

COMPORTAMIENTO DEL MODELO HIRLAM/INM EN LA SITUACIÓN DE PRECIPITACIONES INTENSAS EN EL SW PENINSULAR EL DÍA 6 DE NOVIEMBRE DE 1997



Pablo del Río Ladrón de Guevara

Servicio de Modelización Numérica del Tiempo

NOTA TÉCNICA N° 53

24 de Noviembre de 1997

-5 FEB 2002



1 Introducción

Hoy día se reconoce que para que un modelo numérico de predicción del tiempo nos dé buenos resultados, es decir, sea capaz de pronosticar cual va a ser el estado de la atmósfera en un determinado plazo de tiempo, es necesario partir de un estado inicial de la atmósfera lo más fiel posible con la realidad, ya que un pequeño error en su especificación conducirá al modelo a amplificar este error a la hora de pronosticar el estado de la atmósfera en instantes posteriores. Nuestro modelo operativo especifica este estado inicial mediante un sistema de asimilación de datos intermitente, con un ciclo de asimilación de seis horas y un esquema de Interpolación Óptima tridimensional para analizar las observaciones.

La pasada operativa del modelo HIRLAM/INM se lleva a cabo cuatro veces cada día, a unas horas UTC prefijadas: 00, 06, 12 y 18, pero para poder asimilar el mayor número de posible de observaciones meteorológicas, realmente cada pasada operativa comienza dos horas después de las horas citadas, es decir: 02, 08, 14 y 20 UTC (son las llamadas horas de corte en la asimilación de datos).

Para realizar el análisis objetivo, además de datos meteorológicos, se necesitan unos campos meteorológicos previos. Estos campos previos proceden de la predicción para 6 horas realizada en la pasada del modelo HIRLAM/INM de 6 horas antes. Cuando ésta falta por algún motivo, los campos previos se toman de la predicción realizada 12 horas antes en la pasada del modelo del ECMWF.

Cuanto mayor sea el número de datos asimilados y mejor sea su calidad, así como más parecidos a la realidad hayan sido los campos previos utilizados, mejor será el análisis objetivo del cual partirá el modelo para su integración.

Nuestro modelo es de área limitada y de corto plazo, es decir, no abarca todo el globo terráqueo y sus predicciones se extienden hasta un máximo de 48 horas, en contraposición al modelo del ECMWF que es global y de medio plazo (hasta 10 días). Nuestro modelo se asemeja a una "ventana" abierta en el área del modelo del ECMWF. Esto genera desajustes en las fronteras de nuestro modelo, ya que existen interacciones entre el interior y el exterior de nuestra área al ocupar nuestro modelo un subvolumen de la masa global de aire y existir un fuerte y variable flujo a través de las fronteras laterales, que no puede ser tratado matemáticamente como las bien conocidas en física "condiciones de contorno". Por supuesto, en un modelo de área limitada sus bordes laterales no son físicamente fronteras para el flujo, pero nosotros imponemos artificialmente unas fronteras para poder resolver este problema. Con este fin el HIRLAM asimila campos numéricos procedentes de predicciones del modelo del ECMWF. Si estas condiciones de contorno son demasiado antiguas, pueden dar lugar a inexactitudes, las cuales se propagarán por el interior del dominio de nuestro modelo y corromperán las predicciones. Por este motivo es por lo que se traen predicciones del modelo del ECMWF dos veces al día: la primera corresponde a las predicciones de la pasada de 12 UTC, la cual se difunde a todos los países miembros y la segunda corresponde a las predicciones de la pasada de 00 UTC, la cual es integrada mediante el tiempo de ordenador asignada a los países miembros del grupo HIRLAM, con el fin de que sus predicciones

sean utilizadas como condiciones de contorno para su modelo de área limitada.

La pasada de 12 UTC del modelo del ECMWF se retrasa todo lo posible hasta disponer del mayor número de observaciones meteorológicas para realizar el mejor análisis. Posteriormente se difunden las salidas de este modelo por línea a los todos países miembros, mediante la diseminación automática. La hora normal de llegada del último fichero conteniendo las condiciones de contorno, al INM es normalmente unos minutos después de las 23:30 UTC. Esto quiere decir que la primera pasada de nuestro modelo operativo que puede usar estas condiciones de contorno será la de 00 UTC, por lo que la primera predicción del modelo del ECMWF que se utiliza es la de H+12 (es decir, llevamos un retraso de 12 horas). Estas condiciones de contorno también son utilizadas en la pasada de 06 UTC de nuestro modelo (lo que implica un retraso de 18 horas).

El último fichero de las predicciones de la pasada de 00 UTC del modelo del ECMWF que se emplean como condiciones de contorno, llega al INM algunos minutos después de las 5 UTC. Estas condiciones de contorno son utilizadas por las pasadas de 12 y 18 UTC de nuestro modelo operativo, con lo cual se repite la situación de disponer de condiciones de contorno que son antiguas en 12 y 18 horas, respectivamente.

2 Identificación de los problemas

Las verificaciones objetivas y la experiencia nos dicen que el modelo del ECMWF es uno de los mejores (si no el mejor) del mundo, por lo que un retraso de 12 horas no debería suponer, en principio perjuicio para la calidad de las predicciones de nuestro modelo operativo. Sin embargo, sobre todo en el otoño y la primavera, el modelo del ECMWF es menos consistente que en las otras épocas del año, modificando sus predicciones de un día para otro de manera sustancial (se adjunta un ejemplo de los muchos que se pueden aportar). Esto puede originar que en ocasiones haya un desfase entre las predicciones hechas por uno y otro modelo, ya que mientras que el modelo del ECMWF puede haber modificado sus predicciones de una a otra pasada, el HIRLAM está tomando como condiciones de contorno las predicciones de una pasada más antigua.

Sobre todo, se observa que puede haber inconsistencia al utilizar como campo previo de una pasada de nuestro modelo (p.e., 00 UTC del día de hoy), su propia predicción H+6 de la pasada anterior (18 UTC del día anterior), en la que se emplearon como condiciones de contorno campos del modelo del ECMWF de una pasada determinada (00 UTC del día anterior), pero que en la pasada actual se van a tomar como condiciones de contorno campos del modelo del ECMWF de otra pasada más reciente (12 UTC del día del día anterior).

Este problema por sí solo no daría lugar a una predicción muy distinta de un modelo a otro, pero sin embargo, puede ser de suma importancia unido al hecho de que el análisis de nuestro modelo está basado en la interpolación óptima tridimensional de las desviaciones entre observaciones y campos de predicción numérica (campos previos), pero en aquellas

zonas del área de nuestro modelo en los que hay una manifiesta falta de datos (en el Atlántico y Norte de Africa) lo que predomina es el campo previo, el cual ha sido generado teniendo en cuenta otras condiciones de contorno diferentes a las que estamos usando en la pasada presente. Esto unido a lo anterior (variabilidad del modelo del ECMWF, condiciones de contorno antiguas, falta de datos en algunas zonas), sí que puede dar lugar a un desfase entre las predicciones de ambos modelos.

Esto es exactamente lo que ocurrió el día 5 de Noviembre, ya que la pasada del modelo HIRLAM que empezó a pronosticar la ciclogénesis que posteriormente tuvo lugar en el SW de nuestra Península entre las últimas horas de ese día y las primeras del día 6, fué la de 06 UTC, mientras que el modelo del ECMWF lo daba en su pasada de 12 UTC del día 4 (por cierto, fué el único modelo que detectó la situación con tanta anticipación). Esta era la primera pasada de nuestro modelo con campo previo y condiciones de contorno coherentes, aunque con muy pocos datos de altura todavía (a esta hora hay muy pocos sondeos y por la zona de interés, ninguno). En esta pasada el modelo HIRLAM, en su predicción para H+18 (validez para el día 6 a las 00), ya simulaba una baja centrada en la zona pero sin profundizarla tanto como el modelo del ECMWF (992 Hp frente a 988 Hp.).

Fué en la pasada de 12 UTC del citado día 5 cuando el modelo HIRLAM simulaba la ciclogénesis colocando la baja ligeramente desplazada de donde la daba el modelo del ECMWF, aunque moviéndola con una velocidad algo mayor, como así ocurrió.

Por tanto, podemos afirmar que las causas del retraso del modelo HIRLAM en detectar la ciclogénesis explosiva que tuvo lugar entre los días 5 y 6 de Noviembre, son las siguientes:

- El modelo del ECMWF modificó su predicción del día 3. Además, la ciclogénesis ocurrió en medio del dominio de integración de nuestro modelo; si las condiciones de contorno de ciclos de asimilación precedentes eran erróneas, al no haber un número suficiente de observaciones para corregir los campos previos, éstos introdujeron un error en los análisis del día 4 a las 12 y 18 UTC y del día 5 a 00 UTC. Las condiciones de contorno del día 4 a las 12 UTC eran las predicciones desde H+12 hasta H+60 de la pasada de 00 UTC del modelo del ECMWF del día 4.
- El modelo HIRLAM, en su pasada de 00 UTC del día 5, aunque utilizó como condiciones de contorno las predicciones de la pasada de 12 UTC del modelo del ECMWF del día 4, el campo previo se había generado utilizando como condiciones de contorno las predicciones del modelo del ECMWF de la pasada de 00 UTC del día 4.
- Además de la normal escasez de datos sobre el Atlántico, en la pasada de 00 UTC del día 5 del HIRLAM, no hubo sondeos de Lisboa ni Madeira

Se adjuntan las salidas gráficas correspondientes a las pasadas operativas de 00, 06 y 12 UTC del día 5.

3 Experimentos que avalan nuestra hipótesis

Con el fin de demostrar que lo anteriormente mencionado era la causa del desfase que tuvo lugar entre predicciones de los modelos del ECMWF y del INM (HIRLAM), se han realizado varios experimentos.

3.1 Integración del modelo HIRLAM para la pasada de 12 UTC del día 4 de Noviembre

Para llevar a cabo este experimento, se ha utilizado como campo previo el análisis del modelo del ECMWF de la pasada de 12 UTC de ese día. Con esto se pretende comprobar la capacidad del módulo de predicción para simular una ciclogénesis explosiva, partiendo de unas condiciones iniciales y unas condiciones de contorno verificadas como válidas. El resultado, como era de esperar, es que el modelo HIRLAM, al igual que el modelo del ECMWF, recoge la ciclogénesis explosiva y coloca la baja en el mismo sitio que lo hizo en la pasada de 12 UTC del día 5, con la misma profundización (988 Hp.).

Esto quiere decir que, si se parte de las mismas condiciones, el modelo HIRLAM es capaz de evolucionar correctamente, al igual que el modelo del ECMWF (se adjuntan salidas gráficas de varios campos meteorológicos generados en este experimento, correspondientes a una predicción para 36 horas, con validez para el día 6 a las 00 UTC).

3.2 Integración del modelo HIRLAM para la pasada de 00 UTC del día 5 de Noviembre

Para llevar a cabo este experimento, se ha utilizado como campo previo y como condiciones de contorno las predicciones del modelo del ECMWF de la pasada de 12 UTC del día 4.

Los resultados obtenidos para una predicción para 24 horas han sido los esperados, es decir, el modelo HIRLAM ha evolucionado correctamente y presenta una estructura similar a la apuntada en el experimento número 1 en su alcance de 36 horas y a la que presenta la pasada operativa de las 12 UTC del día 5, para un alcance de 12 horas (todas las predicciones con validez para las 00 UTC del día 6).

4 Conclusiones

A la vista de todo lo expuesto, cabe preguntarse por qué el análisis del modelo del ECMWF es capaz de representar mejor el estado inicial de la atmósfera que el nuestro. La respuesta

está en que el modelo del ECMWF es un modelo global, tiene una asimilación de datos variacional tridimensional (tetradimensional a partir del día 25 de Noviembre), y asimila una gran cantidad de datos procedentes de satélite (TOVS), por lo que cubre una zona en la que el HIRLAM dispone de muy pocos datos, sobre todo en la pasada de las 00 UTC, en las que los sondeos de Lisboa y Madeira no se realizan.

El problema es que nuestro modelo, para su pasada de 12 UTC (ni siquiera para la de 18 UTC) nunca podrá disponer del análisis del modelo del ECMWF de la misma hora en tiempo real para poder ser utilizado operativamente, ya que son más de las 10 UTC de la noche cuando se recibe dicho fichero en el INM, mientras que la salida de nuestro modelo está disponible desde las 14:30 UTC. Igual ocurre con la pasada de 00 UTC del modelo del ECMWF, ya que al llegar al INM después de las 05 UTC, no se puede utilizar para nuestra pasada de 00 UTC, salvo que retrasemos nuestra pasada más de tres horas. Por otro lado, los análisis del modelo del ECMWF deben utilizarse como condición de contorno, si es posible, pero no como campo previo (hay que dejar evolucionar a nuestro modelo).

5 Posibles soluciones

Una vez identificados los problemas que hacen que en contadas ocasiones nuestro modelo operativo se retrase respecto del modelo del ECMWF, las posibles soluciones son las siguientes:

- Intentar "refrescar" las condiciones de contorno para utilizar las predicciones del modelo del ECMWF lo más modernas posibles. Esto se puede conseguir de la siguiente forma:

Cuando se reciban en el INM las predicciones de 12 UTC del modelo del ECMWF (cosa que ocurre hacia las 23:30 UTC), hay que repetir el análisis y el campo previo de las pasadas de 12 y 18 UTC últimas. El campo previo que utilizará la pasada de 00 UTC estará en sintonía con las condiciones de contorno que usará el modelo HIRLAM.

Cuando se reciban en el INM las predicciones de 00 UTC del modelo del ECMWF (cosa que ocurre hacia las 05:05 UTC), hay que repetir el análisis y el campo previo de la pasada de 00 UTC y utilizar estas predicciones del ECMWF como condiciones de contorno para la pasada de 06 UTC del HIRLAM.

Este método de renovar las condiciones de contorno está muy próximo a ponerse en operación. En este Servicio ya se había identificado este problema y se había tomado la decisión de arreglarlo de esta forma, pero no hemos podido disponer operativamente del fichero de análisis del modelo del ECMWF conteniendo la información necesaria para ser utilizado como condición de contorno hasta hace una semana.

- Introducir el análisis de la temperatura del agua del mar en lugar de utilizar los valores climatológicos. De esta forma se pueden detectar las anomalías en la temperatura del agua del mar, con lo que los flujos superficiales de calor sensible y calor latente (de

gran importancia en las ciclogénesis explosivas) serían diferentes de los producidos con los valores climatológicos de estas temperaturas. La literatura sobre este tema avala esta hipótesis. En el INM, estudios hechos por Beatriz Navascués, también han puesto de manifiesto la sensibilidad de los sistemas convectivos en el Mediterráneo a las condiciones iniciales, sobre todo a las diferencias entre la temperatura observada del agua del mar y los valores climatológicos que se utilizan actualmente para la pasada operativa del modelo Hirlam.

Como se puede ver en los mapas que se añaden al final de esta nota, hay diferencias apreciables entre los valores climatológicos de la temperatura del agua del mar utilizados por el modelo Hirlam y los valores obtenidos por el NCEP, los cuales son empleados para realizar el análisis del agua del mar, en el ECMWF.

- Se puede hacer que una vez al día nuestro modelo utilice como campo previo una predicción del modelo del ECMWF, pero esta solución no es ortodoxa, ya que el resultado sería una especie de ampliación del modelo del ECMWF, ya que se impide al modelo HIRLAM evolucionar por sí mismo.
- Habría que estudiar el orden de llegada al INM de la información procedente del ECMWF por diseminación automática, por si fuese posible ganar algunos minutos con el ánimo de realizar la pasada completa de 00 UTC de nuevo una vez se hayan recibido las predicciones de la pasada de 00 UTC del modelo del ECMWF. En el caso de que las prioridades actualmente establecidas en el orden de llegada de datos procedentes del ECMWF, mediante la diseminación automática, deban quedar como están, deberíamos plantearnos la necesidad de aumentar la velocidad de la línea de comunicaciones con el ECMWF.
- Se hace necesario aumentar el número de observaciones en el Atlántico, que es un área meteorológicamente activa y en donde hay una manifiesta falta de datos, sobre todo con estructura vertical (si las observaciones son solamente de un nivel vertical, los desarrollos baroclinos son muy difíciles de detectar). Así, se podrían asimilar datos TOVS procedentes de satélite, los cuales se consideran de gran importancia para aquellas zonas en la cuales no se dispone de otro tipo de datos. Beatriz Navascués, del grupo de asimilación de datos de este Servicio, se encuentra ya diseñando un proyecto con este fin.

PASADA DE 00Z DEL DIA 5 DE NOVIEMBRE DE 1997

OPERATIVA

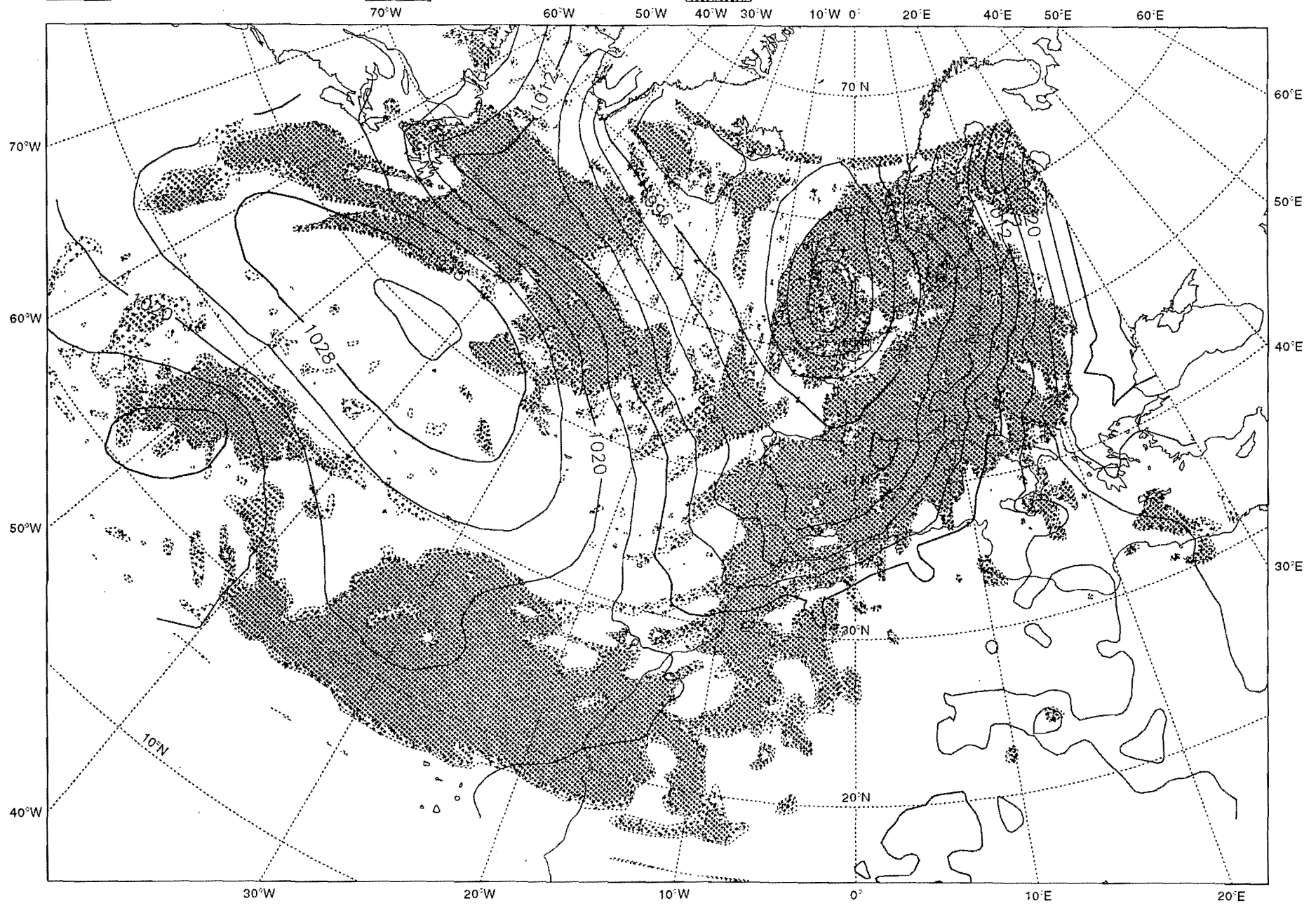
PREDICCIÓN PARA H+24 (VALIDEZ: 6/11/97 A 00Z)

HIRLAM OPR: Presion al nivel del mar y Nubosidad
Analisis 05/11/97 00 Z, H + 24 -- Val 06/11/97 00 Z

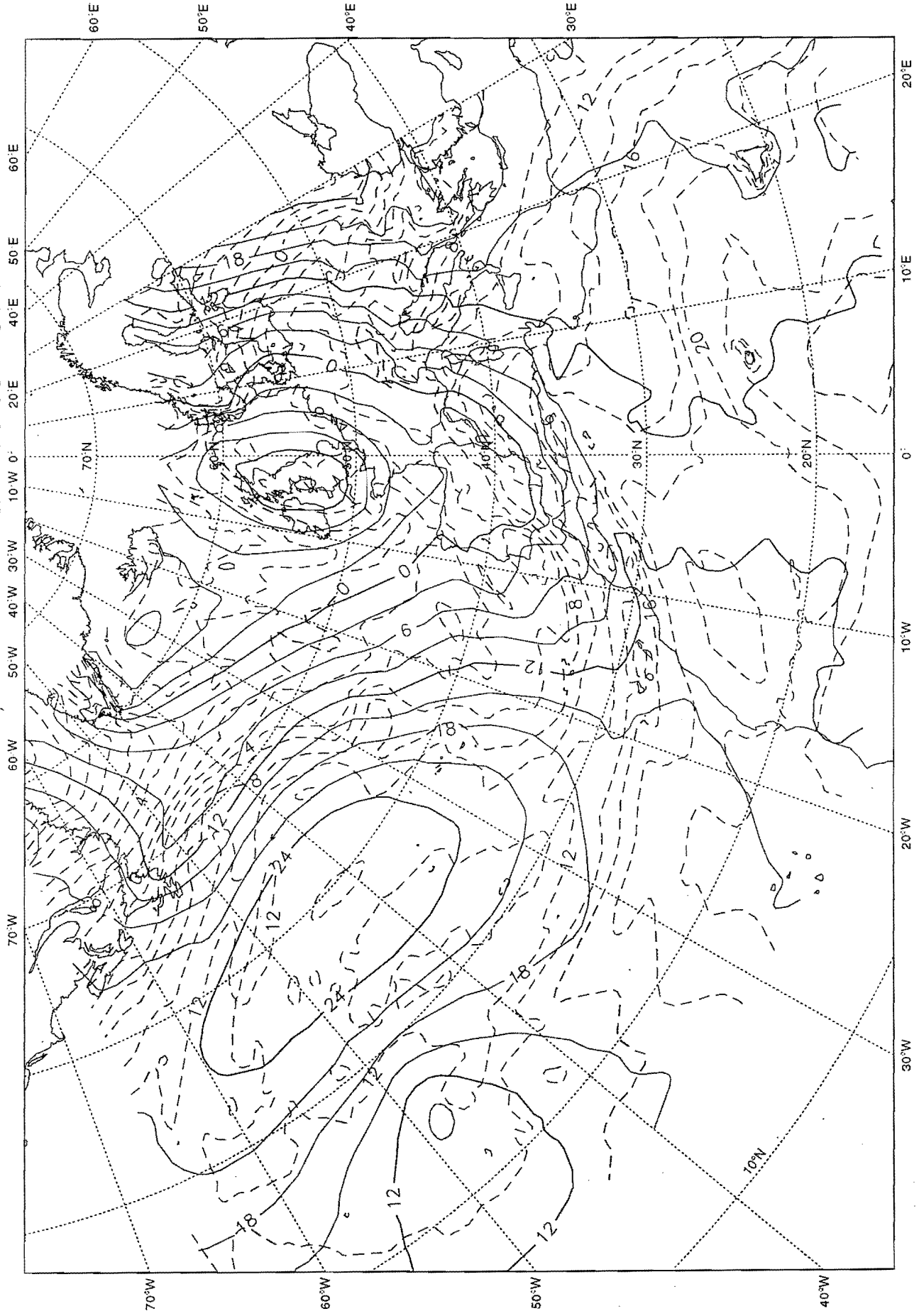
0.7 - 0.8 LEVEL

0.8 - 0.9 LEVEL

0.9 - 1 LEVEL



HIRLAM OPR: Geopotencial de 1000 hPa y Temperatura de 850 hPa
Analysis 05/11/97 00 Z, H + 24 -- Val 06/11/97 00 Z

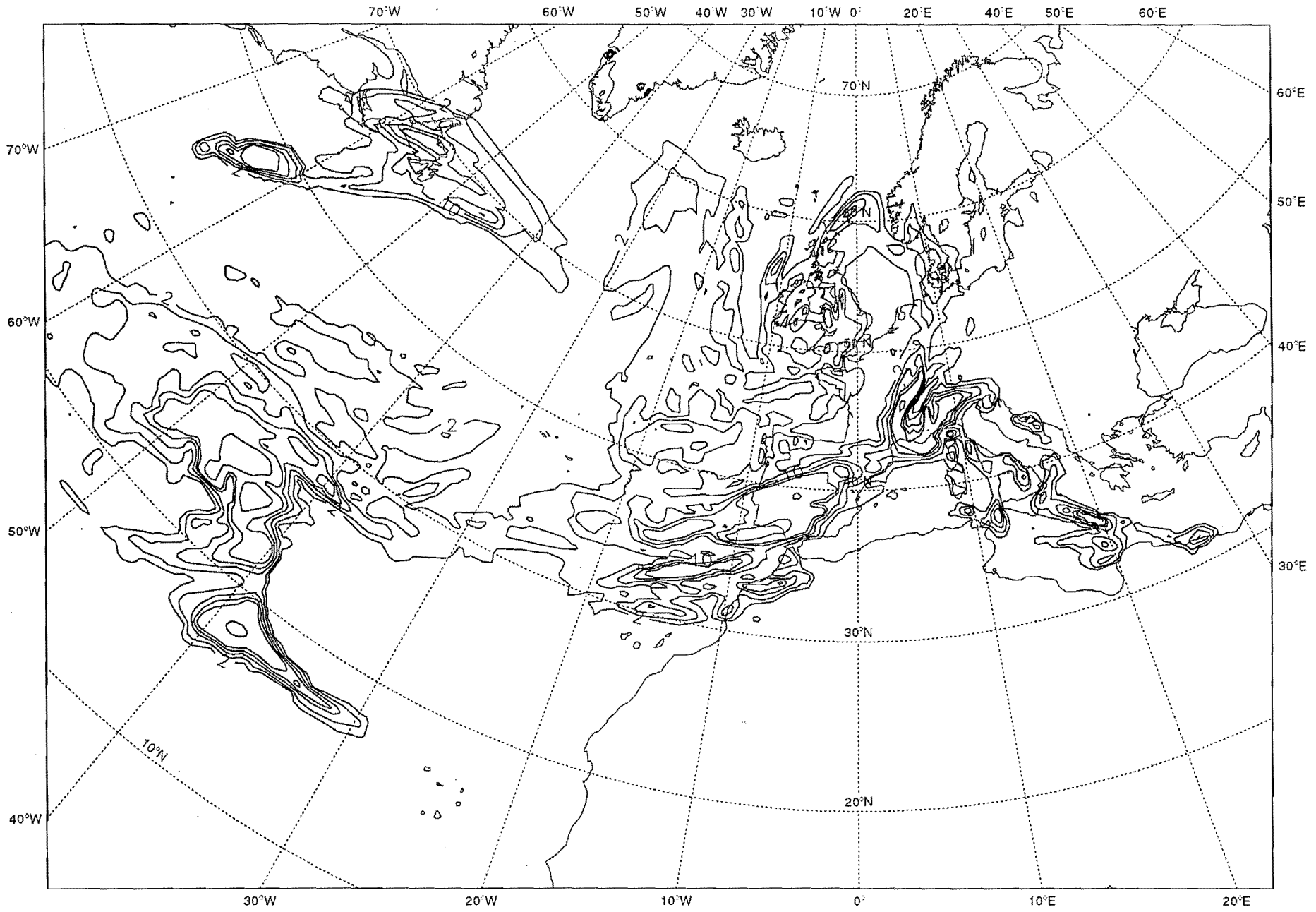


30°W 20°W

10°E 20°E

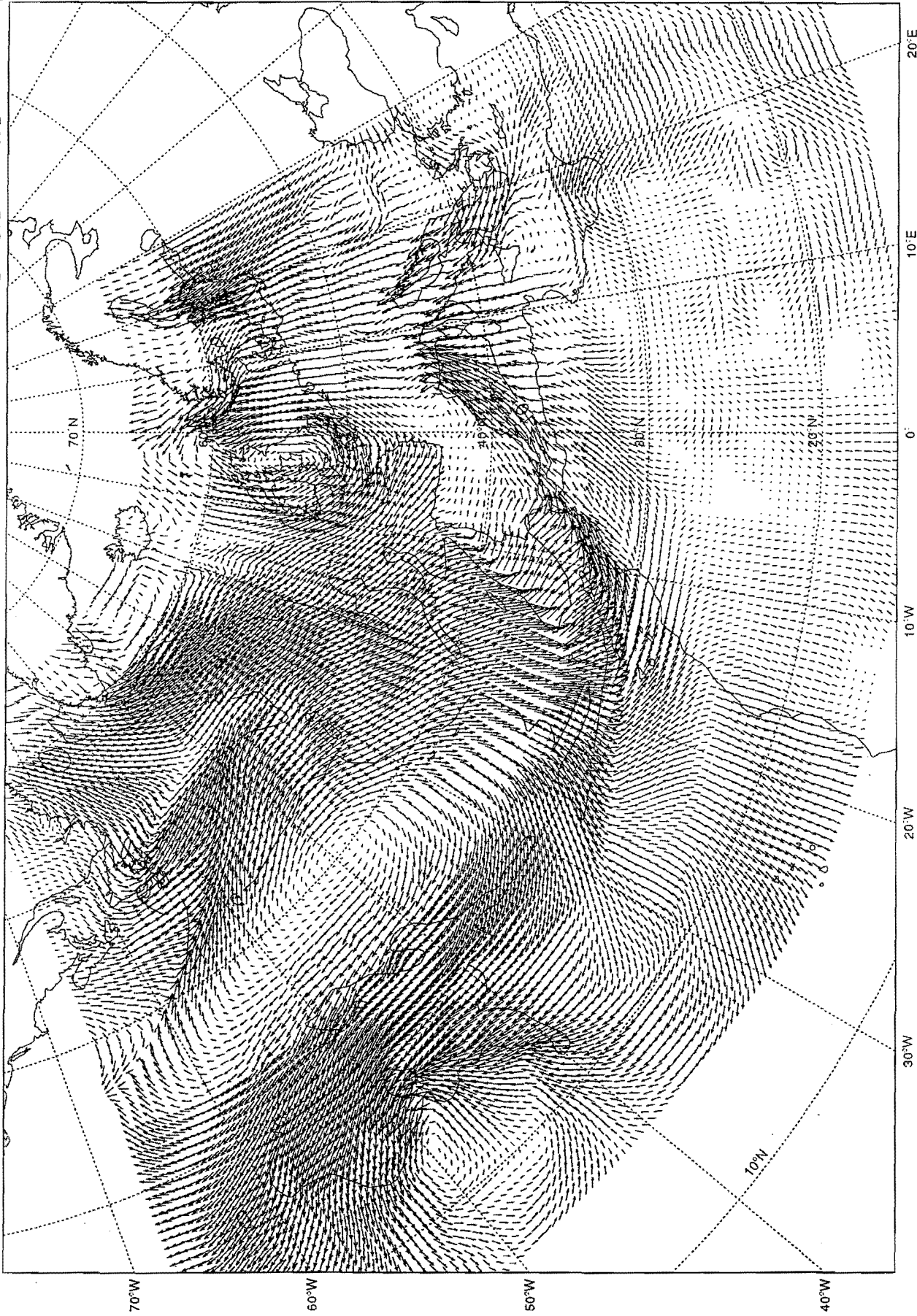


HIRLAM OPR: Precipitacion Total (2, 5, 10, 15, 20, 40, 80, 120, 150 mm)
Analisis 05/11/97 00 Z, H + 24 -- Val 06/11/97 00 Z



HIRLAM OPR: Viento a 10 m (isotacas)
Analysis 05/11/97 00 Z, H + 24 -- Val 06/11/97 00 Z

25.0 m/s



PASADA DE 06Z DEL DIA 5 DE NOVIEMBRE DE 1997

OPERATIVA

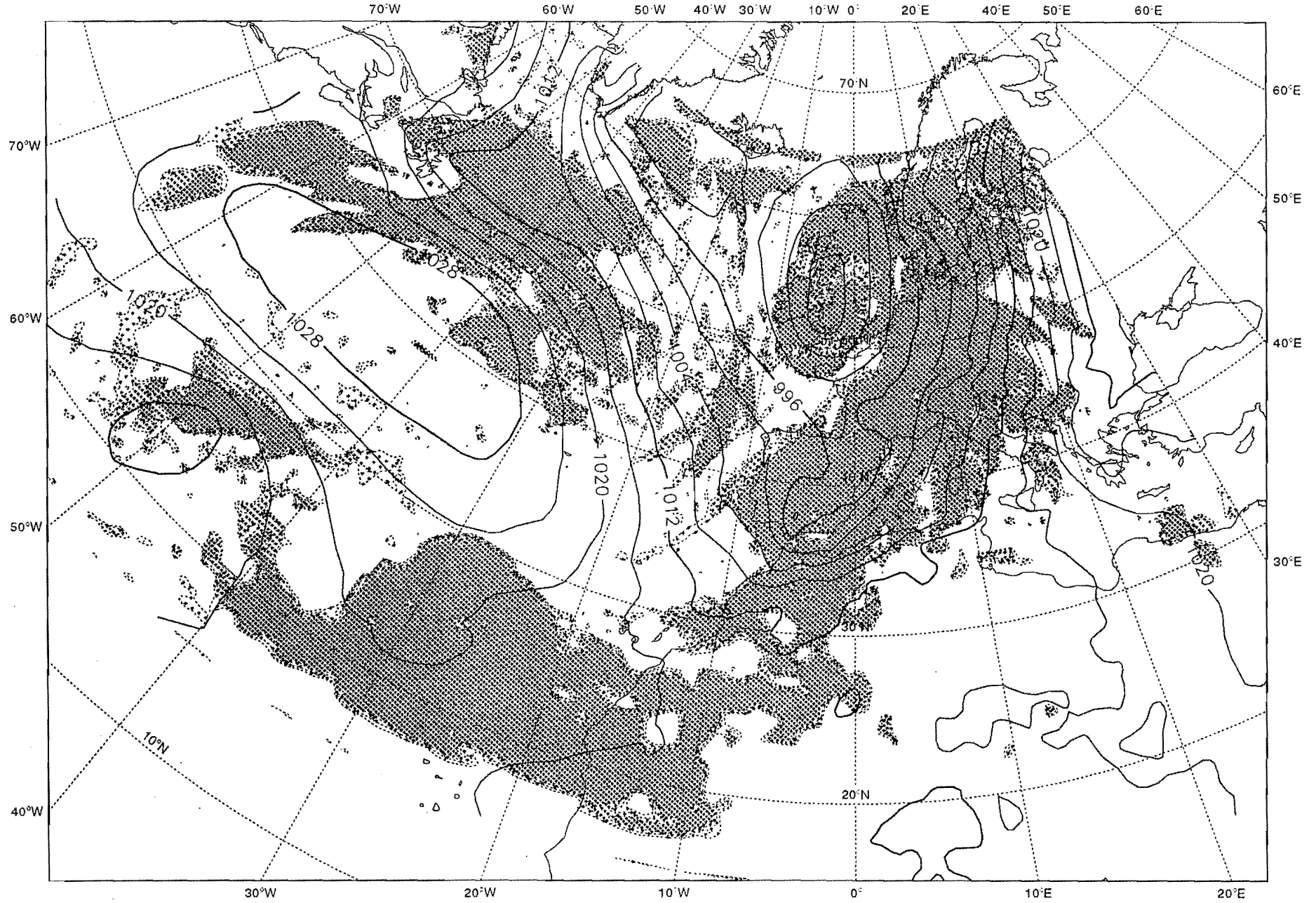
PREDICCIÓN PARA H+18 (VALIDEZ: 6/11/97 A 00Z)

HIRLAM OPR: Presion al nivel del mar y Nubosidad
Analisis 05/11/97 06 Z, H + 18 -- Val 06/11/97 00 Z

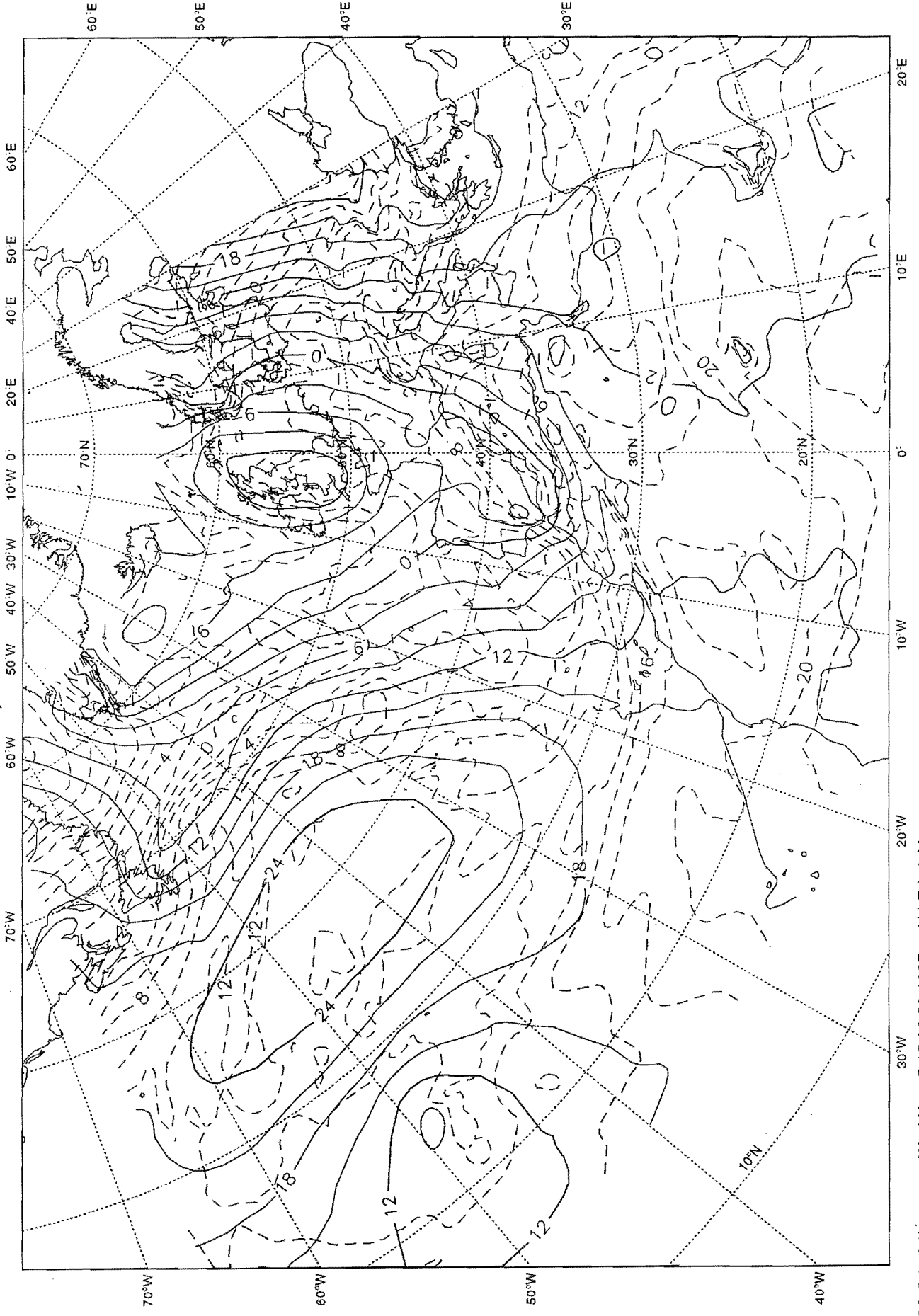
0.7 - 0.8 LEVEL

0.8 - 0.9 LEVEL

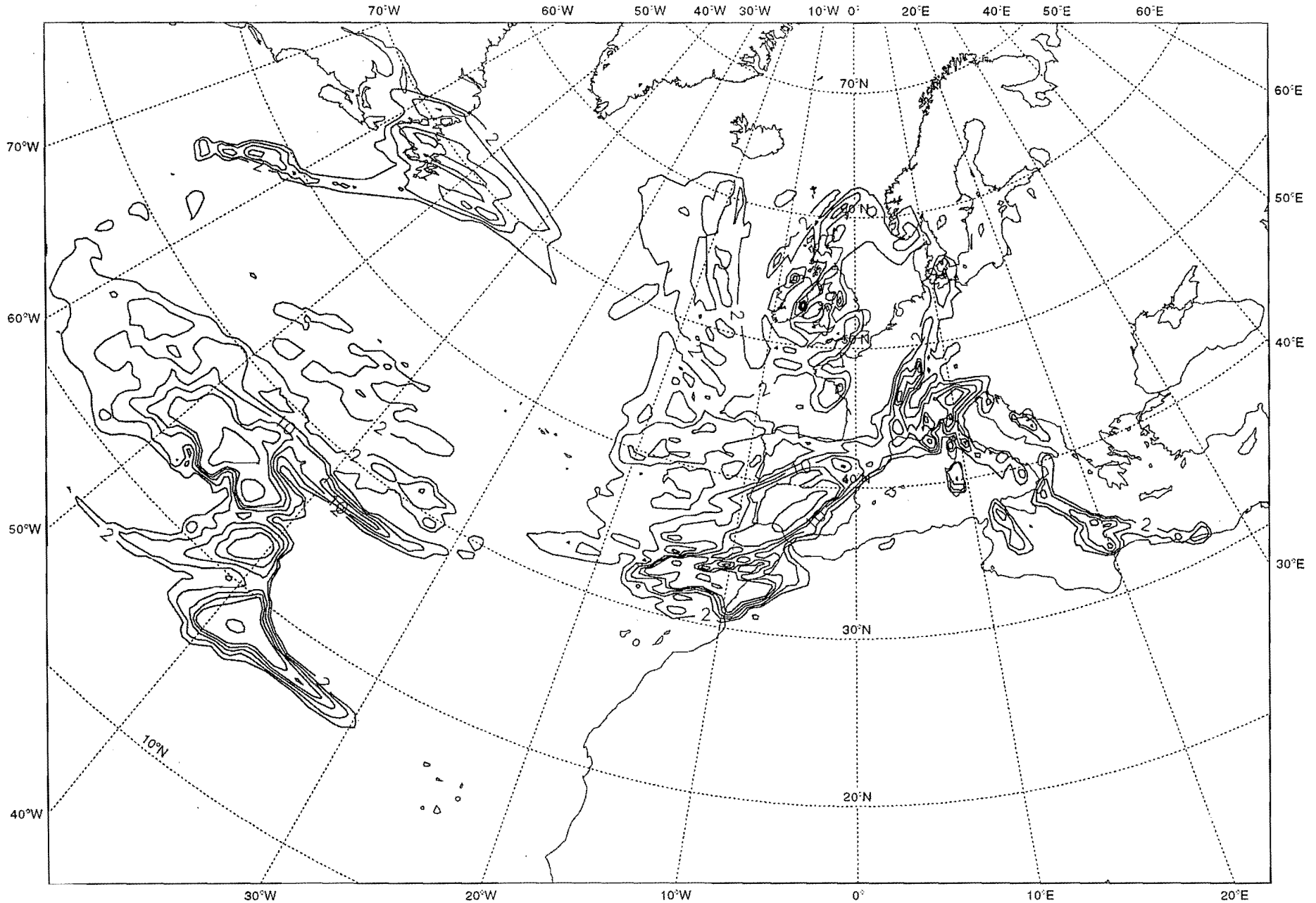
0.9 - 1 LEVEL



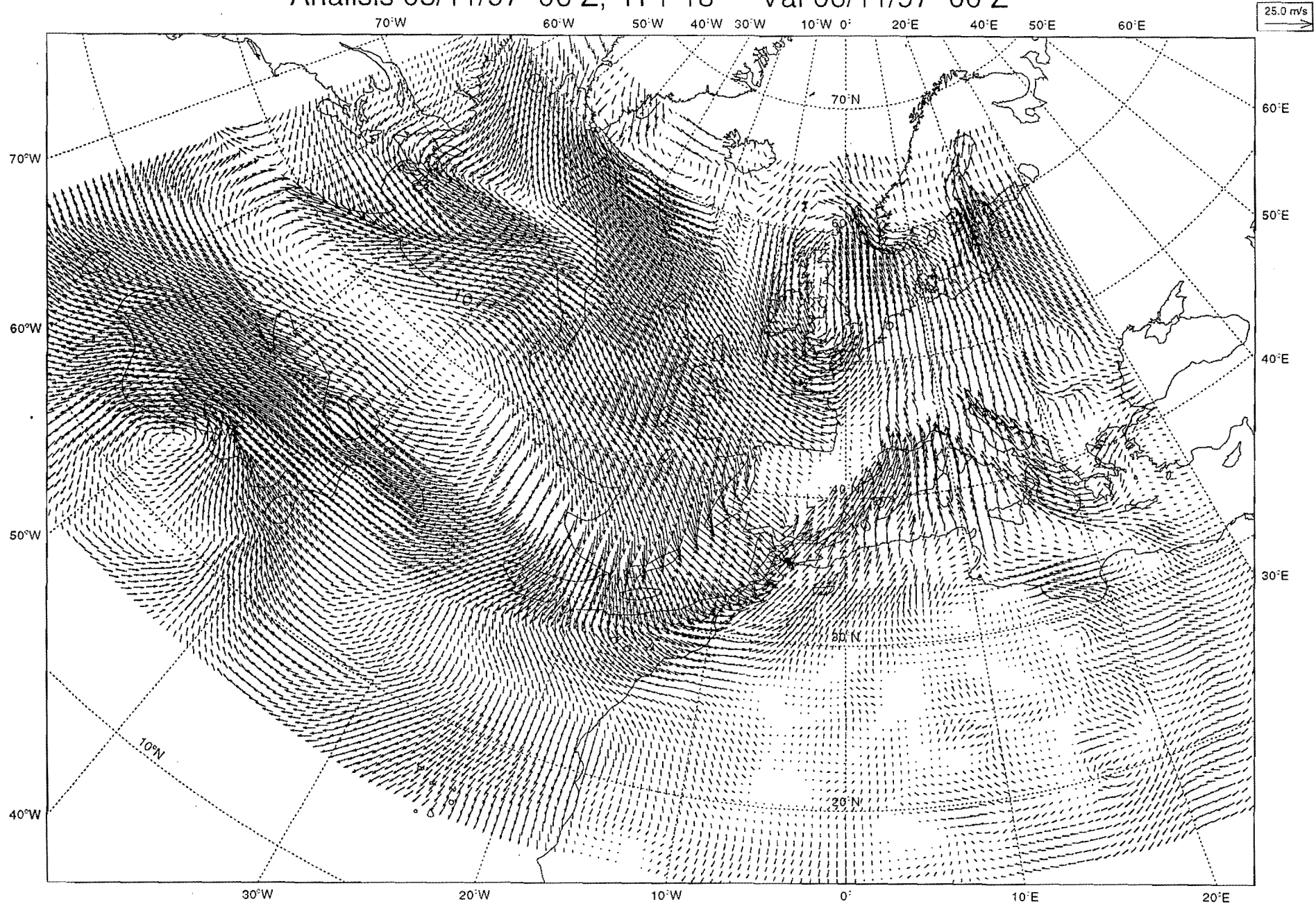
HIRLAM OPR: Geopotencial de 1000 hPa y Temperatura de 850 hPa
Analysis 05/11/97 06 Z, H + 18 -- Val 06/11/97 00 Z



HIRLAM OPR: Precipitacion Total (2, 5, 10, 15, 20, 40, 80, 120, 150 mm)
Analisis 05/11/97 06 Z, H + 18 -- Val 06/11/97 00 Z



HIRLAM OPR: Viento a 10 m (isotacas)
Análisis 05/11/97 06 Z, H + 18 -- Val 06/11/97 00 Z

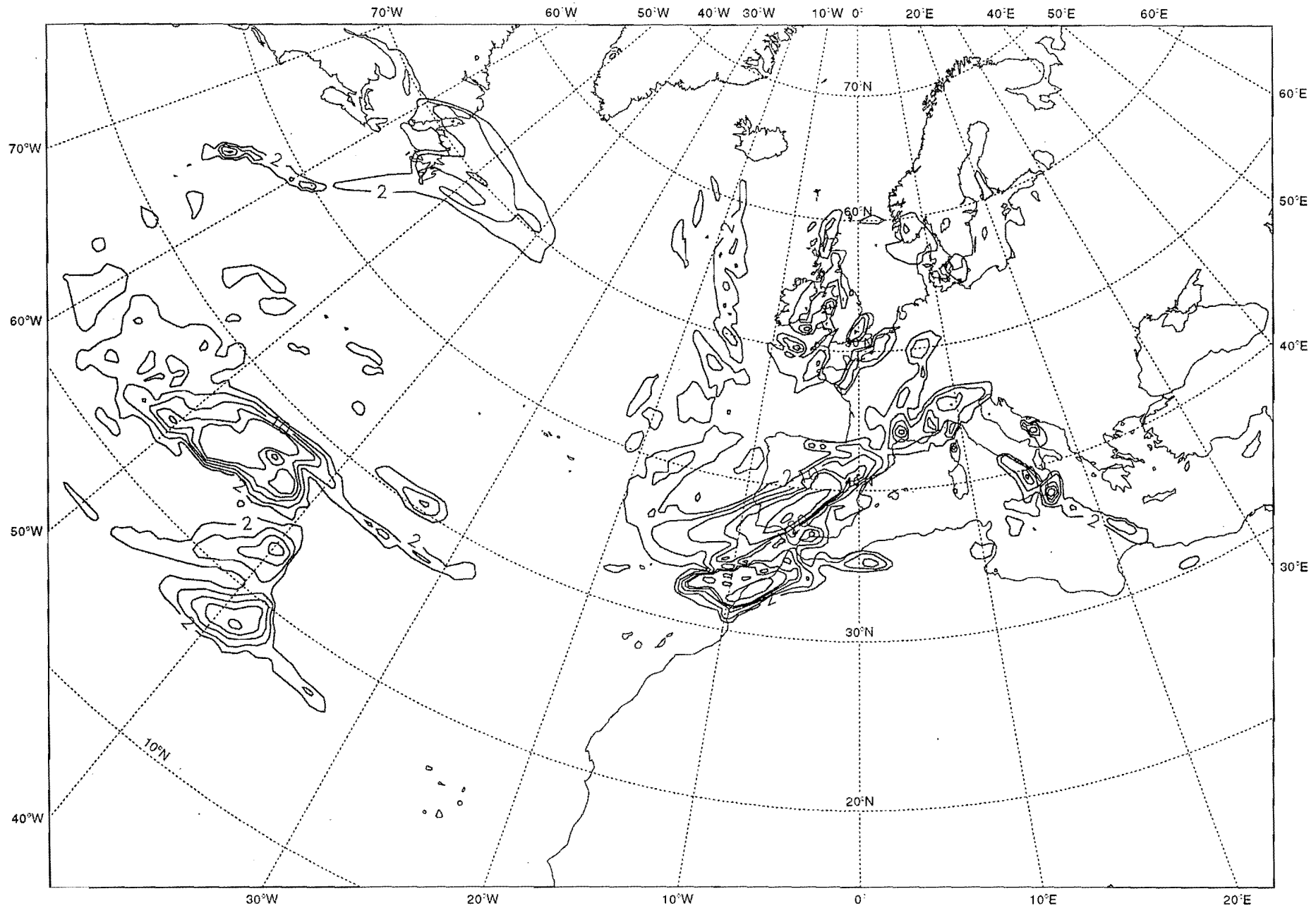


PASADA DE 12Z DEL DIA 5 DE NOVIEMBRE DE 1997

OPERATIVA

PREDICCIÓN PARA H+12 (VALIDEZ: 6/11/97 A 00Z)

HIRLAM OPR: Precipitacion Total (2, 5, 10, 15, 20, 40, 80, 120, 150 mm)
Analisis 05/11/97 12 Z, H + 12 -- Val 06/11/97 00 Z

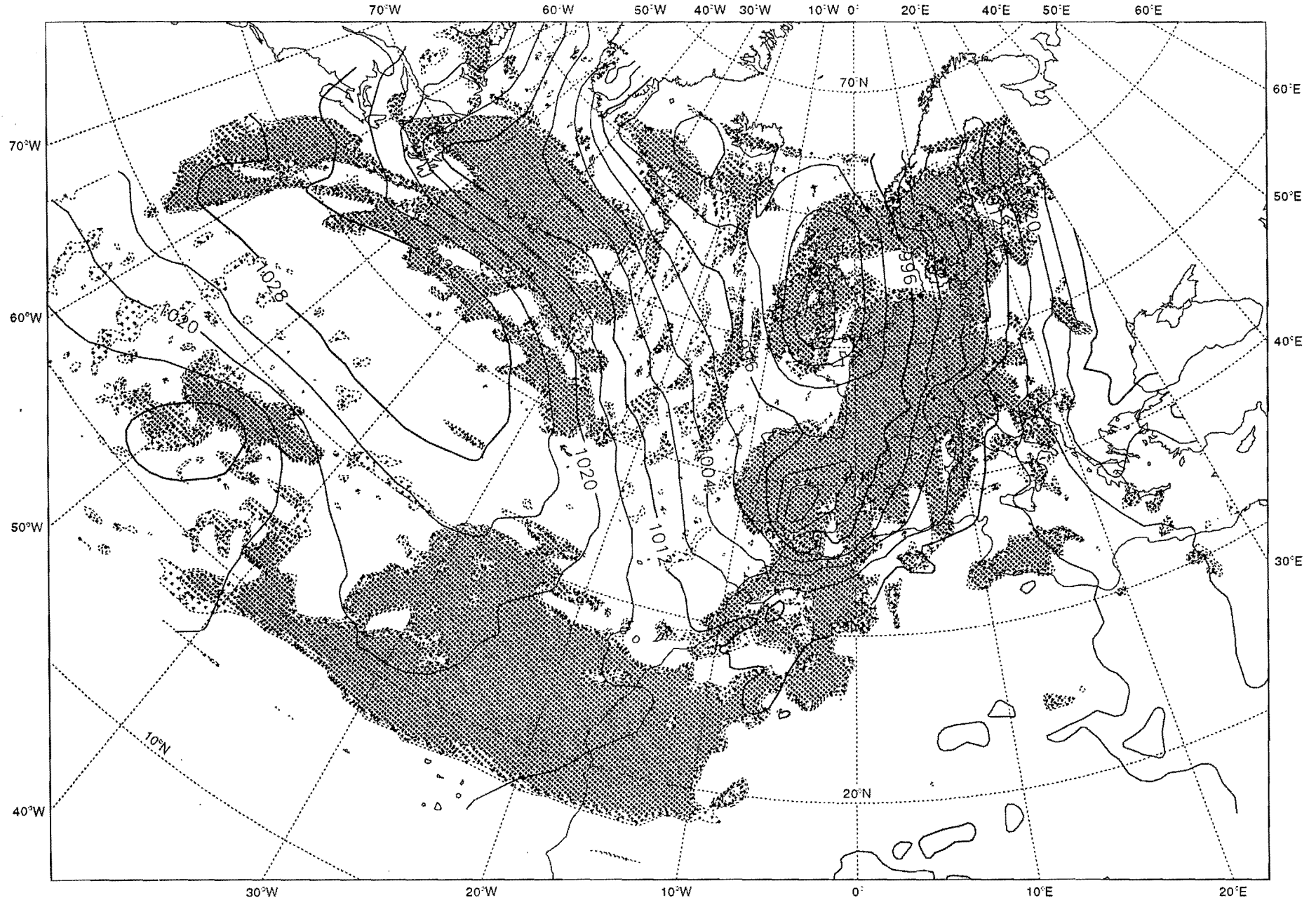


HIRLAM OPR: Presion al nivel del mar y Nubosidad
Analis 05/11/97 12 Z, H + 12 -- Val 06/11/97 00 Z

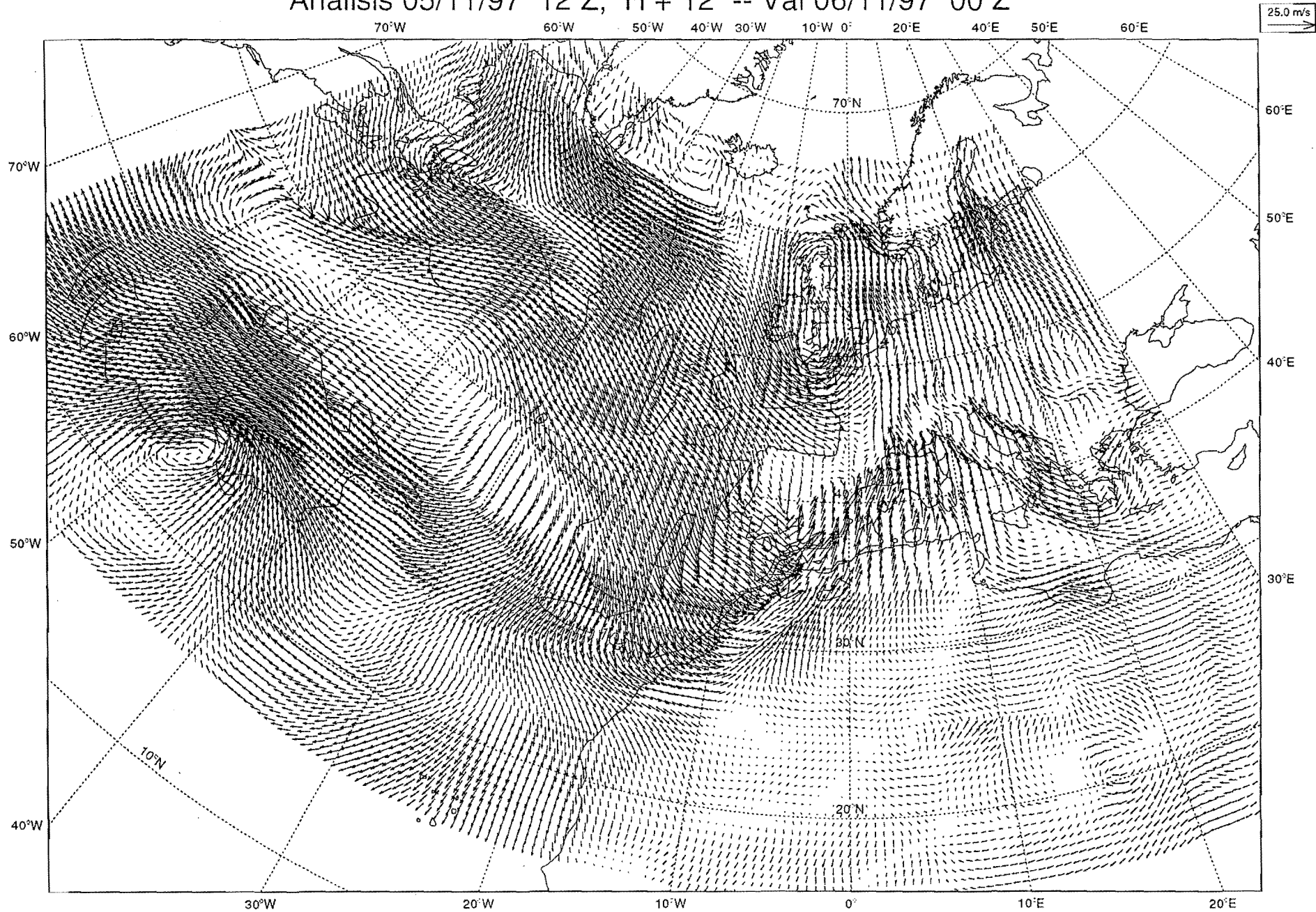
0.7 - 0.8 LEVEL

0.8 - 0.9 LEVEL

0.9 - 1 LEVEL



HIRLAM OPR: Viento a 10 m (isotacas)
Analisis 05/11/97 12 Z, H + 12 -- Val 06/11/97 00 Z

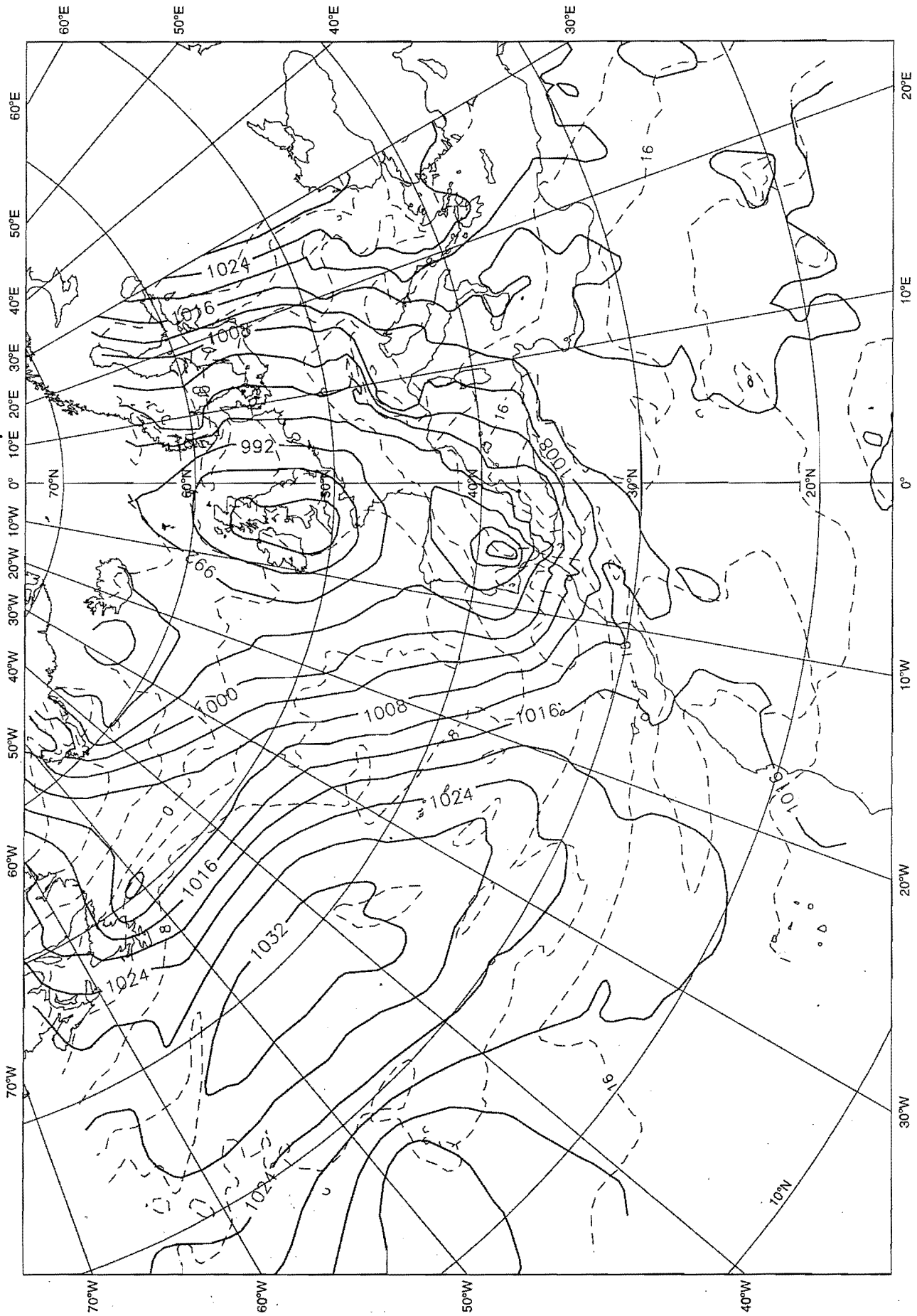


PASADA DE 00Z DEL DIA 6 DE NOVIEMBRE DE 1997

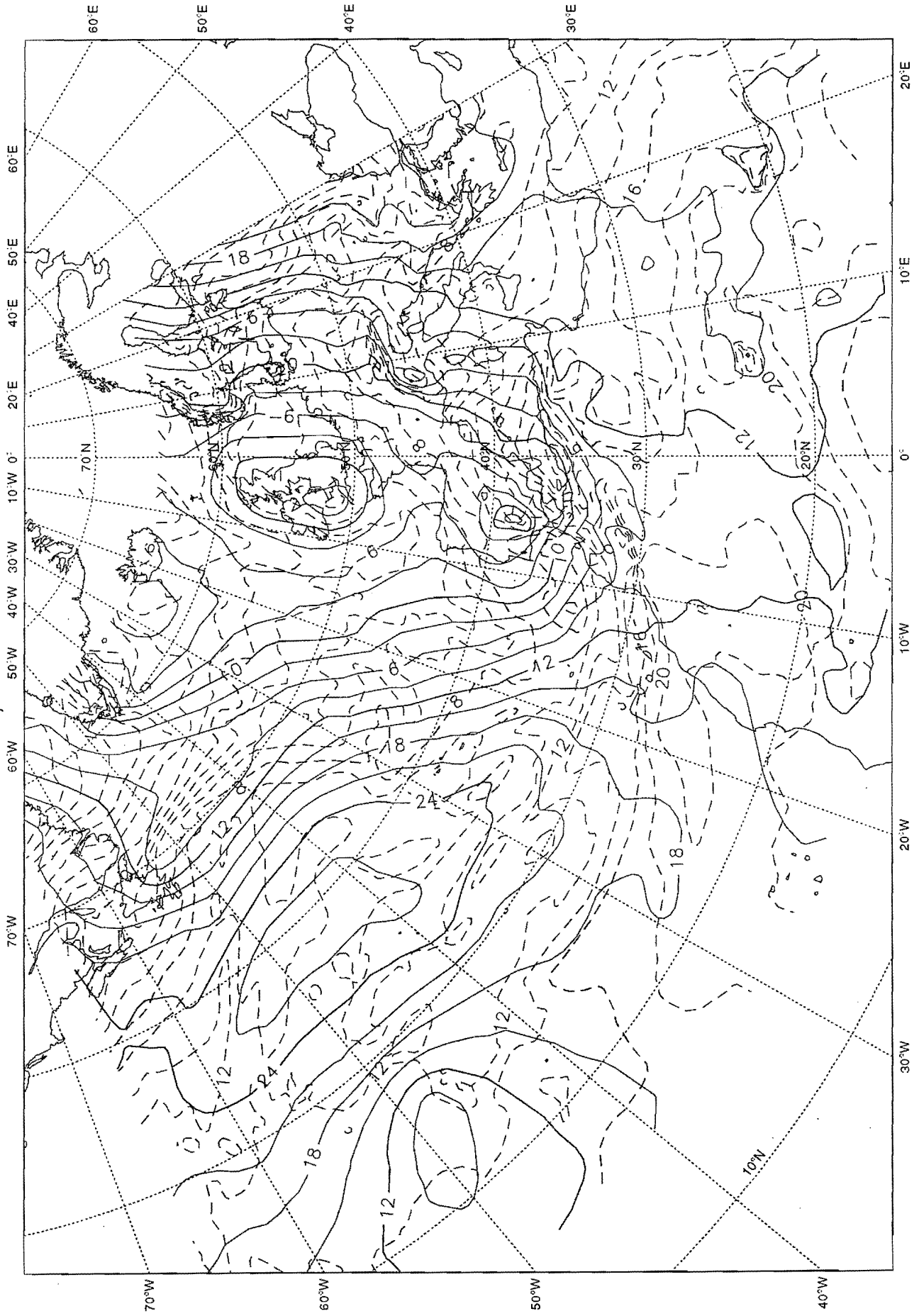
OPERATIVA

ANALISIS DE VALIDEZ PARA EL 6/11/97 A 00Z)

06/11/97 00Z HIRLAM H+ 00 Valid: 06/11/97 00Z
OPR m.s.l. Pressure and 850 hPa Temperature

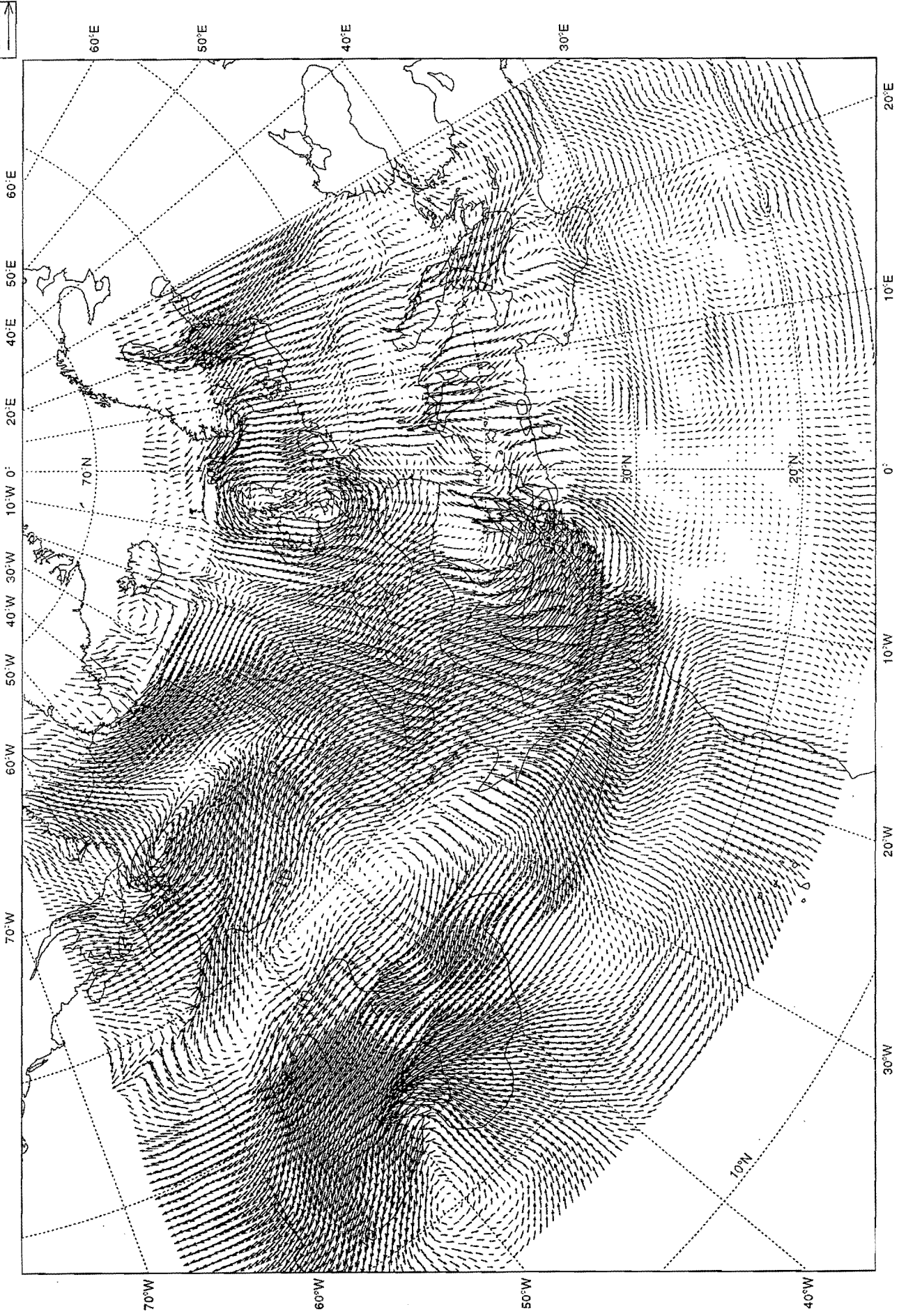


HIRLAM OPR: Geopotencial de 1000 hPa y Temperatura de 850 hPa
Analysis 06/11/97 00 Z, H + 00 -- Val 06/11/97 00 Z



HIRLAM OPR: Viento a 10 m (isotacas)
Analysis 06/11/97 00 Z, H + 00 -- Val 06/11/97 00 Z

25.0 m/s



PASADA DE 12Z DEL DIA 4 DE NOVIEMBRE DE 1997

EXPERIMENTO-1 (F.G. ANALISIS DEL ECMWF)

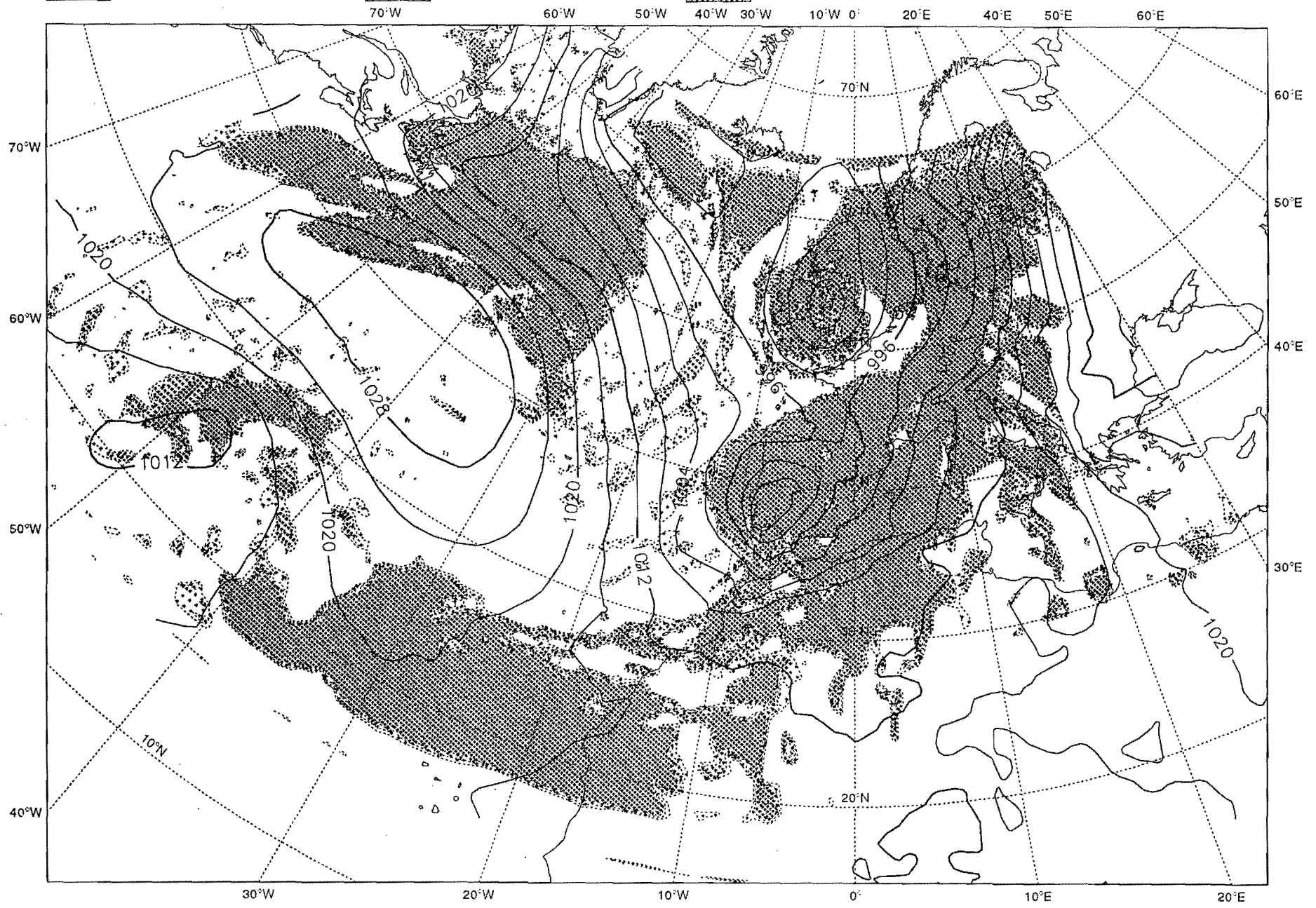
PREDICCIÓN PARA H+36 (VALIDEZ: 6/11/97 A 00Z)

HIRLAM ASS: Presion al nivel del mar y Nubosidad
Analisis 04/11/97 12 Z, H + 36 -- Val 06/11/97 00 Z

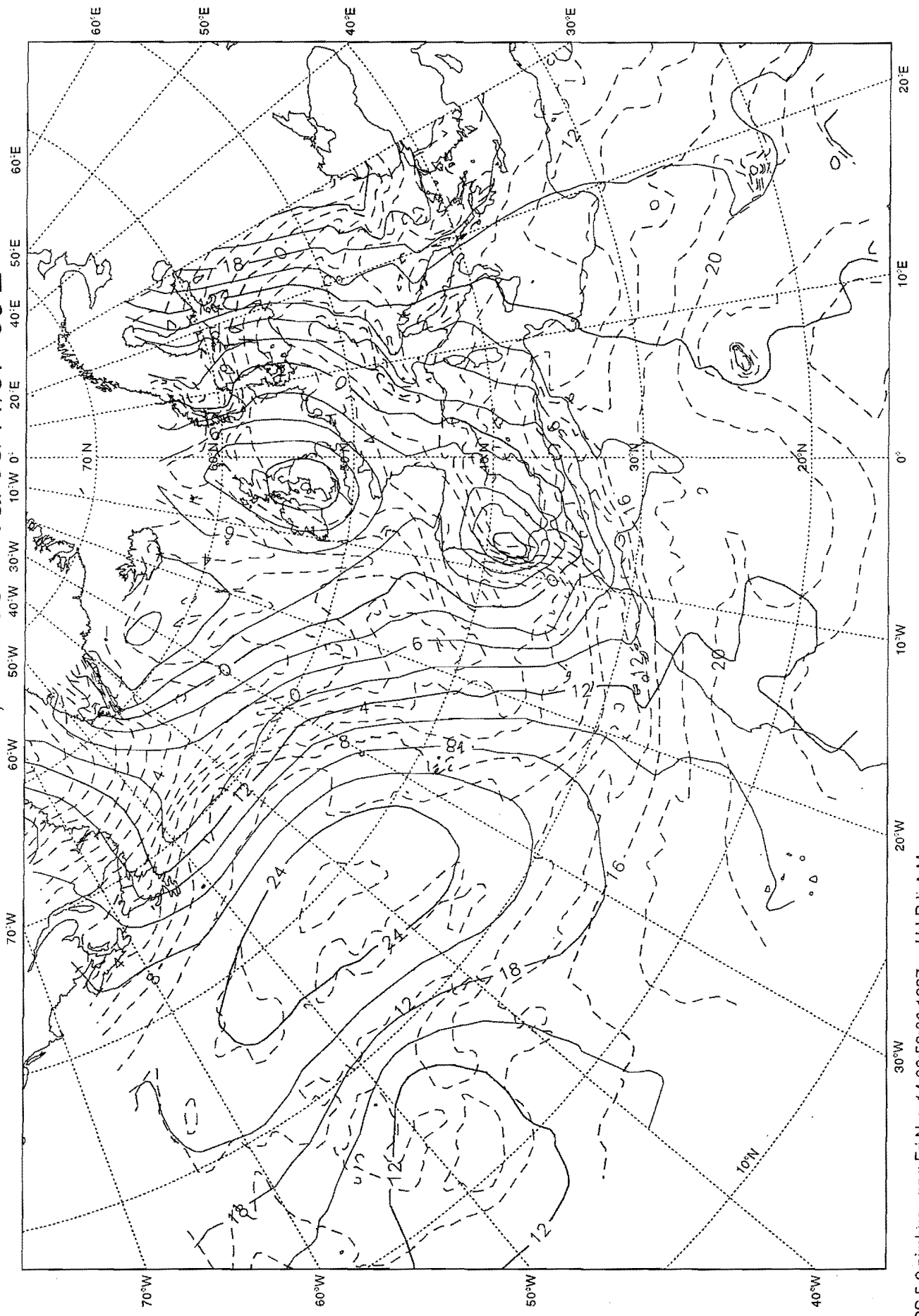
0.7 - 0.8 LEVEL

0.8 - 0.9 LEVEL

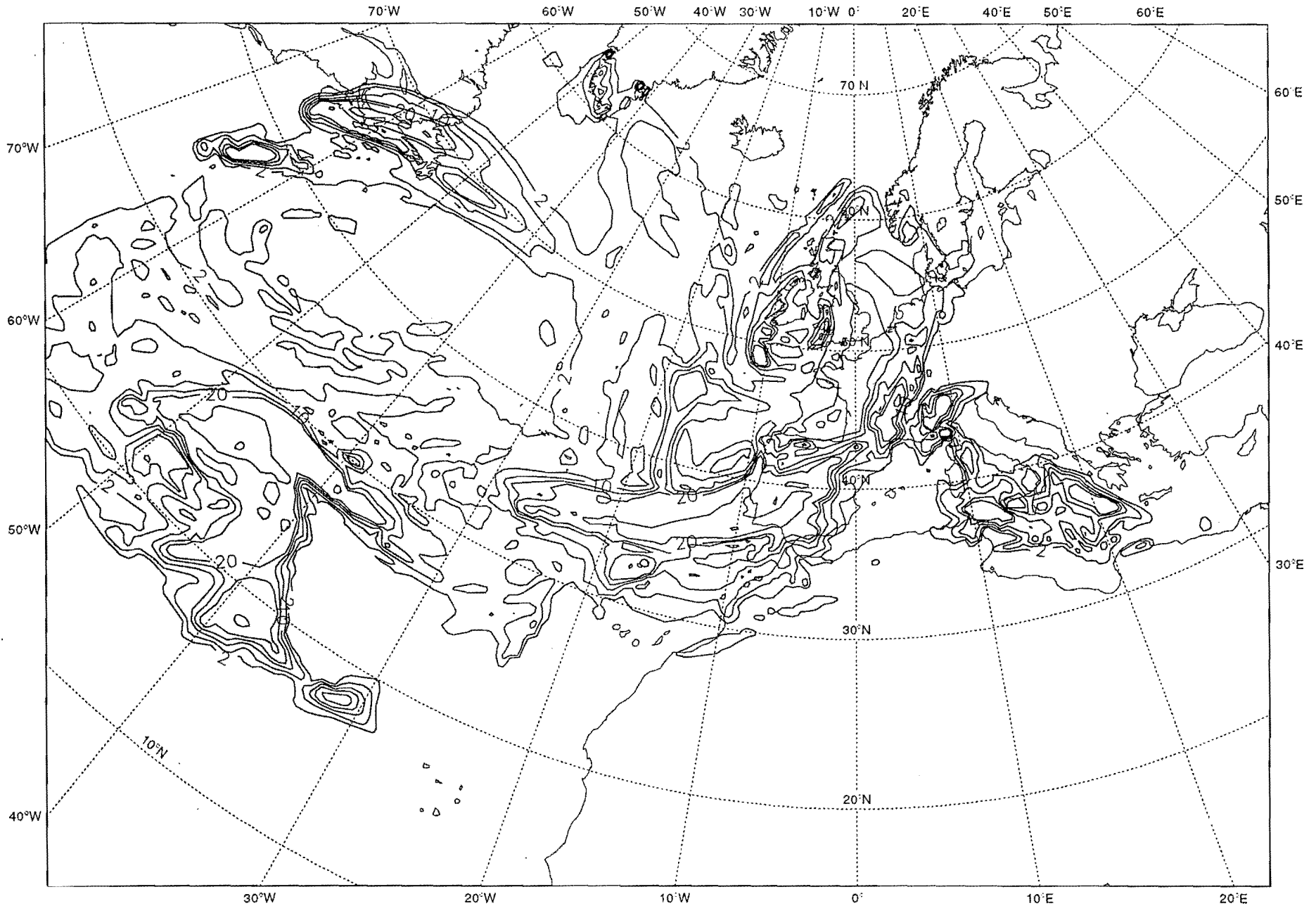
0.9 - 1 LEVEL



HIRLAM ASS: Geopotencial de 1000 hPa y Temperatura de 850 hPa
Analysis 04/11/97 12 Z, H + 36 -- Val 06/11/97 00 Z



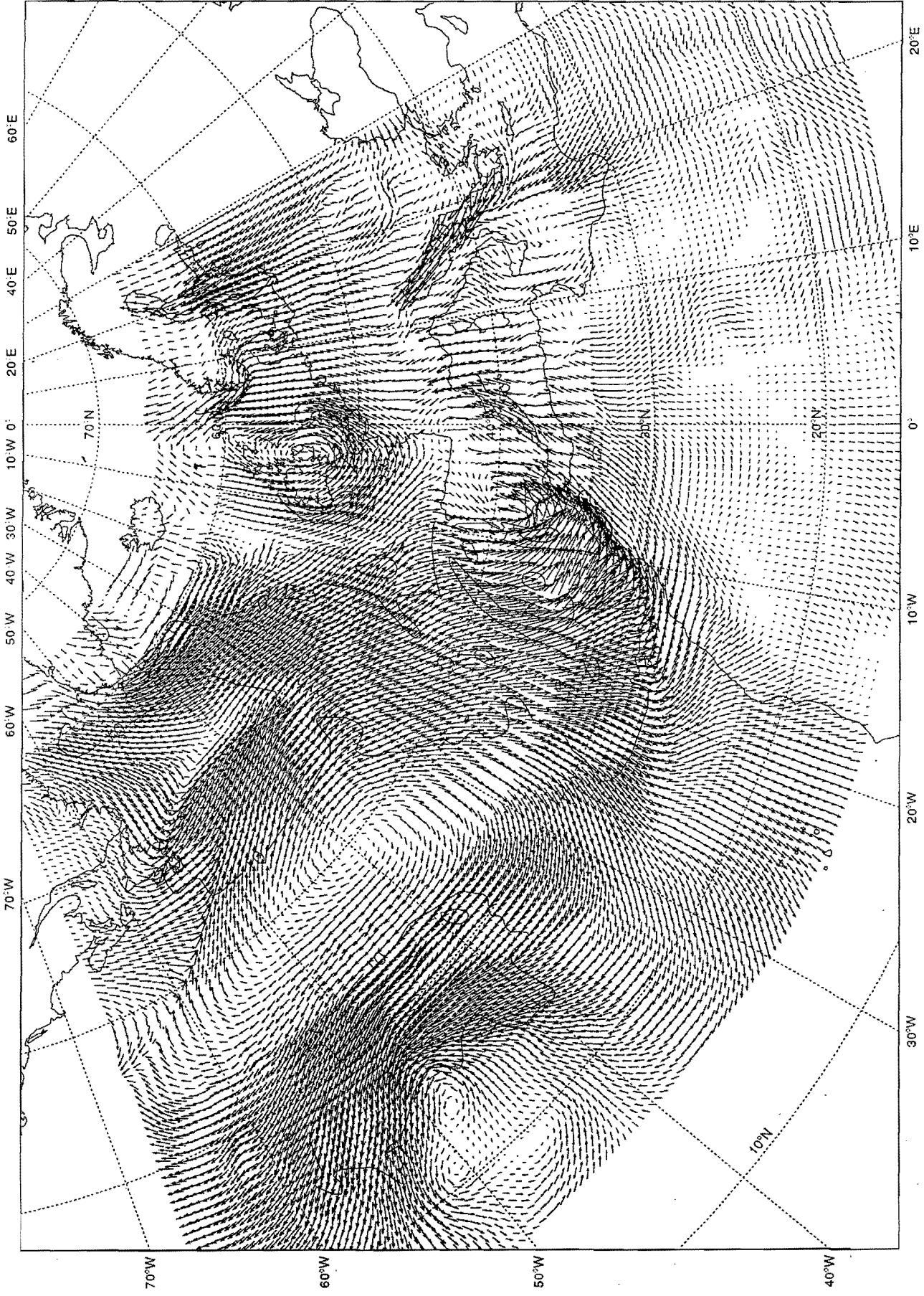
HIRLAM ASS: Precipitacion Total (2, 5, 10, 15, 20, 40, 80, 120, 150 mm)
Analisis 04/11/97 12 Z, H + 36 -- Val 06/11/97 00 Z



HIRLAM ASS: Viento a 10 m (isotacas)

Analysis 04/11/97 12 Z, H + 36 -- Val 06/11/97 00 Z

25.0 m/s

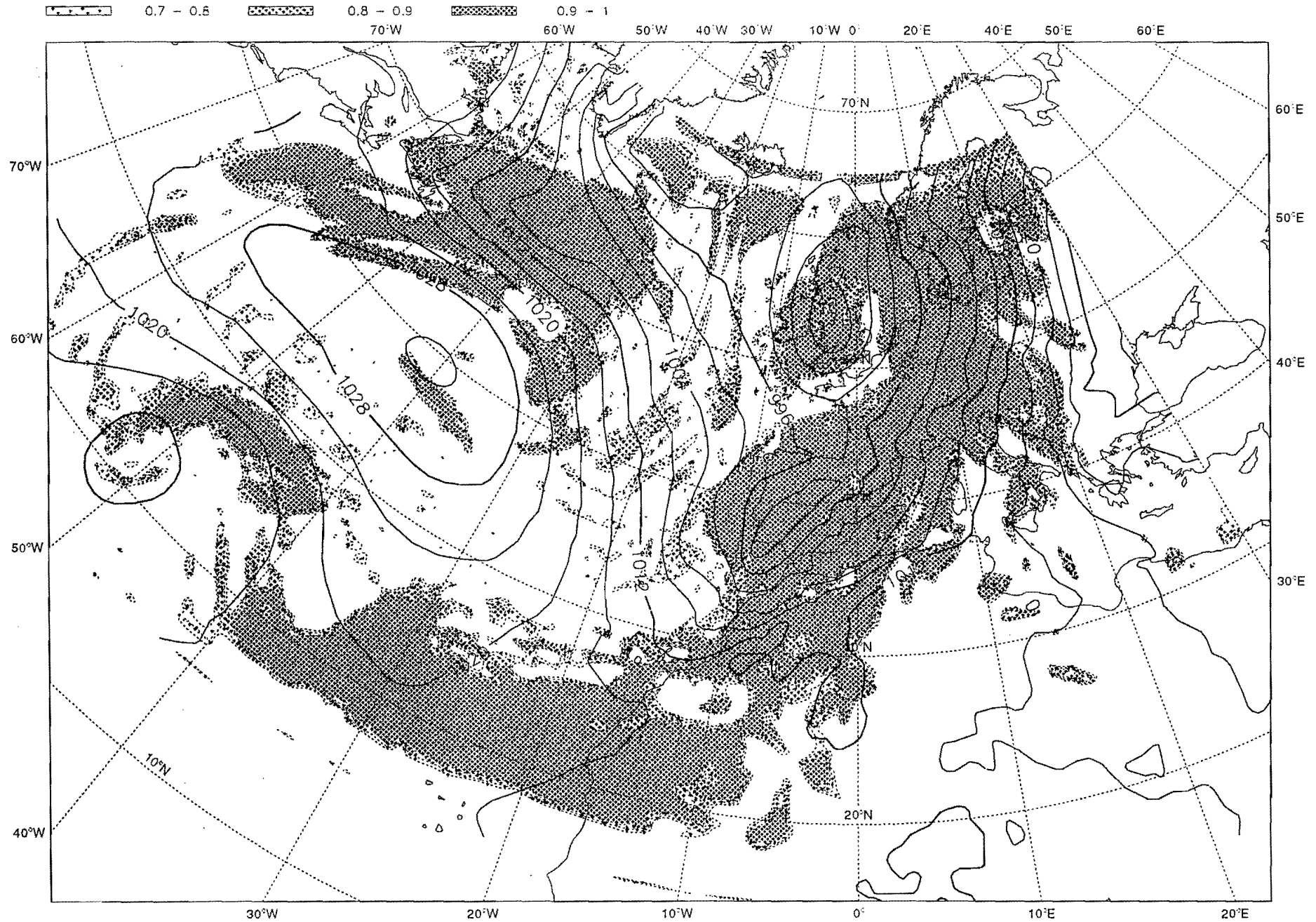


PASADA DE 00Z DEL DIA 5 DE NOVIEMBRE DE 1997

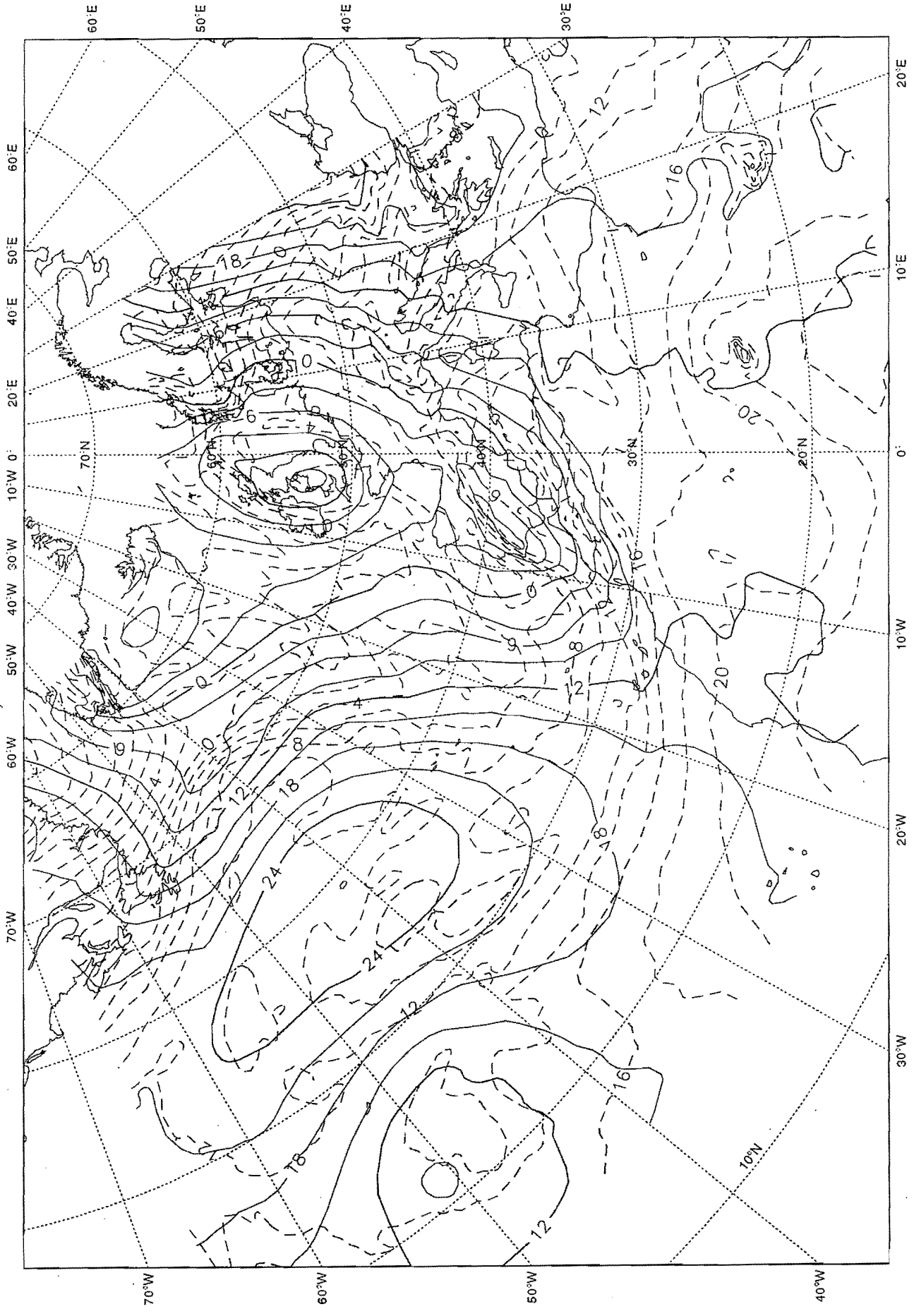
EXPERIMENTO-2 (F.G. PREDICCIONES DEL ECMWF)

PREDICCIÓN PARA H+24 (VALIDEZ: 6/11/97 A 00Z)

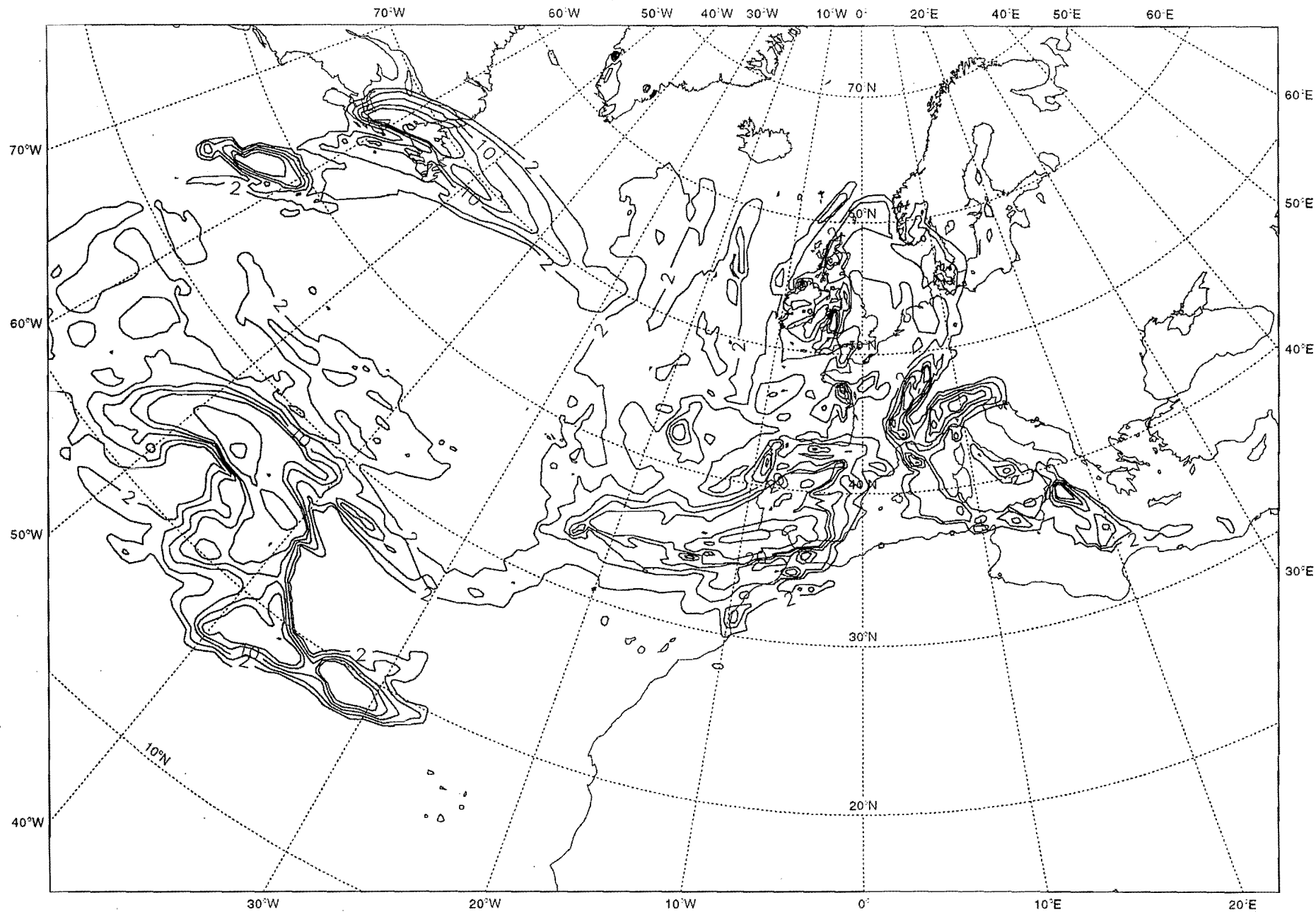
HIRLAM ASS: Presion al nivel del mar y Nubosidad
Análisis 05/11/97 00 Z, H + 24 -- Val 06/11/97 00 Z



HIRLAM ASS: Geopotencial de 1000 hPa y Temperatura de 850 hPa
Analysis 05/11/97 00 Z, H + 24 -- Val 06/11/97 00 Z

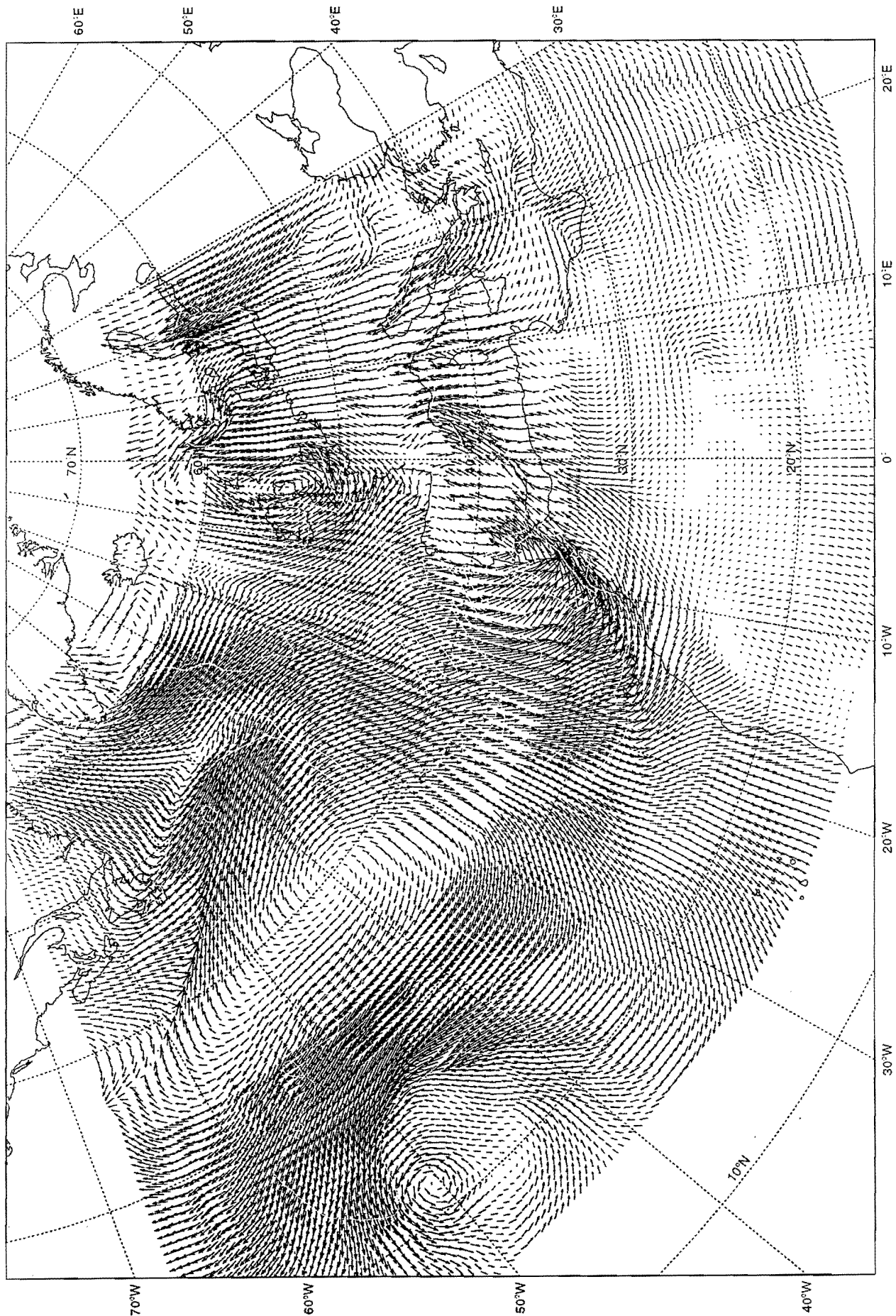


HIRLAM ASS: Precipitacion Total (2, 5, 10, 15, 20, 40, 80, 120, 150 mm)
Analis 05/11/97 00 Z, H + 24 -- Val 06/11/97 00 Z



HIRLAM ASS: Viento a 10 m (isotacas)
Analysis 05/11/97 00 Z, H + 24 -- Val 06/11/97 00 Z

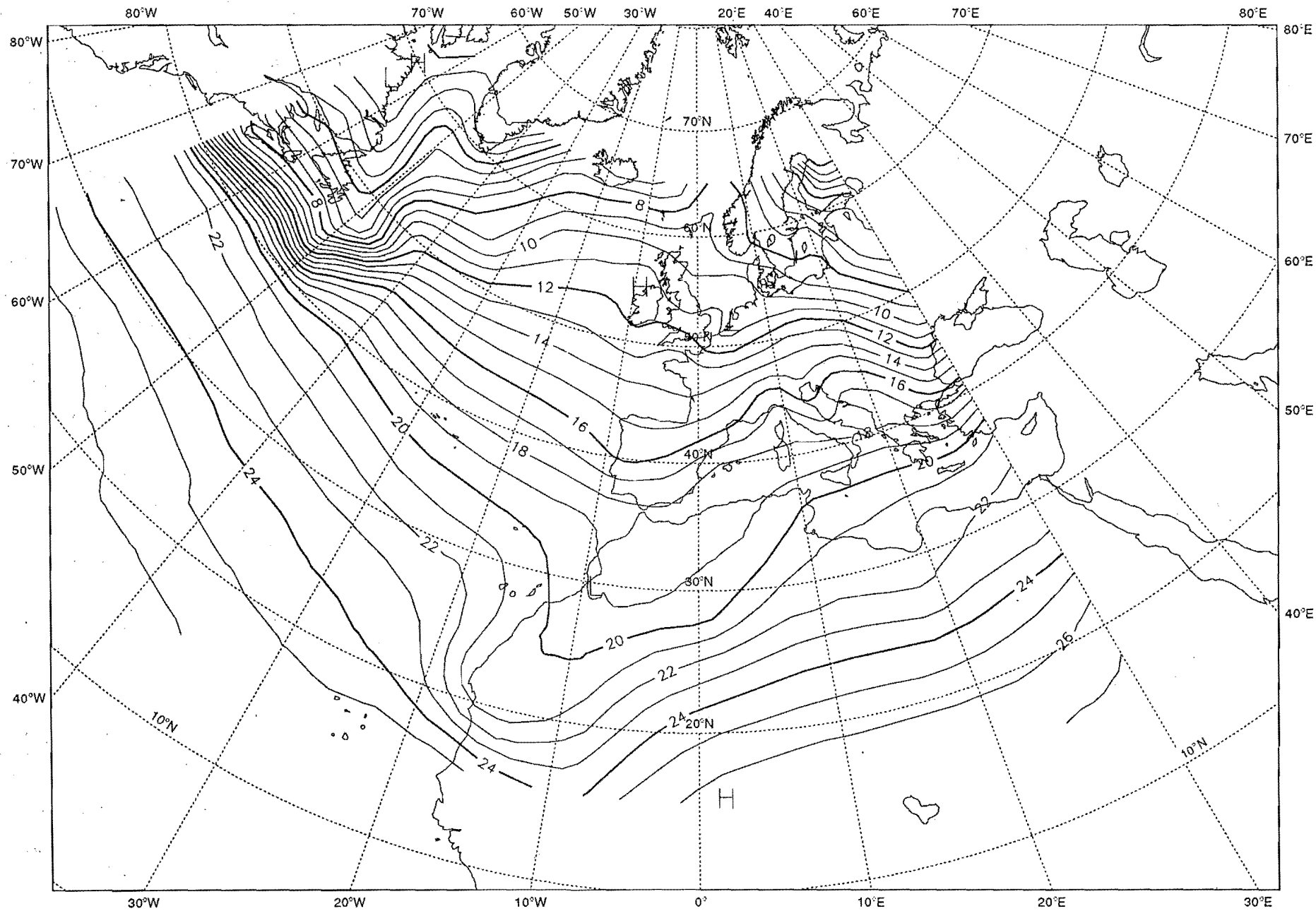
25.0 m/s



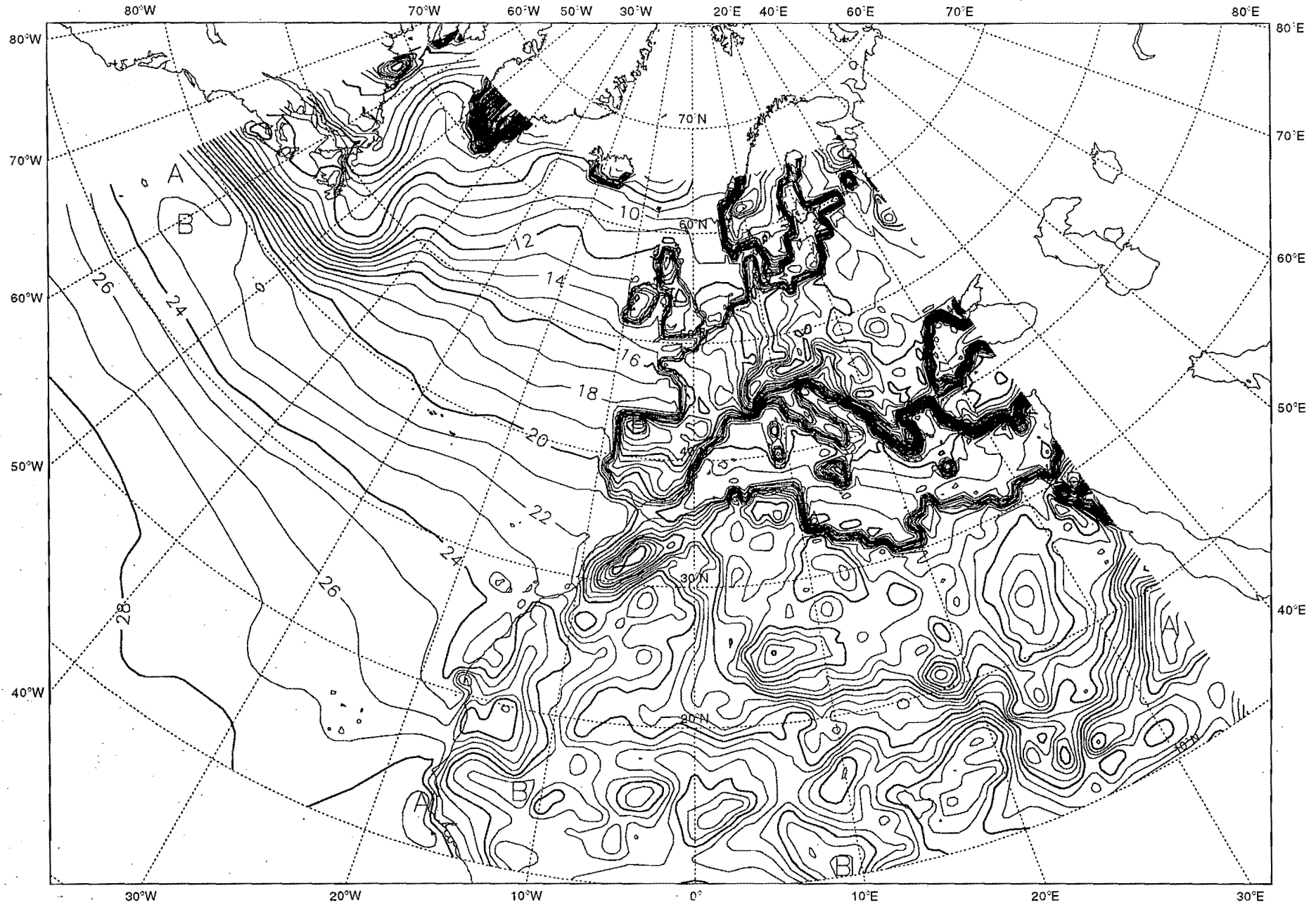
TEMPERATURAS DEL AGUA DEL MAR UTILIZADAS POR

LOS MODELOS IFS (ECMWF) Y EL HIRLAM/INM

04/11/97 06z HIRLAM H+ 00 Valid: 04/11/97 06z
TEMPERATURA DEL AGUA DEL MAR



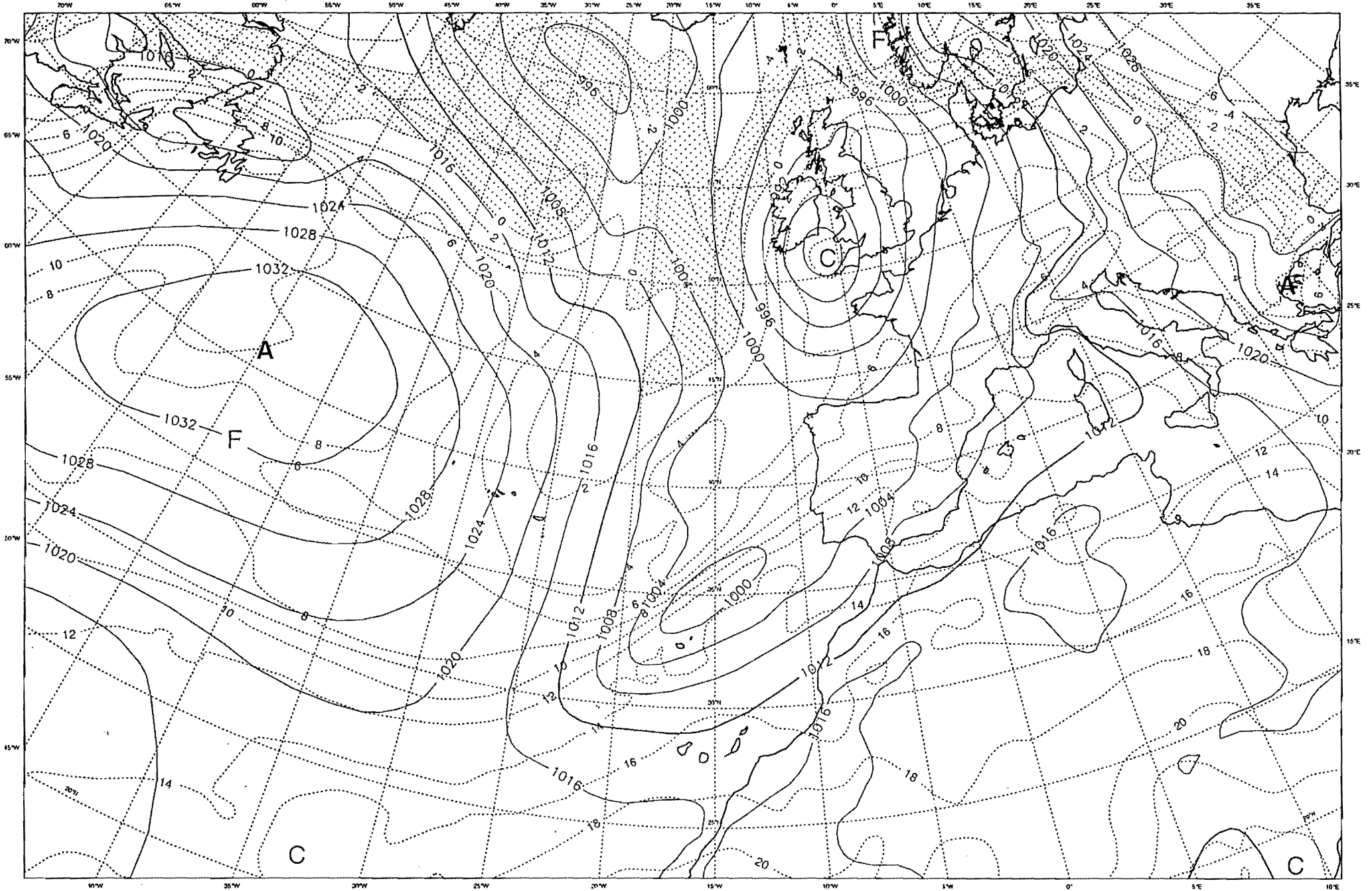
06/11/97 00z ECMWF H+ 00 Valid: 06/11/97 00z
TEMPERATURA DE SUPERFICIE (ANALISIS NCEP SOBRE MAR)



MODELO DEL ECMWF

PASADA DE 12Z DEL DIA 4 DE NOVIEMBRE DE 1997

PREDICIONES H+24 Y H+36 DE VALIDEZ PARA LOS DIAS 5 Y 6

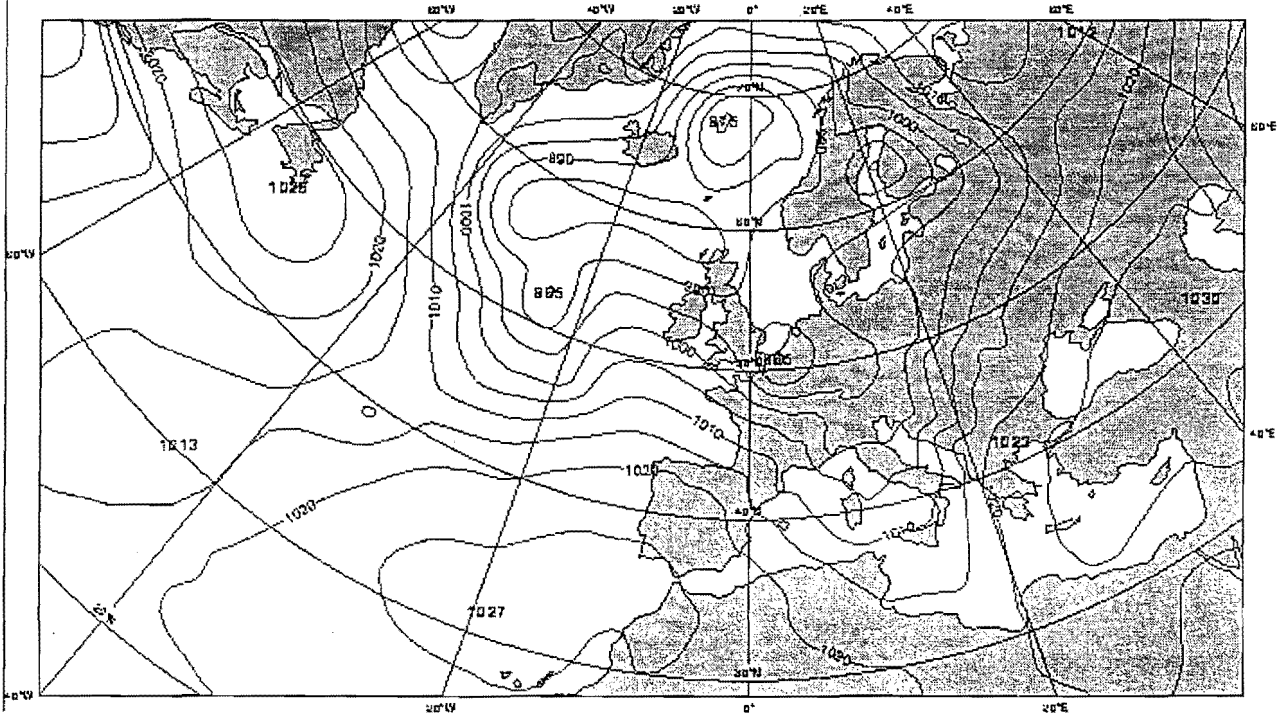


MODELO DEL ECMWF

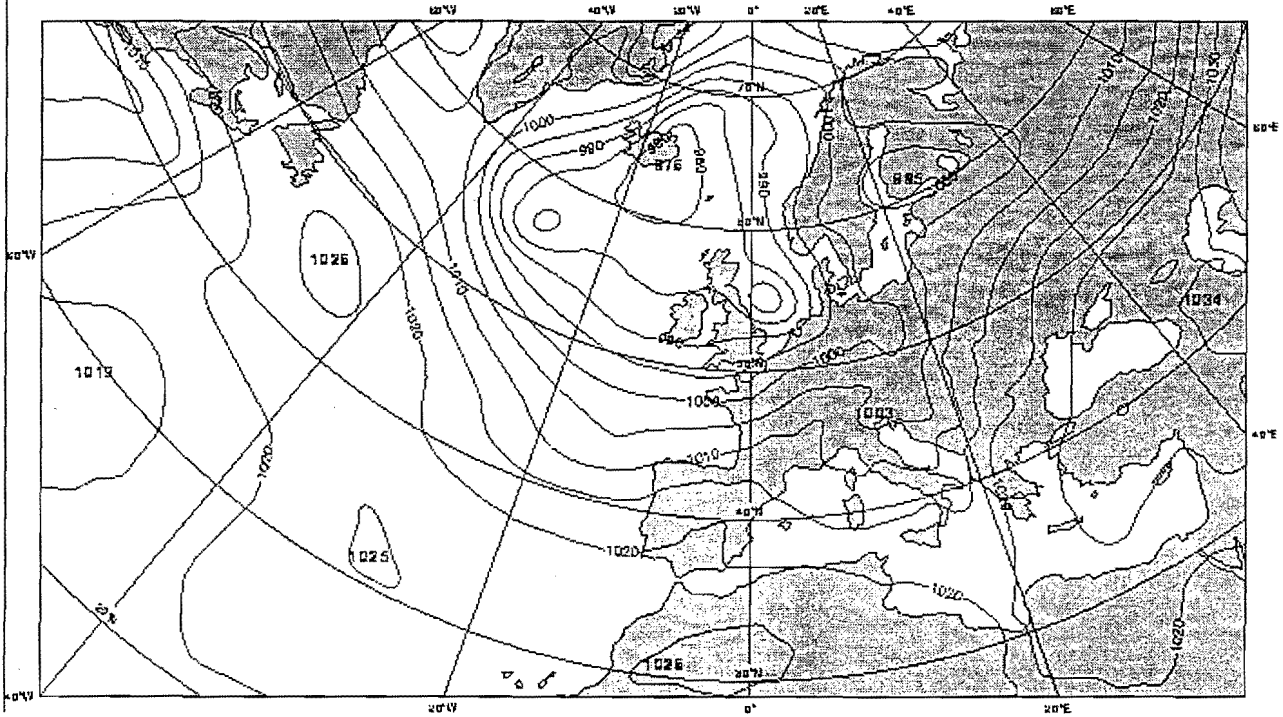
PASADAS DE 12Z DE LOS DIAS 4 y 5 DE NOVIEMBRE DE 1997

PREDICIONES H+72 Y H+96 DE VALIDEZ PARA LOS DIAS 8 Y 9

Tuesday 4 November 1997 12z ECMWF Forecast 1+ 96 VT: Saturday 8 November 1997 12z
SURFACE: mean sea level pressure



Wednesday 5 November 1997 12z ECMWF Forecast 1+ 72 VT: Saturday 8 November 1997 12z
SURFACE: mean sea level pressure



Wednesday 5 November 1997 12z ECMWF Forecast 1+ 96 VT: Sunday 9 November 1997 12z
SURFACE: mean sea level pressure

