



**Convenio de colaboración técnica y científica
entre el ente público Puertos del Estado, la
Universitat de Barcelona y la Fundació Bosch i
Gimpera para la implantación en áreas
portuarias de un sistema numérico de
predicción meteorológica dentro del marco del
proyecto HADA**

Informe técnico

Puertos del Estado, Universitat de Barcelona y Fundació Bosch i Gimpera

Elaborado por:

meteosim S.L.

Adolf Florensa s/n

Edifici Florensa del Parc Científic de Barcelona

08028 Barcelona

Tel: +34 93 4034523

Fax: +34 93 4490010

info@meteosim.com

Julio de 2004

INTRODUCCIÓN

El convenio de colaboración técnica y científica entre Puertos del Estado, la Universitat de Barcelona y la Fundación Bosch i Gimpera tiene por objeto llevar a cabo el desarrollo e implementación de un sistema numérico de predicción meteorológica y su acoplamiento posterior en los modelos de diagnóstico meteorológica CALMET y de Dispersión de constituyentes pasivos portuarios PORTPUFF en los recintos portuarios de Tarragona, Barcelona, Valencia, Cartagena Huelva, Santander y Bilbao.

El presente informe técnico proporciona una descripción de las simulaciones que lleva a cabo Meteosim con del modelo MASS, el formato de los archivos de salida que se entregan, y el modo en que estos se pueden descargar.

MODELO USADO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SIMULACIONES

Las simulaciones meteorológicas se han realizado utilizando el modelo de mesoescala MASS (Mesoscale Atmospheric Simulation System) en su versión 5.13. Se trata de un modelo hidrostático tridimensional de área limitada que resuelve las ecuaciones primitivas que describen el comportamiento de la atmósfera. El modelo está diseñado para operar sobre mallas con resoluciones horizontales de unos 10 a 100 km, y con un número de niveles verticales de entre 20 a 40. El MASS ofrece la posibilidad de realizar simulaciones anidadas, es decir, simulaciones sobre áreas incluidas dentro de una región de simulación más extensa, la salida numérica de la cual es usada como estimación previa y condiciones de contorno para la simulación de pequeña escala. El modelo incorpora un conjunto de parametrizaciones necesarias para la resolución de las ecuaciones que dan cuenta de la radiación, el intercambio de energía con la superficie, la capa límite planetaria, la hidrología de la superficie, y los cambios de fase del agua. Además, el modelo también contiene parametrizaciones que contemplan los efectos de la convección húmeda que tiene lugar a escalas inferiores a las resueltas por la malla.

El MASS consta de un preprocesador que genera las condiciones de contorno y los datos necesarios para la inicialización del modelo a partir de observaciones y salidas de un modelo atmosférico global. Los distintos módulos de los que consta el preprocesador son los siguientes: *pregrid*, que establece la malla, el tipo de proyección usada, la distinción entre tierra/agua, la elevación del terreno, la climatología de la temperatura superficial del mar, los usos del suelo, y el índice de vegetación; *prepd*, que realiza la ingesta y tratamiento de los datos meteorológicos, lee observaciones y estimaciones previas en distintos formatos, realiza un control de calidad para detectar errores en los datos, y genera los ficheros de datos con un formato estándar que serán leídos por el siguiente módulo; *prepro*, que genera un análisis objetivo basado en un esquema de interpolación óptima multivariable tridimensional que será ingestado por el modelo; *prepb*, que genera las condiciones de contorno necesarias para el modelo.

Respecto al modelo propiamente, éste está contenido en un único módulo que ingesta las condiciones iniciales y de contorno provistas por las componentes del preprocesador, ejecuta una simulación, y genera un conjunto de archivos de salida con

los resultados de la misma. El modelo opera en coordenadas verticales sigma, y usa un esquema de diferenciación horizontal de cuarto orden.

Las simulaciones se han realizado sobre una malla grande que cubre gran parte de Europa Occidental y dos redes pequeñas anidadas a ésta que cubren las regiones de interés de la península ibérica. La red mayor consta de 26 niveles verticales definidos en coordenadas sigma, 90x70 puntos en la horizontal con un paso de malla de 40 km, y un paso de tiempo de integración de 60 segundos. Por otro lado, las mallas pequeñas constan de 26 niveles verticales, 80x80 puntos en la horizontal con un paso de malla de 10 km., y un paso de tiempo de integración de 16 segundos. La longitud de la simulación es de 60 horas. Un ejemplo de una de las mallas pequeñas puede verse en la Figura 1.

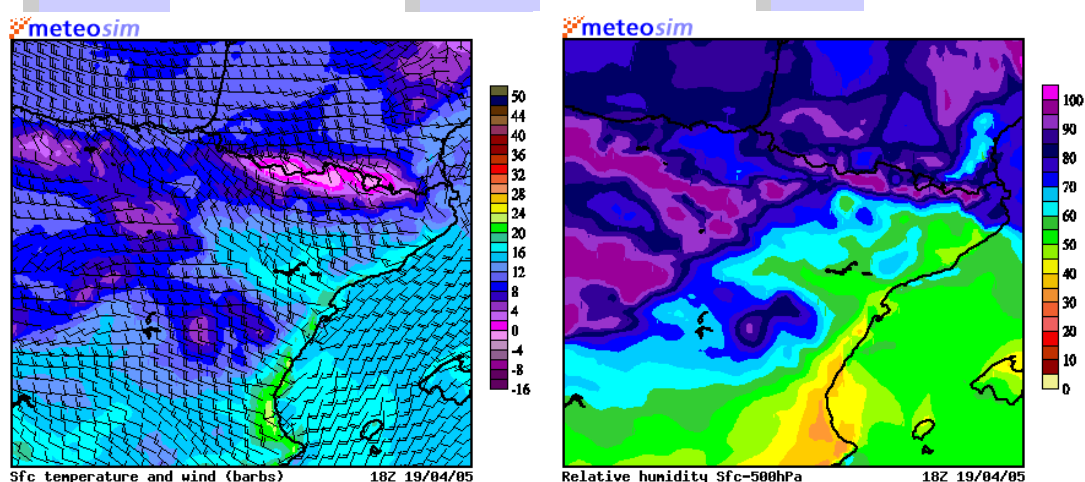


Figura 1. Mapas de temperatura y viento en superficie, y humedad relativa entre la superficie y 500 hPa para una de las mallas pequeñas que cubre el nordeste de la península ibérica.

Las principales parametrizaciones que se han usado para la malla pequeña son el esquema TKE para la capa límite, MPDATA para la advección, Kain-Fritsch para la convección, y física de diagnóstico de humedad para la microfísica.

Para determinar las condiciones iniciales y de contorno de la malla grande se utilizan observaciones de la red sinóptica y las salidas del modelo americano de escala global GFS. Se trata de un modelo espectral con una resolución aproximada de 0.5x0.5 grados latitud/longitud, y una resolución vertical de 64 niveles sigma. En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de las salidas des este modelo para el área de interés. Las condiciones iniciales y de contorno para las mallas pequeñas se determinan a partir de las salidas de la malla grande, a través de un esquema de 1-way nesting.

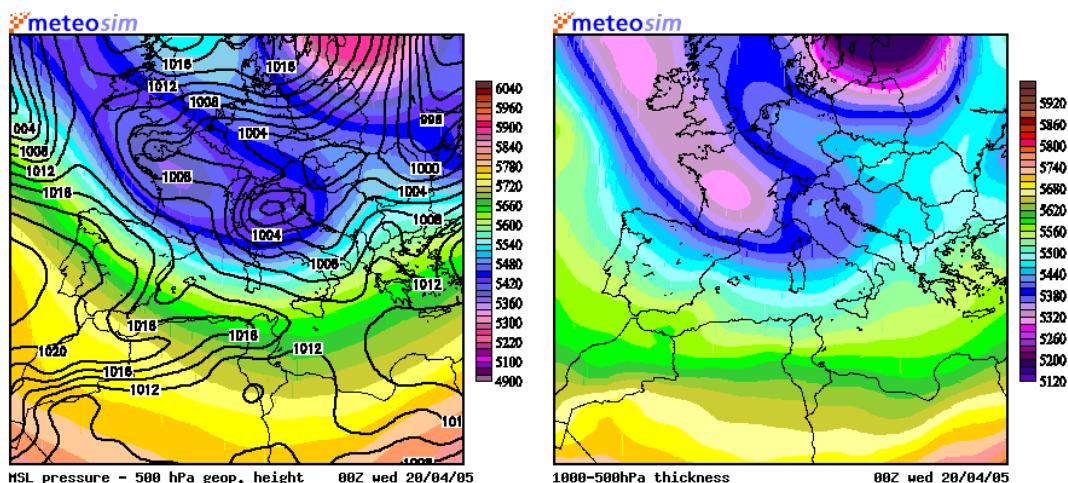


Figura 2. Mapas de presión en superficie, altura geopotencial a 500 hPa, y espesor geopotencial del estrato 1000-500 hPa del modelo GFS.

Las simulaciones se ejecutan 1 vez al día con datos de inicialización de las 00 UTC. El horizonte de predicción es de 60 horas, y se guardan las salidas a intervalos de 1 hora. Una vez llevadas a cabo las simulaciones, se extraen los valores de los puntos de malla próximos a los puertos para los que se requiere información. Los archivos con los datos están disponibles en el servidor web alrededor de las 06 UTC. Un esquema de las simulaciones puede verse en la Figura 3.

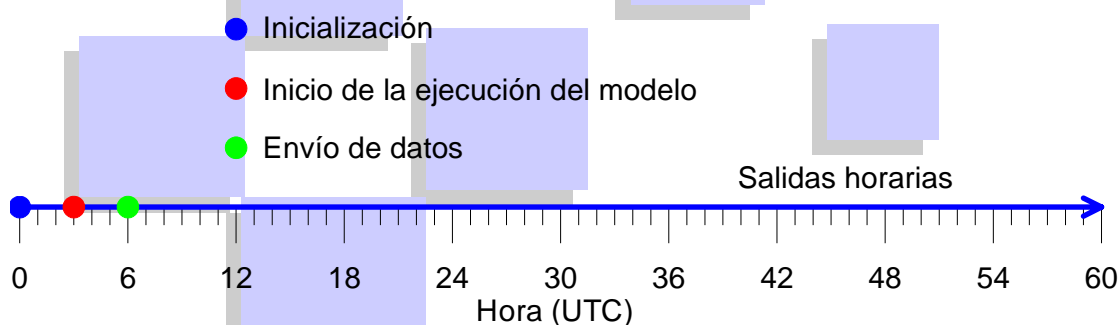


Figura 3. Esquema de las simulaciones.

FORMATO DE LOS ARCHIVOS

Los archivos que se entregan contienen toda la información que proporciona el modelo para unos puntos de malla y tiempos determinados. Esta información se guarda en dos tipos de archivos:

a) Archivos del tipo *Localización.AAMMDDYY.XX-YY.dat*.

Donde *AAMMDDHH* es la fecha de inicio de la simulación, y *XX, YY* las componentes del punto de malla del modelo más cercanas a la localización del puerto.

Cada línea del archivo contiene el valor de distintas variables para una fecha determinada, que encabeza la línea con el siguiente formato:

dd mm aaaa hhmm

siendo, *dd* el día, *mm* el mes, *aaaa* el año, *hh* la hora y *mm* el minuto.

A continuación, y en la misma línea, se listan el resto de variables en el siguiente orden:

925 mb	Temperature	K
925 mb	H2O Vapor Mixing Ratio	kg/kg
925 mb	U Wind Component	m/s
925 mb	V Wind Component	m/s
925 mb	Geopotential Height	m
925 mb	Absolute vorticity	1/sec
850 mb	Temperature	K
850 mb	H2O Vapor Mixing Ratio	kg/kg
850 mb	U Wind Component	m/s
850 mb	V Wind Component	m/s
850 mb	Geopotential Height	m
850 mb	Absolute vorticity	1/sec
500 mb	Temperature	K
500 mb	H2O Vapor Mixing Ratio	kg/kg
500 mb	U Wind Component	m/s
500 mb	V Wind Component	m/s
500 mb	Geopotential Height	m
500 mb	Absolute vorticity	1/sec
Surface	Air Temperature	K
2 m	Dew Point Temperature	K
10 m	Wind Speed	m/s
Surface	Dew Point Temperature	K
Surface	U Wind Component	m/s
Surface	V Wind Component	m/s
10 m	U Wind Component	m/s
10 m	V Wind Component	m/s
25 m	U Wind Component	m/s
25 m	V Wind Component	m/s
40 m	U Wind Component	m/s
40 m	V Wind Component	m/s
50 m	U Wind Component	m/s
50 m	V Wind Component	m/s
70 m	U Wind Component	m/s
70 m	V Wind Component	m/s
100 m	U Wind Component	m/s
100 m	V Wind Component	m/s
200 m	U Wind Component	m/s
200 m	V Wind Component	m/s
500 m	U Wind Component	m/s
500 m	V Wind Component	m/s
700 m	U Wind Component	m/s
700 m	V Wind Component	m/s
50 m	Shear Exponent	None
10 m	TKE	m ² /s ²
Surface	Altimeter Setting	mb
Surface	Skin Temperature	K
Surface	Sensible Heat Flux	W/m ^{**2}
Surface	Latent Heat Flux	W/m ^{**2}
Surface	Total Evaporation	mm
Surface	Total Shortwave Radiation	MJ/m ^{**2}
2 m	Temperature	K
INTG	Cloud Cover	fraction
900	Low Clouds	fraction
625	Mid Clouds	fraction
275	High Clouds	fraction
INTG	Liquid Water Path	kg/m ^{**2}
Model Top	Outgoing Infrared Radiation	W/m ^{**2}
500 mb	Lifted Index	K
Sfc-500mb	Mean RH	percent
1000-500mb	Thickness	m
Surface	Total Precipitation	mm
Surface	Convective Precipitation	mm
Surface	Snow on Ground	m
Surface	New Snow	m
Surface	Rain	mm
Surface	Snow	mm
Surface	Shal Soil Moist	vol frac

En su mayor parte, se trata de variables determinadas en superficies isobáricas o bien en la superficie del suelo o cerca del mismo.

El intervalo de fechas que comprende el archivo va desde t_0+01 hasta t_0+60 , siendo t_0 la hora de inicio de la simulación, a intervalos de 1 hora. Hay que tener en cuenta que las variables de precipitación indican la precipitación acumulada durante la hora precedente.

b) Archivos del tipo *Localización.perfil.AAMMDDHH.XX-YY.hhZFCST*. Donde *AAMMDDHH* es la fecha de inicio de la simulación, *XX*, *YY* las componentes del punto de malla del modelo, y *hh* el número de horas pasadas desde el inicio de la simulación (de 01 a 60 horas a intervalos de 1 hora).

A diferencia de los archivos del tipo (a), estos archivos contienen perfiles verticales de diferentes variables sobre los niveles sigma en los que opera el modelo.

El archivo contiene una cabecera con las coordenadas del punto para el que se ha extraído el perfil y también información de la fecha y hora. A continuación vienen 11 columnas con las siguientes variables:

K	Z	P	T	TD	RH	Q	WDIR	WSPD	U	V
	(m)	(hPa)	(C)	(C)	(%)	(g/kg)	(°)	(m/s)	(m/s)	(m/s)

Siendo K el nivel sigma, Z la altura geopotencial, P la presión, T la temperatura, TD la temperatura del punto de rocío, RH la humedad relativa, Q la proporción de mezcla, WDIR la dirección del viento, WSPD la velocidad del viento, y U, V las componentes del viento.

Los perfiles verticales se determinan sobre el punto de malla más próximo a la localización del puerto y también sobre los 8 puntos más cercanos a éste. De esta manera, habrá 9 archivos para cada hora y cada localización.

Las coordenadas de los puntos de malla para los que se extrae la información vienen listados en la siguiente tabla, siendo X e Y los puntos de malla del modelo, y LAT, LON sus coordenadas geográficas expresadas en grados:

Localización	X	Y	LAT	LON
Tarragona	58	35	41.0211	1.1379
Tarragona	58	36	41.1106	1.1423
Tarragona	58	37	41.2002	1.1468
Tarragona	59	35	41.0176	1.2566
Tarragona	59	36	41.1072	1.2612
Tarragona	59	37	41.1968	1.2659
Tarragona	60	35	41.0140	1.3752
Tarragona	60	36	41.1035	1.3801
Tarragona	60	37	41.1931	1.3851
Barcelona	65	38	41.2618	1.9866
Barcelona	65	39	41.3514	1.9928
Barcelona	65	40	41.4412	1.9991
Barcelona	66	38	41.2570	2.1058
Barcelona	66	39	41.3466	2.1123
Barcelona	66	40	41.4364	2.1188
Barcelona	67	38	41.2520	2.2250
Barcelona	67	39	41.3417	2.2317
Barcelona	67	40	41.4314	2.2385
Valencia	45	16	39.3579	-0.4284
Valencia	45	17	39.4463	-0.4273

Valencia	45	18	39.5348	-0.4261
Valencia	46	16	39.3569	-0.3141
Valencia	46	17	39.4454	-0.3127
Valencia	46	18	39.5338	-0.3113
Valencia	47	16	39.3558	-0.1998
Valencia	47	17	39.4442	-0.1982
Valencia	47	18	39.5327	-0.1966
Santander	17	61	43.3496	-3.8864
Santander	17	62	43.4407	-3.8927
Santander	17	63	43.5319	-3.8990
Santander	18	61	43.3541	-3.7611
Santander	18	62	43.4452	-3.7671
Santander	18	63	43.5364	-3.7732
Santander	19	61	43.3584	-3.6357
Santander	19	62	43.4495	-3.6415
Santander	19	63	43.5408	-3.6473
Bilbao	23	59	43.1913	-3.1249
Bilbao	23	60	43.2824	-3.1295
Bilbao	23	61	43.3736	-3.1342
Bilbao	24	59	43.1946	-3.0000
Bilbao	24	60	43.2857	-3.0044
Bilbao	24	61	43.3769	-3.0088
Bilbao	25	59	43.1977	-2.8751
Bilbao	25	60	43.2888	-2.8792
Bilbao	25	61	43.3800	-2.8833
Cartagena	57	35	37.5257	-1.0798
Cartagena	57	36	37.6152	-1.0760
Cartagena	57	37	37.7049	-1.0722
Cartagena	58	35	37.5226	-0.9669
Cartagena	58	36	37.6121	-0.9629
Cartagena	58	37	37.7018	-0.9589
Cartagena	59	35	37.5193	-0.8541
Cartagena	59	36	37.6089	-0.8498
Cartagena	59	37	37.6985	-0.8456
Huelva	5	30	36.9976	-6.9102
Huelva	5	31	37.0866	-6.9178
Huelva	5	32	37.1756	-6.9255
Huelva	6	30	37.0036	-6.7988
Huelva	6	31	37.0926	-6.8062
Huelva	6	32	37.1816	-6.8136
Huelva	7	30	37.0094	-6.6874
Huelva	7	31	37.0984	-6.6946
Huelva	7	32	37.1875	-6.7018

Hay que tener en cuenta que los puntos de malla correspondientes a Tarragona, Barcelona, Valencia, Santander y Bilbao pertenecen a una malla que cubre el nordeste de la península ibérica, mientras que los puntos para Cartagena y Huelva se refieren a otra malla distinta que cubre el sureste de la península. Las coordenadas de los puntos de malla se encuentran representadas en la Figura 4.

DESCARGA DE LOS ARCHIVOS

Todos los archivos del tipo (a) y tipo (b) se compactan y comprimen para facilitar la descarga. Los del tipo (a) tienen el nombre `datos.AAMMDDHH.tar.Z` y los del (b) `perfiles.AAMMDDHH.tar.Z`, siendo `AAMMDDHH` la fecha y hora de la inicialización de la simulación. Los archivos se pueden descargar de la dirección web <http://www.meteosim.com/CALMET>.

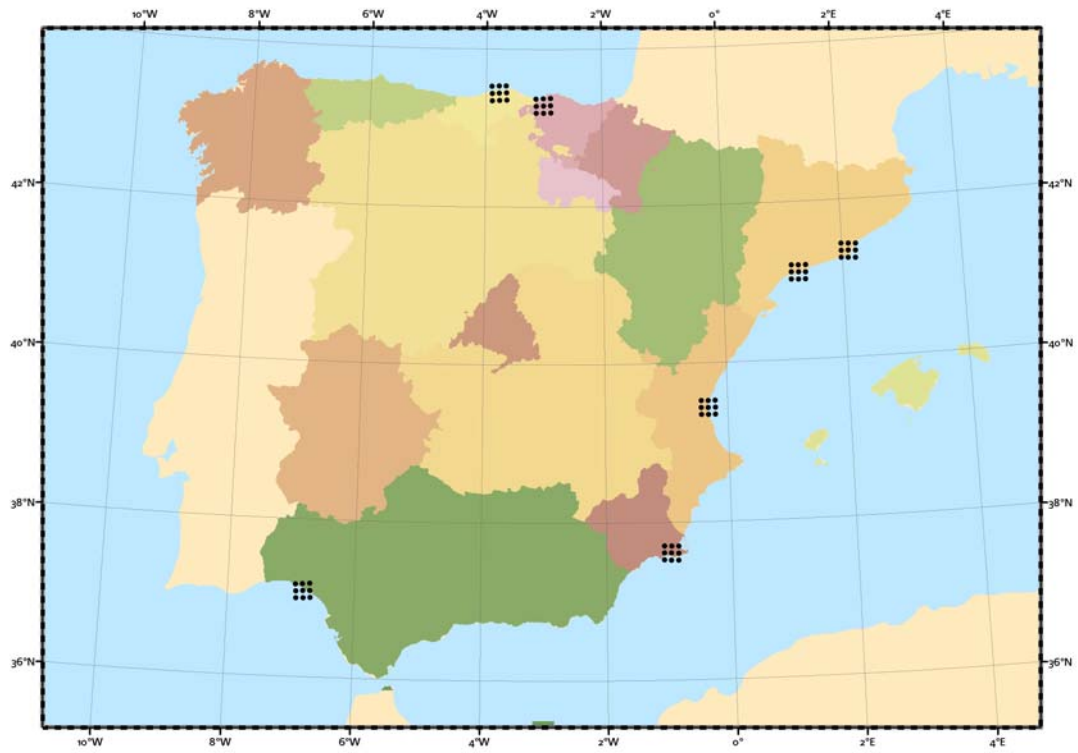


Figura 4. Representación de las coordenadas geográficas de los puntos de malla para los que se extraen las salidas del modelo.

