

Rissagues:

EL CASO DE 19 DE AGOSTO DE 2014

AGUSTÍ JANSÀ CLAR UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS (COLABORADOR HONORÍFICO)
AGUSTÍ.JANSA@GMAIL.COM

Introducción

La madrugada del día 19 de agosto de 2014 ocurrió, en el puerto de Ciutadella de Menorca, una *rissaga*, u oscilación marina, de notable amplitud, cercana al metro y medio, que provocó inundación parcial de muelles y terrazas (figura 1). El fenómeno había sido previsto por el servicio de predicción de *rissagues* de AEMET (encuadrado en el Plan Nacional de Avisos de Fenómenos Meteorológicos Adversos), pero con poca anticipación y en grado insuficiente. El aviso era amarillo y a oscilaciones de más de un metro de amplitud les corresponde aviso naranja. La amplitud de esa *rissaga* fue considerada sorprendente, en vista a la situación meteorológica presente. En este trabajo, después de una revisión sobre las *rissagues* en general, analizamos algunos detalles de la *rissaga* de 19 de agosto y del ambiente meteorológico en que se desarrolló y con-



Fig. 1. Terrazas en el puerto de Ciutadella, inundadas por la *rissaga* de 19 de agosto de 2014 (Foto Toni Llabrés, diario *Menorca*, con permiso).

cluimos que la amplitud de esa *rissaga* es explicable, no sin quedar algunos puntos oscuros, pero poco o nada previsible.

Primera aproximación a las *rissagues*, en general

Rissaga es una forma dialectal del término catalán *ressaca* (en castellano, resaca) y describe oscilaciones del nivel del mar de notable amplitud (desde medio metro a tres o cuatro metros), con periodo de minutos, que ocurren, de vez en cuando, en el puerto de Ciutadella de Menorca, preferentemente a final de primavera y principio de verano, con frecuencia máxi-

ma en junio. Últimamente el término local de *rissaga* se ha venido aplicando a oscilaciones marinas semejantes ocurridas en otros lugares, pero en muchos sitios se mantienen nombres propios muy distintos (ver Monserrat et al., 2006, para ejemplos). También está en uso el término *meteo-tsunami*, especialmente para los episodios más importantes (Monserrat et al., 2006; Jansà et al., 2007).

Las *rissagues* son *seiches* forzadas, con origen meteorológico y en condiciones de resonancia. Cualquier cuerpo de agua, cerrado o semicerrado, es susceptible de oscilar, con diversos modos naturales de oscilación. En el caso semicerrado (calas, puertos o bahías) el modo fundamental de oscilación natural (modo de Helmholtz) tiene un *nodo* en el extremo abierto y un *vientre* en el extremo cerrado, dónde la oscilación presenta máxima amplitud (ver figura 2). Ese tipo de oscilaciones es conocido internacionalmente como *seiches* y ocurren con periodos que son del orden de minutos, muy distintos a los periodos de las mareas astronómicas y del oleaje. Cada cuerpo de agua tiene un *periodo propio* de oscilación, que es el que corresponde al modo fundamental de la *seiche natural*, libre, no forzada. Ese *periodo propio* está determinado por la geometría del cuerpo de agua. Existen expresiones para el cálculo aproximado del periodo propio ($T_0 = 4L/\sqrt{gH}$, para un cuerpo rectangular, como el puerto de Ciutadella; ver, por ejemplo, Rabinovich, 2009); aplicándolas en el caso del puerto de Ciutadella (figura 3) resulta un periodo propio es de unos 10 minutos, corroborado por observaciones instrumentales digitales (Tintoré et al., 2001).

Cualquier desnivelación puntual del mar genera *seiches naturales o libres*, que existirán casi permanentemente, con el periodo propio correspondiente, aunque normalmente con poca amplitud. Considerando cuerpos semicerrados, como un puerto, las *seiches* también pueden ser *forzadas*, por la llegada a la bocana de una perturbación periódica de nivel del mar. La respuesta dependerá de la relación entre el periodo del forzamiento incidente y el periodo propio. Si ambos periodos son del mismo orden de magnitud, se podrá producir una amplificación de las oscilaciones, que será máxima en caso de igualdad aproximada (resonancia). En el puerto de Ciutadella se pueden dar

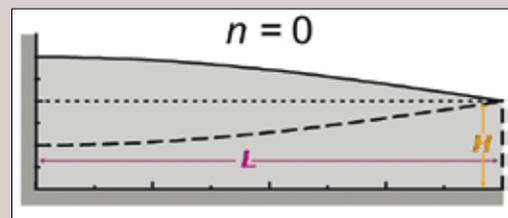


Fig. 2. Modo fundamental de oscilación de un cuerpo de agua semicerrado (de Rabinovich, 2009)

Rissagues: el caso de 19 de agosto de 2014

seiches forzadas amplificadas, en condiciones próximas a la resonancia, si llegan olas marinas largas, de amplitud significativa, incluyendo periodos en el rango de la decena de minutos.

Cuando se dan esas circunstancias es cuando la amplitud de la *seiche* crece hasta el medio metro o más y es cuando deci-



Fig. 3. Marco geográfico y visión parcial del puerto de Ciutadella.

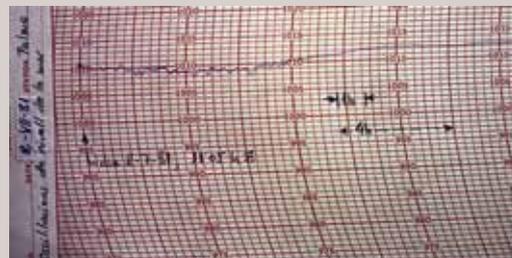
mos que hay *rissaga*. La pregunta clave es como se han originado las ondas marinas largas, en el rango de periodos indicado, para generar *rissaga*.

Aunque Fontserè (1934) ya había relacionado las seiches de gran amplitud en el puerto de Barcelona con oscilaciones rá-

pidas de presión atmosférica, no fue hasta finales de los años 1970's que nos percatamos de que también las *rissagues* de Ciutadella se producían en asociación con oscilaciones rápidas de presión atmosférica, apuntando a una posible resonancia (A. Jansà y X. Jansà, 1979). Pronto se formuló la hipótesis de que las oscilaciones de presión podían responder, al menos en parte, a ondas gravitatorias atmosféricas, constatándose, en día de *rissaga* importante (2 de julio de 1981, figura 4), la presencia de periodos del orden de los diez minutos en las oscilaciones de presión, lo que reforzaba la idea de la resonancia (Ballester et al., 1982). La instrumentación digital corroboró, posteriormente, la presencia significativa de energía en torno a los diez minutos de periodo, en días de *rissaga* (Monserrat et al., 2001).

En base al análisis de la misma *rissaga* del 81 y alguna otra, se caracterizó el tipo de situación meteorológica macroescalar que podría estar asociada a las ondas gravitatorias susceptibles de ser detectadas como oscilaciones rápidas de presión y, por tanto, a las *rissagues* (Ramis y Jansà, 1983). La identificación del tipo de situación favorable a las *rissagues* sentó las bases de una posible predicción (subjetiva y cualitativa) del fenóme-

Fig. 4. Registro analógico de presión, en Palma, el 2 de julio de 1981, con escala temporal ampliada, mediante un barógrafo modificado.



no, que, de hecho, quedó establecida desde 1985, después de la catastrófica *rissaga* de junio de 1984, en el entonces Centro Meteorológico de Baleares del Instituto Nacional de Meteorología (INM, actualmente AEMET).

La figura 5, tomando como referencia la situación meteorológica de día 2 de julio de 1981, representa los grandes rasgos de lo que es el marco meteorológico en el cual se desarrollan las *rissagues* de Ciutadella. La clave está en una vaguada en niveles altos, sobre la Península Ibérica, a la que en el Mediterráneo occidental se asocian vientos fuertes del SW en altura, con forzamiento ascendente, y entrada cálida sahariana a niveles medio-bajos. Si esa situación se establece estando

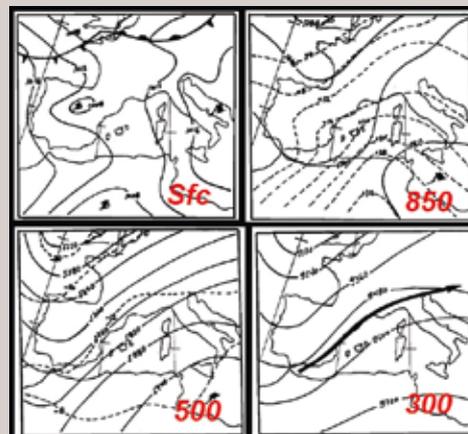
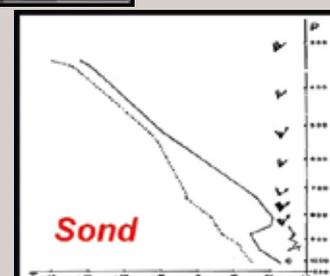


Fig. 5. Situación meteorológica simultánea a *rissagues*. 2 julio 1981, 12 UTC. Izquierda: análisis a diversos niveles. Arriba: sondeo en Palma de Mallorca (de Ramis y Jansà, 1983).

el mar y el aire mediterráneos relativamente fríos, con referencia al aire sahariano (típicamente, pero no exclusivamente, final de primavera y principio de verano), se forma una marcada inversión térmica, hacia los 850-900 hPa. Es típica la forma de cebolla que presenta el sondeo vertical.

Esta situación favorece la formación de ondas gravitatorias, bien de tipo Kelvin-Helmoltz en la capa de inversión (semejante a una superficie de discontinuidad), bien de tipo interno, en la atmósfera libre, a niveles medios, donde la estabilidad vertical es escasa y hay cizalladura apreciable, es decir, el número de Richardson es bajo. Las ondas gravitatorias internas, seguramente las más importantes, además de horizontalmente, se pueden propagar hacia arriba



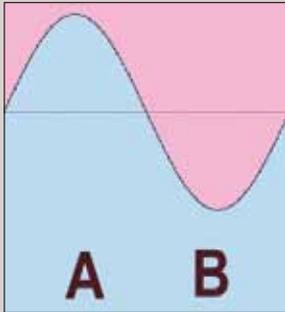


Fig. 6. Las ondulaciones de la capa de inversión generan, en parte por efecto hidrostático, máximos (A) y mínimos (B) de presión

y hacia abajo, de manera que, también en este caso, la capa de inversión acaba oscilando. La oscilación de la inversión acentúa la manifestación de las ondas gravitatorias como oscilaciones rápidas y significativas

de presión (ver figura 6).

Pulsos singulares de presión. Amplificación de Proudman

Las oscilaciones rápidas de presión generadas por ondas gravitatorias tienen amplitudes del orden de 1 hPa. De acuerdo con la hipótesis de barómetro invertido, ello implica desnivelaciones en el mar, olas largas marinas, del orden de 1 cm de altura; poca cosa para generar grandes efectos, incluso contando con la amplificación por resonancia aproximada con la seiche libre. El factor de amplificación, aunque tiende a ser mayor para entradas largas y estrechas, como el puerto de Ciutadella (Rabinovich, 2009; figura 3), difícilmente alcanza el valor 10, de modo que tendríamos oscilaciones del puerto de alrededor de 10 cm, como mucho. Hace falta una amplificación previa para que se produzcan oscilaciones en el puerto de gran amplitud (de 1 metro o mayores), al menos si pensamos sólo en olas largas marinas generadas por ondas gravitatorias atmosféricas.

Hay que considerar, no obstante, la posibilidad de saltos de presión más amplios que los asociados a ondas gravitatorias ordinarias. De hecho, muchas rissagues importantes se han identificado con pulsos de presión singulares, fuertes, asociados a ondas gravitatorias particularizadas, de gran amplitud o a fenómenos convectivos (Jansà, 1986; Jansà et al., 2001; Jansà et al., 2007). Véase que la situación típica de rissaga (fig. 5) es compatible, no sólo con ondas gravitatorias, sino también con convección, si bien una convección de base alta, no generada desde el suelo (ya que, aunque puede haber CAPE significativo, también el CIN es alto). La convección puede “romper” ondas gravitatorias, naciendo del ascenso asociado a una de ellas, si se alcanza la saturación y el nivel correspondiente de convección libre. La convección formada en ese marco es fácil que resulte organizada y severa, dada la presencia de cizalladura (vientos fuertes en altura) y de una gruesa capa seca, susceptible de evaporar lluvia, acelerando corrientes descendentes. Ello favorece la presencia de turbonadas y/o aumentos o caídas bruscas y fuertes de presión. Por una u otra razón puede haber saltos de presión de varios hPa, hasta 7 hPa, con turbonada, en el caso de la gran rissaga de 2006 (figura 7). Con todo, en el mar todavía hablaríamos de olas largas de

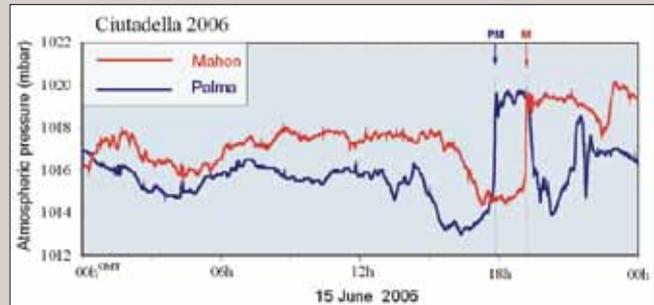
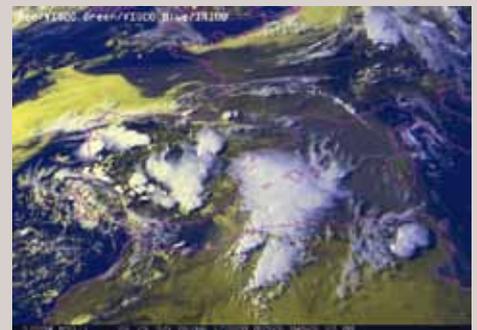
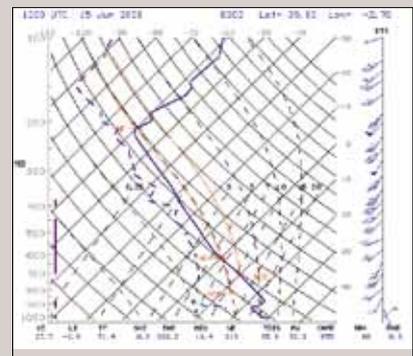


Fig. 7. Rissaga excepcional de 15 de junio de 2006. Arriba: registros de presión, en alta resolución temporal, en los aeropuertos de Palma y Maó/Mahón. Derecha, arriba: sondeo en Palma, a las 12 UTC. Derecha, abajo: sistema convectivo causante de las turbonadas y saltos de presión principales. (Datos de AEMET, <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> y <http://www.eumetsat.int/website/home/>)



unos cuantos cm de altura. No llegaríamos a un metro, incluso con la resonancia en el puerto. Sigue haciendo falta la amplificación previa.

Una eficiente amplificación previa la puede proporcionar la llamada resonancia de Proudman: si la perturbación atmosférica (causa) y la marina (efecto) viajan juntas, a velocidades semejantes, la transferencia de energía es continuada, de manera que el efecto se amplifica eficazmente, como ya habíamos apuntado (Jansà, 1986) y como es comúnmente aceptado en la actualidad (ver Monserrat et al., 2006, entre otros).

Los vientos en niveles altos pueden ser indicativos de las velocidades y direcciones con que se mueven las perturbaciones atmosféricas generadoras de oscilaciones o saltos de presión (trenes de ondas gravitatorias, ondas gravitatorias singulares o núcleos convectivos). En el tipo de situación al que consideramos asociadas las rissagues (figs. 5 y 7), esos vientos son del SW, de, aproximadamente, 50 a 60 kts (25 a 30 m/s o unos 100 km/h). Las ondas largas marinas, respuesta a las oscilaciones y saltos de presión, viajan, por su parte, a una velocidad que depende de la profundidad del mar, si la longitud de

Rissagues: el caso de 19 de agosto de 2014

onda es considerablemente mayor que esa profundidad (condición de *aguas someras*). Esa velocidad se sabe que es \sqrt{gH} , siendo H la profundidad. A 80-90 m de profundidad corresponden velocidades del orden de los 100 km/h, así que cuando la perturbación atmosférica viaja, a las velocidades indicadas, sobre aguas de 80-90 m de profundidad la resonancia de Proudman puede ocurrir y las olas marinas ganan amplitud rápidamente. Véanse, en la figura 8, sobre el mapa batimétrico

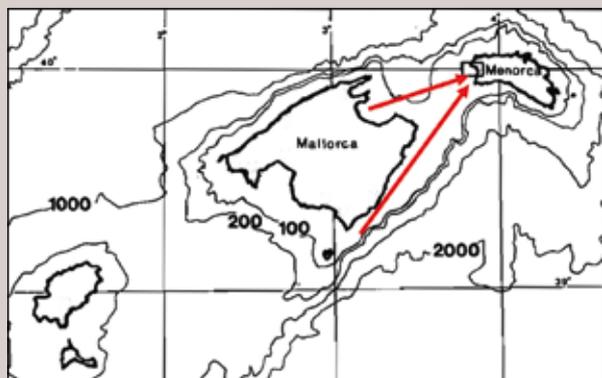


Fig. 8. Mapa batimétrico de Illes Balears y algunos trayectos en los que es posible la resonancia de Proudman, si las perturbaciones atmosféricas se propagan en análoga dirección a unos 100 km/h.

co de Illes Balears, algunos trayectos terminando en el puerto de Ciutadella en los que es posible la resonancia de Proudman, si las perturbaciones atmosféricas están viajando, como decimos, de SW a NE, a unos 100 km/h.

Dos amplificaciones con factor entre 5 y 10 pueden, ya, convertir desniveles de pocos centímetros a rissagues de un metro o incluso de varios metros. La rissaga de 15 de junio de 2006 no pudo ser medida (por falta de instrumentación), pero su amplitud se estimó en 3 ó 4 metros, habiendo partido de una perturbación inicial de unos 7 cms. Sufrió las dos amplificaciones citadas. Por lo que respecta a la resonancia de Proudman, la distancia entre los aeropuertos de Palma y Maó/Menorca es de 110 km, de SW a NE (figura 3); como puede verse en la figura 7, el pulso de presión asociado al sistema convectivo tardó algo más de una hora en cubrir el trayecto indicado, es decir, viajó a unos 100 km/h, acompañando a su respuesta marina al menos una cincuentena de kilómetros, entre Mallorca y Menorca, suficientes para una buena amplificación.

La rissaga de 19 de agosto de 2014

No es ésta, ya, la época más apropiada para una rissaga importante, pero la posibilidad existe. La oscilación de mayor amplitud ocurrió hacia la 1:55 de día 19, hora local, que serían las 23:55 de día 18, hora UTC. El día 18 a mediodía ya había condiciones relativamente favorables a rissaga, como muestra el sondeo de Palma (figura 9), que no es tan distinto a los sondeos de las figuras 5 y 7. De hecho, la figura 10, en la que se da una visión general de los registros de presión atmosférica y de ni-

vel del mar, obtenidos por la estación meteo-oceanográfica de Ports de les Illes Balears en el puerto de Ciutadella (en funcionamiento desde 2007), nos muestra que desde antes del mediodía de día 18 había muy ligeras oscilaciones de presión y de nivel del mar. Hacia las 18 horas locales hubo un pulso singular de presión (posiblemente efecto de una onda gravitatoria particularmente amplia), al que respondió el mar con oscilaciones de 50 cm. Siguió un pulso de presión (posiblemente efecto de una onda gravitatoria particularmente amplia), al que respondió el mar con oscilaciones de 50 cm. Siguió un pulso de presión (posiblemente efecto de una onda gravitatoria particularmente amplia), al que respondió el mar con oscilaciones de 50 cm. Siguió un pulso de presión (posiblemente efecto de una onda gravitatoria particularmente amplia), al que respondió el mar con oscilaciones de 50 cm.

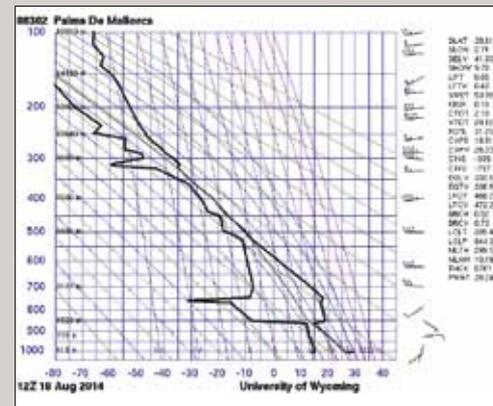


Fig. 9. Sondeo de Palma, 18 de agosto de 2014, 12 UTC. Los vientos en altura son más de WSW, que de SW. Por lo demás, es típico de rissaga. (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>)

onda gravitatoria reforzada, una hora antes de llegar a Ciutadella, cruzando Mallorca. A las 20 horas locales (18 UTC) la situación de nubes es bastante caótica, aunque se intuyen ondas gravitatorias y, quizás, algún núcleo convectivo poco desarrollado. Poco antes de las 22:00 hora local se estableció el aviso amarillo; hasta entonces, el umbral de los 70 cm, que es el que corresponde al aviso amarillo, no se había superado. Después, aparte de la oscilación principal del episodio, sí se rebasó en un par de oscilaciones, al filo de la medianoche (ver fig. 10). A las 18 UTC los reanálisis NCEP, aunque de baja resolución) muestran el domo de aire cálido a 850 hPa sobre el Mediterráneo y la vaguada en 500 hPa sobre la Península, aunque no muy marcada (figura 12); la situación es favorable

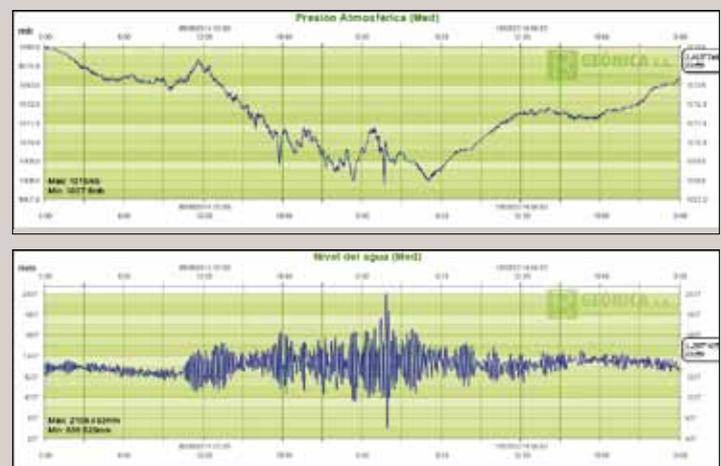


Fig. 10. Registros de presión atmosférica (arriba) y de nivel del mar (abajo), en la estación meteo-oceanográfica de Ciutadella, los días 18 y 19 de agosto de 2014. Las horas son locales. (Con permiso de Ports de les Illes Balears).

a la rissaga, pero no en grado máximo, ciertamente. Por eso resulta un tanto sorprendente la importante oscilación marina principal, de casi 1,5 m de amplitud, ocurrida con máximo nivel a las 01:49 horas locales de día 19, 23:49 UTC de día 18 ((fig. 2, 10 y 13), y mínimo a las 01:55 horas locales de día 19, 23:55 UTC de día 18.

La clave debe estar en la singular oscilación de presión, encadenada con la oscilación marina (hay una diferencia de



Fig. 11. Imágenes de satélite en canal visible, día 18 de agosto de 2014 a las 15 UTC (arriba) y a las 18 UTC (abajo). A las 15 UTC se ve una banda sobre Mallorca (flecha rosa), que puede corresponder a la oscilación singular de presión que alcanzó Ciutadella una hora después. (De <http://www.sat24.com/es/eu>)

nancia de Proudman. Las imágenes de satélite hacen pensar que el pulso de presión está asociado a un núcleo nuboso, supuestamente convectivo, pequeño y aparentemente poco importante, visible como una mancha circular blanquecina en el canal IR-10,8 μm de Meteosat (ver figura 14). A las 20:30

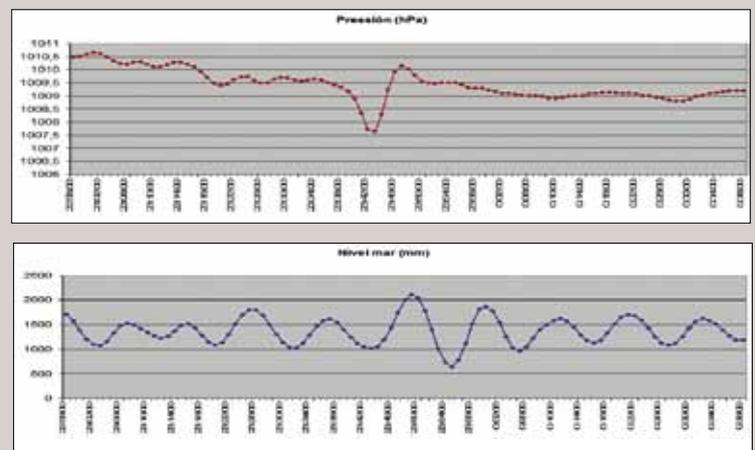


Fig. 13. Detalle de los registros de presión atmosférica (arriba) y de nivel del mar (abajo), en la estación meteo-oceanográfica de Ciutadella, los días 18 y 19 de agosto de 2014. Las horas son UTC. (Con permiso de Ports de les Illes Balears).

UTC del día 18 está situado en medio del Canal de Menorca (entre Mallorca y Menorca). Esa formación nubosa no lleva rayos asociados, pero sí precipitación significativa (20-30 dBz en el radar), que, no obstante, no llega o apenas llega al suelo. Mediante el *rapid scan* de Meteosat, con imágenes cada cinco minutos, se ha podido comprobar que el núcleo nuboso se mantiene identificable, con pocos cambios, desde que aparece, al sur de Mallorca, hasta rebasar Menorca. En la figura 14 se muestra parte del recorrido, concretamente entre 23:19 y 23:39 UTC, a través del Canal. Nótese que el inicio de la caída de presión en el puerto de Ciutadella es a las 23:39 UTC, precisamente (fig. 13). El trayecto es muy aproximadamente el del norte, de los dos dibujados en la figura 8. Con el *rapid scan* se ha podido calcular la velocidad del desplazamiento, que es, aproximadamente, de 100 km/h, coincidiendo con la velocidad media de la respuesta marina, dadas las profundidades. Hay, por tanto, resonancia de Proudman a lo largo de alrededor de 50 km; suficiente para una notable amplificación de la respuesta marina, si bien hay que dar por supuesto que el núcleo nuboso lleva asociado un pulso de presión de forma y magnitud semejantes al observado en Ciutadella, en, al menos, parte de su trayecto.

En éste y otros casos hay que tener en cuenta, además, que, cuando la perturbación más importante llega al puerto, éste ya está oscilando, como consecuencia de perturbaciones menores anteriores. En definitiva, 1,5 m de oscilación en el puerto no es, en base a lo expuesto, una oscilación exagerada. La

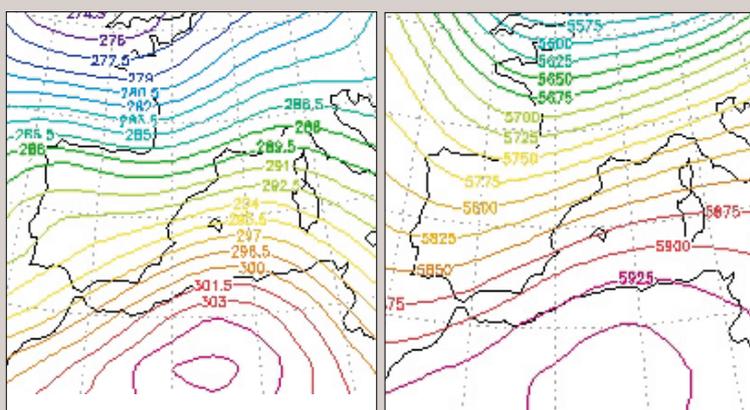


Fig. 12. Temperaturas a 850 hPa (izquierda, en $^{\circ}\text{K}$) y geopotencial a 500 hPa (derecha, en m), el 18 de agosto de 2014, a las 18 UTC, según reanálisis NCEP (De <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>)

6 minutos entre el mínimo de presión y el subsiguiente máximo de nivel del mar). La oscilación de presión tiene una amplitud de 2,5 hPa. Para que sea causa de la oscilación marina principal, el pulso singular de presión deber haber tenido un recorrido suficiente sobre el mar en condiciones de reso-

Rissagues: el caso de 19 de agosto de 2014

rissaga de 19 de agosto de 2014 tuvo, pues, una amplitud explicable, proporcional a las causas identificadas.

Si el núcleo nuboso identificado no fuera convectivo, sería difícil imaginar una señal tan fuerte a su paso, en términos de presión atmosférica. Incluso siendo convectivo, no es fácil explicar ese aspecto, especialmente porque lo que se ve es una bajada de presión, no una subida, más habitual en los sistemas convectivos. Teniendo en cuenta que no hay golpe de viento fuerte asociado, ni ninguna varia-



Fig. 14. A la izquierda, núcleo nuboso, causa de la pulsación singular de presión que generó la oscilación marina principal en la rissaga de 18-19 de agosto de 2014. Abajo, desplazamiento del citado núcleo, entre las 23:19 y las 23:39 UTC de día 18. (Fuentes: Sat24, Rapid Scan de Eumetsat)



ción importante de temperatura, tal vez habría que pensar que lo que está ocurriendo es un descenso rápido de aire (*downburst* o *microburst*), que empuja la inversión hacia abajo, pero que no llega a tocar suelo (como un *mid-air microburst*, Markowski y Richardson, 2010), pero hay que dejar ese punto en el aire.

La predicibilidad del fenómeno, en su amplitud real, es prácticamente nula, tanto usando métodos subjetivos, como en AEMET, como mediante métodos objetivos. En cuanto a los métodos subjetivos, incluso en el rango del *nowcasting*, ¿quién imaginaría que el pequeño núcleo nuboso que cruzaba de Mallorca a Menorca iba a tener asociada semejante oscilación de presión?

En cuanto a métodos objetivos, sólo una red de microbarógrafos utópicamente densa podría haber detectado en Mallorca la oscilación de presión, como para poder usarla como *input* en modelos oceánicos. Los métodos basados en modelos acoplados atmosféricos y oceánicos, por su parte, como el que existe en SOCIB (“Sistema d’Observació Costaner de les Illes Balears”, Renault et al., 2011) también sería utópico pensar que pudieran anticipar fenómenos de esa escala.

“AGRADECIMIENTOS”

“A Ports de les Illes Balears, por darme libre acceso a sus datos en el puerto de Ciutadella, y al diario Menorca, por permitir la publicación de su foto de la rissaga de 19 de agosto”.

Referencias

- Ballester, M., A. Jansà y C. Ramis, 1982: Ondas cortas atmosféricas con interacciones aire-mar en el Mediterráneo, *Revista de la Real Academia de Ciencias Exacta, Físicas y Naturales de Madrid*, vol. LXXVI, cuad. 3, 691-698.
- Fontserè, E., 1934: *Les “seixes” de la costa catalana*, Notes d’Estudi, num. 58, Servei Meteorològic de Catalunya, Barcelona.
- Jansà, A. y X. Jansà, 1979: *Oceanografía in Enciclopèdia de Menorca*, Vol. I, págs. 161-235, Obra Cultural de Menorca, Maó, ISBN 84-600-1438-X.
- Jansà, A., 1986: Respuesta marina a perturbaciones meso-meteorológicas: la ‘rissaga’ de 21 de junio de 1984 en Ciutadella (Menorca), *Revista de Meteorología*, junio, 5-29.
- Jansà, A., A. Genovés y M.A. Heredia, 2001: Sobre la simultaneïtat entre perturbació atmosfèrica i desposta marina a les rissagues de Ciutadella, en *Les Rissagues de Ciutadella i alters oscil·lacions de nivell de la mar de gran amplitud a la Mediterrànea Occidental* (comunicaciones presentadas a las II Jornadas sobre Rissagues, Ciutadella, 1989), págs. 49-57. Institut Menorquí d’Estudis, Maó. ISBN: 84-7632-707-2.
- Jansà, A., S. Monserrat y D. Gomis, 2007: The rissaga of 15 June 2006 in Ciutadella (Menorca), a meteorological tsunami, *Adv. Geosci.*, 12, 1-4.
- Markowski, P. y Y. Richardson, 2010, *Mesoscale Meteorology in Midlatitudes*, Wiley-Blackwell (John Wiley & Sons), West Sussex, UK, 407 págs.
- Monserrat, S., C. Ramis, J. Tintoré, D. Gomis, S. Alonso, 2001: Campaña Rissagues verano 88 Parte 1: datos atmosféricos, en *Les Rissagues de Ciutadella i alters oscil·lacions de nivell de la mar de gran amplitud a la Mediterrànea Occidental* (comunicaciones presentadas a las II Jornadas sobre Rissagues, Ciutadella, 1989), págs. 31-37. Institut Menorquí d’Estudis, Maó. ISBN: 84-7632-707-2.
- Monserrat, S., I. Vilibi y A. B. Rabinovich, 2006: Meteotsunamis: atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 6, 1035-1051.
- Rabinovich, A. B., 2009: *Seiches and Harbour Oscillations*, in *Handbook of Coastal and Ocean Engineering*, Edited by Young C Kim, California State University, Los Angeles, USA.
- Ramis, C. y A. Jansà, 1983: Condiciones meteorológicas simultáneas a la aparición de scilaciones del nivel del mar de amplitud extraordinaria en el Mediterráneo occidental, *Revista de Geofísica*, 39, 35-42.
- Renault, L., Vizoso, G., Jansà, A., Wilkin, J., and Tintoré, J., 2011: Toward the predictability of meteotsunamis in the Balearic Sea using regional nested atmosphere and ocean models, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L10601, doi:10.1029/2011GL047361.
- Tintoré, J., M. Frau, S. Alonso, S. Monserrat, D. Gomis, C. Ramis, 2001: Campaña Rissagues verano 88, Parte 2: datos oceánicos, en *Les Rissagues de Ciutadella i alters oscil·lacions de nivell de la mar de gran amplitud a la Mediterrànea Occidental* (comunicaciones presentadas a las II Jornadas sobre Rissagues, Ciutadella, 1989), págs. 39-43. Institut Menorquí d’Estudis, Maó. ISBN: 84-7632-707-2.