



**Recomendaciones sobre seguridad basadas en los resultados generales de las investigaciones de seguridad marítima realizadas por la Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM)**

**Ref. 05/2016 – Riesgos de la navegación en aguas someras y zonas de rompiente**

## **1. Introducción**

El análisis de los datos y circunstancias de los accidentes marítimos investigados por la CIAIM hasta la fecha revela un número significativo de accidentes por embarques de agua, vuelcos o embarrancadas de embarcaciones en aguas con poca profundidad. La mayor parte de estos accidentes afectó a embarcaciones de pesca que faenaban en zonas próximas a costa o sobre bajos rocosos, donde proliferan especies de gran valor comercial.

Desde su creación en septiembre del 2008 hasta el 16 de junio de 2016, la CIAIM ha abierto un total de 289 investigaciones de seguridad, de las que 29 responden a vuelcos, varadas y embarrancadas en zonas costeras, lo que supone un 10 % del total de accidentes investigados. En esos 29 accidentes se produjo el naufragio de 25 buques y/o embarcaciones y la desaparición o fallecimiento de 21 personas, junto a daños medioambientales.

En la mayor parte de los casos analizados, estos accidentes afectaron tanto a embarcaciones de recreo como a embarcaciones de pesca con esloras inferiores a 14 m, matriculadas en la lista 3ª, dedicadas a labores de pesca artesanal en condiciones marítimas similares, por cuanto que la mayoría de accidentes y naufragios se produjeron a consecuencia de una mar de fondo incidiendo sobre zonas poco profundas con alturas significativas de ola comprendidas entre 2 y 4 m y períodos medios superiores a 8 segundos, con una mar de viento de escasa magnitud.

## **2. Fenómenos asociados a la navegación en aguas someras**

Para la correcta comprensión de los vocablos técnicos, en el anexo I se incluye una descripción de los principales términos y parámetros relativos al oleaje.

La mar de fondo, caracterizada por un tren de ondas bastante regulares y una dirección de avance bien definida, no suele ser problemática para la navegación en aguas profundas, ya que el buque puede acomodar su rumbo y velocidad a ese estado de la mar y evitar situaciones de riesgo. Sin embargo, en las proximidades de la costa o en zonas de poca profundidad, la evolución del oleaje se torna extraordinariamente cambiante, originándose y reforzándose algunos fenómenos como:

- Squat o sobrecalado, asociado a la variación de la presión hidrodinámica al reducirse la sección de paso del fluido, que aumenta la resistencia al avance, aumenta el calado del buque, ralentiza la respuesta del buque o embarcación

e incrementa la posibilidad de vibraciones debido a la aparición de turbulencias.

- Reflexión de oleaje por fondo o con la costa próxima, originando oleajes cruzados.

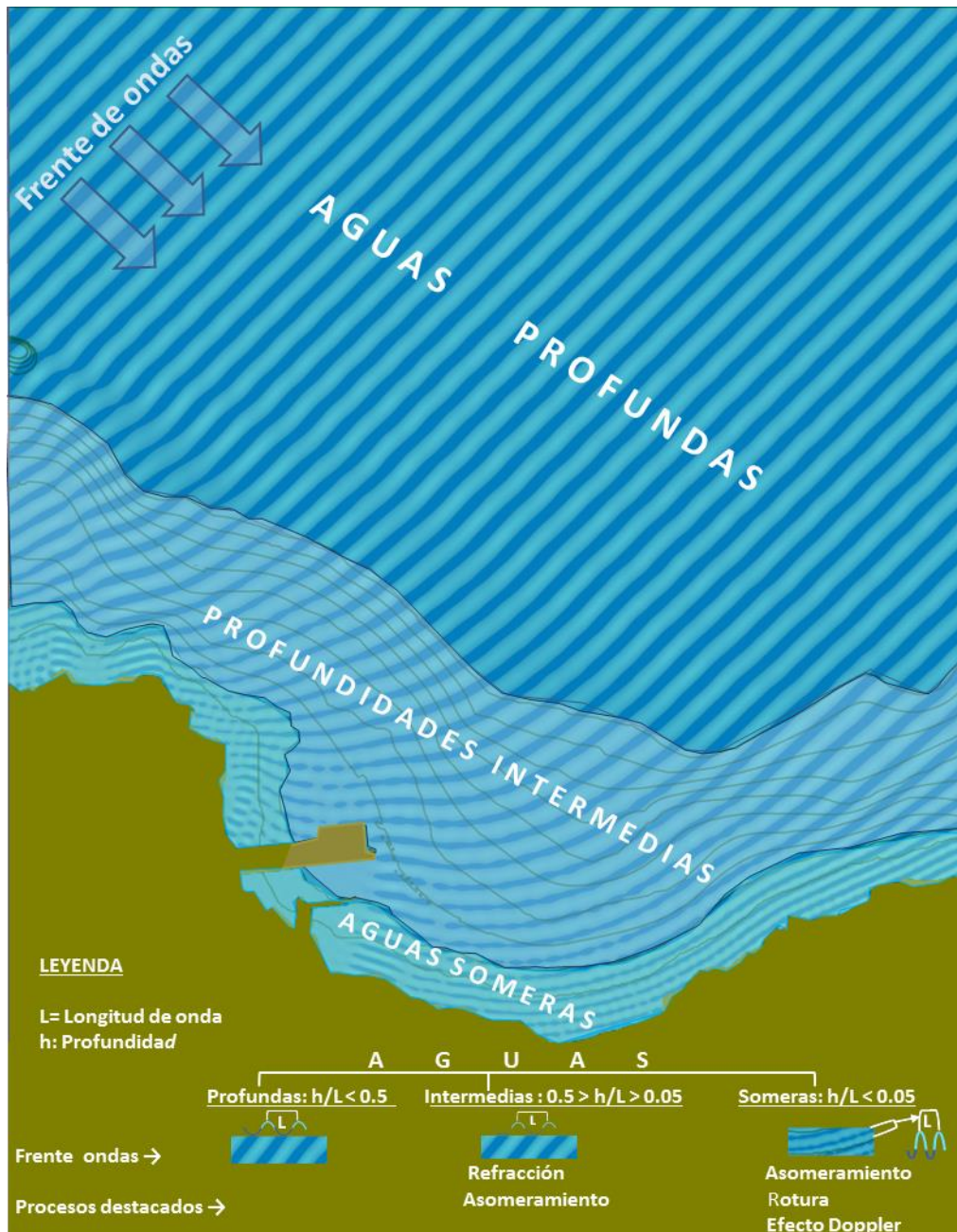


Figura 1. Esquema de la variación y de los procesos destacados que experimenta el frente de ondas en su propagación desde aguas profundas hasta la línea de costa.

- Refracción del oleaje, relacionada con el ángulo que forman las olas con los veriles de profundidad, modificando gradualmente la dirección de

propagación del frente de oleaje, de manera que las olas tienden a alinearse con las isobatas (figura 1). Así, las alturas y las pendientes de las olas aumentan en los bajos y en los salientes de la costa y disminuyen en los entrantes, bahías y radas costeras.

- **Asomeramiento**, se produce al variar la altura  $H$  y la longitud de onda  $L$  del oleaje en zonas de menor profundidad, lo que reduce ligeramente el peralte o pendiente de las olas ( $H/L$ ) en profundidades intermedias, aumentando bruscamente en la zona de aguas someras (ver esquema de la figura 2).
- **Rompientes**, debido a la disminución de la velocidad de avance de las olas y al incremento de su pendiente.
- **Efecto Doppler**, producido por la interacción del oleaje con las corrientes marinas. Este efecto reduce la longitud de onda  $L$  si la dirección de propagación de las corrientes y el frente de ondas son opuestas y viceversa si son similares. La variación de la longitud de onda se traduce en un aumento o disminución de la pendiente de las olas y es particularmente adverso en zonas de poca profundidad con niveles altos de marea (figura 3).
- **Formación de corrientes** de cierta intensidad, asociadas a la rotura del oleaje y, en su caso, a la presencia de corrientes de marea, tornando la navegación más peligrosa.

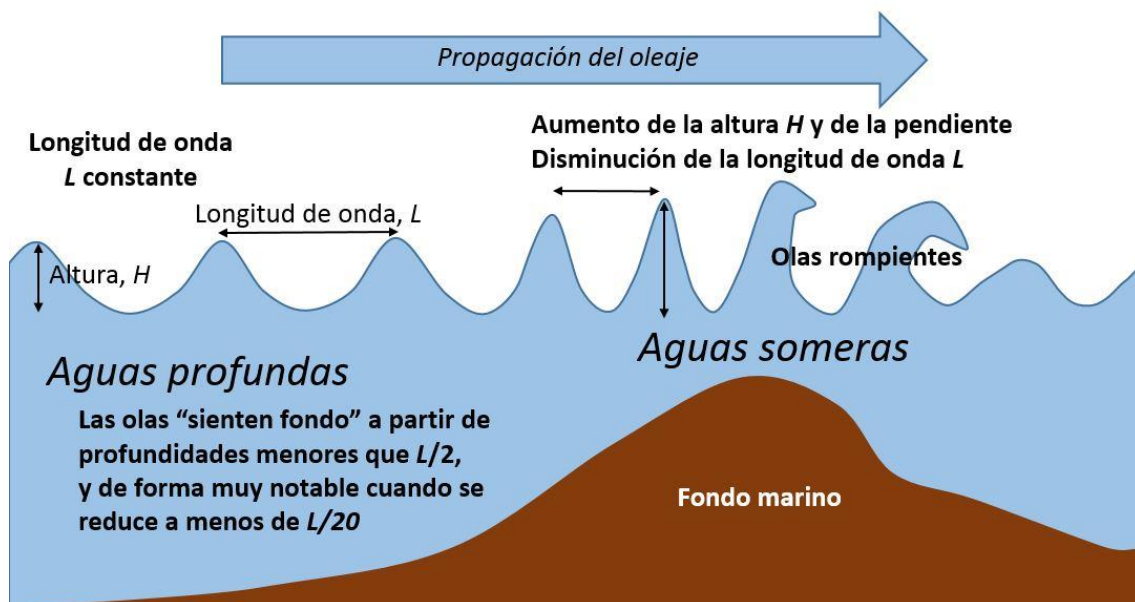


Figura 2. Perfil esquemático (con la escala horizontal exagerada) del proceso de asomeramiento del oleaje en zonas de poca profundidad.

Todos estos efectos disminuyen significativamente la capacidad de respuesta de la embarcación y dificultan, imposibilitando a veces, su gobierno.

En términos generales, el incremento de altura que puede alcanzar una ola antes de su rotura oscila entre un 60% y un 100% de su altura anterior. Por ejemplo, una ola de 2 m de altura en aguas profundas, puede llegar a alcanzar en aguas de poca profundidad una altura comprendida entre 3.2 m y 4 m instantes antes de romper.

Es muy importante tener en cuenta que en estas embarcaciones, al tener menos de 20 TRB, los criterios de estabilidad son distintos a los que la normativa requiere a los pesqueros de más de 20 TRB. Por ejemplo, no se exige a estas embarcaciones tener un libro de estabilidad que permita conocer a los patronos la forma adecuada de operar y cargar el pesquero para garantizar la estabilidad del mismo. Además, su vulnerabilidad se incrementa enormemente cuando se encuentran fondeadas o en operaciones de cobrado de las artes de pesca. En estas condiciones aumenta el riesgo de naufragio por la amenaza que para la embarcación supone la drástica reducción de su estabilidad al haber quedado fijada al fondo mediante cabos o artes de pesca. Por tanto, estas operaciones deben ser abordadas con suma prudencia para evitar los golpes de mar que puedan ocasionar embarques masivos de agua en la embarcación.



Figura 3. Esquema simplificado del efecto Doppler que experimenta el oleaje al transitar por una zona de bajos, o en aguas someras, cuando una corriente de cierta intensidad tiene sentido contrario, reforzando la altura y la pendiente de las olas en el proceso de rotura. Fuente: módulos COMET (<http://www.comet.ucar.edu>).



### 3. Consejos para disminuir el riesgo

A continuación, se exponen algunos consejos para disminuir el riesgo de inundación, escora o vuelco de embarcaciones de dimensiones reducidas en zonas próximas a la costa o de escasa profundidad:

1. Consultar siempre antes de salir a faenar la información meteorológica y marítima, especialmente el diagnóstico y pronóstico del estado de la mar a través de cualquier medio de información disponible (anexo II).
2. No confiar en las condiciones aparentemente bonancibles en el estado de la mar, pues las mareas pueden reducir significativamente la profundidad y potenciar el asomeramiento del oleaje en condiciones de bajamar, con los mencionados riesgos que este proceso conlleva. La consulta de las tablas de mareas es, por tanto, fundamental en las operaciones de pesca próximas a la costa.
3. Una vez en la mar, procurar afrontar el oleaje por las amuras acomodando la velocidad de navegación a las condiciones marítimas y meteorológicas existentes.
4. Cuidar que la estabilidad de la embarcación no se vea comprometida durante las maniobras de cobrado de las artes de pesca, pues una ola o grupo de olas más altas que la media puede ocasionar una escora importante o, lo que es peor, el embarque de agua y el posible vuelco de la embarcación.
5. Proteger la estabilidad con una correcta estiba de las capturas y de las artes para evitar corrimientos de carga que puedan hacer escorar la embarcación. Por ello, es preferible la estiba de este material en bodegas o compartimentos. En caso de hacerse sobre cubierta, evitar que queden inoperativas las portas de desagüe y el desplazamiento de la carga.
6. Mantener cerradas las escotillas y las compuertas de acceso a los compartimentos internos de la embarcación.
7. No fondear nunca en zonas próximas a la costa o de poca profundidad cuando existe oleaje de fondo.
8. En la medida de lo posible, no orientar la embarcación con el oleaje incidiendo de través o de popa.

También es importante el empleo del chaleco salvavidas durante la navegación, fundamentalmente si se prevén condiciones de riesgo asociadas al trabajo en aguas poco profundas.



#### 4. Accidentes marítimos investigados por la CIAIM

Acto seguido se enumeran algunos informes de accidentes marítimos investigados por la CIAIM, ocasionados por malas prácticas o por maniobras arriesgadas relacionadas en su mayor parte con actividades de pesca en aguas poco profundas expuestas al oleaje:

| Número de informe | Fecha del accidente | Buques implicados       | Buque o embarcación hundido | Fallecidos o desaparecidos |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| S-41/2011         | 29/8/2019           | FURACÁN                 | Si                          | 1                          |
| S-12/2012         | 27/10/2009          | CUNCHIÑAS               | Si                          | 2                          |
| S-22/2011         | 30/01/2010          | TRINIDAD o ANTONIO      | Si                          | 2                          |
| S-23/2011         | 15/08/2010          | XERKORAT                | Si                          | 2                          |
| S-13/2011         | 05/07/2010          | NUEVO DORADO            | Si                          | 0                          |
| R-18/2011         | 23/03/2011          | Embarcación neumática   | No                          | 1                          |
| R-19/2011         | 24/03/2011          | ZIRRI                   | No                          | 3                          |
| R-26/2011         | 03/05/2011          | FRENJO                  | No                          | 1                          |
| S-26/2012         | 19/07/2011          | MONTERRAT               | Si                          | 0                          |
| S-43/2012         | 31/10/2011          | NUEVO SIDERAL           | Si                          | 0                          |
| S-10/2013         | 12/07/2012          | ENCARNITA DOUS          | Si                          | 0                          |
| S-05/2013         | 20/11/2012          | NUEVO ELMO              | Si                          | 0                          |
| R-27/2013         | 06/01/2013          | LORE TRES               | Si                          | 0                          |
| S-24/2013         | 21/01/2013          | SEFI G                  | Si                          | 1                          |
| R-26/2013         | 21/02/2013          | RITA CUATRO             | Si                          | 0                          |
| S-42/2013         | 22/04/2013          | HERMANOS POLA           | Si                          | 1                          |
| R-39/2013         | 31/05/2013          | PICA II                 | Si                          | 0                          |
| 12/2014           | 11/12/2013          | VILA DE CARIÑO          | Si                          | 0                          |
| -                 | 13/08/2014          | Auxiliar del GPS BATTLE | No                          | 1                          |
| 11/2015           | 27/10/2014          | ITSASO BERRIA           | Si                          | 1                          |
| 20/2015           | 19/11/2014          | CASILDO                 | Si                          | 0                          |
| 07/2015           | 30/11/2014          | MANUEL                  | Si                          | 0                          |
| 06/2016           | 24/03/2015          | ALBA                    | Si                          | 2                          |
| 26/2015           | 15/05/2015          | NUEVO VANESA            | Si                          | 0                          |
| 25/2015           | 21/06/2015          | O MARESCO               | Si                          | 0                          |
| 24/2015           | 01/07/2015          | SAMARI                  | Si                          | 0                          |
| 09/2016           | 18/05/2015          | CASAL VERDES            | Si                          | 0                          |
| -                 | 29/01/2016          | LÁTIGO                  | Si                          | 2                          |
| -                 | 06/05/2016          | REBECA                  | Si                          | 1                          |



## 5. Recomendaciones de la CIAIM

Ante tal siniestralidad, procede dar amplia difusión a esta recomendación entre las autoridades competentes, organizaciones, entidades, asociaciones profesionales y deportivas, centros de formación marítima, aseguradoras, empresas públicas y privadas del sector pesquero y demás agentes relacionados con la navegación costera, sugiriendo la conveniencia de la elaboración formal, por un organismo competente, de normas de buenas prácticas para situaciones en las que, por falta de previsión o por súbitos cambios del oleaje y de las corrientes, una embarcación deba enfrentarse a un estado de la mar caótico en zonas de poca profundidad. Dichas normas deberán estar siempre presentes en este tipo de embarcaciones y ser de conocimiento público en los sectores de la pesca de bajura y de la navegación de recreo. La decisión de cualquier marinero o particular de enfrentarse deliberadamente a estas peligrosas situaciones no admite ninguna justificación, en cuanto que compromete su propia vida y la de los tripulantes u ocupantes, así como la del personal de salvamento que acuda en su ayuda.

Es importante que el aprendizaje y la práctica de dichas normas se incluyan en todos los cursos de formación de pesca y de navegación deportiva.

En concreto, la CIAIM propone que el capítulo dedicado a Meteorología y Oceanografía, dentro del programa de conocimientos mínimos requeridos para la obtención del título de patrón costero polivalente (RD 36/2014 de 24 de enero que regula las titulaciones profesionales del sector pesquero), contenga una descripción detallada de los fenómenos asociados al asomeramiento del oleaje en zonas de poca profundidad.

Madrid, 16 de junio de 2016

El Presidente de la CIAIM

Jesús Panadero



## ANEXO I. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y PARÁMETROS DEL OLAJE

La correcta comprensión de los boletines de predicción marítima requiere conocer la escala Beaufort de viento y la escala Douglas de estado de la mar. Igualmente, la interpretación de los datos y registros de boyas aconseja familiarizarse con la terminología técnica propia del oleaje:

*Cresta*: zona más alta de una ola.

*Seno*: zona más baja de una ola.

*Altura de ola*: distancia vertical entre el seno y la cresta de la ola.

*Altura significativa*: altura media del tercio de olas más altas del tren de ondas que define un frente de oleaje. Esta altura se corresponde aproximadamente con la altura apreciada por un observador de cierta experiencia y es la altura de referencia para la mar de fondo en los pronósticos de oleaje que difunde la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y para los registros de oleaje de Puertos del Estado.

*Longitud de onda*: Distancia entre dos crestas consecutivas de olas bien formadas. Cuanto mayor es ésta, mayor suele ser el riesgo de accidente o naufragio.

*Período*: tiempo transcurrido entre dos crestas sucesivas de olas bien formadas. Está directamente relacionado con su velocidad de propagación y su longitud de onda y, en primera aproximación, se mantiene constante durante toda la propagación de un tren de olas.

*Dirección media de propagación*: media de las direcciones de procedencia del oleaje. Como cada frente de oleaje tiende a alinearse con la profundidad del fondo, si su incidencia es oblicua, suele experimentar una refracción cambiando su dirección de avance y también su altura. Esta es la dirección referida en los registros y pronósticos de mar de fondo. La dirección correspondiente a la mar de viento se asume idéntica a la del viento.

*Pendiente o peralte*: Relación o cociente entre la altura de ola y su longitud de onda; dicho de otro modo, inclinación o peralte de los perfiles de las olas individuales.

*Rompiente*: Proceso turbulento de ruptura de una ola, con arrastre de agua y abundante espuma. En aguas poco profundas, se puede producir la rompiente *por fondo* o *por forma*.

- La *rotura por fondo* guarda relación con la magnitud de la altura de ola respecto a la profundidad a la que se encuentra, pudiéndose considerar que comienza cuando la altura llega a ser un 80% del valor de la profundidad.
- La *rotura por forma*, es consecuencia de la pérdida de estabilidad de la onda producida por la reducción de la longitud de onda al disminuir la profundidad y el aumento de su altura provocado, fundamentalmente, por asomeramiento. Este tipo de rotura es más violento que el producido por limitación de fondo y es el que predomina en este tipo de accidentes, todos ellos ocurridos en zonas de poca profundidad y con mar de fondo de cierta intensidad.



## ANEXO II. MEDIOS DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA Y MARÍTIMA

### Pronósticos marítimos costeros:

La siguiente figura muestra las zonas marítimas costeras para las que la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) prepara diariamente pronósticos meteorológicos y marítimos, así como avisos ante posibles fenómenos adversos en todas las costas españolas.



Estos pronósticos costeros se difunden periódica y regularmente:

- A través de radio por los 19 Centros de Coordinación de Salvamento Marítimo de SASEMAR según los horarios y canales publicados en la *Guía de Meteorología Marítima*:  
[http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/maritima/guia\\_maritima.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/maritima/guia_maritima.pdf)
- Permanentemente actualizados en internet:  
<http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/maritima>

### Pronósticos de playas:

Las condiciones meteorológicas y marítimas previstas en las playas peninsulares e insulares pueden consultarse en <http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/playas>

### Estado de la mar observado y previsto:

La información sobre el oleaje registrado y previsto en las zonas litorales españolas está disponible en el portal de Puertos del Estado, donde es posible consultar los datos horarios, tanto en tiempo real como históricos, de oleaje y también de corrientes registrados por la red de boyas de medición de oleaje, así como los pronósticos hasta un plazo de 72 horas:

<http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>