatura potencial y de la velocidad del viento (arriba) y del inverso del número de Richardson (abajo), calculadas a partir de los datos del SMPA y empleadas en la delimitación de las zonas de potencial de turbulencia en aire claro; campo mostrado en la figura 6; para más detalles véase el texto.

Por ejemplo, la advección de temperatura por el viento se solicita mediante la secuencia de instrucciones "ADVT [TEMP, WIND]". Con una leve modificación, la advección de vorticidad puede presentarse empleando "ADVT [VOR (WIND), WIND]". Para simplificar el uso, dispone de notaciones abreviadas (o pueden crearse y traducirse en el sistema) de muchos de los campos más

comunmente usados. Fusionando en una instrucción varias peticiones de funciones de diagnosis, pueden generarse y presentarse magnitudes de diagnosis más complejas que tienen particular valor en predicción aeronáutica, incluyendo los índices de intensidad de las tormentas y medidas del potencial de turbulencia en aire claro (TAC), como el inverso del número de Richardson.

La figura 9 muestra un ejemplo de dos pantallas particularmente útiles para la diagnosis del potencial e intensidad de la tormentas en un intervalo de predicción de 24 horas. En la columna de la izquierda se ha calculado la convergencia del flujo de humedad a 850 hPa (los valores negativos indican convergencia) y superpuesto a una descripción esquemática de la orografía local. En la columna de la derecha, la diferencia de temperatura entre el ambiente y una burbuja elevada desde los 850 hPa a los 250 hPa, da una medida de la inestabilidad del estrato. La combinación de ambas secuencias temporales suministra indicadores de dónde y cuándo debe esperarse la convergencia de humedad en niveles bajos, inducida orográficamente, necesaria para sustentar la convección, y de cómo la estructura de la tropopausa afectará al desarrollo vertical de la convección una vez que aparezca ésta. Empleando PCGRIDDS interactivamente, tales pantallas se podrían haber secuenciado fácilmente para una interpretación y una comprensión más sencillas de la evolución diurna del problema en cuestión.

Aunque la mayoría de los mapas meteorológicos empleados operativamente en el mundo se presentan como mapas planos horizontales, puede ser beneficioso estudiar, para la diagnosis de condiciones meteorológicas difíciles, los cortes verticales transversales o los cronológicos. Pueden representarse las secciones transversales o cronológicas de cualquier campo o parámetro deducido, especificando las latitudes y longitudes (o la localización de la estación) necesarias para definir una presentación específica. En cualquier caso, en las presentaciones siguientes de mapas horizontales, se incluirán como referencia las localizaciones de los cortes verticales. Una vez definidas, se podrán alternar fácilmente los modos de presentación horizontales, transversales y cronológicos.

La figura 10 muestra las presentaciones en corte transversal de la temperatura potencial y la velocidad del viento (arriba) y del inverso del número de Richardson calculado a partir de los datos del SMPA (abajo). Las pantallas muestran dos zonas separadas de potencial máximo de TAC, localizadas a lo largo de la tropopausa, y un frente en niveles medios, que podían haber sido difíciles de detectar con sólo cortes horizontales. Una de las zonas se sitúa por encima y la otra por debajo de la corriente en chorro, y las separa un área de peligro reducido en la inmediata proximidad de la trayectoria del chorro.

La figura 11 muestra un ejemplo particularmente útil de las posibilidades de una sección cronológica que combina presentaciones personalizadas de temperatura y humedad para la diagnosis del potencial de engelamiento. Las temperaturas superiores al nivel de congelación se exponen mediante líneas de trazo y las isotermas de 0° a -20°C mediante líneas engrosadas (en la pantalla de un color más sobresaliente) para aumentar su importancia. De igual forma las isolíneas de la humedad relativa se representan sólo para valores superiores

al 70 por ciento y se añaden señalizadores en los puntos donde sus valores sobrepasan el 90 por ciento, como medio de resaltar las condiciones casi saturantes. El corte cronológico muestra claramente un fuerte potencial de engelamiento cerca de los 500 hPa, donde el modelo indica condiciones casi saturantes con temperaturas ligeramente superiores a -20°C (señalando la posible presencia de gotitas de agua superenfriada) durante más de la mitad del periodo de predicción.

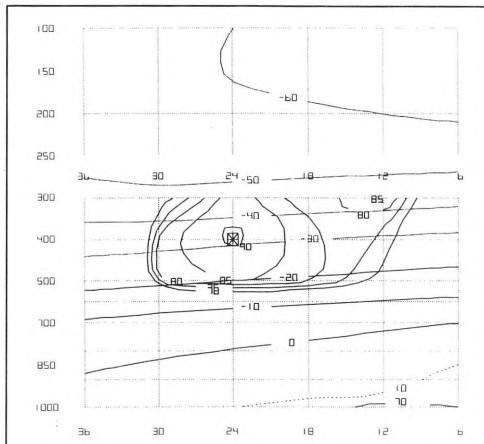


Figura 11 — Sección cronológica de la temperatura (°C) y de la humedad relativa (%), mostrando las zonas de posible engelamiento cerca de Buenos Aires; para más detalles véase el texto.

Una pantalla combinada que puede ser particularmente útil para los pilotos relaciona una muestra horizontal convencional de las temperaturas y vientos del nivel de vuelo con la muestra de una sección transversal de los vientos cruzados y de cola a lo largo de la ruta (ver figura 12). En la sección transversal las barras de los trazos del viento han sido girados para mostrar la dirección y fuerza del viento a todos los niveles a lo largo de la ruta, con diferentes sombreados (colores en la pantalla) que indican los diferentes intervalos de velocidades. Superpuestos a esto se encuentran las isolíneas de la componente de viento en cola, desplazándose de izquierda a derecha a lo largo de la sección transversal, con trazos para diferenciar los vientos de cola de los vientos de proa. Como información del entorno se podrían haber añadido en pantalla, de haberlo deseado, los datos de temperatura.

Estos ejemplos ilustran sólo unas pocas de las muchas maneras en las que pueden usarse los datos digitales del SMPA en beneficio de las operaciones y de la predicción aeronáuticas.

## Resumen

Se ha analizado un sistema de presentación y de diagnosis para ordenador personal, que posee la potencialidad de satisfacer la necesidad de muchos usuarios de sacar pleno partido de los datos de rejilla disponi-

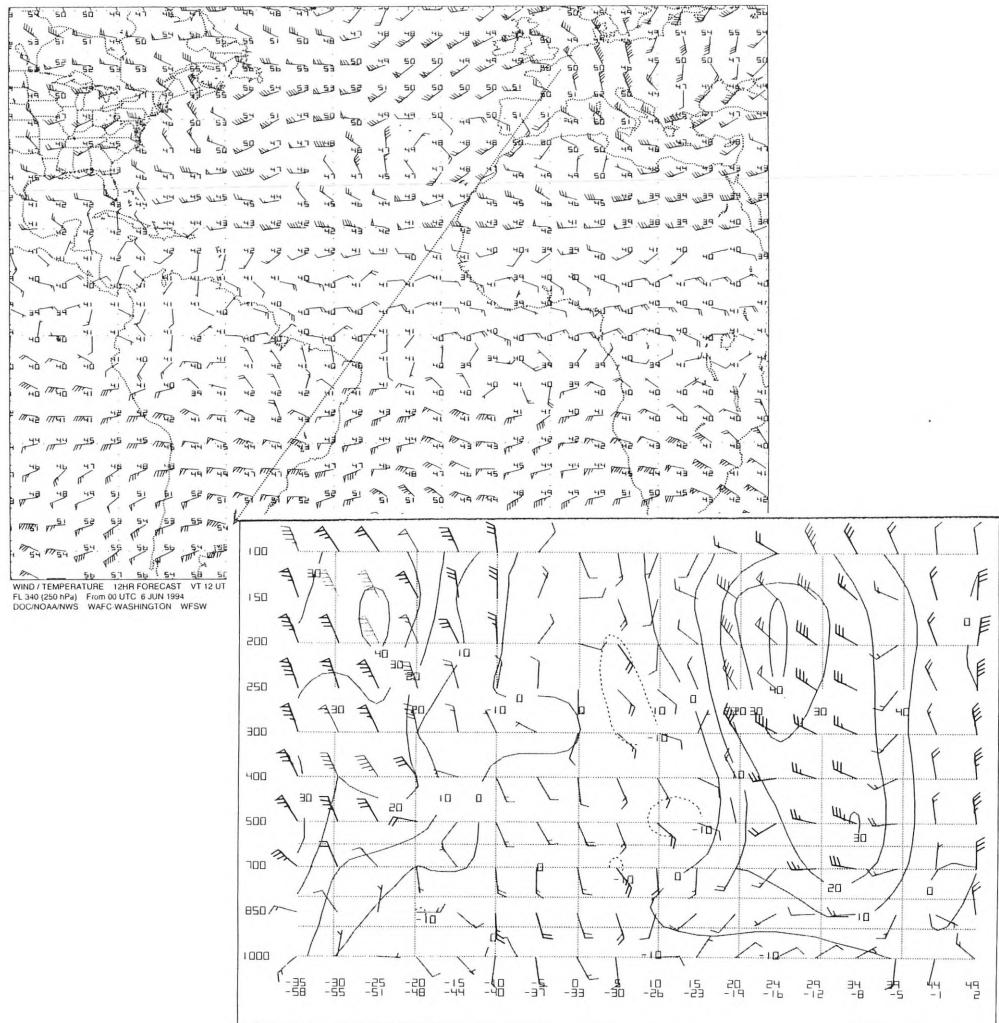


Figura 12— Vista horizontal normalizada OACI de los datos de viento y temperatura del nivel de vuelo FL340 y sección transversal de los vientos relativos en ruta y de la componente de viento en cola para la ruta Buenos Aires-París, empleadas para definir el nivel de vuelo óptimo a las 1200 TU del 6 de junio de 1994; para más detalles véase el texto.

bles como parte de la emisión por satélite del SMPA igualmente descrita en este artículo. La aplicación informática de presentación, llamada PCGRIDDS, puede ejecutarse en cualquier ordenador personal compatible con IBM basado en DOS y con capacidades gráficas. Se pueden presentar tanto las variables básicas como una gran variedad de campos deducidos, en presentación bien horizontal, bien en sección vertical transversal, bien en sección cronológica, empleando ya los conjuntos de datos básicos, ya los suplementarios, del SMPA. Lleva incorporadas opciones de presentación y de diagnóstico que pueden personalizarse posteriormente para satisfacer necesidades locales o requisitos de lenguaje. El sistema, que ha sufrido pruebas previas al SMPA, tanto en los EE.UU. como en varios lugares del Caribe, ha recibido una aceptación y un respaldo casi inmediatos por parte de los

predictores de aeródromo. La aplicación informática está a disposición de los Estados Miembros a través de la OMM y de la OACI.

#### Wm. C. Thompson & Associates Ltd.

Servicios del medio ambiente atmosférico



##### HIDROMETEOROLOGÍA

- Precipitación máxima probable
- Redes/telemetría
- Calibración de modelos
- Sistemas de alerta de avenidas

##### CALIDAD DEL AIRE

- Monitoreo/Modelaje

##### CLICOM

- Instalación del sistema/capacitación
- Manuales y apoyo
- Aplicaciones de redes de estaciones automáticas

112 Varsity Green Bay NW  
Calgary, Canada, T3B 3A7  
Tel 403-286-6215 Fax 403-286-6215