

## VIENTOS FUERTES EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO DE LA PLATA Y SU RELACIÓN CON LAS OLAS MÁS INTENSAS

Norma Possia<sup>a,b,c</sup>, Bibiana Cerne<sup>a,b,c</sup>, Claudia Campetella<sup>a,b,c</sup>, Marinés Campos<sup>d</sup> y Walter Dragani<sup>d,e</sup>

<sup>a</sup>*Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, [cerne@cima.fcen.uba.ar](mailto:cerne@cima.fcen.uba.ar), <http://www.at.fcen.uba.ar>*

<sup>b</sup>*Centro de investigaciones del Mar y la Atmósfera, Universidad de Buenos Aires, CONICET, <http://www.cima.fcen.uba.ar>*

<sup>c</sup>*UMI-IFAECI/CNRS,FCEN, Universidad de Buenos Aires, CONICET*

<sup>d</sup>*Servicio de Hidrografía Naval*

<sup>e</sup>*CONICET*

**Palabras claves:** Vientos intensos, Olas altas, Ciclones extratropicales, Irrupción de aire frío.

**Resumen.** Los vientos intensos en el Río de la Plata (RDP) exterior están asociados generalmente a ciclones desarrollados en la plataforma continental adyacente a la desembocadura del estuario. Ellos producen grandes daños en las poblaciones costeras, cambios en la altura de la marea del RDP y además oleaje severo en la desembocadura del estuario. Muchos estudios han mostrado la relación entre los ciclones profundos y el tiempo atmosférico severo, entre los vientos fuertes y las ondas de tormenta positivas y negativas, pero poco se conoce de la relación que existe entre los eventos de altura de ola máxima medida en el RDP exterior y el campo de viento asociado. La única serie de datos in situ de altura significativa y direcciones de olas disponible y relativamente larga para la región fue obtenida con el ológrafo DatawellWaverider ubicado en la boca del estuario del Río de la Plata (35°40'S, 55°50'W) perteneciente Hidrovía S.A. – Jan De Nul, durante el período 1996-2009. Para relacionar la altura de las olas con el campo de viento se utilizaron los reanálisis del NCEP/NCAR y los datos de viento medidos en el aeropuerto de la ciudad de Montevideo (Carrasco). Para el período analizado se obtuvo una altura media de las olas de 1,16 m y un desvío estándar de 0,52 m. La dirección preferencial de la ola máxima es del cuadrante SE. La máxima altura registrada fue de 4,89 m, correspondiente al evento de agosto del 2005. En este trabajo se seleccionaron los casos en que se produjeron alturas de olas significativas máximas que clasificaron en el percentil 99,9% y son aquellos en que las olas superan los 3,90 m (15 casos). El análisis del viento para los 15 eventos de olas significativas indica que 12 de ellos estuvieron asociados a ciclones que se ubican en la plataforma continental al norte de los 40°S o bien en Uruguay, al sur de Brasil. Los restantes 3 casos ocurrieron durante el patrón de circulación atmosférica conocido como “irrupción de aire frío”. Estos 15 casos conforman el 6,8% de eventos de vientos fuertes cuyos máximos clasifican en el percentil 99.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las costas y riberas requieren un manejo sustentable que considere la conservación, la protección y el desarrollo de los recursos naturales. En particular, la costa del Río de la Plata (RDP) y la costa atlántica bonaerense albergan más de 14 millones de habitantes, por lo tanto, los factores meteorológicos que alteren la dinámica del RDP y del mar continental argentino podrían producir impactos ambientales, sociales y/o económicos de distinta envergadura. Uno de estos factores son los vientos fuertes, los que en la zona del RDP suelen estar asociados a la ocurrencia de ciclones, y pueden producir aumentos y disminuciones de la altura del río (Escobar y otro, 2004 y las referencias allí citadas) y oleaje fuerte en el RDP exterior (Dragani y otros 2011). Esto último puede afectar la navegación y producir daños en la infraestructura costera.

En la costa atlántica bonaerense, a la fecha, se dispone de tres antecedentes relativos a la determinación de alturas de olas extremas (Caviglia y Pousa 1997; Meccia 2003; Campos 2007). Con respecto a las mediciones de campo de olas, éstas son muy escasas. Se dispone de datos observados en la boca del RDP, en la mitad de la línea imaginaria que une Punta del Este (Uruguay) con Punta Rasa (Argentina), obtenida con un ológrafo Waverider (Datawell 1997) anclado en 35°40'S - 55°50'W. También se cuenta con datos tomados con ológrafos (no direccionales) anclados en Punta Médanos (1980-1984) y con observaciones visuales de rompientes en Mar de Ajó y Pinamar (teniendo éstas dos últimas series cierto grado de subjetividad).

Muchos son los estudios que explican las causas por las cuales se produce el aumento del nivel de la altura del RDP, que en los casos extremos dan lugar a inundaciones en la ciudad de Buenos Aires y el conurbano causando costosos daños y a veces víctimas fatales. A este fenómeno se lo conoce con el nombre de Sudestada. Una situación sinóptica asociada a la ocurrencia de este tipo de evento es el desarrollo de un ciclón ubicado en el litoral de Argentina – Uruguay, especialmente durante el invierno, o bien por un sistema de baja presión relativa sobre el RDP acompañado por uno de alta presión al sur del mismo (Escobar y otros 2004, y las referencias allí citadas). Pero no hay en la literatura estudios que señalen cuáles son los patrones de circulación que favorecen el desarrollo de oleaje fuerte en el RDP exterior.

El objetivo del presente trabajo es describir la relación entre los vientos fuertes con alcance (“fetch”) significativo y persistentes en la región del RDP exterior los cuales producen la formación de olas extremadamente altas y establecer el tipo de patrones sinópticos asociados.

## 2 INFORMACIÓN UTILIZADA

Los datos de viento horario observado utilizados en este trabajo, corresponden a la estación Carrasco (República Oriental del Uruguay) para el período 1996-2009. La información de oleaje fue medida por el ológrafo direccional Datawell Waverider (DW) (Datawell, 1997) anclado en la desembocadura del estuario del RDP en 35° 40' S y 55° 50' W. Para estudiar los patrones sinópticos se utilizó la base de datos del NCEP-NCAR I (Kalnay y otros, 1996) como representativa de los campos de presión media a nivel del mar (PMNM).

### 3 EL VIENTO Y EL OLEAJE

#### 3.1 El viento

La intensidad media del viento sostenido a la 10 m en Carrasco es de 8,7 nudos y presenta un 8% de calmas. Las velocidades más frecuentes están entre 6 y 11 nudos las que representan el 51% de los casos (Figura1). El 1% de las intensidades más altas superan los 22 nudos. El valor más alto que presenta la serie de viento es de 44 nudos ocurrido el 24 de agosto de 2005, esa situación corresponde al rápido desarrollo de un ciclón en la zona del RDP, que produjo ráfagas máximas que alcanzaron los 97 nudos (Possia y otros 2011). La persistencia de vientos muy fuertes y ráfagas produjeron cuantiosos daños materiales y pérdidas de vidas humanas en la región costera de Uruguay.

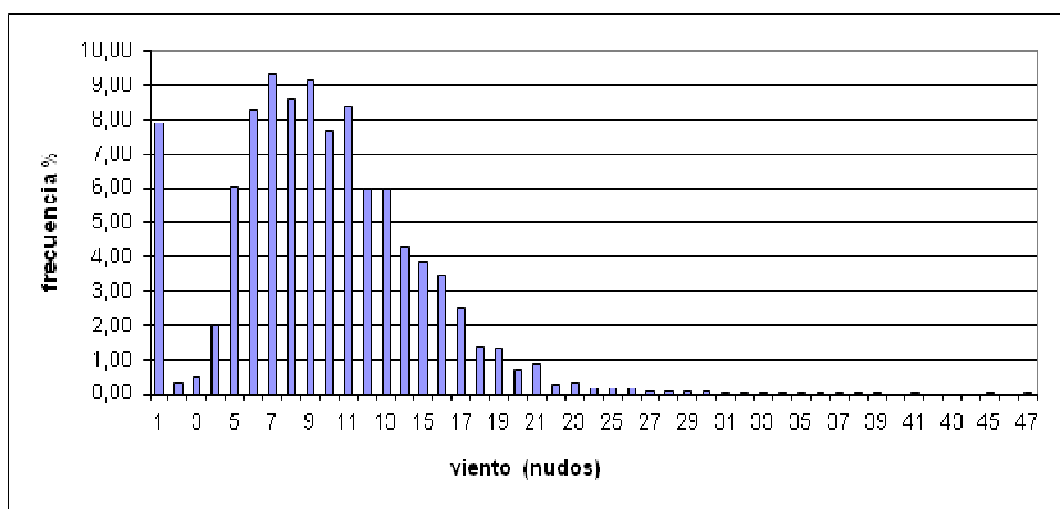


Figura1: frecuencia porcentual de intensidad de viento en Carrasco

#### 3.2 El oleaje

Con el objeto de describir estadísticamente los datos disponibles, se realizaron las distribuciones bidimensionales direccionales de alturas significativas y períodos de pico espectrales de olas correspondientes a las ocho direcciones geográficas principales. Las direcciones más frecuentes de ocurrencia son SE (43%) seguida por E (25%) y la S (14%). Las frecuencias para el resto de las direcciones fueron inferiores al 5%.

Para seleccionar los casos de oleaje extremo se consideraron aquellos eventos en que la altura máxima alcanzada por la ola clasificó en el percentil 99,9 y se asumió como duración del evento el tiempo durante el cual la altura de la ola fue superior a 1m. De esta forma se obtuvieron 15 casos de olas mayores a 3,90 m, cuyas alturas, direcciones y períodos se muestra en la Tabla1. En ella se observa que la ola más alta alcanzó los 4,89 m. La mayoría de las direcciones corresponden al cuadrante E-S (11 casos) y los 4 restantes corresponden al cuadrante S-O. Al estar estos casos de oleaje directamente vinculados al viento local no se tratarían de situaciones de mar de fondo. Siete de estos casos están incluidos en el percentil 99,9 de intensidad del viento y representan el 18,9 % de los eventos allí incluidos, pero si se considera el percentil 99 de intensidad del viento, estos 15 casos de olas intensas conforman el 3,2%. Lo cual indica que los vientos intensos en Carrasco se producen también por otras situaciones del tiempo que no dan lugar a eventos extremos de olas en el RDP exterior.

Casos	Día y hora	Hs (m)	Tp (s)	Dir. (°)	Tipo
1	24/08/2005 06:39	4.89	17.3	259	I.a
2	31/01/2005 20:54	4.71	10.9	152	I.a
3	16/05/2000 22:54	4.55	10.9	101	I.b
4	07/06/1997 10:06	4.55	8.7	174	I.a
5	11/07/2000 00:03	4.39	8.7	152	I.b
6	21/10/2002 12:09	4.24	8.1	219	I.a
7	24/02/2006 11:52	4.09	8.1	135	I.b
8	30/06/2009 15:40	4.09	9.0	191	I.a
9	16/09/2001 00:09	4.09	9.1	180	II
10	20/07/1996 17:43	4.08	8.9	180	II
11	29/07/2006 09:42	3.94	11.1	163	II
12	05/11/2004 14:58	3.94	7.6	163	I.b
13	08/10/2001 19:09	3.94	11.7	96	I.b
14	22/05/1997 09:18	3.94	8.5	180	I.a
15	06/08/2003 23:16	3.94	7.2	253	I.a

Tabla 1. Parámetros de las olas máximas para cada evento analizado.

#### 4 PATRONES DEL TIEMPO ASOCIADOS A LAS OLAS MÁS INTENSAS

En todos los casos de olas intensas se observó la presencia de ráfagas de viento superiores a los 22 nudos (40 km/h), registrándose en un caso la extraordinaria velocidad de 97 nudos (174 km/h). Dicho evento (Caso 1, [Tabla 1](#), [Figura 2.a](#)) corresponde a un ciclón explosivo que causó grandes daños en la costa uruguaya ([Possia y otros 2011](#)) Del análisis de los campos de PMNM, surge que las situaciones sinópticas se pueden agrupar en dos patrones de circulación. La situación sinóptica más frecuente en el momento del oleaje más alto (observado en doce casos), muestra la presencia de un ciclón ubicado en la región de la plataforma continental al norte de 40° S (Tipo I.a, [Figura 2.a](#)) o bien sobre el continente (Uruguay y sur de Brasil) (Tipo I.b, [Figura 2.b](#)). Si el ciclón se desplaza hacia el NE favorece la ocurrencia de vientos del SE en el RDP exterior, mientras que si se desplaza hacia el SE causa vientos del S-SW. En cambio, en los tres eventos restantes (Tipo II, [Figura 2.c](#)), la circulación en niveles bajos está asociada al avance de un anticiclón pos-frontal sobre gran

parte del territorio argentino acompañado por un sistema de baja presión en el Atlántico Sur. Esta configuración da lugar a un fuerte gradiente zonal de presión al norte de los 45° S. A este tipo de situación meteorológica corresponden el octavo y noveno evento de la [Tabla 1](#).

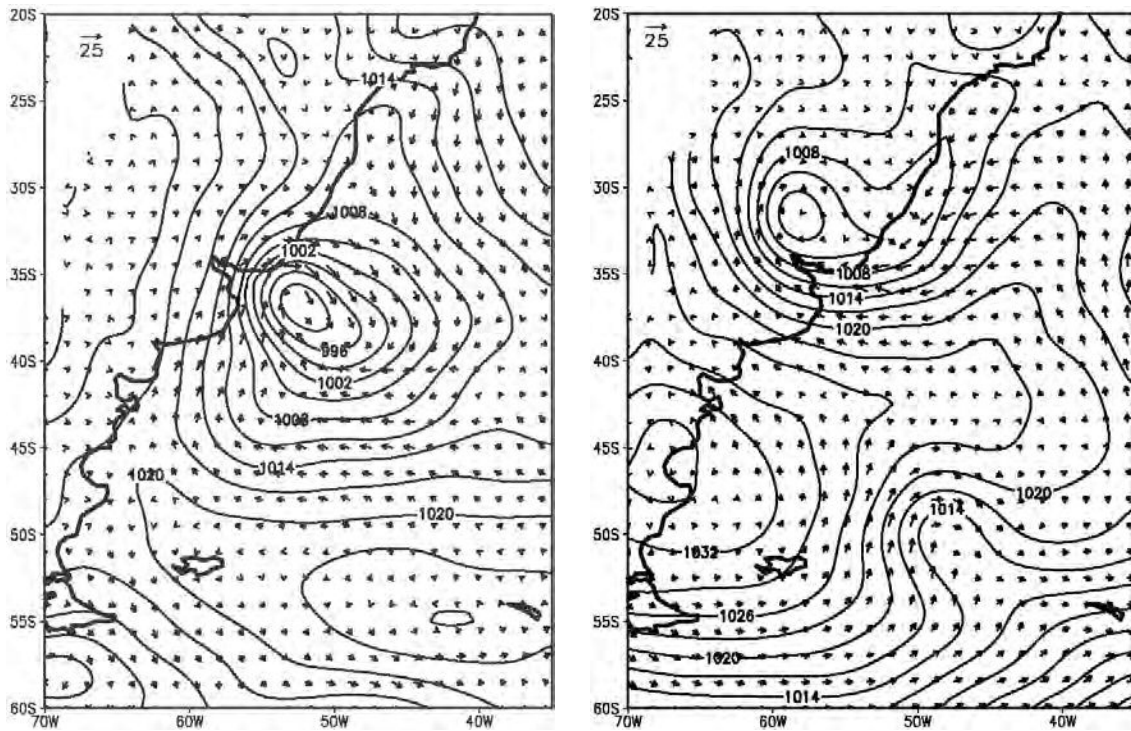


Figura 2: izquierda a) situación correspondiente al Caso 1, derecha b) situación correspondiente al Caso 3

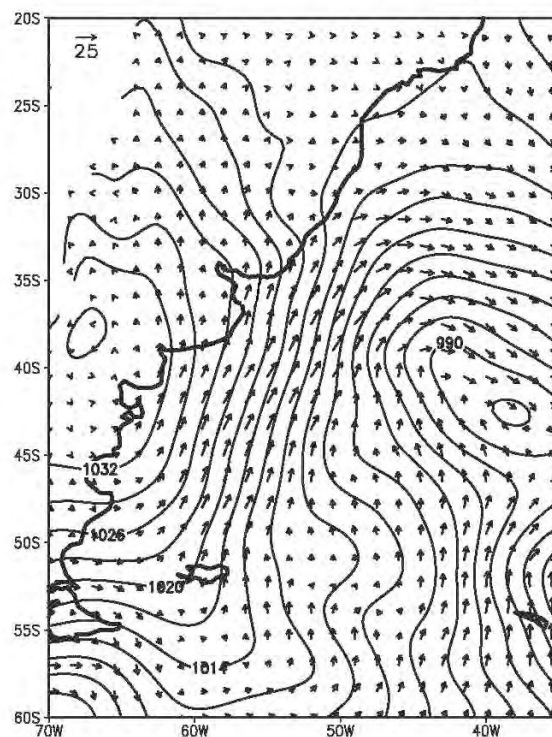


Figura 2 continuación: c) situación correspondiente al Caso 10

## 5 CONCLUSIONES

Una característica común a todos los eventos fue la ocurrencia de ráfagas de viento superiores a los 22 nudos. Como bien es sabido, la altura y el período de la ola está directamente ligado a la intensidad, duración y alcance (“fetch”) del viento. Es decir, cuanto más persistente sea el viento soplando desde una dirección dada habrá más probabilidad de generar un oleaje con altura y período mayor. Sin embargo, poco se sabe al respecto del efecto de las ráfagas durante la generación de olas. Si bien es presumible que a mayor rafagosidad se generen olas más altas, al ser esta condición caracterizada por vientos muy variables en intensidad y, a veces, en dirección, el efecto neto sobre las olas es difícil de cuantificar. Por los resultados obtenidos en el presente trabajo se podría decir que, desde un punto de vista cualitativo, el efecto de las ráfagas es central en la generación de olas más altas en la desembocadura del RDP y plataforma continental adyacente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al SMN por facilitar los datos meteorológicos. El presente trabajo fue financiado con los proyectos UBACyt: 20020100100434 y 20020090200607 y PICT2010-2110.

## REFERENCIAS

- Campos, M. I., Martín, P. y Dragani, W. C., Altura de olas extremas en el estuario del Río de la Plata y mar adyacente, VII Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografía por Satélite (VII OMAR-SAT), Arraial do Cabo, Brasil, 1 al 5 de octubre, 2007.
- Caviglia, F. y Pousa J., Estimación de los valores de retorno de la altura de ola en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Pesquisas*, 24, 13-24, 1997.
- Datawell, Manual for the Waverider. *Laboratory for Instrumentation*, LM Haarlem, The Netherlands, 55 pp, 1997.
- Dragani, W., Cerne, B., Campetella, C., Possia, N., Campos M.I., Synoptic weather patterns associated to the highest wind-waves observed at the mouth of the Rio de la Plata, southwestern Atlantic Ocean. Submitido a: *Dynamics of atmosphere and ocean*, 2011.
- Escobar, G., Vargas, W. M. y Bischoff, S., Wind tides in the Río de la Plata Estuary: meteorological conditions. *International Journal of Climatology*. 24, 1159-1169, 2004
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woolle. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society* 77: 437-471., 1996
- Meccia, V. L., Tesis de Licenciatura en Oceanografía: Evaluación de la respuesta de perfiles de playa frente a eventos altamente energéticos en Pinamar, Provincia de Buenos Aires. UBA, FCEyN, Dept. Cs. de la Atmósfera y los Océanos, 90 págs., 2003
- Possia, N., Vidal, L. y Campetella, C., Un temporal de viento en el Río de la Plata. *Meteorologica*. 2011, 36, n.2, 95-110, 2011.