

# Predicción del oleaje en presencia de los huracanes "Iván" y "Paloma", mediante el empleo de la combinación de los modelos numéricos MM5V3-WW3

Ida Mitrani Arenal  
Yoandy Alonso Díaz,

Israel Borrajero Montejo  
Arnoldo Bezanilla Morlot,

Daniel Martínez Castro

Centro de Física de la Atmósfera. Instituto de Meteorología (CFA/INSMET)  
Apdo. 17032, Loma de Casablanca, Regla, CP 11700. La Habana, Cuba  
*ida.mitrani@insmet.cu*

## Resumen

Se describe la obtención de pronósticos de viento y ola al paso de los huracanes "Iván" y "Paloma" por las cercanías de Cuba, mediante la combinación de los modelos numéricos MM5V3+WW3. Los datos meteorológicos iniciales provienen del modelo global GFS, libremente disponibles en internet. Con estos, se alimentan las corridas de MM5V3, cuyas salidas de los campos de viento, son la entrada del modelo de oleaje WW3, con el cual se representa el oleaje y su evolución espacio-temporal en los mares aledaños al territorio cubano. La batimetría y la configuración costera se tomaron del Atlas GEBCO-2003. El dominio de trabajo presenta un paso espacial de

27 km, en una malla de 145X82 puntos, centrada en los 23°N con 80°W y localizada entre los 10 y 30°N y entre los 60 y 98°W. Los modelos MM5V3+WW3 se corren en computadoras personales, por lo que la solución propuesta en el texto es muy económica. Todos los programas de ambientación, pre y posprocesamiento de datos, se elaboraron íntegramente por los autores. Los resultados obtenidos son satisfactorios, especialmente en el área de vientos máximos del huracán.

**Palabras clave:** olas, oleaje, MM5V3, WW3, pronóstico numérico, huracanes

## Introducción

Para aumentar la calidad y anticipación en la predicción del oleaje en aguas aledañas a Cuba, con énfasis en la presencia de los ciclones tropicales, es necesario aplicar técnicas de modelación dinámica a mesoescala. Una solución a este problema será el uso combinado de un modelo de circulación atmosférica con uno de oleaje.

En el Centro de Física de la Atmósfera del Instituto de Meteorología (CFA/INSMET) se cuenta con experiencia en el uso del modelo a mesoescala de quinta

generación MM5V3 (*Fifth-generation Mesoscale Modeling system*, versión 3), elaborado en *Pennsylvania State University/ National Center for Atmospheric Research* y descrito en el manual editado por PSU/NCAR (2006). Los primeros experimentos se hicieron en colaboración con científicos mexicanos (Mitrani y Pérez, 1999), aprovechando la experiencia de Pérez y Magaña (1998). Se realizaron corridas operativas con dos dominios al paso de huracanes (Mitrani *et al.*, 2003, 2005) y ya desde el 2007, la versión 3.7 se corre con tres dominios, con todo el proceso automatizado y resultados satisfactorios (Mitrani *et al.*, 2010).

Acerca del oleaje, los antecedentes son más pobres. Los primeros métodos objetivos para determinar los elementos de ola en Cuba se aplicaron en acciones de manejo costero, utilizando metodologías estadístico-espectrales. Los estudios más recientes de este estilo corresponden a Mitrani *et al.*, 2001. Un importante aporte realizó Juantorena (2001), quien presentó un método de cálculo de elementos de ola, basado en técnicas espectrales, con inclusión de la mar de leva. Por último la Dra. Yunit Juantorena (comunicación personal), investigadora del Centro de Meteorología Marina (CMM/INSMET), ha utilizado el modelo SWAN en modalidad estacionaria para estudios de peligro en zonas costeras y para el trabajo operativo al paso de huracanes. Este modelo tiene como limitación, que no refleja con calidad la evolución del oleaje proveniente de las aguas profundas.

La combinación MM5+WW3 ha sido utilizada por otros autores al paso de huracanes (Tenerelli *et al.* 2001), algunos con inclusión de modelos de corrientes (Zhao and Chen 2005, Zhang *et al.* 2006), con resultados alentadores. Otros resultados positivos se han obtenido de la combinación WW3+SWAN (Billet, 2008). De la experiencia de estos autores se aprecia que WW3 describe mejor los procesos de generación del oleaje en aguas profundas, mientras que SWAN representa con más detalle los procesos de transformación en la zona costera, por lo que será recomendable para el servicio meteorológico cubano, en primer lugar, utilizar MM5+WW3 en aguas aledañas a Cuba, como precedente necesario para el diseño de la combinación WW3+SWAN para aguas costeras.

## Materiales y métodos

### a) MM5V3

Se utiliza el modelo a mesoescala de quinta generación en su versión 3.7, MM5V3 (*Fifth-generation Mesoscale Modeling system*) de PSU/NCAR (*Pennsylvania State University/ National Center for Atmospheric*

*Research*), descrito en el *Tutorial Class Notes and User's Guide* (PSU/NCAR, 2006). Es un modelo de ecuaciones completas con 23 niveles en coordenadas sigma.

Se aplica la aproximación hidrostática, que describe con gran calidad los movimientos verticales. En la variante operativa del INSMET se definieron tres dominios anidados en proyección Lambert, con coordenadas centrales en los 22°N y 80°W. El dominio exterior, con pasos de 81 km ocupa la Región IV; el intermedio, con pasos de 27 km se extiende sobre los mares Inter-Americanos y el tercero cubre el archipiélago cubano y aguas aledañas (figura1).

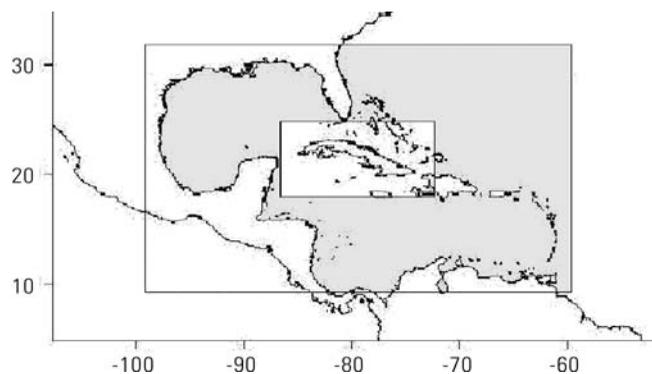


Fig. 1. Dominios anidados usados para MM5V3. El área sombreada, incluido el archipiélago cubano, es la utilizada para los experimentos con WW3.

Se alimenta con las salidas del modelo Global Forecast System (GFS), disponible en el sitio web NOAA-NOMAD3 (2004-2008). Las variables son geopotencial, temperatura, humedad relativa y viento en los niveles de 1000, 850, 700, 500, 400, 300, 200, 150 y 100 Mb. Se utilizan las siguientes parametrizaciones:

- Esquema de parametrización de Grell para convección profunda.
- Esquema de Eta-Mellor-Yamada para interacción con la superficie subyacente.
- Esquema de "lluvia con fase de hielo" para las precipitaciones.
- Esquema para la transferencia radiativa con presencia de nubes.

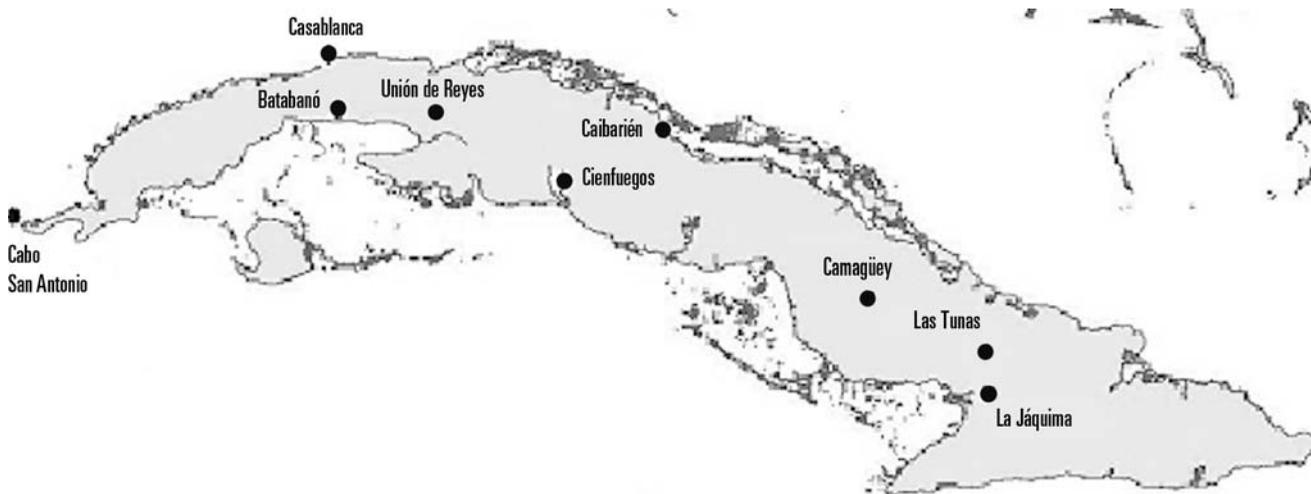


Fig. 2. Distribución espacial de las estaciones meteorológicas cubanas, utilizadas en las evaluaciones del pronóstico de viento, realizado con MM5V3.

Para las evaluaciones de las salidas de campo de viento de MM5V3 se tomaron los reanálisis del sitio web de NOAA-CIRES (2004-2008), los datos de entrada del modelo GFS, del sitio web NOAA-NOMAD(2004-2008) y registros de 9 estaciones meteorológicas de Cuba, facilitados por el Centro del Clima del INSMET (figura 2).

En la valoración de las trayectorias de los huracanes se utilizó la información publicada por diversos autores en el sitio web de NHC(2004'2008).

### b) WW3

Se asimiló la versión 2.22 del modelo de oleaje *Wave Watch III* (Tolman 2002, 2006) con paso espacial de 27 km, coincidiendo con el segundo dominio de MM5V3. En este dominio se observa un predominio de fronteras naturales de tierra, de manera que solo hay fronteras simuladas sobre su porción nororiental, localizada sobre el Atlántico, bien alejada del territorio cubano. Por otra parte, Tolman (2002) recomienda no utilizar WW3 para escala local con paso de menos de 10 km, sino combinarlo con un modelo costero, con todos los detalles de batimetría, relieve de fondo, configuración costera y uso de suelo.

Como datos de entrada, además de las salidas de viento de MM5V3, se utiliza una matriz de batimetría

y topografía, donde el paso de malla es 0.25 grados (aproximadamente unos 27.7 km), procedentes del Atlas GEBCO (2003). Se hizo coincidir con la malla de viento, por interpolación lineal.

Para la aproximación espectral del oleaje se seleccionó el espectro JONSWAP de *fetch* imitado, debido a que el área de estudio está encerrada por tierra en tres de sus fronteras, de manera que el *fetch* está efectivamente limitado por las condiciones geográficas.

Se utiliza el esquema de propagación descrito por Tolman (2002), con técnicas que suavizan el efecto "rociador" del viento, que cuando es sobrestimado produce una excesiva deformación en la dirección de propagación del oleaje, sobre todo cuando este es generado por vientos huracanados.

Para los términos disipativos, se seleccionó la parametrización de Tolman-Chalikov (1994, 1996) mejorada por Tolman (2002), que refleja con detalle la formación de la mar de leva, su propagación y amortiguamiento en tiempo y espacio. Esto es importante, dada la frecuencia con que la zona noroccidental de Cuba se inunda por combinación de mar de leva con mar de viento e incluso, con predominio de mar de leva.

Los modelos se corren sobre el sistema LINUX en computadoras personales Pentium IV. El lenguaje de trabajo es FORTRAN-90 y las representaciones gráficas se

elaboran en *Grid Analysis and Display System* (GrADS). Se muestran los elementos de ola significativa (altura, período, longitud de onda) y el campo de viento. El modelo posee más opciones de datos de salida. Además, es posible realizar análisis puntuales en áreas de interés.

## Resultados y discusión

### a) Análisis de los pronósticos de trayectoria de los huracanes

Del análisis de los pronósticos de trayectoria de los huracanes que han afectado a Cuba desde el 2002 hasta el 2008 se obtuvieron los errores para los plazos de 12, 24, 36, 48 y 72 horas. En la tabla 1 se muestra el valor promedio de estos errores, en comparación con los resultados del *National Hurricane Center*, promediados para los años 2003-2008 (NHC, 2008). En la figuras 2 a-b se muestran las trayectorias reales ("best tracks" de NHC 2004; 2008) y las pronosticadas por MM5V3 para los casos de estudio, hasta 48 horas.

En la tabla 1 se aprecia que los errores son comparables con el pronóstico oficial de NHC, en plazos de hasta 48 horas, lo que también se muestra en la figura 3 a, b. Esto se debe a la correcta localización de los dominios y adecuada selección de los esquemas de parametrización. Pero los resultados se deterioran notablemente a las 72 horas, donde el error promedio es bastante mayor que el de NHC, por lo que se deduce que las parametrizaciones de los procesos de menor escala ya no son efectivas en estos plazos.

Tabla 1. Valores promedio de los errores obtenidos en la predicción de trayectoria de los ciclones tropicales con MM5V3 en el INSMET (2002-2008) en comparación con los del NHC (2003-2008)

Plazos	12 horas	24 horas	36 horas	48 horas	72 horas
MM5V3	59.09	72.21	104.03	174.44	301.25
NHC	51.68	88.46	124.94	161.42	217

Dado que los pronósticos de trayectorias de huracanes se pueden considerar satisfactorios hasta 48 horas, es factible utilizar las salidas de MM5V3 al paso de

ciclones tropicales como entrada en modelos de oleaje, sobre todo para determinar la localización del área de generación del oleaje para estos plazos.

### b) Análisis de los pronósticos de viento

Se analizaron las salidas del dominio de 27 km de MM5V3 al paso de distintos huracanes entre 2004 y 2008. Este dominio fue el escogido para los experimentos con el modelo de oleaje.

Siguiendo las recomendaciones de Guo *et al.* (2003) y Zhong and Fast (2003), la calidad de los campos se valoró en los plazos de 24, 48 y 72 horas y en general para todos los plazos, utilizando los criterios del error medio ( $\bar{d}$ ), el error medio cuadrático ( $\bar{d}^2$ ) y la desviación estándar (s).

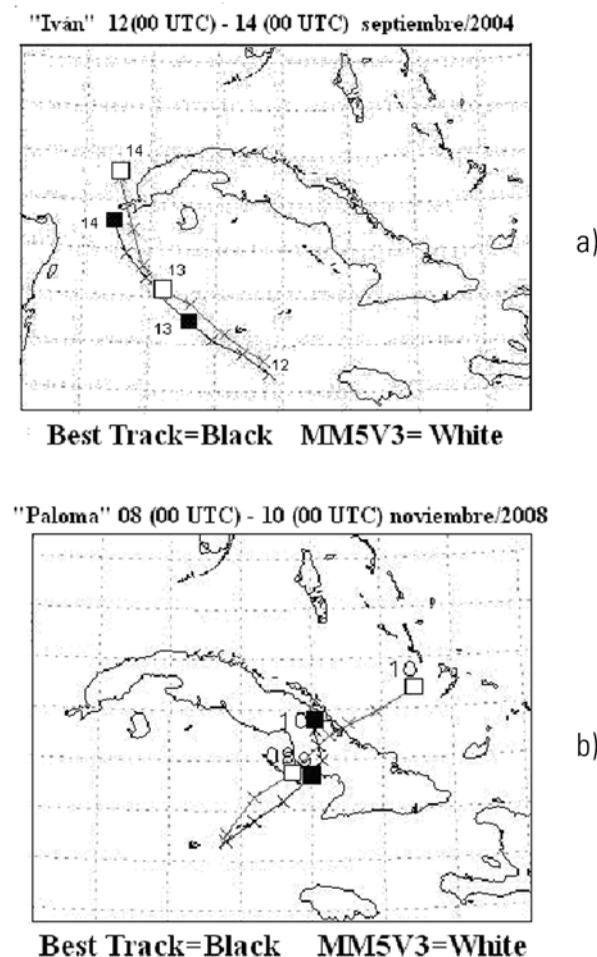


Figura 3. Ejemplos de trayectoria real de NHC y pronosticada con MM5V3 de los huracanes "Iván" y "Paloma".

En la tabla 2 se muestra un resumen de los valores medios de los errores para todas las estaciones analizadas. Los autores del presente trabajo consideran que es una limitación del modelo, la poca habilidad en pronosticar valores extremos de la velocidad del viento, al sobreestimarse con respecto al observado en caso de calmas o vientos muy débiles, y mitigarse en presencia de vientos huracanados.

Tabla 2. Valores promedio de los errores de las salidas de viento de MM5V3 en distintos plazos de pronóstico

PLAZO	Errores de predicción de la velocidad del viento en m/s		
	$\bar{d}$	$\bar{d}^2$	$\sigma$
24 horas	3.02	3.76	2.23
48 horas	3.22	4.03	2.43
72 horas	4.10	5.16	3.12

En esto debe tener gran influencia la insuficiente calidad de la representación de la interacción océano-atmósfera y de la turbulencia en general. Por otra parte, está la escasez de los datos iniciales reales en las amplias zonas de mar, de manera que los campos meteorológicos sobre la superficie marina son prácticamente contruidos por el propio modelo desde su inicialización.

Este defecto se pudiera subsanar si se utilizan fuentes adicionales de datos como son los provenientes de las observaciones por satélite que sí están presentes en los análisis, con los cuales se compararon los pronósticos.

### c) Análisis de los campos de los elementos de ola. Huracanes Iván y Paloma como casos de estudio

Para los experimentos realizados con la combinación MM5V3+WW3 se utilizaron las salidas de campo de viento para plazos de hasta 48 horas, al paso por las aguas cubanas de los huracanes "Iván" del 2004 y "Paloma" del 2008. La principal razón fue sus peculiaridades como eventos hidrometeorológicos, de ser "Iván" uno de los más intensos registrados en la región Caribeña, y "Paloma", el segundo caso más intenso para el mes de noviembre en la propia región.

En la figura 4 (a.b.c.d.e.f) se muestra la evolución del

oleaje al paso de Iván por el mar Caribe y el Canal de Yucatán entre el 13 y el 15/09/2004. El campo de oleaje se representa como fondo en escala de colores y el campo del viento con "barbas".

Es difícil evaluar los elementos de ola, dada la escasez de mediciones en tiempo real. No obstante, en la bibliografía consultada aparecen testimonios de observaciones por boyas y con imágenes de satélite que permitieron valorar la efectividad de los pronósticos de olas. A su paso por el sur de la Isla de la Juventud se tienen testimonios publicados por Agencias (2004), de olas de 15 pies de altura (4.5 m), rompiendo en la costa de esta isla, que ya eran de 20 pies (6 m) al sur de Pinar del Río en la mañana del 14 de septiembre (de las 12:00 a las 18:00 horas UTC). Estos valores coinciden con las salidas del modelo (ver figura 4 a, b, c). Según Wang *et al.* (2006), unos seis registros instrumentales de equipos pertenecientes al *Naval Research Laboratory* (NRL), indican que al paso de Iván por la mitad sur-occidental del Golfo de México se generaron alturas de olas significativas de 17.9 m y que algunas olas individuales alcanzaron alturas de 27 m. Del análisis espectral de estos registros (Wang *et al.*, 2006) se indica que en el área de vientos máximos se pueden haber producido olas significativas de 21 m y algunas individuales de 40 m. Según análisis de Forristal (2007), estos valores de altura de ola están muy por encima de los registros de las boyas del *National Data Buoy Center* (NDBC), donde la boya 42040 reportó como máximo para las alturas significativas un valor de 15.96 m, lo cual indica que en realidad el oleaje significativo en el área de vientos máximos de Iván se debe haber conservado entorno a los 15 m.

Se observa que en las salidas de MM5-WW3, el error en la altura de la ola en el área de vientos máximos es del orden de 2 a 3 metros, al mostrar como pronóstico más de 12 m, para una veracidad del 80% y por tanto, el error relativo es del 20%.

Las salidas para "Paloma" se observan en la figura 5 (a, b, c, d, e, f), donde se aprecia que en sus primeras etapas, el oleaje generado fue del orden de los 2 a 4 m

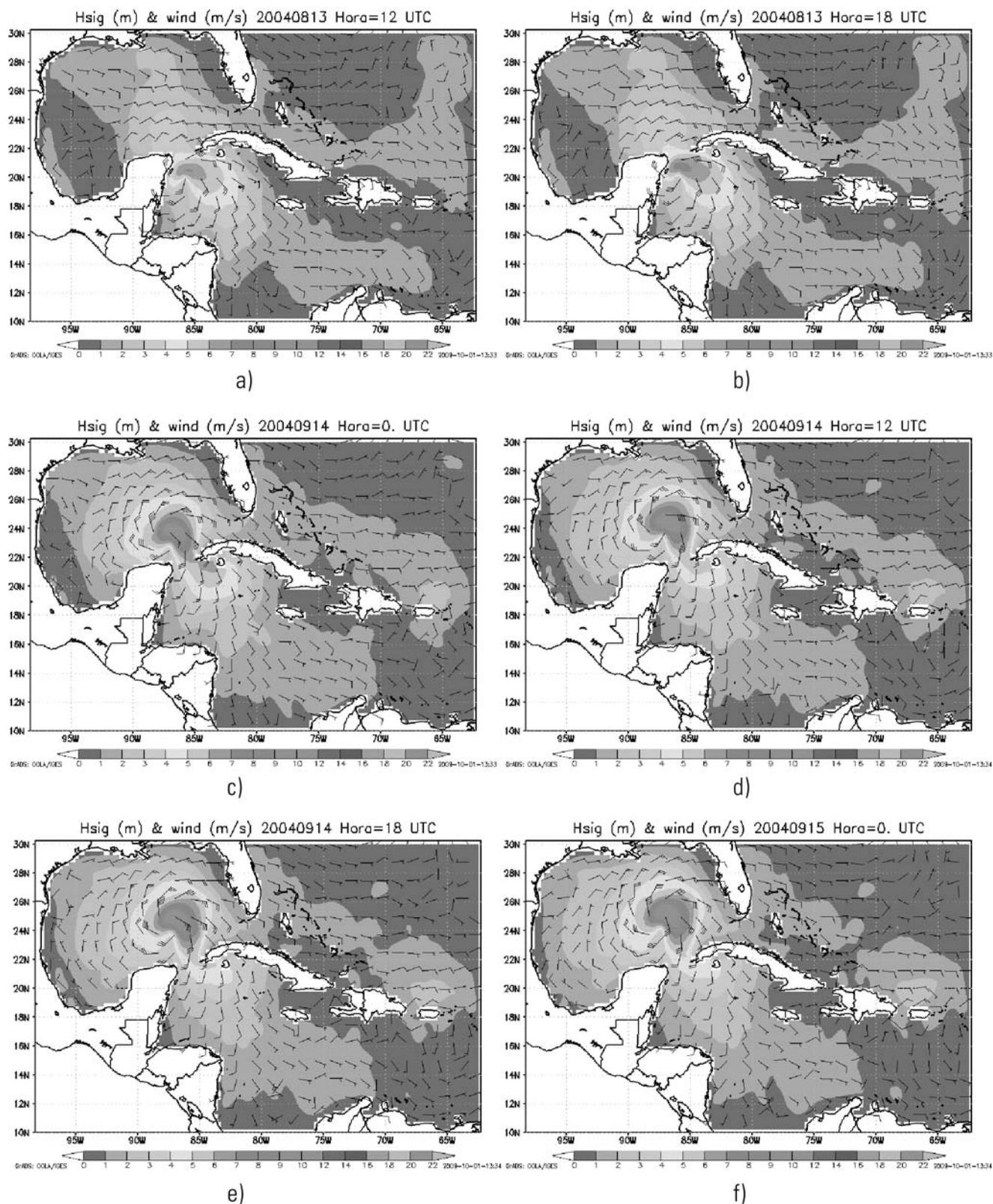


Fig. 4. Altura significativa del oleaje pronosticado con los modelos MM5V3+WW3 al paso del huracán Iván con datos base del 13/09/2004 a las 00 UTC.

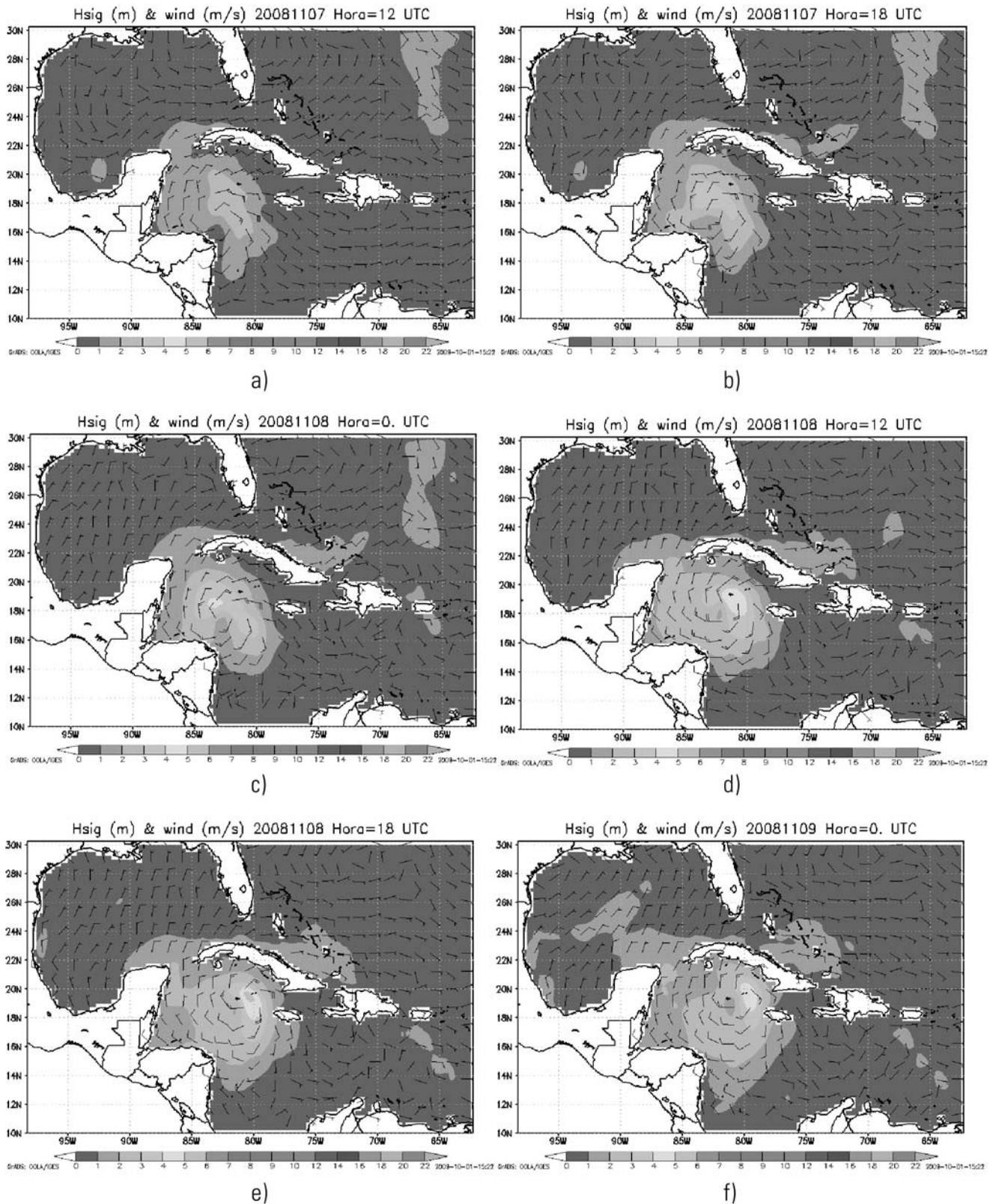


Fig. 5. Altura significativa del oleaje pronosticado con los modelos MM5V3+WW3 al paso del huracán Paloma con datos base del 06/11/2008 a las 00 UTC.

y en su etapa de mayor intensidad, coincidente con las 36 a 42 horas de pronóstico (figura 5 d, e), se generaron olas de 5 a 6 m de altura; con el posterior debilitamiento de Paloma, el oleaje se amortigua. (Figura 5 f).

Desafortunadamente, se encontró un solo testimonio, en la publicación del *Service Oregon's South Coast (The World, 2008)*, donde se apunta que en las costas de Grand Cayman, al comienzo de la noche del día 7 se observaron olas de 10 pies (3 m de altura); esta observación coincide con los plazos de 18-24 horas de pronóstico (figura 5 c).

En el caso de "Paloma" se aprecia una buena correspondencia con la realidad, tanto en la evolución temporal como en los valores de la altura de ola.

## Conclusiones

En la predicción de la trayectoria de los huracanes, MM5V3 da resultados satisfactorios para plazos de hasta 48 horas, por lo que el error que puede introducir en la localización del área de generación del oleaje en WW3 al paso de un ciclón tropical no es considerable.

Los errores del campo de viento en las salidas de MM5V3 estropean, en alguna medida, al pronóstico de oleaje de WW3, especialmente en las áreas de valores extremos, es decir, en las calmas y vientos huracanados.

Los resultados obtenidos para vientos huracanados se pueden considerar como aceptables, puesto que en el área de vientos máximos del huracán, el error relativo puede ser menor de 0.2, lo cual conduce a más de 80% de veracidad en esta zona.

## Agradecimientos

Los autores desean manifestar su agradecimiento a:

- *Mesoscale Prediction Group in the Mesoscale and Microscale Meteorology Division*, NCAR, por facilitar de forma libre los códigos y documentación de MM5V3.

- *WAVEWATCH-III version 2.22 group, at the National Weather Service (NWS)- National Oceanic and Atmospheric Administration*, por facilitar de forma libre los códigos y documentación de WW3.
- *National Hurricane Center*, por la libre disponibilidad de sus datos de archivo.
- *National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA/Operational Model Archive Distribution System and NOAA/Cooperative Institute for Research on Environmental Sciences*, por facilitar los datos meteorológicos de las corridas de MM5V3.
- Centro Nacional del Clima/Instituto de Meteorología, por facilitar los registros de las estaciones meteorológicas cubanas para estudios de sensibilidad de los modelos.

## Bibliografía

- Agencies (2004) "Deadly Ivan Lashes Cuba with Wind Waves" China Daily news from agencies [http://www.chinadaily.com.cn/english/doc/2004-09/14/content\\_374247.htm](http://www.chinadaily.com.cn/english/doc/2004-09/14/content_374247.htm)
- Billet J. (2008) "WAVE WATCH III and SWAN", NOAA Workshop "Taking the pulse of the planet" <http://www.erh.noaa.gov/er/akq/workshop/winter/WavewatchandSWAN.pdf>
- Forristal G. Z. (2008) "Comparing hindcast with wave measurements from hurricanes Lili, Ivan, Katrina and Rita" Proceeding of the 10th Workshop on wave hindcast and forecasting, and coastal hazards Symposium <http://www.waveworkshop.org/10thWavesPapers/Forristall.pdf>
- Guo Z., D. Bromwich, J. Cassano (2003) "Evaluation of Polar MM5 Simulation of Antarctic Atmospheric Circulation" *Mon. Wea. Rev.*, No. 2, Vol.131, 384:411.
- Juantorena Y. (2001) "Desarrollo de un método de cálculo de los elementos de ola en mareas adyacentes y costas de Cuba, mediante técnicas espectrales" Tesis en opción al grado de Dra. en Ciencias Meteorológicas, UDITC/INSMET, 166 pp.

- Mitrani, I., R. Pérez, O. García, I. Salas, Y. Juantorena, M. Ballester y P. Beauballet (2001) "The coastal floods in the Cuban territory, the most sensitive areas and the possible impact of the climate change" Proceeding of the 2001 Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, Río de Janeiro, Brazil, 6-8/10/01 (available on the CIESIN/ Columbia University web site [www.earthscope.com](http://www.earthscope.com)).
- Mitrani I., D. Martinez, I. Borrajero, E. Hicks, C. Pontikis (2010) Numerical weather prediction and tropical cyclone track forecasting in the Caribbean using MM5. Case studies of hurricanes Dean (2007), Omar (2008) and Paloma (2008). Proceeding of the 29th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology (available on the web site: <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/169389.pdf>)
- Mitrani I., I. Borrajero, A. Bezanilla (2006) Rainfall forecasting in Cuba for hurricanes Charley and Iván, using MM5V3. Climate Variability and Change—Hydrological Impacts (FRIEND 2006, Havana, Cuba, November 2006). IAHS Publ. No. 308, 201:206.
- Mitrani I., J.L. Pérez (1999) "Aplicación de un modelo de alta resolución en la predicción del tiempo sobre territorio cubano, con posibilidad de pronosticar el movimiento de los ciclones tropicales" Boletín SOMETCUBA., Vol. 3, No. 2, Web site: <http://www.met.inf.cu/sometcub/boletin/default.htm>
- Mitrani I., L. Álvarez, I. Borrajero (2003) "Aplicación optimizada del MM5V3 sobre el territorio Cubano mediante el uso de computadora personal" Rev. Cub. Met., vol. 10, N 1, 3:7.
- NHC (2004-2008) National Hurricane Center. Web site: <http://www.nhc.gov>
- NOAA-CIRES (2004-2008) "National Oceanic and Atmospheric Administration/Cooperative Institute for Research on Environmental Sciences". Web site <http://www.cdc.noaa.gov/>
- NOAA-NOMAD3 (2004, 2008) National Oceanic and Atmospheric Administration/NOAA Operational Model Archive Distribution System Web site <http://nomad3.ncep.noaa.gov/>
- Pérez J. L. y V. Magaña (1998): Modelación Numérica de Mesoescala en una computadora Personal. Memorias del VIII Congreso de la Organización Mexicana de Meteorólogos, A. C. (OMMAC), 229:232.
- PSU/NCAR (2006). Mesoscale Modeling System-Version 3, MM5V3, Tutorial Class Notes and User's Guide Mesoscale and Microscale Meteorology Division; National Center for Atmospheric Research. Web Site: <http://www.mmm.ucar.edu/mm>
- Tenerelli J, Chen S., Zhao W., Donelan M. (2001) High Resolution Simulations of Hurricane Floyd using MM5 Coupled with a Wave Model. Proceeding of the Eleventh PSU/NCAR MM5 Users' Workshop Foothills Laboratory NCAR <http://www.mmm.ucar.edu/mm5/workshop/ws01/tenerelli.pdf>
- The World (2008) "Hurricane Paloma heads to the Cayman Islands" <http://www.theworldlink.com/articles/2008/11/08/news/doc49152ecbafe877362086138.txt>
- Tolman H. L. (2006) "WAVEWATCH III; Model Description" <http://polar.ncep.noaa.gov/waves/wavewatch>
- Tolman, H. L. (2002): User manual and system documentation of WAVEWATCH-III, version 2.22. NOAA / NWS / NCEP / OMB technical note.
- Tolman, H. L., and D. V. Chalikov, 1994: Development of a third-generation ocean wave model at NOAA-NMC. Proc. Waves - Physical and numerical modeling, M. Isaacson and M.C. Quick Eds., Vancouver, 724-733.
- Tolman, H. L., and D. V. Chalikov, 1996: Source terms in a third-generation wind-wave model. *J. Phys. Oceanogr*, 26, 2497-2518.
- Wang D.W., D.A. Mitchel, W.J. Teague, E. Jarosz and M.S. Hulbert (2006) "Extreme waves under hurricane Ivan" *Science*, 309, 896-900.
- Zhang J., L. Huang, W. Yunquiao, J. Deng (2006) "Implementation of a Distributed Coupled Atmosphere

re-Wave-Ocean Model: Typhoon model simulation in the China Seas" DCABES 2006 Proceeding, 141:143.

Zhao W., S. S. Chen (2005) "A coupled Atmosphere Wave-Ocean Framework for High Resolution Mode-

lingofTropicalCyclonesandCoastalStorm" 2005WRF User's Workshop Proceeding, NCAR, Boulder Colorado <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/workshops/WS2005/presentations/session5/5-Zhao.pdf>

### **Abstract**

The wind and wind wave forecasts in presence of the hurricanes "Ivan" and "Paloma", on the Inter-American Sea, using a numerical model combination MM5V3+WW3, are described. The GFS meteorological field output, free available, was used as input to the mesoscale atmospheric circulation model MM5V3. The MM5V3 wind field output, for his part, was used as the WW3 input data, which represents the wind wave field and its time-space evolution. The bathymetry and shore configuration data were taken from the Atlas GEBCO-2003. The work domain resolution presents an space step of 27 km, in a net of 145X82 points; it is located between the 10-30°N and the 60-98°W, with the center on 23°N with 80°W 23°. Both models run in personal computers, so the proposal solution at the present text is very economic. All the environmental, pre and post data procedures, were elaborated by the present text authors. The final results are satisfactory, especially on the hurricane maximum wind area.

**Key words:** wind waves, MM5V3, WW3, numerical forecast, hurricane