

SERVICIO DE MODELIZACIÓN NUMÉRICA DEL TIEMPO	NOTA TÉCNICA Nº 57	Orig. 9/03/99
--	---------------------------	---------------

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MODELO
HIRLAM/INM EN LA CICLOGÉNESIS EXPLOSIVA DEL 5-6
DE NOVIEMBRE DE 1997**



18 ENE 2002

AEMET-BIBLIOTECA



1006276

Isabel Martínez Marco

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MODELO HIRLAM/INM EN LA CICLOGÉNESIS EXPLOSIVA DEL 5-6 DE NOVIEMBRE DE 1997

Isabel Martínez Marco

April 8, 1999

1.- Introducción

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, con un alcance máximo de 48 horas en sus predicciones.

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.

Como condiciones de contorno se utilizan las predicciones del ECMWF. Si estas condiciones de contorno corresponden a pasadas inconsistentes del modelo del ECMWF, se podrían producir inexactitudes, las cuales se propagarían por el interior del dominio de nuestro modelo y podrían corromper 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 y la segunda corresponde a las predicciones de la pasada de 00 UTC, con el objetivo de refrescar dichas condiciones de contorno lo antes posible.

Las condiciones de contorno del ECMWF de las 00 UTC se utilizan en las pasadas de 06, 12 y 18 UTC de nuestro modelo operativo y las de las 12 UTC en la de 00 UTC.

Primero, se planteará el comportamiento del modelo HIRLAM/INM en la situación en estudio. Segundo, se estudiarán posibles soluciones y sensibilidad a diferentes parámetros y por último, se presentarán las conclusiones obtenidas.

2.- Planteamiento del problema

En esta ocasión, el modelo del ECMWF fue inconsistente en sus predicciones del día 3 y 4 de Noviembre de 1997. Como consecuencia de ello, la pasada del modelo HIRLAM de las 18 UTC del día 4 utilizó las condiciones de contorno del ECMWF de la pasada del día 4 a las 00 UTC y la pasada de las 00 UTC del día 5 las condiciones de contorno del ECMWF de la pasada del

día 4 a las 12 UTC, donde por primera vez aparece la ciclogénesis en estudio y por tanto con una evolución diferente.

Este problema por sí solo no daría lugar a una predicción muy distinta de una pasada a otra. Sin embargo, debido al hecho de que el análisis de nuestro modelo está basado en la interpolación óptima tridimensional de las desviaciones entre observaciones y campos previos de predicción numérica, en aquellas zonas del área de nuestro modelo en las 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 actual.

La suma de todos estos factores (variabilidad del modelo del ECMWF, condiciones de contorno antiguas, falta de datos en algunas zonas) puede dar lugar a un desfase entre las predicciones de ambos modelos.

Esto es exactamente lo que ocurrió el día 5 de Noviembre. La primera pasada del modelo HIRLAM que comenzó a pronosticar la ciclogénesis fué la pasada de 06 UTC del día 5. 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 la pasada del día 4 a las 12 UTC 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 predominaron en los análisis del día 4 a las 12 y 18 UTC y del día 5 a 00 UTC.
- El modelo HIRLAM, en su pasada de 00 UTC del día 5, utilizó como condiciones de contorno las predicciones de la pasada de 12 UTC del modelo del ECMWF del día 4. Sin embargo, 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 de las variables presión a nivel del mar y temperatura a 850 mb correspondientes a las pasadas operativas de 00, 06, 12 y 18 UTC del día 5, válidas todas ellas para el día 6 a las 00 UTC (Figs.1 y 2).

3.- Experimentos de Control

Para estudiar el comportamiento de la pasada operativa (versión 2.4 del modelo HIRLAM) se han realizado las integraciones que se detallan a continuación (Nota Técnica número 53 del Servicio de Modelización Numérica del Tiempo).

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

Se ha utilizado como campo previo el análisis del modelo del ECMWF de la pasada de 12 UTC del día 4. 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.) (Figs. 2 y 3).

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

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. El modelo HIRLAM ha evolucionado correctamente y la predicción a 24 horas presenta una estructura similar a la del experimento anterior en su alcance de 36 horas y a la de la pasada operativa de las 12 UTC del día 5 en su alcance de 12 horas (todas las predicciones con validez para las 00 UTC del día 6) (Figs. 2 y 3). Sin embargo, la profundización de la baja es inferior en 4 mb al experimento anterior. Posiblemente, como el desarrollo fue tan rápido, las observaciones existentes (la mayor parte sobre tierra, lejos de la baja) no fueron capaces de soportar la ciclogénesis sobre mar que mostraba el campo previo del ECMWF. Además, al utilizar como campo previo un campo H+12, el análisis asignó errores superiores que en un alcance a 6 horas.

4.- Experimentos de sensibilidad

Para llevar a cabo estos experimentos se han utilizado como condiciones de contorno los análisis del ECMWF. De esta manera se evitan los posibles errores que inducen dichas condiciones. Como consecuencia de usar los análisis del ECMWF, todos los experimentos simulan la ciclogénesis aunque la posición y posterior evolución varíen de unos a otros.

La intención de estos experimentos es vigilar el comportamiento del modelo HIRLAM bajo diferentes aspectos de asimilación y características del modelo de predicción en un entorno operativo pero suponiendo condiciones de contorno "perfectas".

4.1.- Estudios de sensibilidad del modelo HIRLAM a los datos TOVS

Debido a la carencia sistemática de datos sobre el Atlántico, se ha comenzado a trabajar en la asimilación de datos de radiancias procedentes de satélite mediante técnicas de asimilación variacional en una dimensión. En concreto, se han utilizado los datos TOVS (TIROS Operational Vertical Sounder) del satélite de órbita polar NOAA-11 con resolución 120 Km. Como ejemplo, se muestran los datos utilizados en las pasadas del día 4 a las 12 y 18 UTC y del día 5 a las 00 UTC (Figs. 4). Se trata de datos de peor calidad debido a su menor resolución vertical que los sondeos convencionales pero como se puede observar existe un gran número de ellos.

Se ha realizado un ciclo de asimilación con los datos TOVS desde el día 3 a las 18 UTC hasta el día 5 a las 00 UTC. Integrando a partir del día 5 a las 00 UTC, se comparan el experimento de control con la asimilación de los datos TOVS y el experimento de referencia sin dicha asimilación. Ambos experimentos utilizan como esquema de convección el esquema de flujo de masa ya que el estudio se ha realizado con la versión del modelo de investigación (el modelo HIRLAM operativo utiliza el esquema de Sundqvist).

Los resultados obtenidos muestran sensibilidad a la asimilación de dichos datos. Como consecuencia de ello, en los mapas previstos a 24 horas de presión a nivel del mar (día 6 a las 00 UTC), se observa que la pasada de control coloca el centro de la baja en la mitad sur peninsular mientras que la de referencia la posiciona sobre el nordeste peninsular, pero ambos centros tienen la misma profundidad (992 Hp.) (Figs. 5). Por lo tanto, el experimento con asimilación de datos TOVS coloca mejor la baja aunque no es capaz de profundizarla más. La situación en altura es semejante en ambos experimentos.

La causa de estos resultados hay que buscarla en las diferencias existentes en los análisis de ambos experimentos en niveles bajos. Estudiando los mapas de diferencias (experimento de control menos el de referencia) en la variable presión a nivel del mar, se observan dos núcleos positivos, uno de 3 mb centrado alrededor de 37.5N 11W y otro de 2 mb centrado alrededor de 33.5N 25W. En cuanto a la temperatura a 850 mb, las diferencias son menores, pero también se cierran dos núcleos, uno negativo de un grado casi coincidente con el núcleo de 3 mb de presión y otro positivo de un grado al oeste de éste último. Según avanza la predicción estas diferencias se propagan dando los mapas que observamos en las figs. 6 y 7. En el alcance H+12 se ve que el experimento con datos TOVS retrasa la aparición de la ciclogénesis sobre la Península mientras que favorece su desarrollo al suroeste del Cabo San Vicente. Seis horas más tarde, este desfase queda más realzado, lo que permite que en el alcance H+24 la baja se sitúe en el suroeste peninsular (en concordancia con las observaciones) (Figs. 5 y 6).

4.2.- Estudios de sensibilidad del modelo HIRLAM al esquema de convección

Junto a los anteriores experimentos de sensibilidad, también se realizó otro experimento de control con asimilación de datos TOVS pero con otro esquema de convección (esquema de Kuo modificado).

Los resultados obtenidos también muestran sensibilidad al esquema de convección utilizado. Sin embargo, con este esquema los mapas previstos de superficie recogen peor la baja, tanto en posición como en profundidad.

En este caso, la pasada operativa con el esquema de convección de Sundqvist parece ser la que mejor describe el movimiento de la baja desde el día 5 a las 12 UTC hasta el día 6 a las 00 UTC. Sin embargo, esta pasada no se puede comparar de forma directa con los experimentos de sensibilidad estudiados que han sido realizados con la versión del modelo HIRLAM de investigación que posee diferentes características.

5.- Conclusiones

El modelo HIRLAM no ha sido capaz de representar la ciclogénesis explosiva en estudio con la misma antelación y estructura (profundidad y posición) que el modelo del ECMWF. El estudio del comportamiento del modelo operativo HIRLAM/INM apunta directamente a las condiciones de contorno como motivo de la no simulación de la ciclogénesis.

Se han llevado a cabo experimentos destinados a conocer en esta situación el papel de tres factores fundamentales:

- las condiciones de contorno.
- la asimilación de nuevas fuentes de información sobre el Atlántico y
- la parametrización de los procesos convectivos.

El modelo del ECMWF es capaz de representar mejor el estado inicial de la atmósfera. Se trata de un modelo global, con asimilación de datos variacional tridimensional (tetradimensional a partir del día 25 de Noviembre de 1997) capaz de asimilar datos procedentes de satélite. Por el contrario, en esta situación, el modelo HIRLAM dispone de muy pocos datos en el área de estudio, sobre todo en la pasada de las 00 UTC, en la que los sondeos de Lisboa y Madeira no se realizan.

Nuestro modelo nunca podrá disponer del análisis del modelo del ECMWF de la misma hora en tiempo real para poder ser utilizado operativamente. 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).

De acuerdo con los experimentos de sensibilidad realizados, sería importante aumentar el número de observaciones en el Atlántico. Es un área meteorológicamente activa y en donde hay una manifiesta falta de datos, sobre todo con estructura vertical. De ahí la idea de asimilar datos TOVS u otros datos procedentes de satélite, los cuales tienen gran importancia en aquellas zonas donde no se dispone de otro tipo de datos.

Por lo tanto, se puede mejorar el ciclo de asimilación del modelo HIRLAM/INM mediante dos vías:

- a) el refresco de las condiciones de contorno y
- b) la asimilación de datos de satélite.

Desde enero de 1998 se repite el ciclo de asimilación conforme se reciben en el INM condiciones de contorno más recientes. Cuando se reciben las condiciones de contorno de la pasada de las 12 UTC del modelo del ECMWF, se repite la predicción H+6 de la pasada de las 12 UTC del modelo HIRLAM y el análisis y campo H+6 de la pasada de las 18 UTC del modelo HIRLAM para ser utilizado éste último campo en la pasada de las 00 UTC del modelo HIRLAM. Y cuando se reciben las condiciones de contorno de la pasada de las 00 UTC del modelo del ECMWF, se repite la predicción H+6 de la pasada de las 00 UTC del modelo HIRLAM para ser utilizada por la pasada de las 06 UTC del modelo HIRLAM.

En cuanto a la asimilación de datos de satélite, también desde comienzos de 1998 existe un proyecto para introducir mediante técnicas de asimilación variacional en una dimensión este tipo de datos.

También es importante resaltar que la física del modelo juega un destacado papel en la evolución de la ciclogénesis. Especialmente, en este caso la parametrización más importante es el esquema de convección utilizado. Aunque el modelo operativo no es comparable al modelo de investigación, se puede afirmar que la mejor evolución la presenta el modelo operativo que posee como parametrización de la convección el esquema de Sundqvist.

Aún así es conveniente resaltar que ningún experimento con el modelo HIRLAM en su alcance H+24 consigue profundizar la baja tanto como el modelo del ECMWF en su alcance H+36. Esto indica deficiencias en la física del modelo HIRLAM.

La mejor predicción de la pasada operativa del modelo HIRLAM en sus alcances más cortos (H+6 y H+12) es debida, probablemente, no sólo a las mejoras introducidas por los sondeos en el análisis de las 12 UTC del día 5, sino también a la mayor resolución horizontal que permitió una mejor evolución sobre tierra relacionada con la mejor orografía del modelo HIRLAM.

6.- Referencias

Eyre J.R., Kelly G.A., McNally A.P. y Andersson E.,1992: Assimilation of TOVS radiance information through one-dimensional variational analysis. Technical Memorandum No. 187 del ECMWF.

Eyre J.R.,1991: A fast radiative transfer model for satellite sounding systems. Technical Memorandum No. 176 del ECMWF.

Eyre J.R.,1992: A bias correction scheme for simulated TOVS brightness temperatures. Technical Memorandum No. 186 del ECMWF.

García-Moya J.A.: La convección y su parametrización en los modelos de Predicción Numérica del Tiempo. Revista del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de las Islas Baleares. 1998. Territoris,1,137-156.

Martínez I. y García-Moya J.A.: The behaviour of the HIRLAM Model on Cyclones Simulations. INM/WMO Int. Symposium on Cyclones and Hazardous Weather in Mediterranean (Palma of Mallorca, 1997). Proceedings, I, 715-721.

del Río Ladrón de Guevara P.,1997: Comportamiento del modelo HIRLAM/INM en la situación de precipitaciones intensas en el SW peninsular el día 6 de Noviembre de 1997. Nota Técnica número 53 del Servicio de Modelización Numérica del Tiempo.

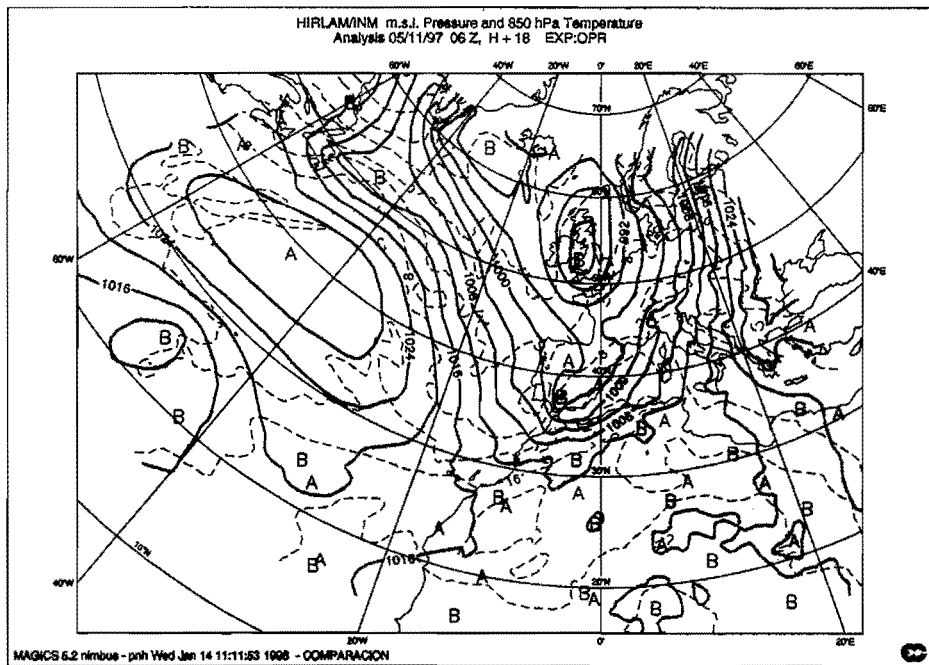
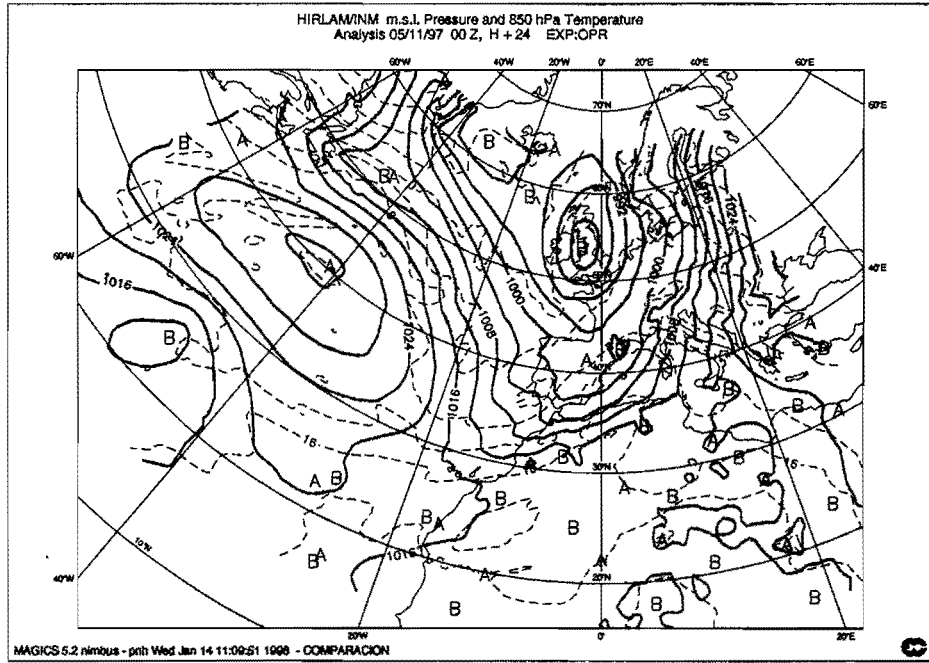


Figure 1: Mapas de presión a nivel del mar (azul) y temperatura en 850 mb (rojo) válidos para el día 6/11/97 a las 00Z de las pasadas operativas del día 5/11/97 a las 00Z y 06Z.

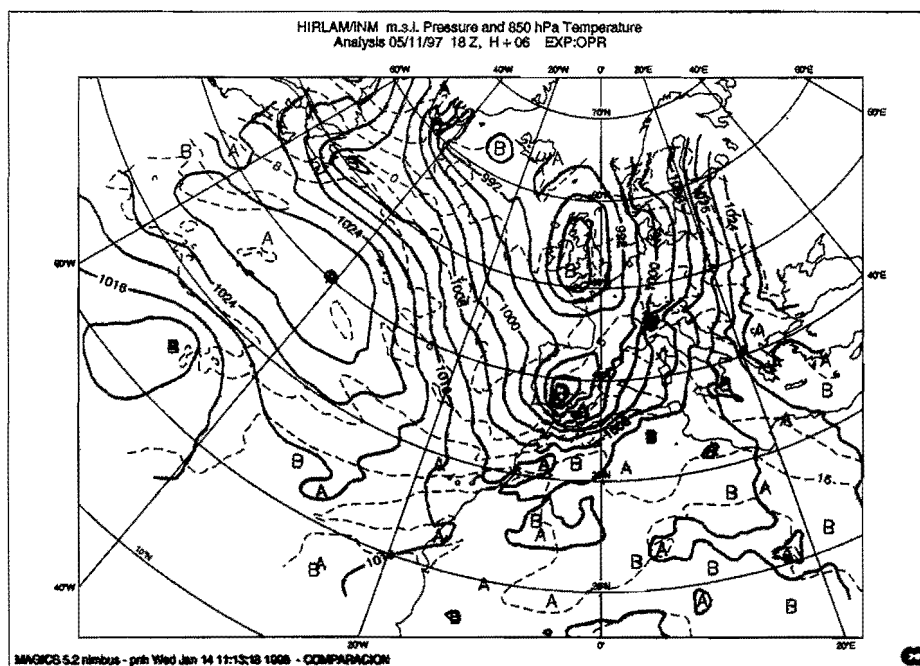
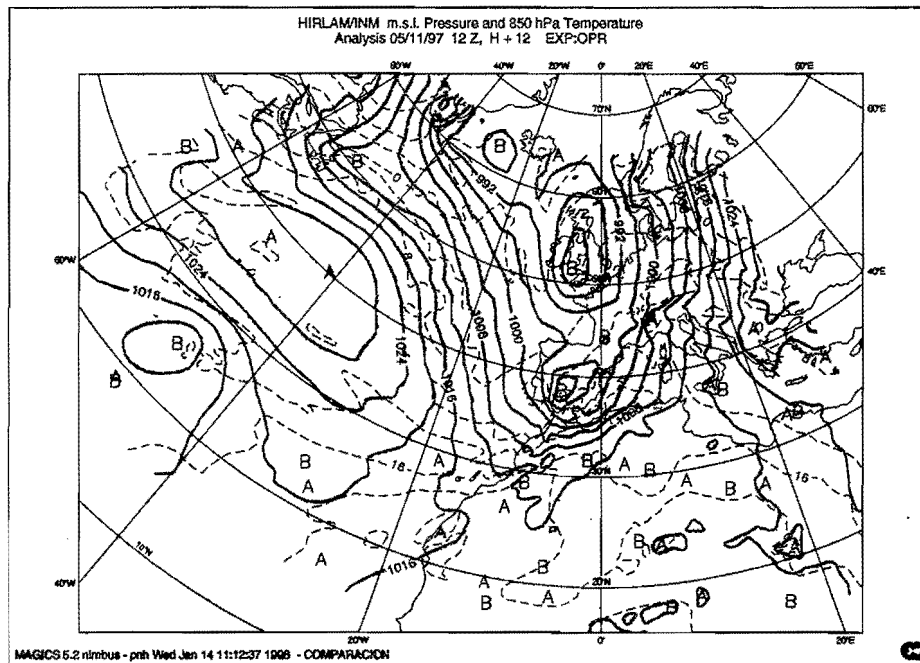


Figure 2: Mapas de presión a nivel del mar (azul) y temperatura en 850 mb (rojo) válidos para el día 6/11/97 a las 00Z de las pasadas operativas del día 5/11/97 a las 12Z y 18Z.

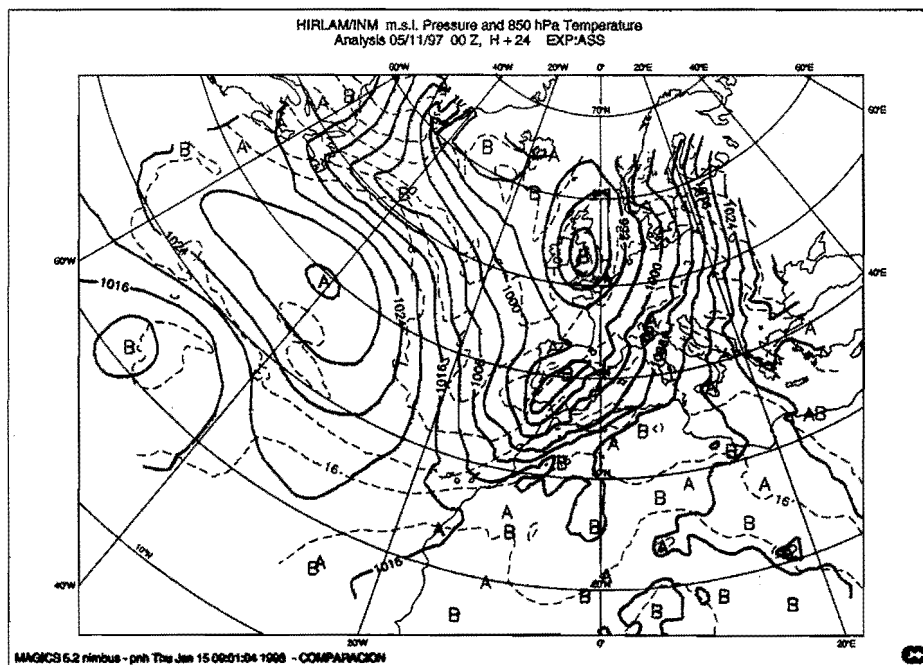
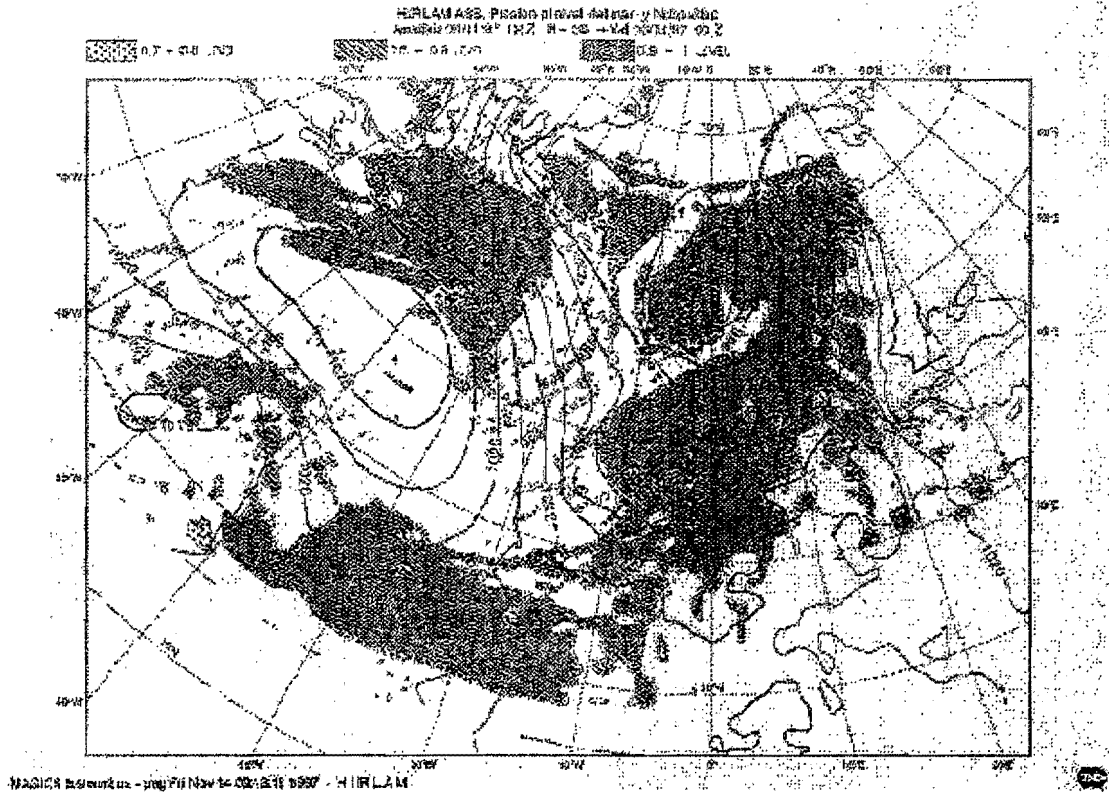


Figure 3: En la parte superior mapas de presión a nivel del mar y nubosidad del experimento de control 3.1. En la parte inferior mapas de presión a nivel del mar (azul) y temperatura en 850 mb (rojo) del experimento de control 3.2. Todos los mapas válidos para el día 6/11/97 a las 00Z.

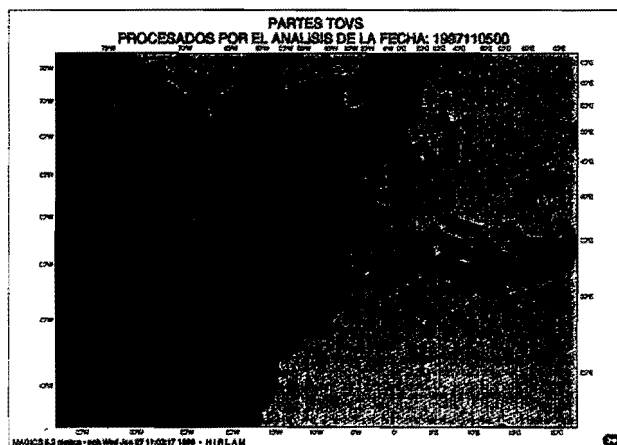
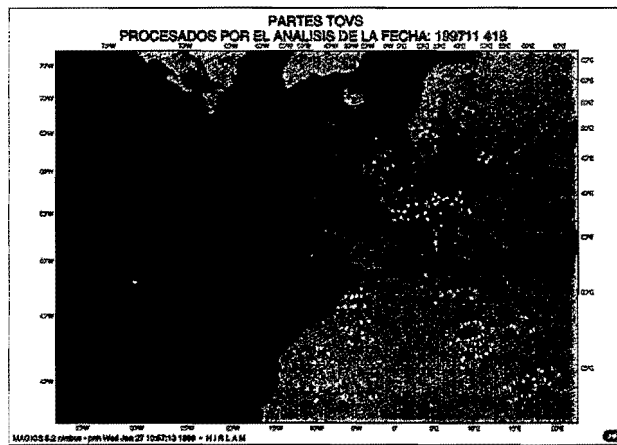
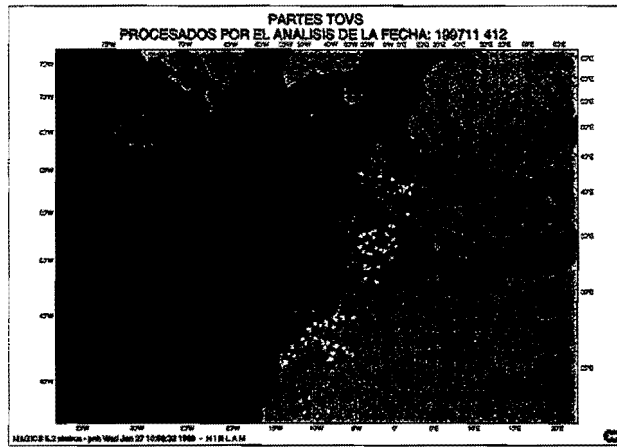


Figure 4: Ejemplos de datos TOVS empleados en el ciclo de asimilación del experimento de sensibilidad 4.1.

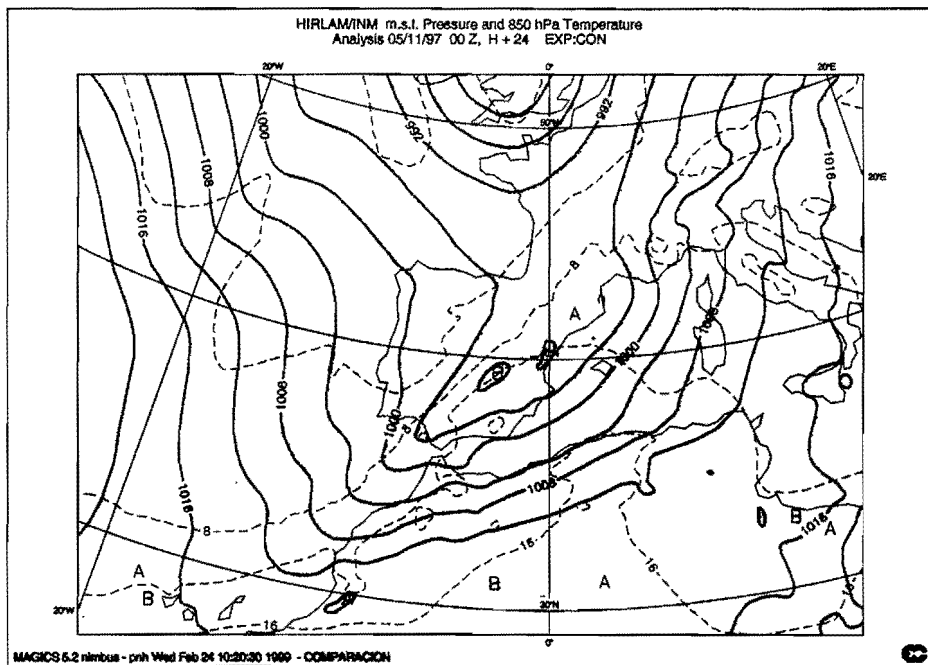
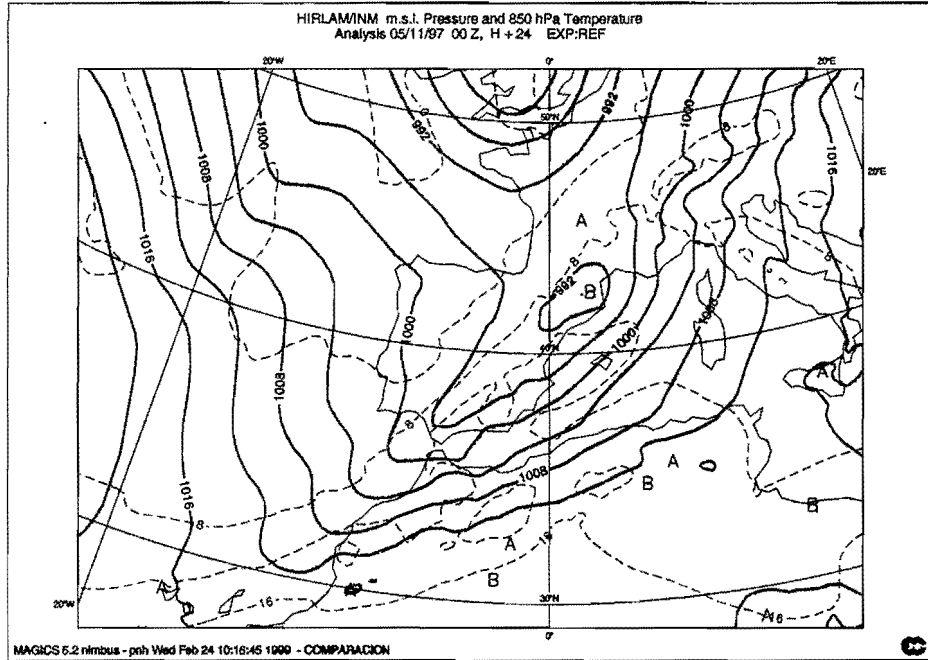


Figure 5: Mapas de presión a nivel del mar (azul) y temperatura en 850 mb (rojo) válidos para el día 6/11/97 a las 00Z. En la parte superior el experimento de referencia y en la parte inferior el de control con asimilación de datos TOVS.

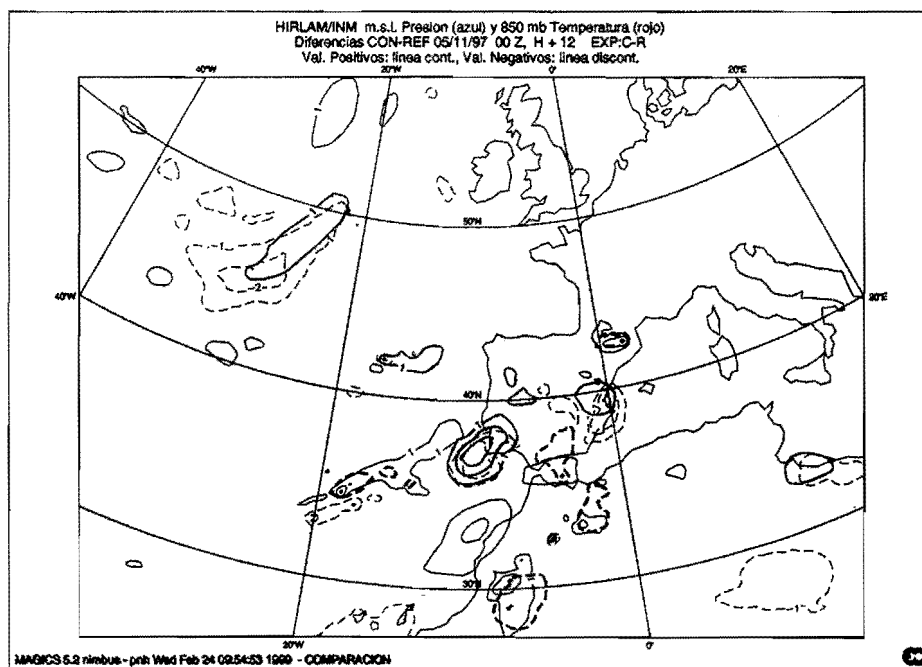
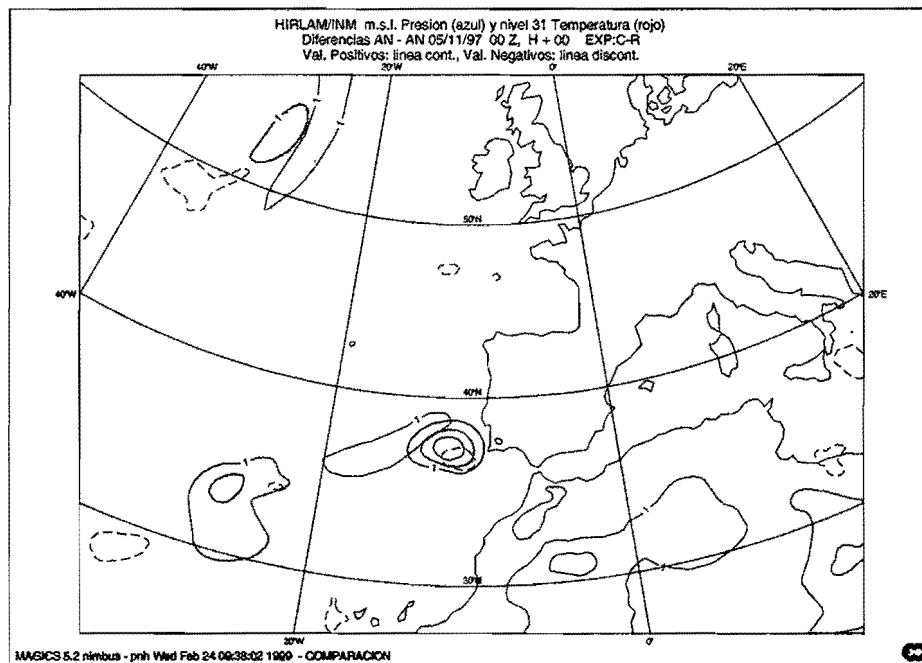


Figure 6: Mapas de diferencias entre los experimentos de control y referencia 4.1 de las variables presión a nivel del mar (azul) y temperatura en 850 mb (rojo). a) Análisis y b) alcance H+12.

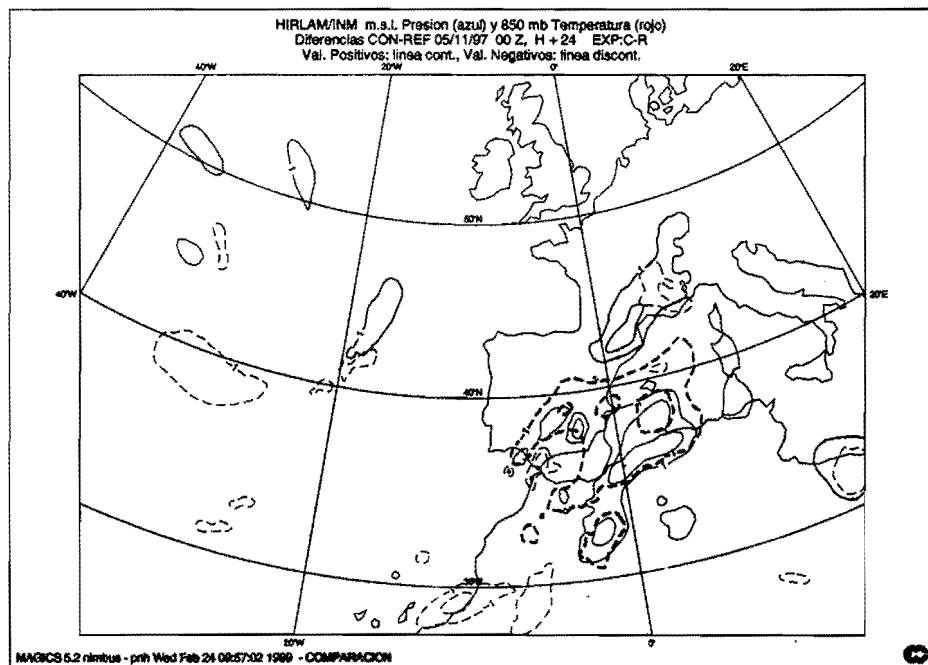
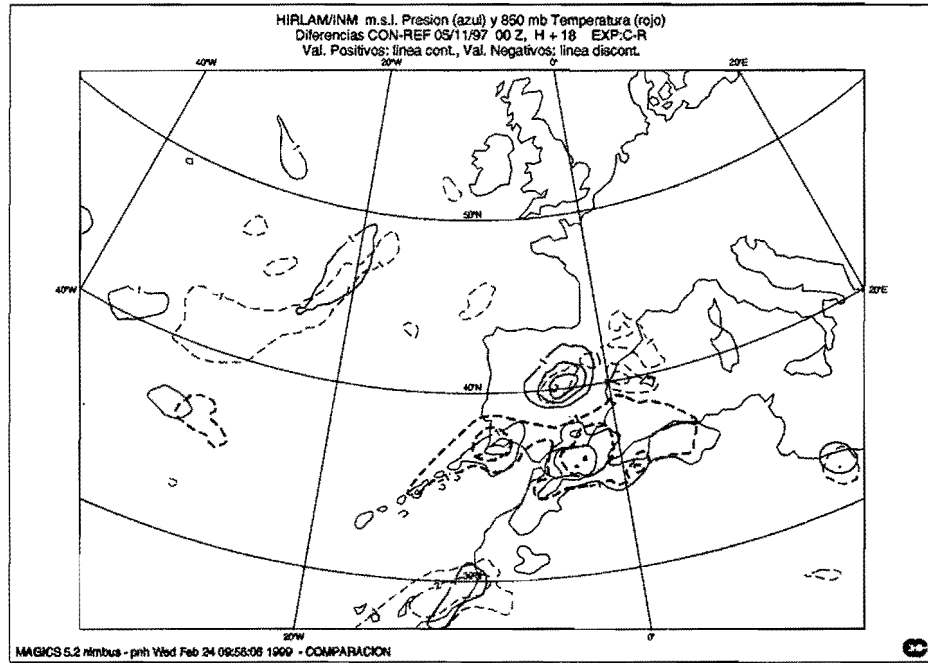


Figure 7: Mapas de diferencias entre los experimentos de control y referencia 4.1 de las variables presión a nivel del mar (azul) y temperatura en 850 mb (rojo). a) Alcance H+18 y c) alcance H+24.