



Ministerio de Fomento

DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE

**Comisión Permanente de Investigación
de Siniestros Marítimos**

INFORME DE ACCIDENTE MARÍTIMO

**INFORME SOBRE EL NAUFRAGIO DEL BUQUE
“PORTLAND”
ENTRE LAS ISLAS DE TENERIFE Y GRAN CANARIA
el día 25 de mayo de 2006**



ADVERTENCIA

El presente informe ha sido elaborado por la Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos, regulada por la Orden Ministerial de 17 de mayo de 2001.

De conformidad con lo señalado en el artículo 3 de la citada Orden Ministerial y en la Resolución núm.849 (20) de la Asamblea de la Organización Marítima Internacional, el presente informe es un documento de carácter técnico que refleja las conclusiones de la Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos en relación con las circunstancias en que se produjo el accidente objeto de la investigación, sus causas y sus consecuencias, sin que se haya dirigido a la declaración o limitación de derechos ni de responsabilidades personales o pecuniarias.

Esta investigación, al tener un carácter exclusivamente técnico, su conducción ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de futuros accidentes.

Por tanto, la utilización de los resultados de la investigación, con una finalidad distinta a la descrita, queda condicionada en todo caso a las premisas anteriormente expresadas, por lo que no debe prejuzgar los resultados obtenidos de cualquier otro expediente que, en relación con el accidente, pudiera ser incoado con arreglo a lo previsto en la legislación en vigor.

SINOPSIS

El día 25 de mayo de 2006 el buque "Portland", de bandera panameña, naufragó poco después de salir de Santa Cruz de Tenerife con destino a Las Palmas de Gran Canaria transportando un cargamento de cemento a granel, después de que tras un fuerte balance a estribor sin recuperar del todo su posición de adrizamiento, diese un nuevo balance a la misma banda y quedase totalmente tumbado, hundiéndose. Como consecuencia del accidente falleció el 1^{er} Oficial de Puente y se dio por desaparecido al 3^{er} Oficial de Máquinas.

La Comisión ha determinado que el vuelco del buque –y su inmediato hundimiento– fue debido a la pérdida de estabilidad ocasionada por el corrimiento de la carga que transportaba.



INDICE

	<i><u>Página</u></i>
1 INTRODUCCIÓN	4
1.1 Características del buque “Portland”	4
1.2 Antecedentes	5
1.3 Descripción del Suceso	5
1.4 Acaecimientos posteriores	6
1.5 Tripulación y Titulaciones	7
1.6 Meteorología	8
1.7 Contaminación Marina	19
2 ANÁLISIS	20
2.1 Documentación Considerada	20
2.2 Reforma del buque	20
2.3 Historial de incidencias	22
2.4 Condición de carga a la salida	24
2.5 Consideraciones a tener en cuenta respecto a la estiba de cemento en el “Portland”.	25
2.6 Tiempo de asentamiento en el buque “Portland”	29
2.7 Estabilidad	29
3 CONSIDERACIONES FINALES	38
4 CONCLUSIONES	41
4.1 Hechos	41
4.2 Causas	42
5 RECOMENDACIONES	43
6 GLOSARIO DE TÉRMINOS NÁUTICOS	44



1. INTRODUCCIÓN.

El día 25 de mayo de 2006 el buque cementero “Portland”, de bandera de Panamá, después de completar la carga de 2.720 toneladas métricas de cemento a granel, efectuó su salida del puerto de Santa Cruz de Tenerife con 11 tripulantes a bordo y destino al puerto de Las Palmas de Gran Canaria, desembarcando el Práctico de puerto una vez fuera de puntas, a las 12^h19^m hora local¹,

En la zona y momento aproximados del siniestro, el viento era del NE¼N de 20 nudos (fuerza 5 de la escala de Beaufort), con mar de viento de la misma dirección y mar de fondo de 2’5 a 3 metros.

1.1 Características del buque “Portland”

Tipo:	Cementero neumático.
Nº OMI:	7702968.
Bandera:	Panamá.
Señal Distintiva:	3EDG7.
Año de Construcción:	1978.
Eslora total:	74’85 metros.
Manga:	11’90 metros.
GT:	1.890.
Viaje:	Santa Cruz de Tenerife → Las Palmas de Gran Canaria.
Cargamento:	2.720 Tm de cemento a granel.
Armador:	U-Ming Marine Transport (Singapur) Prte Ltd.
Sociedad de Clasificación:	Hellenic Register of Shipping.
Potencia Motor:	1.707 kW.



Foto 1: Buque Portland

¹ Salvo que se indique otra cosa, las referencias horarias del presente informe son hora local de las islas Canarias.



1.2 Antecedentes.

Con anterioridad al accidente, el buque había realizado diez viajes sucesivos entre Santa Cruz de Tenerife (puerto de carga) y Las Palmas de Gran Canaria (puerto de descarga).

1.3 Descripción del suceso.

Después de completar la carga de 2.720 Tm de cemento (fin operaciones a las 11^h00^m del día 25 de mayo de 2006), el buque salió del puerto de Santa Cruz de Tenerife, con destino al puerto de Las Palmas de Gran Canaria, con un calado medio de 5'80 m., desembarcando el Práctico una vez fuera de puntas, a las 12^h19^m. Puso rumbo directo a La Isleta (Rv = 108°) para proceder al puerto de Las Palmas de Gran Canaria, situado a una distancia de 65 millas de Santa Cruz de Tenerife. La hora de llegada prevista a Las Palmas (E.T.A.) era a las 21^h00^m del mismo día.

Se esperaba invertir en el viaje un tiempo de 8^h30^m, como en viajes anteriores, a una velocidad media de unos 7'5 nudos.

No se efectuó ninguna comunicación del buque con el exterior desde su salida a la mar.

El movimiento del buque antes del vuelco era el normal teniendo en cuenta el estado de la mar, con balances, según las apreciaciones de los tripulantes, de 5° a 7°. No se apreciaron sonidos, vibraciones o golpes extraños, ni olas anormalmente grandes. Hacia las 14^h30^m aproximadamente, el buque dio un fuerte balance a estribor, de unos 10° de amplitud, tras el cual no recuperó completamente la posición de adrizamiento, quedando unos 3° o 4° escorado a la misma banda. Un minuto o minuto y medio después, el buque dio un segundo balance a estribor, del que no se recuperó, quedando totalmente tumbado a la citada banda (escorado 90° a estribor), hundiéndose entre 40^m y 60^m más tarde (hacia las 15^h30^m). Fue hundiéndose poco a poco, sumergiendo primero la parte de proa.

La última posición del buque registrada mediante el sistema AIS, que figura en los CCS de Tenerife y Las Palmas es lat. 28°25'7N y Long. 016°03'6W.

La Radiobaliza de localización de siniestros iba estibada en la parte de estribor, entre la cubierta del puente y la cubierta de botes. En esta misma cubierta iban estibadas dos balsas salvavidas inflables, una a cada banda. Las dos balsas salvavidas se dispararon después de que la mayoría de los tripulantes estuvieran a flote, a bordo del bote de rescate.

En el bote de rescate se encontraban un total de seis personas, y del agua recogieron a dos más, con un aro salvavidas. Ninguno de ellos llevaba puesto chaleco salvavidas y sus únicas vestimentas era la ropa interior. El bote de rescate derivaba a unos 3 ó 4 nudos de velocidad. Tras arrancar el motor del bote de rescate, alcanzaron las balsas salvavidas, que unieron con cabos, junto con el bote. En una de ellas se encontraba el último tripulante, con



un chaleco salvavidas puesto. Recolectaron en una balsa las provisiones contenidas en ambas y 6 ayudas térmicas (3 de cada balsa) y se introdujeron todos en ella (9 tripulantes en total), en donde permanecieron hasta que fueron rescatados a las 09^h07^m del día siguiente.

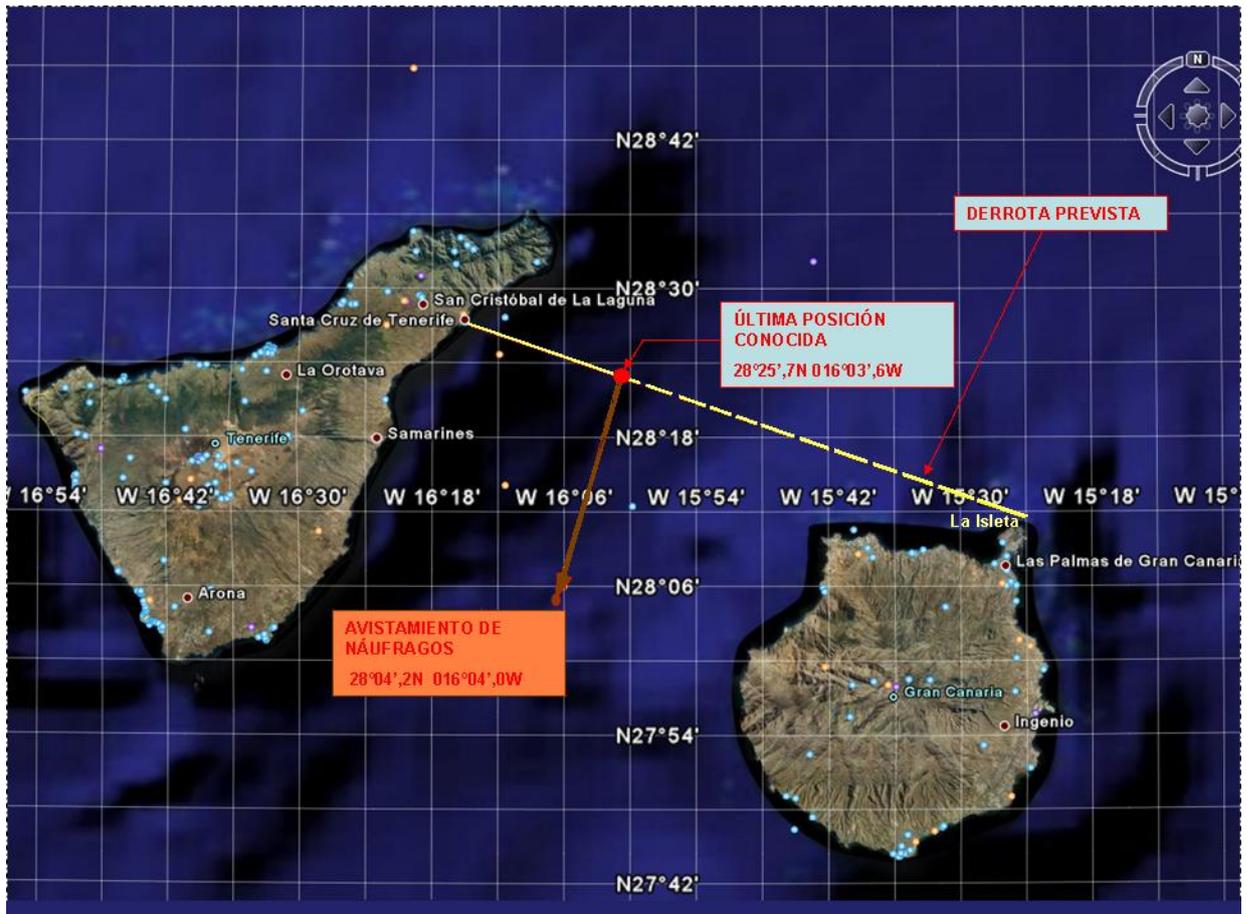


Gráfico 1: Localización de la zona del naufragio y derrota prevista

1.4 Acaecimientos posteriores al accidente

A las 22^h15^m se recibieron dos llamadas en el CCS de Tenerife, la primera procedente de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife y la segunda procedente del CCS de Las Palmas, comunicando que el consignatario del buque “Portland” en Las Palmas no tenía noticias del mismo a pesar de haber transcurrido 10 horas desde la salida del buque de Santa Cruz. A continuación se efectuaron llamadas al buque por VHF, por onda media y mediante el sistema de “Llamada Selectiva Digital” sin obtener respuesta. Se emitió aviso a todos los buques mediante el sistema “Navtex” y se comunicó por radiotelefonía con varios buques que transitaban la zona, sin obtener noticias sobre el “Portland”.



A las 06^h15^m del día 26 se movilizó al avión de salvamento “*Serviola Uno*”, que despegó a las 07^h10^m. Se inició la operación de búsqueda, en la que intervinieron, además del medio citado, los buques de salvamento “*Punta Salinas*” y “*Punta Tarifa*”, el helicóptero de salvamento “*Helimer Canarias*”, la embarcación de intervención rápida “*Salvamar Tenerife*” y un avión del Servicio Aéreo de Rescate (SAR) de las fuerzas aéreas. A las 08^h49^m el H/S “*Helimer Canarias*” comunicó el avistamiento de dos balsas salvavidas con personas a bordo en lat. 28°04’2N y Long. 016°17’0W, procediendo a su salvamento. A las 09^h07^m el helicóptero había rescatado a las 9 personas que las ocupaban, quedando 2 tripulantes desaparecidos (el 1^{er} Oficial de Puente y el 3^{er} Oficial de Máquinas).

Continuaron las operaciones de búsqueda de los dos desaparecidos, con diversos medios marítimos y aéreos, emisión de radioavisos náuticos y mensajes a buques en la zona. Durante las horas siguientes aparecieron diversos restos del naufragio (chalecos, balsas, bidones, etc).

A las 16^h10^m del día 27 se recuperó el cadáver del 1^{er} Oficial del buque en la escollera del Puerto de Güímar (isla de Tenerife).

El día 12 de junio, a las 12^h00^m, ante la falta de noticias del desaparecido 3^{er} Oficial de Máquinas, finalizaron las operaciones de búsqueda.

1.5 Tripulación y Titulaciones

El Capitán del “*Portland*” había embarcado en el buque el día 21 de mayo, antes del comienzo del viaje nº 10, realizando este viaje completo junto con el Capitán saliente. Después de siete años de experiencia como Oficial en este tipo de buques era su primer contrato como Capitán. En el viaje siguiente, el nº 11, el primero de su mando, el buque se hundió.

En el puente de gobierno las guardias eran de 6 horas de duración cada una, turnándose el Capitán y el 1^{er} Oficial (el Capitán montaba guardia desde las 06^h00^m hasta las 12^h00^m y desde las 18^h00^m hasta las 24^h00^m, mientras que el 1^{er} Oficial lo hacía desde las 00^h00^m hasta las 06^h00^m y desde las 12^h00^m hasta las 18^h00^m). En puerto, el Capitán se encargaba de todas las operaciones de descarga, y el 1^{er} Oficial de las de carga. En las maniobras de entrada y salida de puerto, ambos estaban operativos.

Todos los tripulantes cumplían con las exigencias del Convenio Internacional sobre Formación, Titulación y Guardia para de Gente de Mar (*STCW International Convention*), y el número de tripulantes, titulación y cargo a bordo eran conformes con el documento “Tripulación Mínima de Seguridad” (*Minimum Safe Manning*) del buque.



1.6 Meteorología

La previsión meteorológica elaborada por el Instituto Nacional de Meteorología para el día 25 de mayo de 2006 anunciaba, para el canal Anaga-Agaete, vientos del NE de fuerza 5 a 7 de la escala de Beaufort (ocasionalmente fuerza 8), amainando a NE fuerza 5 a 6, y fuerte marejada con áreas de mar gruesa, principalmente durante las primeras horas del día 25, y mar de fondo del N de 2 a 3 metros.

1.6.1 Estudio detallado del oleaje

La información analizada y su localización se recogen en el gráfico 2 en la que se incluye la posición del buque en el momento del siniestro.

Con objeto de obtener una idea general de la situación climática el día del accidente, se han elaborado, unos gráficos que muestran la evolución continua de los parámetros de oleaje, y en su caso viento, en el entorno próximo al lugar y hora del siniestro. Dicha evolución se recoge en los gráficos siguientes, tanto para las medidas de oleaje y viento como para los oleajes y vientos significativos. Las muestras más representativas de la incidencia se indican en todas las gráficas.

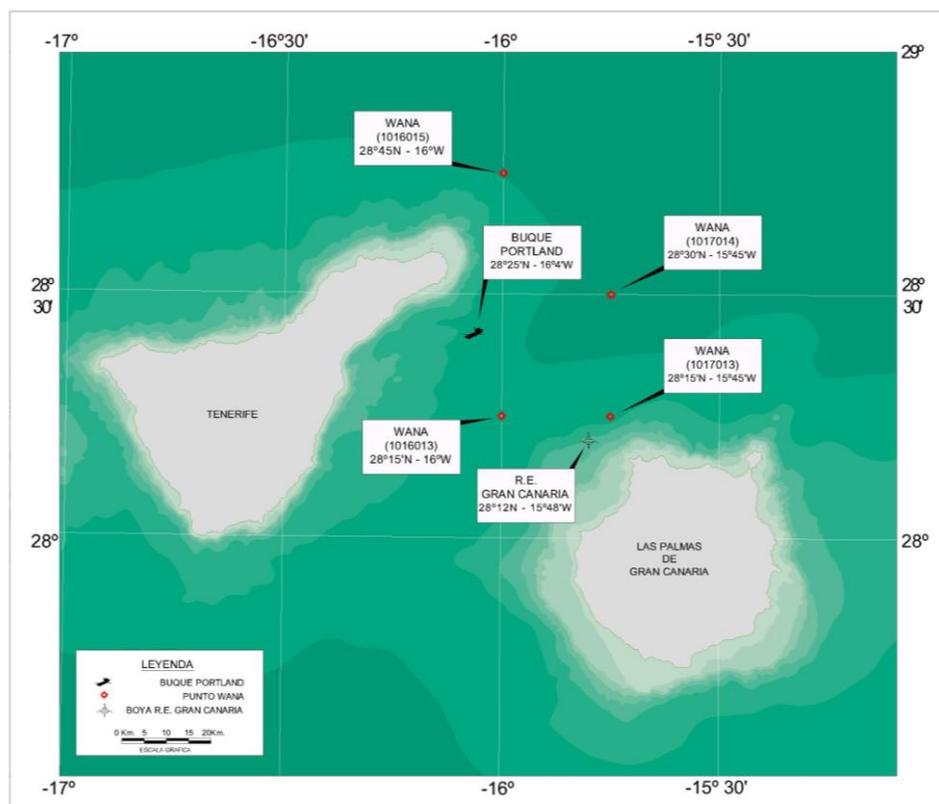


Gráfico 2: Localización de la información analizada.



a) Información registrada

La evolución temporal de cada uno de los parámetros registrados en el transcurso del accidente en el punto de la RE de Gran Canaria, situado al oeste de la Isla y al SSE de la posición del buque, se recogen en los gráficos 3, 4, 5 y 6 para el oleaje y 7 y 8 para el viento. En dichas figuras se ha destacado con trama los instantes representativos en los que, por la posición del equipo de medida con relación al buque y la dirección del frente en el transcurso de la incidencia pueden considerarse más representativos.

Con relación al comportamiento del oleaje, referido en términos de los parámetros representativos del contenido total de energía de los estados de mar que acaecieron en el día del accidente (oleaje compuesto), gráficos 3, 4 y 5, no cabe destacar variación significativa ni de altura de ola ni de los periodos medios y de pico, manteniéndose la dirección de procedencia del frente en torno al NNE.

Por lo que respecta al viento (gráficos 7 y 8), la variación de intensidad es poco significativa pero la dirección vira en poco tiempo más de 30°.

Los valores medios de la información registrada por el equipo de medida en el periodo de tiempo próximo al accidente se recogen en la tabla 1, señalándose en negrita los instantes más representativos.

b) Resultados numéricos (puntos WANA)

El análisis de la información suministrada que hace distinción entre el oleaje de viento y fondo asociados a los estados de mar objeto de estudio (gráficos 9 a 19), permite obtener una idea más clara de la posible causa de la incidencia que la que se extrae en términos del oleaje compuesto.

En este caso, la variación de los parámetros del oleaje compuesto tampoco es significativa. Sin embargo, la descomposición del contenido total de energía en el oleaje de fondo y viento sí refleja una drástica variación, pasando de las altas (bajas) a las bajas (altos) frecuencias (periodos) en el instante del accidente.

En lo referente al periodo medio, el asociado al oleaje compuesto aumenta y viceversa en el asociado exclusivamente a la parte del frente de baja frecuencia (oleaje de fondo). Esta variación opuesta obedece al cambio del predominio del oleaje de viento al oleaje de fondo. La dirección media de todo el espectro prácticamente no varía, desapareciendo prácticamente la contribución del mar de viento y aumentando la del mar de fondo que experimenta un cambio de dirección de unos 40°.

Asociado a estos cambios se produce una disminución de la intensidad del viento (\approx 4m/s) y la dirección del viento vira, aproximadamente, 22°.



Año	Mes	Día	Hora	Hs(m)	Tm02(s)	Tp(s)	Dmd OL(°)	Vv md (m/s)	Dv md VI(°)
2006	5	24	15	2,8	7,7	11,1	38	10,1	37
2006	5	24	16	3	8	10,9	30	9,6	51
2006	5	24	17	3,2	7,8	12,5	33	10,8	31
2006	5	24	18	3	7,8	12,1	32	10,8	37
2006	5	24	19	2,8	7,7	13,3	32	9,1	39
2006	5	24	20	2,9	7,8	11,7	34	10,3	28
2006	5	24	21	3	7,8	11,7	38	9,1	28
2006	5	24	22	2,9	7,8	12,5	34	9,8	31
2006	5	24	23	2,9	8,1	12,3	32	9,1	23
2006	5	25	0	2,8	7,8	11,7	31	10,1	25
2006	5	25	1	3,2	8,3	11,7	31	9,6	42
2006	5	25	2	2,9	7,3	11,7	36	9,1	34
2006	5	25	3	2,8	7,7	10,7	30	8,9	31
2006	5	25	4	2,8	7,7	11,1	33	8,4	51
2006	5	25	5	2,9	7,8	12,1	33	8,9	20
2006	5	25	6	2,6	7,7	11,5	36	8,9	34
2006	5	25	7	2,8	7,7	12,7	31	9,4	28
2006	5	25	8	3	8,1	11,7	30	9,4	17
2006	5	25	9	2,8	7,7	12,3	32	9,1	25
2006	5	25	10	2,7	7,7	12,7	28	8	48
2006	5	25	11	2,8	8,3	11,7	26	8	76
2006	5	25	12	2,9	8,1	11,3	24	8,2	31
2006	5	25	13	3,2	8,3	10,9	26	7,7	53
2006	5	25	14	3	8,3	11,5	27	8	34
2006	5	25	15	2,7	7,7	10,7	30	7,3	23
2006	5	25	16	2,6	7,7	10,9	28	8,2	20
2006	5	25	17	2,6	7,7	11,7	23	7,7	51
2006	5	25	18	2,8	8,1	12,3	21	7,7	37
2006	5	25	19	2,6	7,5	12,9	24	7,7	14
2006	5	25	20	2,6	7,7	12,3	27	8	6
2006	5	25	21	2,8	7,8	12,1	33	8,4	28
2006	5	25	22	2,7	7,8	11,9	26	7,3	37
2006	5	25	23	2,5	7,8	12,1	26	8	31
2006	5	26	0	2,7	8	12,1	26	8	59
2006	5	26	1	2,8	8,1	12,1	22	5,6	39
2006	5	26	2	2,6	7,8	11,1	24	8,4	31
2006	5	26	3	2,7	7,7	11,9	29	8,4	31
2006	5	26	4	2,7	7,8	11,7	26	8,4	28
2006	5	26	5	2,5	7,3	10,7	25	8,2	11
2006	5	26	6	2,6	7,5	12,3	30	8,9	48
2006	5	26	7	3	8	12,1	35	9,1	31
2006	5	26	8	2,7	7,7	12,1	30	8,7	28
2006	5	26	9	2,9	8,1	12,9	28	7,7	17
2006	5	26	10	2,6	7,8	11,7	27	6,8	0
2006	5	26	11	2,7	8	11,3	24	4,7	31
2006	5	26	12	2,6	8,1	11,7	22	7	37
2006	5	26	13	2,5	7,8	11,3	29	7,5	20
2006	5	26	14	2,7	8,4	12,1	27	7,5	17
2006	5	26	15	2,8	8,4	12,1	30	6,8	6

Tabla 1: Evolución horaria del campo de oleaje registrado por la boya de la RE de Gran Canaria

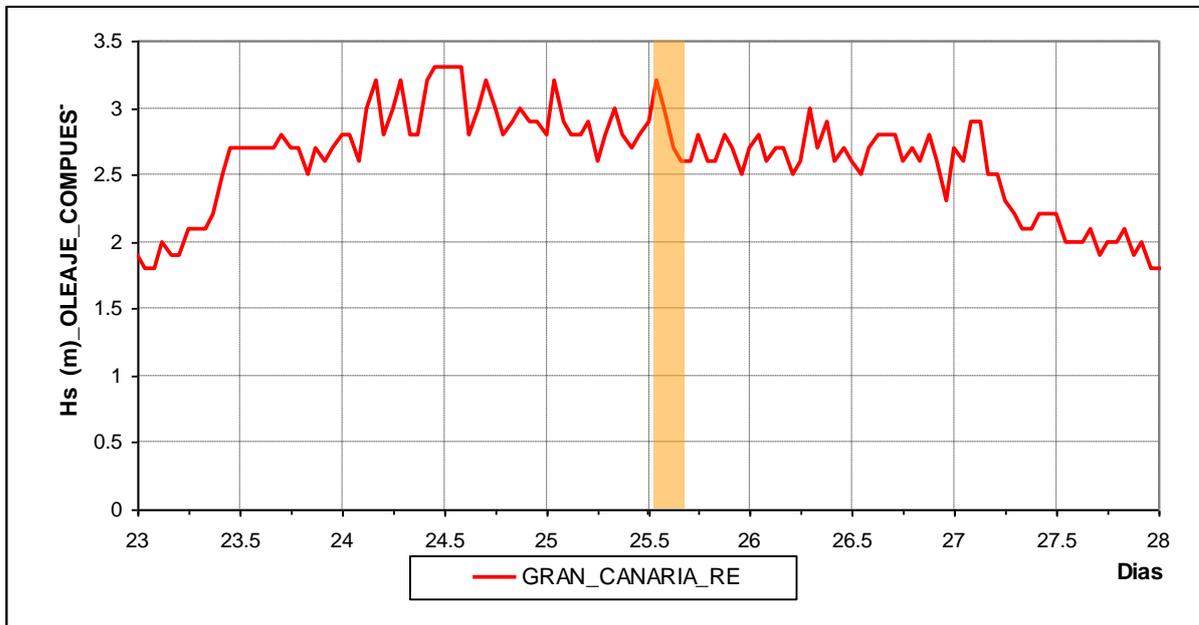


Gráfico 3: Evolucion de la altura de ola significativa espectral H_s (m) registrado por la boya de la red exterior de medida de oleaje de Gran Canaria. Mayo 2006.

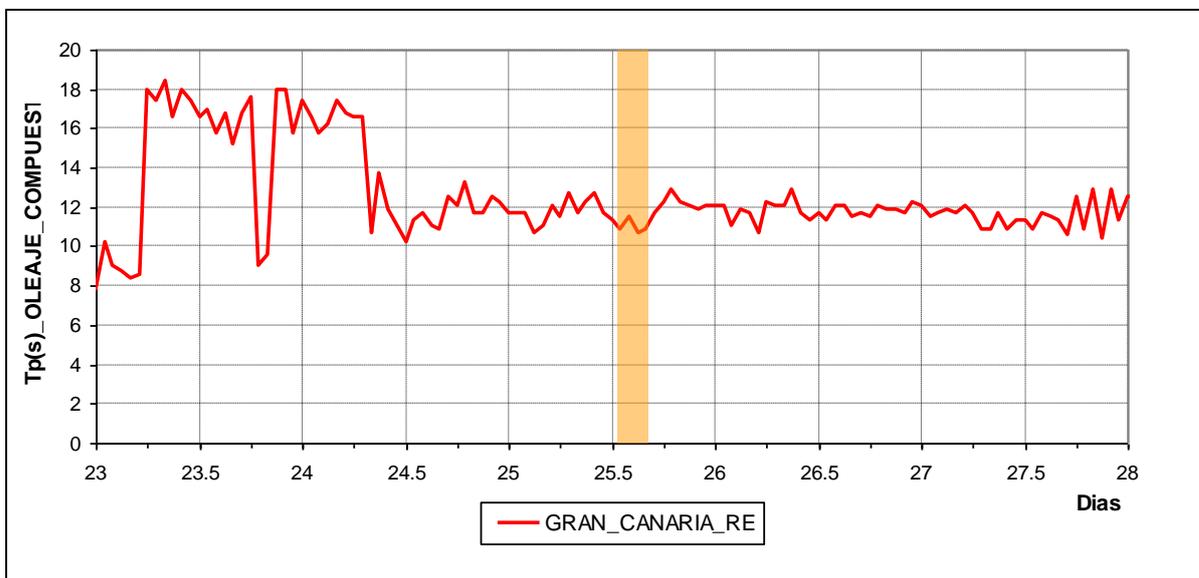


Gráfico 4: Evolucion del periodo de pico T_p (s) registrado por la boya de la red exterior de medida de oleaje de Gran Canaria. Mayo 2006.

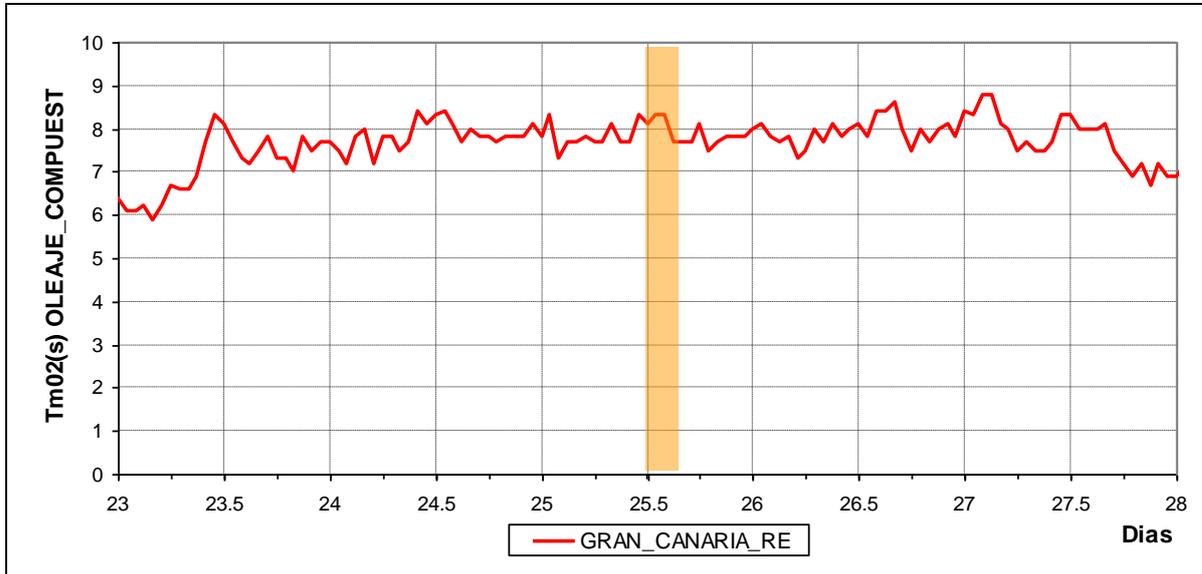


Gráfico 5: Evolucion del periodo medio espectral T_{m02} registrado por la boya de la red exterior de medida de oleaje de Gran Canaria. Mayo 2006.

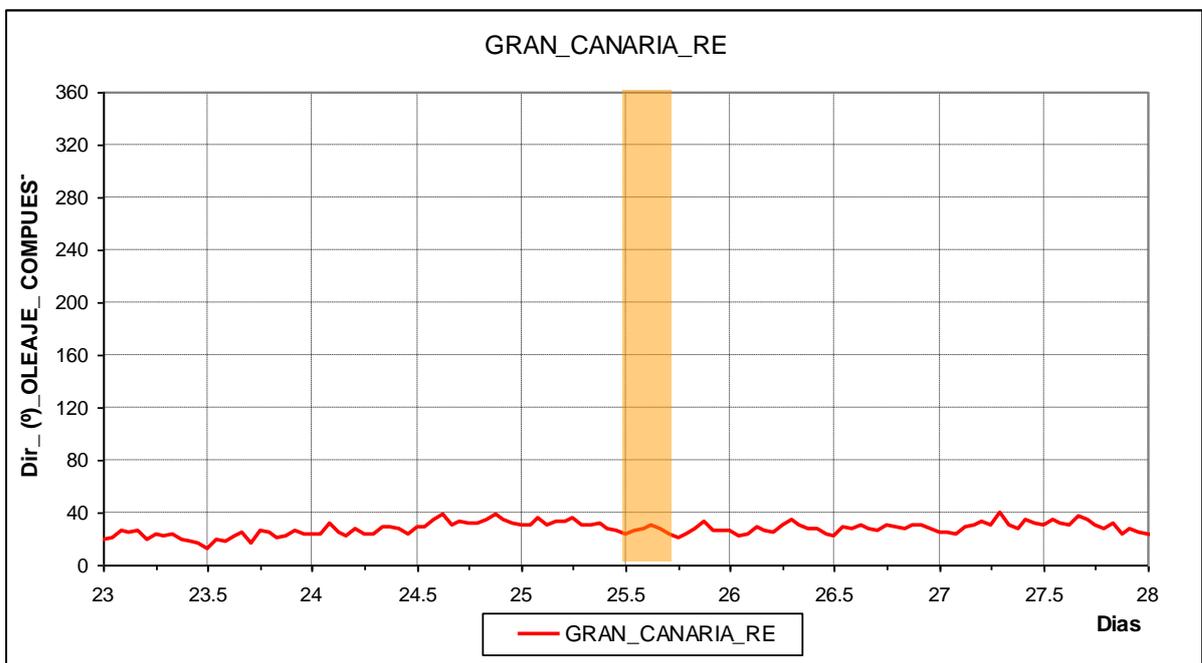


Gráfico 6: Evolucion de la dirección del oleaje $Dir(^{\circ})$ registrado por la boya de la red exterior de medida de oleaje de Gran Canaria. Mayo 2006.

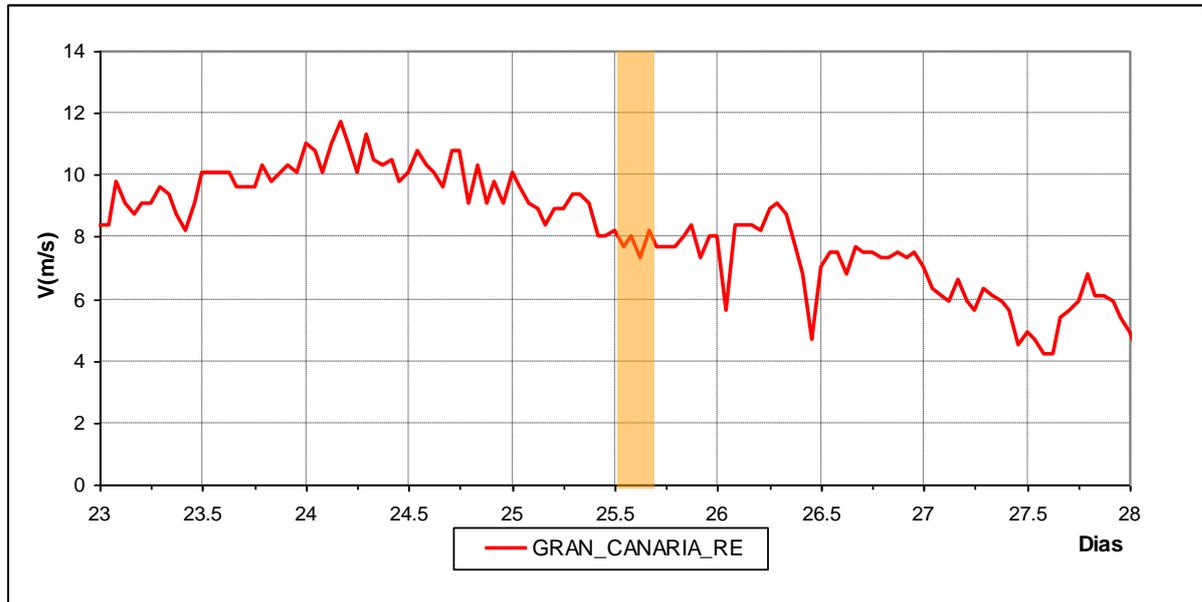


Gráfico 7: Evolucion de la velocidad del viento registrado por la boya de la red exterior de medida de oleaje de Gran Canaria. Mayo 2006.

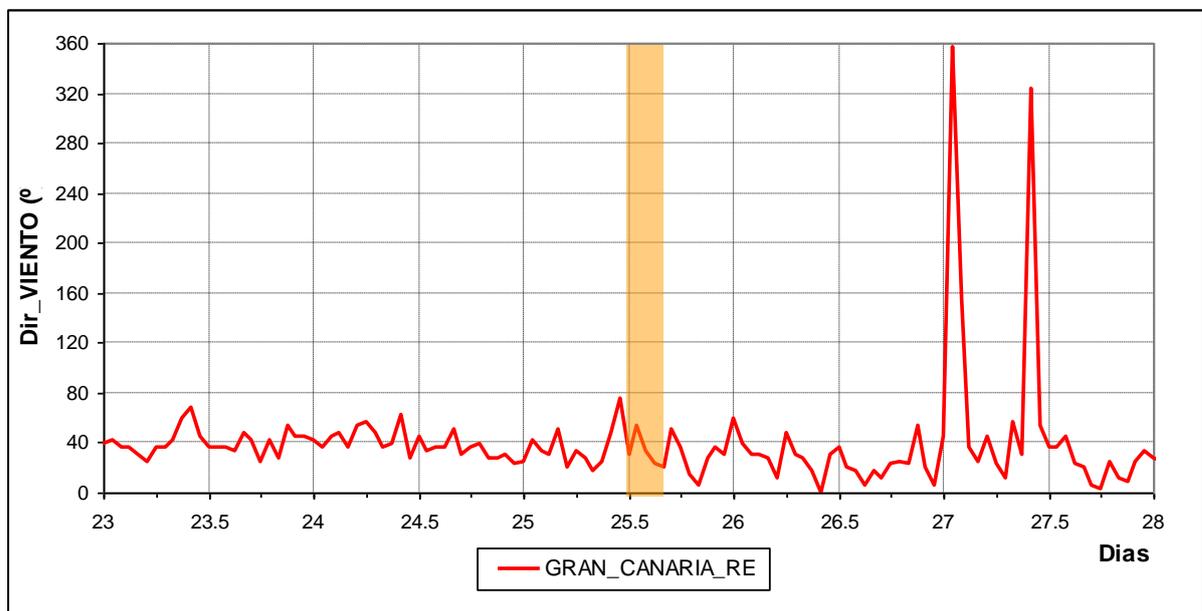


Gráfico 8: Evolucion de la dirección del viento registrado por la boya de la red exterior de medida de oleaje de Gran Canaria. Mayo 2006.

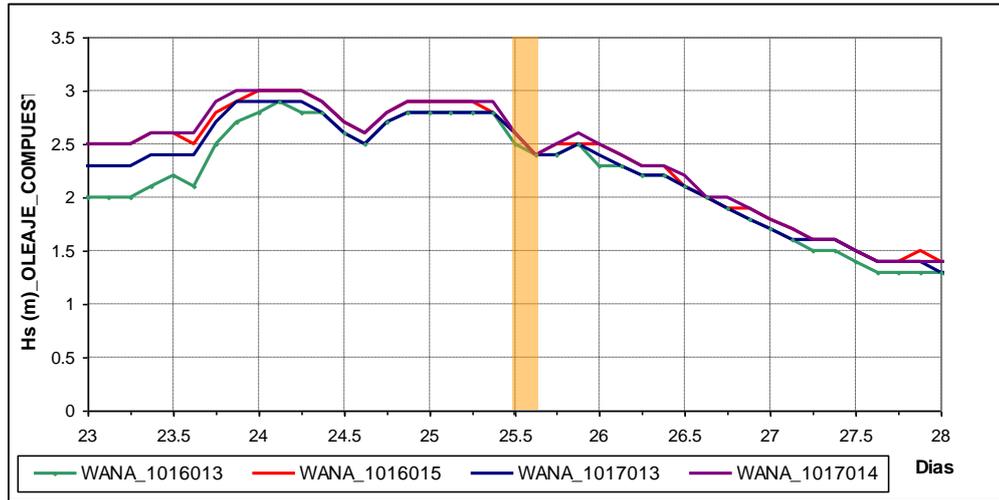


Gráfico 9: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
H_s (m) Oleaje compuesto

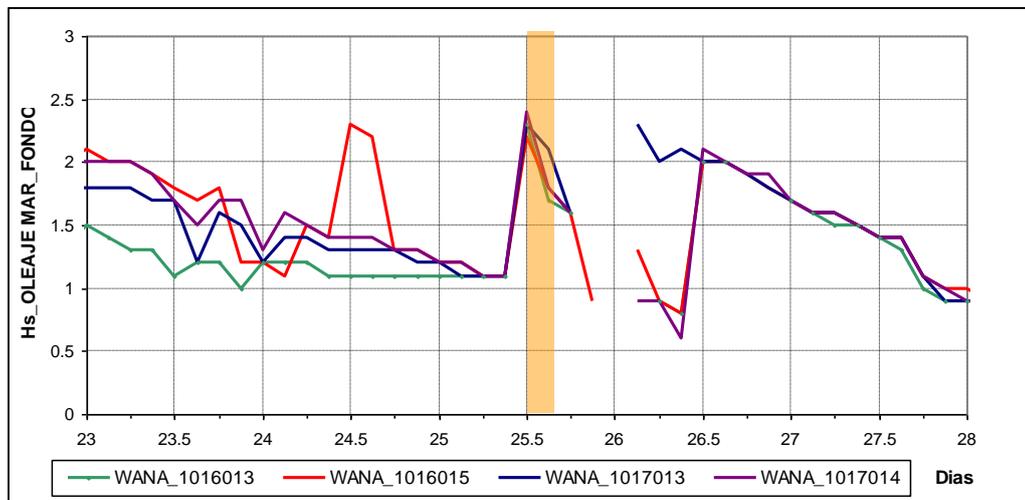


Gráfico 10: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
H_s (m) Mar de fondo

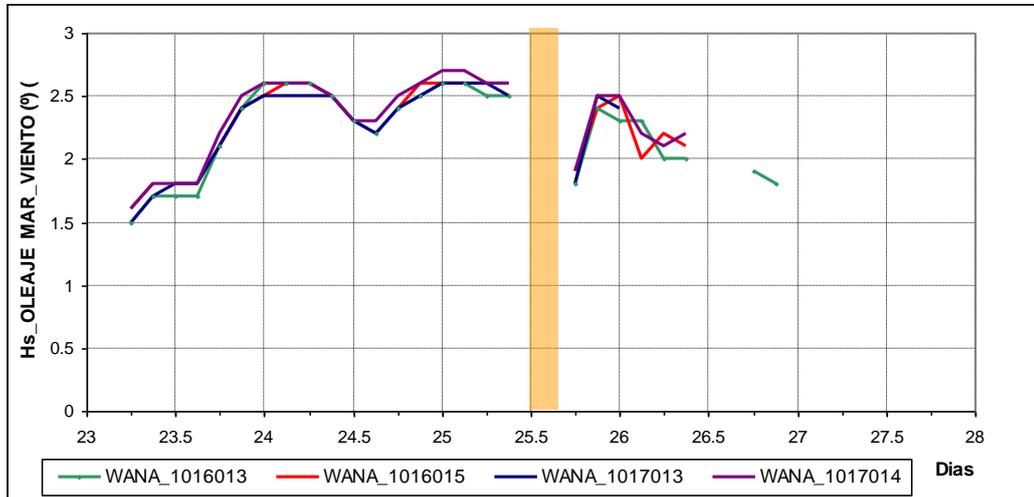


Gráfico 11: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
 H_s (m) Oleaje viento

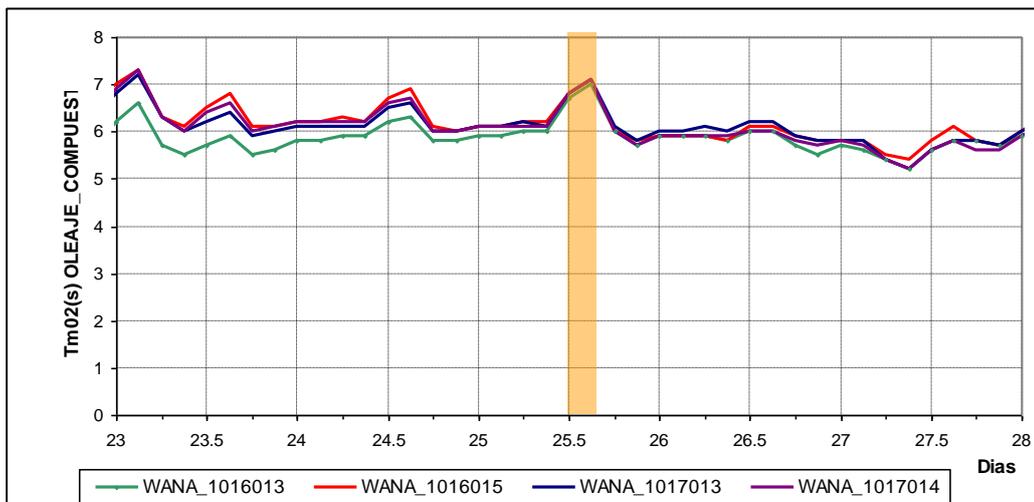


Gráfico 12: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
 T_{m02} Oleaje compuesto

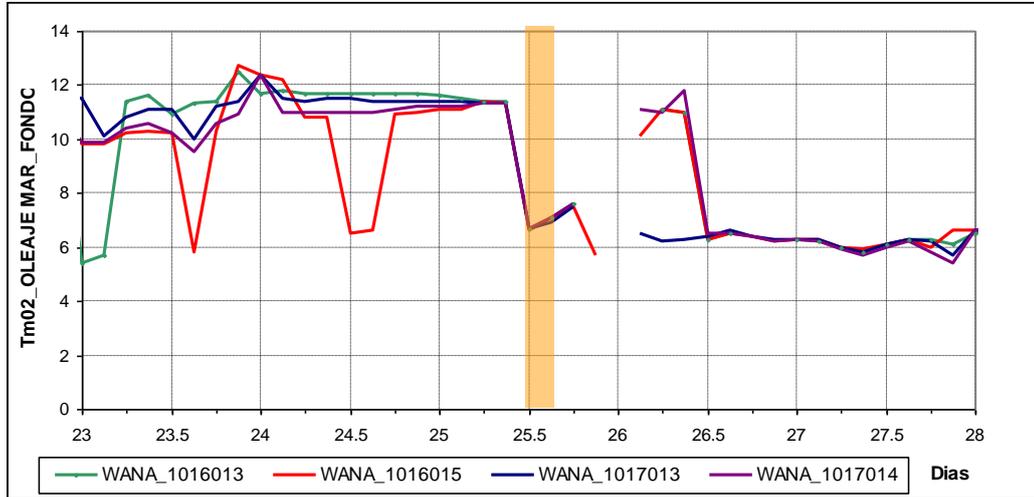


Gráfico 13: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
 T_{m02} Mar de fondo

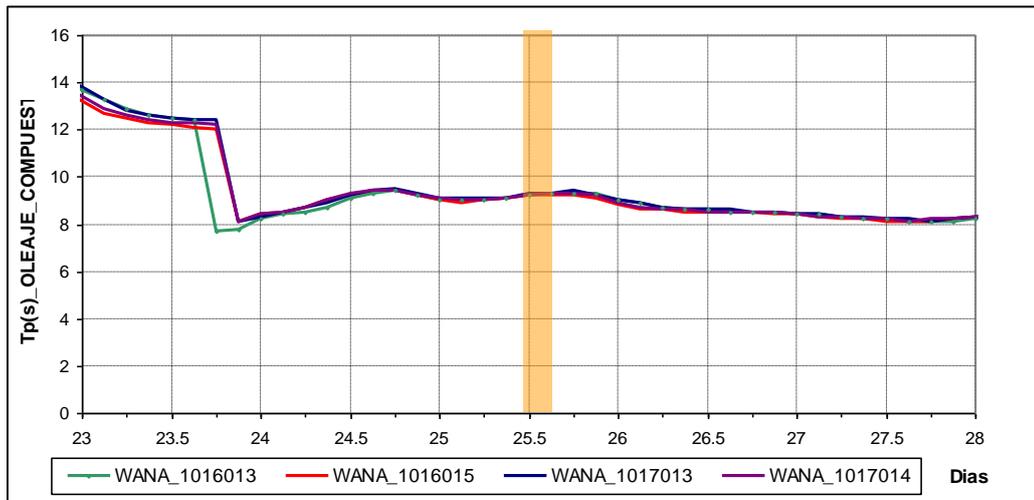


Gráfico 14: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
 T_p Oleaje compuesto

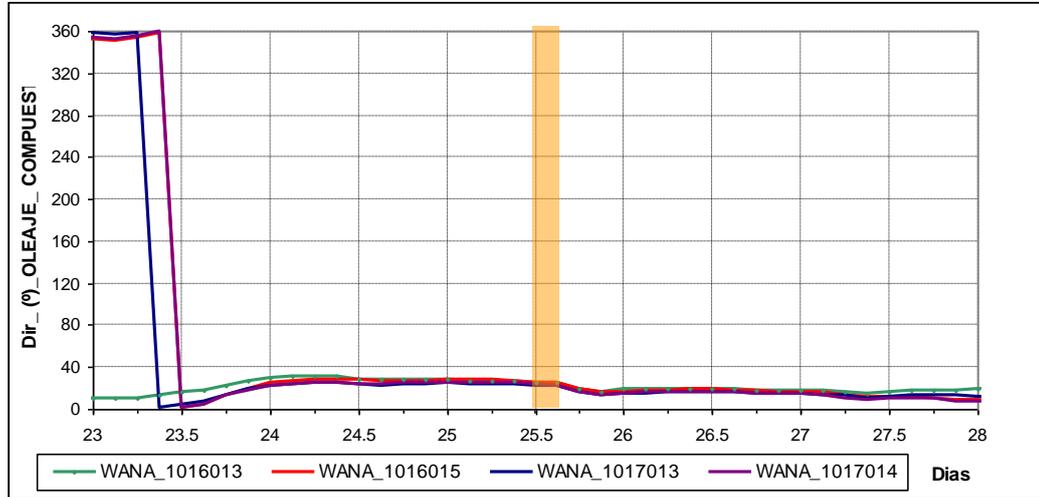


Gráfico 15: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
Dir (°) Oleaje compuesto

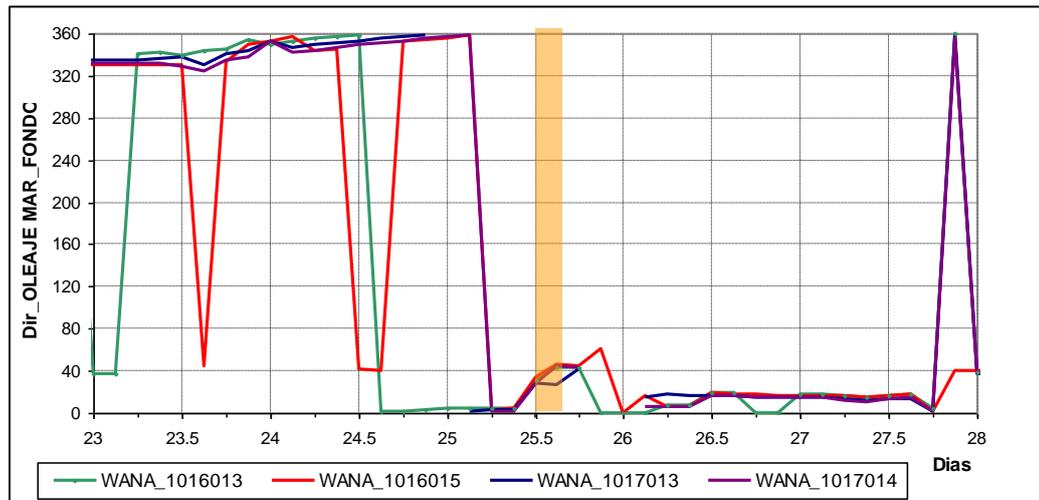


Gráfico 16: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
Dir (°) Mar de fondo

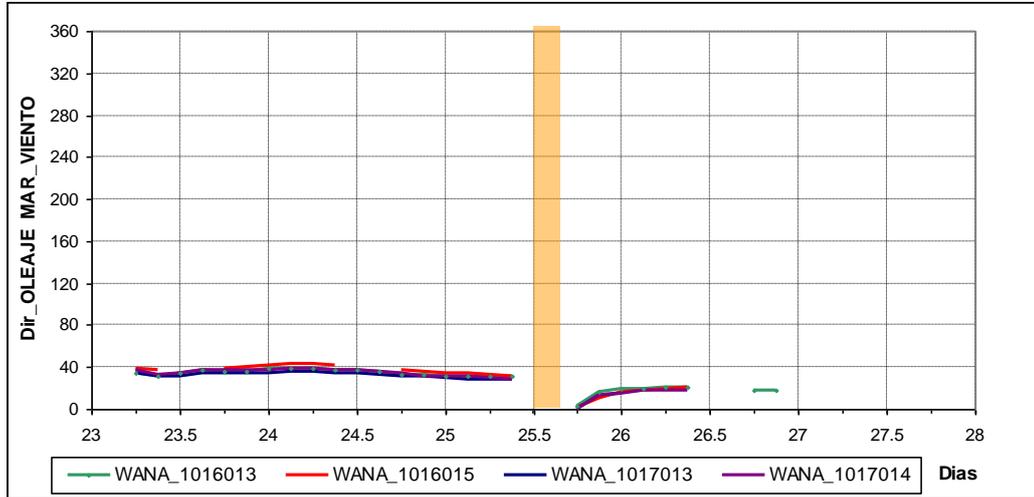


Gráfico 17: Evolucion de los oleajes sinteticos en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
Dir (°) Oleaje viento

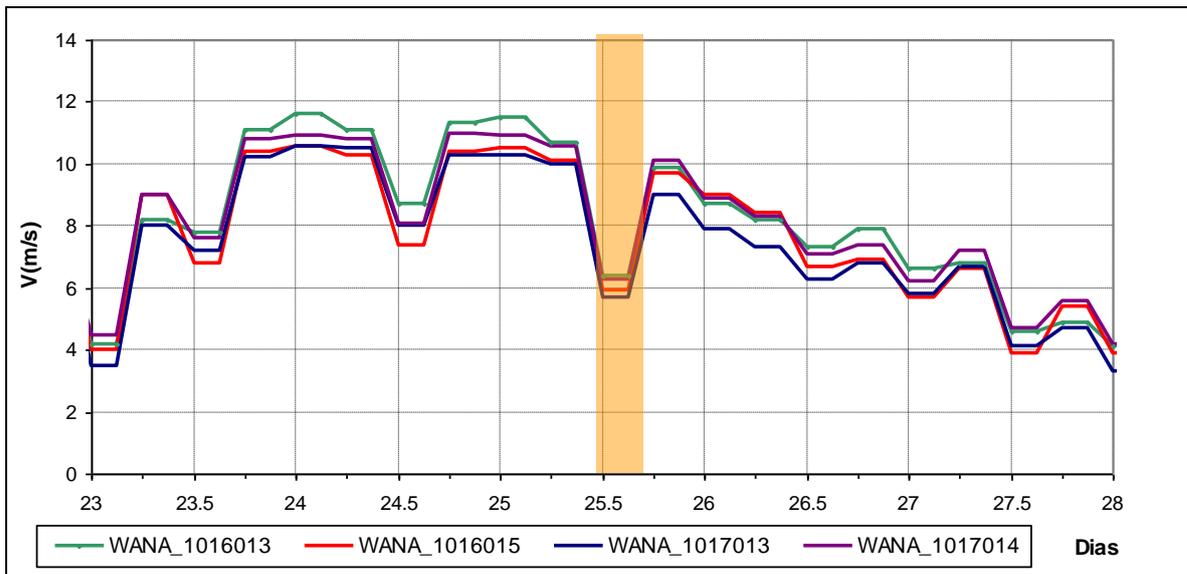


Gráfico 18: Evolucion del viento en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
Velocidad (m/s)

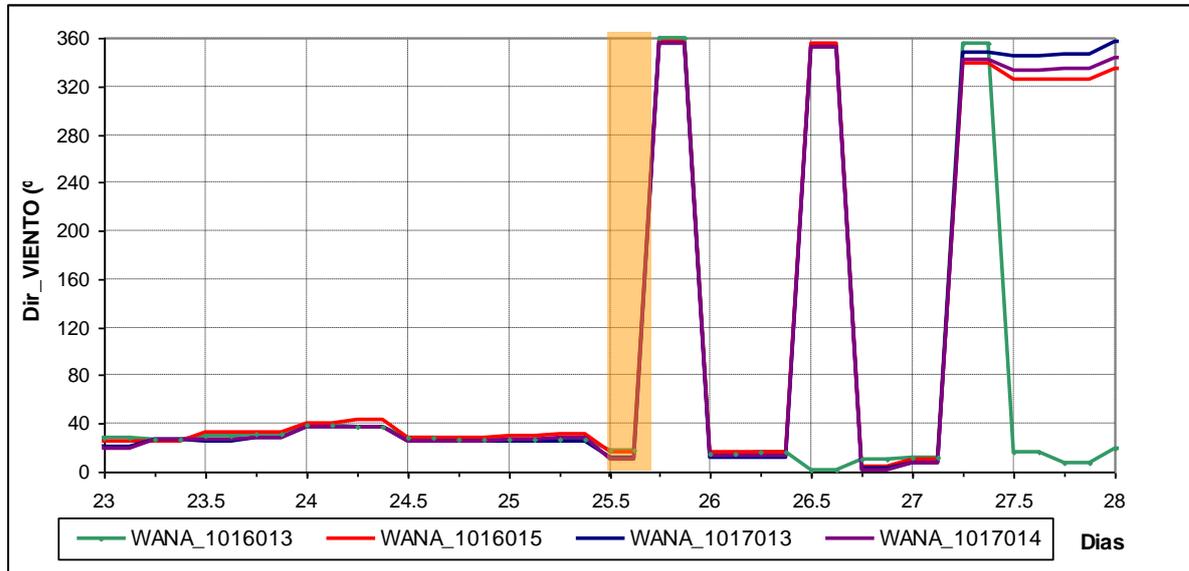


Gráfico 19: Evolucion del viento en los puntos de malla WANA. (Mayo 2006)
Dirección (°)

Como conclusión se observa un cambio brusco de la dirección del viento y de las características del campo de oleaje, si bien, las intensidades del oleaje y viento no responden a situaciones particularmente extremas.

1.7. Contaminación marina

A bordo había 37 Tm de gasóleo y 4.000 litros de aceite lubricante. No se observó contaminación apreciable por parte de los medios de búsqueda y rescate que intervinieron con posterioridad.



2. ANÁLISIS.

2.1 Documentación considerada

Para la realización de este informe, la Comisión ha tenido en cuenta la siguiente documentación:

- Informe de la Capitanía Marítima de Tenerife
- Libro de estabilidad del buque
- Planos del buque
- Informe meteorológico del CEDEX
- Declaraciones de los tripulantes

2.2. Reforma del buque

El buque, construido en Holanda en el año 1978, fue adquirido por su actual armador en octubre de 2005. Se trataba de un buque de carga general con dos bodegas, y fue transformado en buque cementero en Varna (Bulgaria), unos meses antes del siniestro.

Se comenzó la transformación a primeros de noviembre de 2005 finalizando a mediados de marzo de 2006. Tenía un motor propulsor B&W Alpha Diesel A/S, de 16 cilindros y control desde el puente de gobierno.

Con bandera de Panamá y clasificado por el “Hellenic Register of Shipping”, después de la reconversión en Bulgaria pasó en El Pireo (Grecia) los reconocimientos de los fletadores y del club P&I, dirigiéndose a continuación a las islas Canarias para dar comienzo a finales de marzo a su fletamento para el transporte de cemento a granel entre Tenerife y Las Palmas.

Una vez transformado en cementero, el buque había quedado estructuralmente como sigue:

- Tanques:

De proa hacia popa, la distribución de tanques del buque era la siguiente: Pique de proa (para agua de lastre), Tanque vertical (para agua de lastre), Tanques de doble fondo núms. 1 babor y estribor (para agua de lastre), Tanques de doble fondo núms. 2, núms. 3, núms. 4 y núms. 5, babor y estribor (para agua de lastre) y centrales (para gasóleo) y, a popa de la Cámara de Máquinas, el Pique de popa (para agua dulce). Entre las cuadernas 30 y 100, y desde el doble fondo hasta la cubierta, se extienden los tanques laterales núms. 1, 2 y 3 babor y estribor.



- Bodegas:

Interiormente, se adaptaron las bodegas proporcionándoles unos planes inclinados, sobre el doble fondo, en sentido longitudinal y en sentido transversal, convergiendo dichos planes en sendas pirámides situadas cada una en el centro de cada bodega. Entre el techo del doble fondo y los citados planes de bodega existen unos espacios vacíos, que alojan las conducciones del aire utilizado para facilitar la aireación del cemento y su circulación por los planes (de tipo de membrana) hacia los transportadores de tornillo situados en el centro de cada bodega.

- Sistemas de carga y descarga:

En cubierta se encontraba el sistema de tuberías de carga y de descarga, así como una caseta que alojaba la maquinaria de cubierta, situada sobre la bodega núm. 1 (cuadernas 66 a 91), de igual ancho que las escotillas de las bodegas, y el cuarto de control de carga, situado en el interior de la caseta de maquinaria, a babor.

El sistema de carga consistía en dos distribuidores, situados cada uno en el centro de cada una de las bodegas, sobre las tapas de escotilla, las cuales iban selladas (soldadas a las brazolas). El cemento aireado procedente del muelle entraba en el buque por una tubería flexible conectada a una tubería de acero que conducía a una tolva colectora situada a la altura de la cuaderna 77, por encima de la caseta de maquinaria. De la tolva colectora, a través de válvulas neumáticas, la carga descendía por unas conducciones rectas de sección rectangular, con 8° de inclinación, que se insertaban en las tapas de escotilla, proporcionando un total de cuatro puntos de entrada en cada bodega, situados dos a proa y dos a popa, a babor y estribor, respectivamente, separadas en sentido transversal unos 6 metros. Todas las válvulas eran neumáticas y controladas a distancia desde el cuarto de control de carga.

El sistema de descarga lo componían unos transportadores de tornillo sin fin, situados en el centro de cada una de las bodegas, que elevaban el cemento desde las pirámides situadas en el centro de cada bodega hasta unos 7 metros por encima de la cubierta. Desde esta altura, a través de la conducción rectangular de 8° de inclinación, la carga descendía hasta los tanques de soplado, desde los cuales el cemento se bombeaba a tierra. En el interior de la bodega se hacía circular el cemento hacia la pirámide central mediante flujo de aire.

La caseta de maquinaria de cubierta alojaba, fundamentalmente, dos tanques de soplado, dos sopladores o ventiladores (para fluidificar la carga), dos compresores y dos generadores de energía eléctrica.



- Operaciones de carga y descarga:

La monitorización de la carga sólo era posible mediante medición de vacíos. Para ello cada tapa de escotilla contaba con seis tapines repartidos longitudinalmente (tres a cada banda) por los que se introducía una plancha circular de acero suspendida de su centro por un cabo. Esta operación sólo era factible en los momentos finales de las operaciones de carga, pues de otro modo la plancha era arrastrada, dado el puntal de la bodega y la circulación y presión de aire en su interior.

Una vez completada la carga, ésta quedaba en la bodega formando una cresta en la parte central, en sentido longitudinal, con un vacío (medido desde el nivel de cubierta) de entre 0'50 y 0'80 metros en el centro y 1'25 metros en las cabezas. En sentido transversal se formaban dos crestas de pendientes suaves, en las verticales de las aberturas de entrada de la carga. Si el buque iba recibiendo la carga a un régimen lento, se incrementaban los ángulos formados por la carga con respecto a la horizontal.

Mientras que para las operaciones de descarga debía de ponerse en marcha toda la maquinaria dispuesta a tal fin, durante la carga el buque permanecía "pasivo", actuando únicamente sobre las válvulas que regulaban la entrada del cemento en las bodegas, controlando de esta manera la escora y el asiento. Para la carga el buque sólo utilizaba uno de los dos generadores de energía eléctrica de la planta de cubierta.

2.3. Historial de incidencias

2.3.1. Incidentes acaecidos en relación con las operaciones de carga y descarga en los puertos de Las Palmas de Gran Canaria y Santa Cruz de Tenerife:

El día 19 de abril de 2006, mientras realizaba operaciones de descarga en el puerto de Las Palmas de Gran Canaria, el buque sufrió una escora muy pronunciada. La Capitanía Marítima de Las Palmas efectuó una inspección del buque. El informe de la inspección señala que en el momento de la llegada a bordo de los inspectores el buque tenía una escora muy pronunciada a babor la cual, según informó el Capitán, se debió a un fallo humano, ya que se lastraron los tanques de doble fondo nº 1 y 3 de babor en lugar de los mismos tanques de estribor, por lo que el buque se escoró a babor produciéndose el corrimiento de la carga a la misma banda. El Capitán ordenó deslastrar dichos tanques, lastrar los tanques de estribor y descargar cemento de la parte de babor de la bodega, todo lo cual hizo que se redujera la escora.

Según las manifestaciones realizadas por los tripulantes supervivientes, fueron varias las ocasiones en las que el buque adquirió escoras pronunciadas mientras se



realizaban operaciones de descarga en el puerto de Las Palmas de Gran Canaria, en distintos viajes.



Fotos 2 y 3: Buque Portland escorado en el puerto de las Palmas de Gran Canaria

Diversos operarios de la Terminal de Cementos del Archipiélago, en el puerto de Santa Cruz de Tenerife, informaron verbalmente durante la investigación que, en ocasiones, durante las operaciones de carga, el buque había adquirido escoras y asientos muy pronunciados.

2.3.2. Deficiencias detectadas en inspecciones “MOU” realizadas al buque.

El día 06 de abril de 2006 personal acreditado de la Capitanía Marítima de Santa Cruz de Tenerife inspeccionaron el buque, de conformidad con las directrices del “MOU-PSC”, que tuvo como consecuencia la detención del buque, hasta el día siguiente como consecuencia de diversas deficiencias que debían ser subsanadas antes de salir a la mar.

Una de las deficiencias encontradas fue la ausencia de procedimientos relativos a las operaciones de carga de cemento en los manuales del Sistema de Gestión de la Seguridad. Dichos procedimientos terminaron incluyéndose en el manual.

2.3.3. Otras averías.

La Corporación de Prácticos de Santa Cruz de Tenerife comunicó a la Capitanía Marítima, el día 3 de abril de 2006, las averías en molinete y cabrestante en la maniobra efectuada dos días antes, razón por la cual se utilizaron dos remolcadores. Con fecha 11 de abril la citada Corporación comunicó nuevamente



una avería en el molinete acaecida en la maniobra efectuada el mismo día, que impidió el atraque del buque.

2.4. Condición de carga a la salida

2.4.1. Cargamento.

El buque cargó en la Terminal de Cementos del Archipiélago, S. L. situada en el Dique del Este del puerto de Santa Cruz de Tenerife. La distancia que recorre el cemento hasta el buque es de unos 200 m. La temperatura real de la carga es de aproximadamente 60°C. En cuanto al tipo de carga, en los dos últimos viajes ésta fue del tipo 42 de acuerdo con el “British Standard Code”. En los viajes anteriores fue del tipo 52, muy similar.

De acuerdo con el calado medio a la salida y el resto de pesos (combustibles, etc), y con las declaraciones del Capitán y demás tripulantes, el buque salió a la mar transportando 2.720 Tm de carga con la siguiente distribución: la bodega nº 1 se llenó en un 77%, aproximadamente, de su capacidad, y la bodega nº 2 en un 87%.

Teniendo en cuenta el sistema de distribución de la carga con cuatro entradas por cada escotilla, situadas dos a cada banda, la carga debió de quedar en las bodegas formando unas pendientes suaves. No obstante, el sistema de carga de ningún modo garantizaba un enrasado total, pudiendo muy fácilmente haber quedado las pendientes de la carga formando ángulos de 10 ó 15° con la horizontal. Por tanto, la carga disponía de espacio libre para desplazarse, especialmente en la bodega nº 1, y más aún en las proximidades de los extremos de proa y popa de las bodegas. Además, pese a ser relativamente pequeño el ángulo formado por las pendientes de la carga, pudieran haber bastado ángulos de escora relativamente pequeños para producir el deslizamiento de parte de la carga, que muy bien pudo haber sido seguido por (o haber provocado) otros deslizamientos.

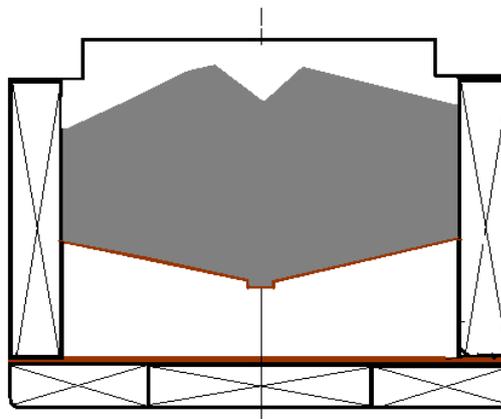


Figura 1: Esquema de la disposición de la carga a bordo



2.4.2. Consumos durante el viaje.

El consumo de gasóleo durante el viaje de Santa Cruz a Las Palmas (de 7 a 8 horas) era de unas 2'2 Tm por viaje. En navegación ininterrumpida, el consumo total era de unas 7 Tm por día. La última vez que el buque realizó consumo, por tubería de tierra, fue el día 24 de mayo de 2006, en el puerto de Santa Cruz de Tenerife, 30 Tm cargadas en el tanque n.º 3 Centro y algo en los tanques de Sedimentación y Servicio diario.

El buque disponía de dos líneas de lastre, no disponiendo de sistema de reachique. Los tanques de lastre utilizados normalmente eran el pique de proa, el tanque vertical y los tanques de doble fondo 1, 2 y 3 babor y estribor. La operación de las bombas y las válvulas del sistema de lastre se realizaba desde la Cámara de Máquinas. El sondeo de los tanques lo realizaba el marinero de guardia, de modo que cuando estaban llenos, el marinero informaba al 1^{er} Oficial y éste daba por teléfono la orden correspondiente a la Cámara de Máquinas. No existían a bordo registros de las sondas de los tanques de lastre, ni de los vacíos de las bodegas de carga.

Por tanto, se descarta que el consumo de combustible pudiera producir diferencias de asiento o afectar a la estabilidad del buque como para producir escora alguna. Tampoco se efectuaron trasiegos de combustible entre tanques ni se efectuaron operaciones con el sistema de lastre durante la navegación, por lo que igualmente se descarta alteración de la estabilidad por dichos motivos. que pudieran haber afectado a la estabilidad de buque.

2.5. Consideraciones a tener en cuenta respecto a la estiba de cemento en el "Portland".

2.5.1. Enrasado.

En el buque "Portland" el cemento entraba soplado por cuatro puntos en cada bodega, situados dos a cada banda, tal y como se ha explicado. Los regímenes medios de carga, exceptuando las 70 toneladas finales, oscilaron entre las 130 Tm/h y las 160 Tm/h. La distribución de los puntos de entrada de la carga, junto con los regímenes de carga resultantes, permiten presumir que la carga en las bodegas del buque, al finalizar las operaciones en Santa Cruz de Tenerife, presentaba la configuración típica explicada por el Capitán, con dos crestas en sentido transversal en cada bodega formando ángulos pequeños con la horizontal. Las 70 toneladas introducidas a régimen lento (unas 45 ó 50 Tm/h) para finalizar la bodega nº 2 probablemente formaron montones de mayor ángulo en dicha bodega.



2.5.2. Asentamiento.

Cuando el cemento se introduce en el buque con aire (cemento aireado o soplado) para facilitar su fluidez, el tiempo de espera necesario para facilitar el asentamiento de la carga antes de la salida del buque a la mar es un factor primordial para prevenir su corrimiento. El Código de Prácticas de Seguridad para las Mercancías Sólidas a Granel, en su versión actual, después de señalar el peligro de corrimiento del cemento cuando todavía está aireado, da una serie de recomendaciones para la carga, tales como:

- Asegurarse de que la carga está enrasada de modo que tenga una nivelación aceptable.
- Asegurarse de que el cemento ha tenido suficiente tiempo para asentarse antes de salir de puerto y es estable antes de zarpar, en especial cuando los regímenes de carga son altos.

El citado Código, si bien en su versión anterior establecía la conveniencia de esperar 12^h antes de salir a la mar a fin de que el aire apresado pudiera escapar y asegurar así el asentamiento del cemento, en la versión actual se limita a señalar la conveniencia de asegurar que el cemento ha tenido suficiente tiempo para asentarse antes de zarpar.

Dado que resulta determinante concretar si el cargamento que “Portland” transportaba iba suficientemente asentado, y al objeto de disponer de la suficiente información, la Comisión acordó ampliar la investigación sobre el tiempo necesario para el asentamiento, mediante dos vías:

- Investigando el tiempo de asentamiento que utilizan los demás buques cementeros que también cargan en la misma terminal que el “Portland”, es decir, en la Terminal de Cementos del Archipiélago en Santa Cruz de Tenerife.
- Mediante el análisis de los resultados de las investigaciones sobre los hundimientos por vuelco de buques cementeros de similar porte.

2.5.2.1. En el primer caso, todos los capitanes dichos buques han coincidido en la importancia de esperar un tiempo razonable de entre 7^h y 12^h antes de la salida, cuando el cemento se carga aireado (soplado) y a elevada temperatura. Lo más frecuente es mantener esperas de 12^h antes de la salida de puerto², o 6^h cuando

² Buque “Krist I”, de dos bodegas.



la carga se suministra desde camiones tipo “cuba”. En otros casos, la espera es de 7^h antes de salir³.

Incluso una práctica habitual⁴ antes de tomar la decisión de zarpar consiste en lastrar un tanque de una banda antes de salir de puerto para deslastrarlo transcurridos unos 15 ó 20 minutos y de ese modo observar si la carga se ha corrido. Sólo en caso de buques con sus bodegas divididas longitudinalmente⁵ no se espera el asentamiento, dado que prácticamente no existe espacio físico para el corrimiento lateral de la carga.

En ninguno de los buques analizados, la información de estabilidad, ni los manuales del sistema de gestión de la seguridad, ni ningún otro documento, contienen precisiones sobre el tiempo de asentamiento necesario.

2.5.2.2. Y, en el segundo caso, se ha analizado el resultado del informe de la investigación del hundimiento del buque de bandera griega “*Flag Theofano*”, de 1.184 TRB, que volcó y se hundió el 29 de enero de 1990 en condiciones meteorológicas adversas (viento fuerza 8 y mar muy gruesa) en aguas del Reino Unido, desapareciendo toda su tripulación. El buque transportaba un cargamento de cemento y en el momento del siniestro se encontraba a tan sólo tres millas del puerto de destino. El hundimiento fue tan inmediato que sólo se descubrió al aparecer en la costa los cuerpos de dos personas y un bote salvavidas del buque.

Para su investigación, la División de Investigación de Accidentes Marítimos del Departamento de Transportes del Reino Unido, tras encargar al Laboratorio “Warren Spring” un estudio sobre la estabilidad de cargamentos de cemento, concluyó que el motivo del hundimiento fue el vuelco debido a un corrimiento de la carga, favorecido por los fuertes balances dados por el buque en el temporal.

Del informe final pueden extraerse las siguientes conclusiones técnicas:

- Se extrapolaron los resultados obtenidos de pruebas de laboratorio (sobre tiempos de desaireación, esfuerzos cortantes, fricción de planes y mamparos, tiempos de asentamiento, ángulo de deslizamiento) a las condiciones conocidas o estimadas del cargamento del buque y aceleraciones verticales y horizontales en función de la estabilidad y condiciones meteorológicas.

³ Buque “*Trio Vega*”.

⁴ Buque “*Wisby Barbados*” y otros.

⁵ Buque “*Islas Uno*”, por ejemplo.



- Los resultados de los experimentos de desaireado, realizados con muestras de unos 400 mm de profundidad, mostraron que para una altura máxima de la carga de unos 5 metros sería suficiente aproximadamente una hora para desairear la carga. Para 4 m de altura máxima de la carga, el tiempo necesario sería menor. Teniendo en cuenta, por otra parte, que el cargamento no se introduce instantáneamente en la bodega, la permanencia del buque atracado durante todo el tiempo que duraron las operaciones de carga (un día) fue considerada más que suficiente.
- Los resultados de los experimentos de esfuerzos cortantes revelaron que tanto las fuerzas de cohesión como las de fricción del cemento se incrementan con la profundidad del cargamento.
- Transcurrido un momento determinado, las fuerzas citadas no aumentan con el tiempo. Los tiempos de asentamiento también aumentan con la profundidad del cemento. Aunque los dos fenómenos (desaireado y asentamiento) no tienen por qué suceder a la vez, ambos tienen lugar con bastante rapidez.
- Los resultados de los cálculos de estabilidad revelaron que para producir un corrimiento de la carga en condiciones de mal tiempo se precisa un “ángulo de deslizamiento” (resultado de sumar el ángulo que forma la ladera del montón de la carga con la horizontal y el ángulo de balance) relativamente pequeño, de unos 30° de promedio. Cuanto mayor son las aceleraciones, mayor es la probabilidad de corrimiento. Las variaciones en la aceleración horizontal tienen mayor influencia que las variaciones en la aceleración vertical. La importancia del enrasado de la carga en este punto se reveló fundamental, pues para una profundidad de 2 m y tomando un valor de 0’2 G para las aceleraciones vertical y horizontal, de encontrarse completamente enrasada la carga sería necesario un ángulo de balance de 25° para producir un corrimiento, mientras que si la carga formara un ángulo de tan sólo 15° con la horizontal, un ángulo de balance de sólo 10° sería suficiente para producir un corrimiento. En el caso del buque estudiado, se estimó que pudieron haberse producido balances de 14° (inmersión de la cubierta) e incluso hasta 20°.
- También se concluyó que es menos probable un deslizamiento de una gran cantidad de carga de una sola vez que un deslizamiento inicial de material, lo cual podría haber provocado una escora, incrementándose con ello el balance a una banda y produciéndose por ello a continuación un corrimiento de mayores proporciones.
- Los resultados llevaron a concluir, por otra parte, que es más probable un deslizamiento sobre sí mismo del cargamento interiormente que un



corrimiento en bloque sobre el plan de la bodega, debido a la fricción entre el material de ésta y el cemento.

Del resultado de las dos vías de investigación, puede deducirse, por un lado, que lo más apropiado para garantizar en los buques de bodega corrida –como era el “Portland”– el asentamiento de todo el cargamento es esperar entre 6^h y 12^h antes de someter al buque a los balances propios de la navegación. Y, en segundo lugar, que el cómputo del tiempo mientras el buque está cargando en puerto, como tiempo de asentamiento, sólo puede aceptarse parcialmente, puesto que dicho tiempo sólo afecta al cargamento que ya está a bordo, pero no al cargado más recientemente, el cual, además, se carga a un régimen mucho más lento y formando ángulos de pendiente más pronunciados.

2.6. Tiempo de asentamiento en el buque “Portland”.

Al contrario de lo señalado para los buques a los que hace referencia el apartado 2.5.2.1, el Cuadernillo de Estabilidad del buque “Portland”, expedido el 27 de marzo de 2006 por el “Hellenic Register of Shipping”, sí que contiene información sobre el tiempo de asentamiento del cemento. En efecto, en su Sección 2 (“Instrucciones al Capitán”), apartado 2.2 (“Transporte de cemento”) se recomienda al Capitán esperar un tiempo suficiente, que se fija en “aproximadamente una hora”, para el asentamiento y desaireación del cemento. Este plazo coincide con el tiempo que normalmente invierte un buque en su maniobra de salida a la mar (desde llamada al Práctico hasta su desembarque fuera de puntas). O, lo que es lo mismo, al fijar el tiempo de espera en aproximadamente una hora se evita que, por necesidades de asentamiento de la carga, el buque retrase su salida de puerto.

El buque “Portland” llamaba normalmente al Práctico nada más finalizar las operaciones de carga, con lo que el tiempo que transcurría entre el final de las operaciones y la salida de puerto dependía del empleado por el Práctico en embarcar y el invertido en la maniobra de salida. En todos los viajes efectuados por el buque desde el 3 de abril hasta el último viaje el 25 de mayo, los tiempos de asentamiento oscilaron entre los 45^m del día 18 de mayo y las 2^h del día 22 de mayo. La media era de 1^h23^m. El 25 de mayo, fecha del hundimiento, el tiempo transcurrido entre la finalización de las operaciones y la salida fue de 1^h19^m (fin carga 11^h00^m, desembarca Práctico 12^h19^m).



2.7. Estabilidad.

2.7.1. Prueba de Estabilidad y Libro de Estabilidad

En primer lugar, es necesario comentar algunas particularidades referentes a la Prueba de Estabilidad realizada en Varna el 11 de marzo de 2006 tras las obras de transformación del buque y al Libro de Estabilidad generado posteriormente.

- Referente a la Prueba de Estabilidad:
 - El paso de calados en las marcas a calados en las perpendiculares es inexacto. No se toman en cuenta las distancias de las marcas de calado a las perpendiculares de proa y de popa, resultando con estas consideraciones, y descontando el espesor de la quilla (0'012 m) unos calados de 2'17 m en la perpendicular de proa y 2'65 m en la de popa, frente a los 2'183 m en proa y 2'658 en popa, respectivamente, que aparecen en el informe de la prueba de estabilidad.
 - El calado medio obtenido con los valores calculados anteriormente es 2'41 m, frente a los 2'39 m que se muestran en el informe de la prueba de estabilidad, aduciendo un quebranto de 45 mm, hecho que no es justificable en un buque de pequeñas dimensiones como era el "Portland". Con este calado, el desplazamiento obtenido, teniendo en cuenta un trimado de 0'475 m, sería de 1.554 Tm, frente a las 1.540'5 Tm obtenidas en el informe.
 - En España, según se establece en la Circular 9/1982 de la Inspección General de Buques sobre "Pesos extraños al buque en rosca en las pruebas de estabilidad", la Prueba de Estabilidad se ha de realizar con el buque en rosca, con un máximo de un 15% de pesos extraños al mismo, recomendándose además que no se supere el valor del 5%, y faltando a lo sumo un 5% de pesos propios. También en el Anexo 1 de la Resolución A.749(18) de la OMI, sobre el Código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la OMI, se especifica que "*antes de realizar la prueba de estabilidad conviene reducir al mínimo los materiales provisionales, cajas de herramientas, andamios, arena, objetos desechables, etc., que pueda haber a bordo. También se debe prescindir de los tripulantes o del personal que no vayan a participar directamente en la prueba de estabilidad*". En la prueba realizada en Varna el porcentaje de pesos extraños era del 27% del desplazamiento en rosca (326'5 Tm).
- Referente al Libro de Estabilidad:
 - En su página 7 figura que los datos del peso en rosca se han tomado teniendo en cuenta la prueba de estabilidad realizada el 10 de diciembre de 2004 (antes de la transformación) añadiéndole una estimación del peso del acero empleado en la conversión realizada en Varna.



- La altura del centro de gravedad del peso de en rosca que se emplea en el Libro de Estabilidad ($KG = 5'54$ m) no coincide con la obtenida en la Prueba de Estabilidad ($KG = 5'46$ m). El valor empleado por tanto en el estudio de las condiciones de carga ($KG = 5'54$ m) es más desfavorable a efectos de estabilidad. Esta Comisión no encuentra justificación alguna para la adopción de este último valor en contra del obtenido en la Prueba de Estabilidad.
- En su página 89 aparece un peso en rosca de 1.120 Tm con una altura del centro de gravedad $KG = 4'97$ m. Este dato parece corresponder al buque previo a la transformación, con lo cual, si se considera que posteriormente a la transformación los valores obtenidos fueron: Peso en rosca = 1.214 Tm y $KG = 5'54$ m, se observa que además de añadirse en la transformación 94 Tm de acero, el centro de gravedad de dicho peso se elevó en 0'57 m, lo que repercute negativamente en la estabilidad del buque.
- En las diferentes condiciones de carga estudiadas en el Libro de Estabilidad se observa lo ajustado de los parámetros para satisfacer los criterios de estabilidad. En concreto:
 - * Situación salida de puerto con carga homogénea de $0'914$ Tm/m³.
 - El área de la curva GZ entre 0°-30° es de 0'057 m x rad (mínimo admisible 0'055 m x rad).
 - El área de la curva GZ entre 0°-40° es de 0'099 m x rad (mínimo admisible 0'090 m x rad)
 - El valor del GZ a 30° es de 0'203 m (mínimo admisible 0'2 m)
 - * Situación salida de puerto con cemento de $1'2$ Tm/m³.
 - El área de la curva GZ entre 0°-30° es de 0'056 m x rad (mínimo admisible 0'055 m x rad).
 - El área de la curva GZ entre 0°-40° es de 0'098 m x rad (mínimo admisible 0'090 m x rad)
 - El valor del GZ a 30° es de 0'200 m (mínimo admisible 0'2 m)

2.7.2. Situación de carga a la salida de puerto

Teniendo en cuenta los datos del Libro de Estabilidad y los proporcionados por el plan de carga del buque y las declaraciones de los tripulantes, se ha estimado la siguiente condición de carga a la salida del buque del puerto de Santa Cruz de Tenerife.



Concepto	Peso (Tm)	KG (m.)	P x KG	M.s.l.
Buque en rosca	1.214'000	5'540	6.725'560	
Carga bodega 1	1.200'000	4'280	5.136'000	
Carga bodega 2	1.520'000	4'790	7.280'800	
Lastre DF 4 br y er	94'800	0'640	60'672	
Lastre DF 5 br y er	78'600	0'650	51'090	
Agua dulce pique popa	18'000	3'700	66'600	144'22
Combustible DF 3 c	20'000	0'300	6'000	64'4
Combustible SD y Ser. Diario	17'000	5'090	86'530	2'3
Aceite lubricante	3'720	5'200	19'344	0'8
Tripulación y efectos	1'100	9'850	10'835	
Pertrechos y consumibles	12'800	8'350	106'880	
Total:	4.180'0	4'677	19.550'311	211'72

Tabla 2: Condición de carga a la salida de puerto

Teniendo en cuenta la corrección por superficies libres $\text{corr} = 211'72/4.180 = 0'0507$ m, el valor obtenido de la altura del centro de gravedad es $\text{KG} = 4'728$ m. Este valor es superior al valor máximo permitido para un desplazamiento de 4.180 Tm, que es de $\text{KG} = 4'715$ m, según los datos del Libro de Estabilidad.



Con la anterior condición de carga se realiza la curva GZ y se comprueban los criterios de estabilidad:

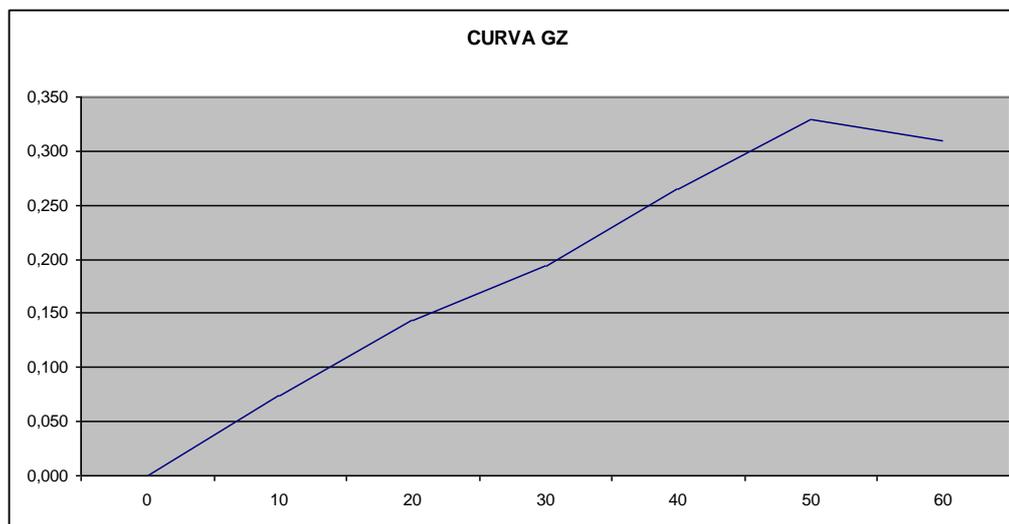


Gráfico 20: Curva GZ en la situación de salida de puerto

Valor obtenido	Valor admisible
0'055 m x rad	Área curva GZ 0°-30° ≥ 0'055 m x rad
0'095 m x rad	Área curva GZ 0°-40° ≥ 0'090 m x rad
0'040 m x rad	Área curva GZ 30°-40° ≥ 0'030 m x rad
0'194 m	GZ mínimo de 0'2 m para un ángulo de escora ≥ 30°.
Max GZ = 0'329 m x rad a 50°	Máximo GZ corresponderá a un ángulo de escora que preferiblemente será > 30° y que nunca < 25°.
0'448 m	GM inicial ≥ 0'15 m.

Tabla 3: Comprobación criterios de estabilidad de la condición de carga a la salida de puerto

A la vista de la condición de carga a la salida de puerto, se observa lo ajustado de la estabilidad, estando el valor de GZ a un ángulo de 30° (en rojo) por debajo de los criterios exigidos.

2.7.3. Efectos en la estabilidad del corrimiento de la carga

En las condiciones descritas anteriormente, basta una carga asimétrica de pocas toneladas para que se produzca una pérdida de estabilidad con los siguientes efectos: que el buque no adrizase, que adquiriese una escora de equilibrio y que no cumplierse con los criterios de estabilidad. Sin embargo no son éstos, con ser muy importantes, los principales problemas a superar en materia de pérdida de estabilidad, ya que los vacíos en las bodegas influyen muy negativamente en la capacidad de adrizamiento del buque por efectos del corrimiento de la carga.



En efecto, se realizan a continuación unos cálculos en los que, para distintos ángulos de corrimiento de la carga, se muestra como resultaría la curva de brazos de adrizamiento GZ, así como una comprobación del cumplimiento en estas condiciones de los criterios de estabilidad. Hay que tener en cuenta, que dado el diferente grado de llenado de las bodegas, mientras que en la bodega 1 se podrían obtener corrimientos de carga de hasta 19°, en la bodega 2 el máximo ángulo que se podría alcanzar es de 4°:

1. Corrimiento de la carga de 3° en ambas bodegas:

<u>Ang. escora</u>	<u>GZ</u>	<u>corr. GZ bodega 1</u>	<u>corr. GZ bodega 2</u>	<u>GZ corregido</u>
0°	0'000	0'042	0'041	(-) 0'083
10°	0'075	0'041	0'040	(-) 0'007
20°	0'143	0'040	0'039	0'065
30°	0'194	0'037	0'036	0'121
40°	0'264	0'033	0'032	0'200
50°	0'329	0'028	0'027	0'274
60°	0'310	0'022	0'021	0'267

Tabla 4: Corrección GZ por corrimiento de carga de 3° en ambas bodegas

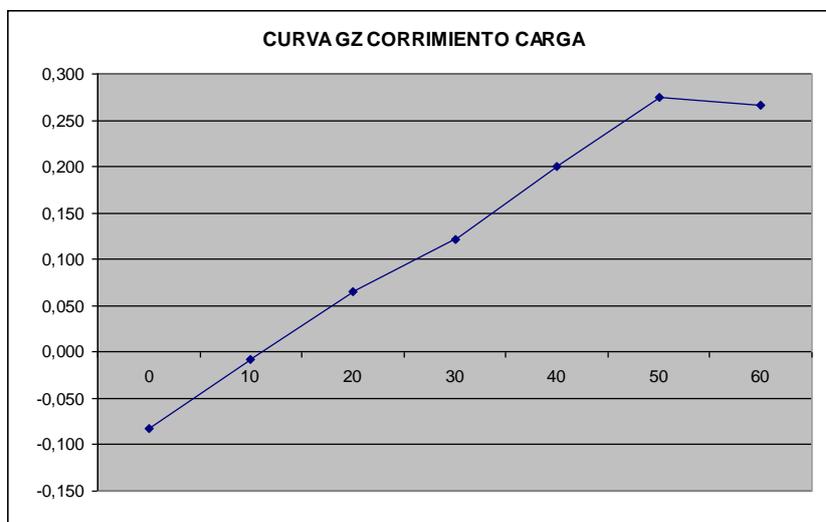


Gráfico 21: Curva GZ en la situación corrimiento de carga de 3° en ambas bodegas

Valor obtenido	Valor admisible
0'013 m x rad	Área curva GZ 0°-30° ≥ 0'055 m x rad
0'041 m x rad	Área curva GZ 0°-40° ≥ 0'090 m x rad
0'028 m x rad	Área curva GZ 30°-40° ≥ 0'030 m x rad
0'121 m	GZ mínimo de 0,2 m para un ángulo de escora ≥ 30°.
Max GZ = 0'274 m x rad a 50°	Máximo GZ corresponderá a un ángulo de escora que preferiblemente será > 30° y que nunca < 25°.

Tabla 5: Comprobación criterios de estabilidad de la situación corrimiento de carga de 3° en ambas bodegas



2. Corrimiento de la carga de 4° en ambas bodegas:

Ang.escora	GZ	corr. GZ bodega 1	corr. GZ bodega 2	GZ corregido
0°	0'000	0'056	0'055	(-) 0'110
10°	0'075	0'055	0'054	(-) 0'035
20°	0'143	0'053	0'052	0'038
30°	0'194	0'049	0'048	0'096
40°	0'264	0'044	0'043	0'177
50°	0'329	0'037	0'037	0'255
60°	0'310	0'030	0'029	0'252

Tabla 6: Corrección GZ por corrimiento de carga de 4° en ambas bodegas

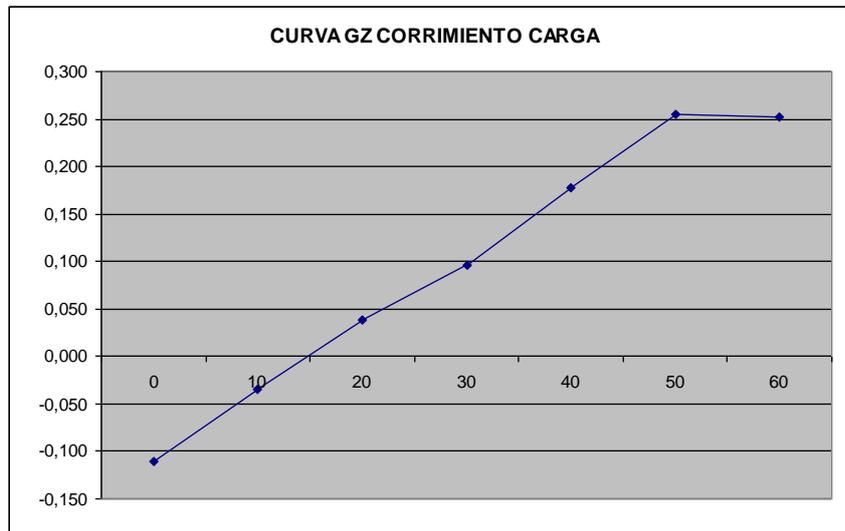


Gráfico 22: Curva GZ en la situación corrimiento de carga de 4° en ambas bodegas

Valor obtenido	Valor admisible
-0'0006 m x rad	Área curva GZ 0°-30° ≥ 0'055 m x rad
0'0223 m x rad	Área curva GZ 0°-40° ≥ 0'090 m x rad
0'0239 m x rad	Área curva GZ 30°-40° ≥ 0'030 m x rad
0'096 m	GZ mínimo de 0,2 m para un ángulo de escora ≥ 30°.
Max GZ = 0'255 m x rad a 50°	Máximo GZ corresponderá a un ángulo de escora que preferiblemente será > 30° y que nunca < 25°.

Tabla 7: Comprobación criterios de estabilidad de la situación corrimiento de carga de 4° en ambas bodegas



Corrimiento de la carga de 6° en bodega 1 y 4° en bodega 2:

Ang.escora	GZ	corr. GZ bodega 1	corr. GZ bodega 2	GZ corregido
0°	0'000	0'084	0'055	(-) 0'138
10°	0'075	0'083	0'054	(-) 0'063
20°	0'143	0'080	0'052	0'011
30°	0'194	0'075	0'048	0'071
40°	0'264	0'067	0'043	0'154
50°	0'329	0'057	0'037	0'235
60°	0'310	0'046	0'029	0'235

Tabla 8: Corrección GZ por corrimiento de carga de 6° en bodega 1 y 4° en bodega 2

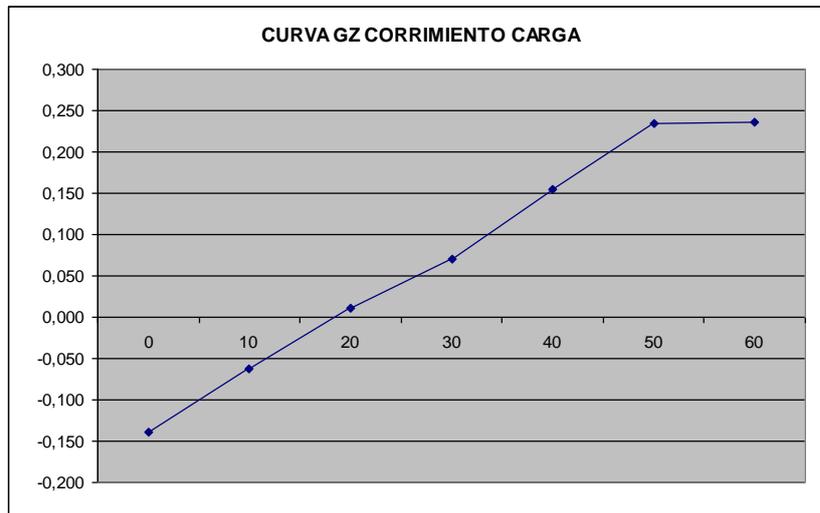


Gráfico 23: Curva GZ en la situación corrimiento de carga de 6° en bodega 1 y 4° en bodega 2

Valor obtenido	Valor admisible
-0'0149 m x rad	Área curva GZ 0°-30° ≥ 0'055 m x rad
0'0047 m x rad	Área curva GZ 0°-40° ≥ 0'090 m x rad
0'0196 m x rad	Área curva GZ 30°-40° ≥ 0'030 m x rad
0'071 m	GZ mínimo de 0,2 m para un ángulo de escora ≥ 30°.
Max GZ = 0'235 m x rad a 50°	Máximo GZ corresponderá a un ángulo de escora que preferiblemente será > 30° y que nunca < 25°.

Tabla 9: Comprobación criterios de estabilidad de la situación corrimiento de carga de 6° en bodega 1 y 4° en bodega 2



Corrimiento de la carga de 10° en bodega 1 y 4° en bodega 2:

Ang.escora	GZ	corr. GZ bodega 1	corr. GZ bodega 2	GZ corregido
0°	0'000	0'141	0'055	(-) 0'195
10°	0'075	0'141	0'054	(-) 0'120
20°	0'143	0'136	0'052	(-) 0'045
30°	0'194	0'128	0'048	0'018
40°	0'264	0'116	0'043	0'106
50°	0'329	0'100	0'037	0'192
60°	0'310	0'081	0'029	0'200

Tabla 10: Corrección GZ por corrimiento de carga de 10° en bodega 1 y 4° en bodega 2

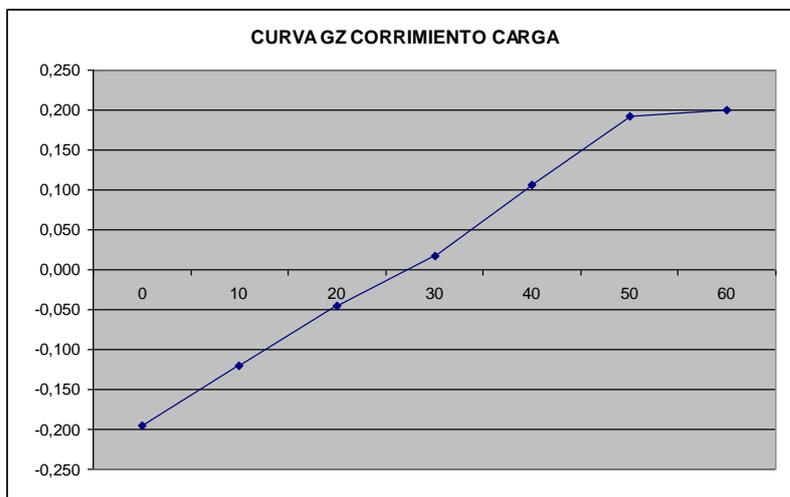


Gráfico 24: Curva GZ en la situación corrimiento de carga de 10° en bodega 1 y 4° en bodega 2

Valor obtenido	Valor admisible
-0'0443 m x rad	Área curva GZ 0°-30° ≥ 0'055 m x rad
-0'0336 m x rad	Área curva GZ 0°-40° ≥ 0'090 m x rad
0'0107 m x rad	Área curva GZ 30°-40° ≥ 0'030 m x rad
0'018 m	GZ mínimo de 0,2 m para un ángulo de escora ≥ 30°.
Max GZ = 0'200 m x rad a 50°	Máximo GZ corresponderá a un ángulo de escora que preferiblemente será > 30° y que nunca < 25°.

Tabla 11: Comprobación criterios de estabilidad de la situación corrimiento de carga de 10° en bodega 1 y 4° en bodega 2

De los datos mostrados arriba, tenemos como ejemplo que en la 1ª situación estudiada (corrimiento de la carga de 3° en ambas bodegas), las condiciones de navegación del buque eran tan precarias que una cuña de 0'23 metros en el costado, o sea un corrimiento de sólo 34 Tm, a lo largo de las bodegas originaría una escora permanente de



aproximadamente 10°. En esas condiciones, además, el buque no satisfacía ninguno de los criterios de estabilidad.

Los resultados anteriores no es sino la confirmación empírica del hecho de que, en varias ocasiones, el buque en operaciones de descarga, al decir de los testigos, *adquiriera escoras pronunciadas*.



3. CONSIDERACIONES FINALES.

1. Conforme ya se ha expuesto con anterioridad, la carga del buque “*Portland*” comenzó a las 15^h00^m del día 24 de mayo, finalizando a las 11^h00^m del día 25. El régimen de carga durante osciló entre 130 Tm/h y 160 Tm/h, si bien las dos últimas horas se cargaron solamente 70 Tm.
2. A la hora de determinar si el cargamento a bordo se encontraba desaireado y completamente asentado en el momento de la salida del buque de Santa Cruz de Tenerife, la Comisión estima que no debe computarse, como tiempo de asentamiento, todo el transcurrido en las operaciones de carga, esto es, 21^h19^m, toda vez que es precisamente la porción de carga más reciente y superficial la más susceptible de corrimiento. En cuanto al tiempo de asentamiento computado desde que finalizaron las operaciones de carga, la Comisión ha observado que el plazo de 1^h dispuesto en el Cuadernillo de Estabilidad del buque no está basado en estudios científicos, carece de cualquier otra motivación y no contempla ninguna posible ampliación en función de determinadas variables (estado de la mar, propiedades del cargamento, régimen de carga, etc.), por lo que, teniendo en cuenta criterio expuesto por los capitanes de otros buques similares, con experiencia en este tipo de cargamentos –quienes han manifestado, de manera coincidente, su opinión sobre la necesidad de guardar mayores tiempos de espera antes de la salida–, la Comisión estima que tanto el tiempo previsto de 1^h como el real de 1^h19^m utilizado por el “*Portland*” en su maniobra de salida a la mar, son insuficientes.
3. La bodega nº 1 del buque “*Portland*” se encontraba llena en un 77% de su capacidad, y la bodega nº 2 en un 87%. El sistema de distribución de la carga con cuatro entradas por escotilla situadas dos a cada banda, permitía que la carga quedara en las bodegas formando unas pendientes suaves. No obstante, dicho sistema de ningún modo garantizaba un enrasado total, quedado probablemente las pendientes de la carga formando ángulos de 10° ó 15° con la horizontal. De todo ello se puede concluir, por un lado, que la carga disponía de suficiente espacio libre para desplazarse, especialmente en la bodega nº 1, y más aún en las proximidades de los extremos de proa y popa de las bodegas. Y, por otro, que, pese al escaso talud de la carga, pudieran haber bastado ángulos de balance relativamente pequeños para producir el deslizamiento de parte de la carga, que muy bien pudo haber sido seguido por (o haber provocado) otros corrimientos.
4. El buque presentaba una deficiente situación en su estabilidad en la condición de carga, lo que se agravaría por la pérdida adicional de estabilidad durante la navegación a causa de corrimientos de carga con capacidad de fluir a través de los grandes espacios vacíos de las bodegas.

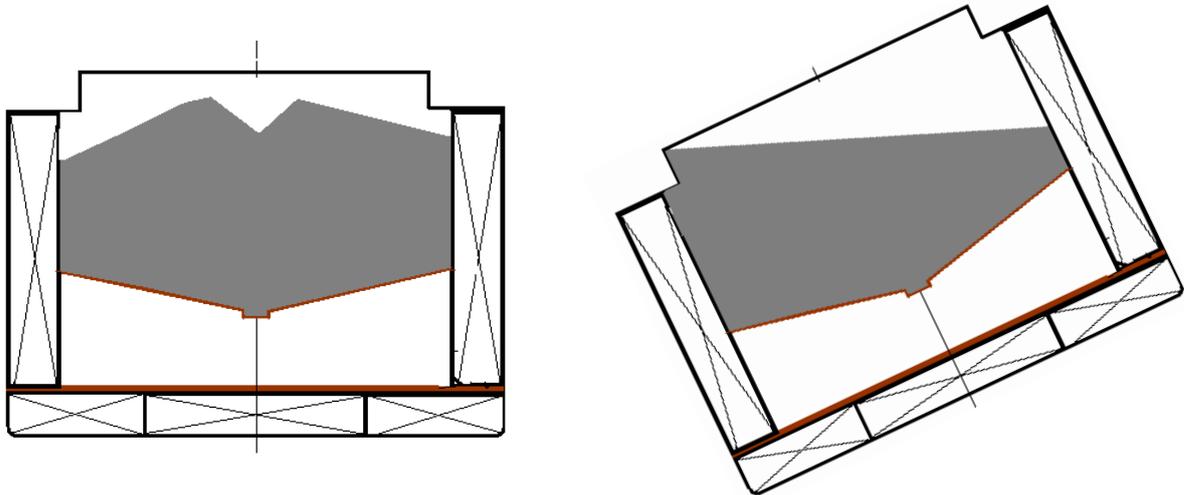


Figura 2: Representación del corrimiento de la carga y su efecto

5. No se tomaron las medidas necesarias para corregir los parámetros que determinan la estabilidad estática y dinámica ante los más que probables cambios de la disposición a bordo de la carga por efectos de los balances durante la navegación.
6. Para navegar desde el puerto de Santa cruz de Tenerife hacia el de Las Palmas de Gran Canaria, hay que hacerlo al Rv 108°. El viento era del NE y la mar, fuerte marejada con áreas de mar gruesa del NE¼N con mar de fondo procedente del N. Si, una vez emprendida la navegación, se hubiera mantenido el buque proa a la mar durante unas horas se habría facilitado, por un lado, el total asentamiento de la carga en caso de no hallarse ésta completamente asentada antes de la salida; y, por otro, se habría reducido considerablemente la amplitud de los balances y en consecuencia el riesgo de corrimiento. Sin embargo, el “Portland” salió de puerto y comenzó su navegación gobernando a dicho rumbo con lo que navegaba totalmente atravesado a la dirección de las olas, y ello sin duda favoreció los movimientos de balance del buque.
7. El hundimiento tuvo lugar aproximadamente al salir el buque en su navegación del abrigo producido por la isla de Tenerife, donde las olas serían mayores y en consecuencia también lo serían los balances dados por el buque.
8. Este buque no podía compatibilizar el calado máximo permitido por el Convenio Internacional de Líneas de Carga, el cumplimiento de los criterios de estabilidad y el llenado total de las bodegas con una carga a granel de densidad de 1’3 Tm/m³ con capacidad de fluir por los efectos de balance.
9. La obligación del llenado de los tanques centrales de lastre del doble fondo, como se indica en el Libro de Estabilidad para cumplir los criterios de estabilidad exigidos, cuando el buque estaba a plena capacidad no tenía otro objeto que rebajar la altura del



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

**SECRETARÍA GENERAL DE
TRANSPORTES**

DIRECCIÓN GENERAL
DE LA MARINA MERCANTE

**Comisión Permanente de
Investigación de Siniestros Marítimos**

centro de gravedad a costa de disminuir la capacidad de carga de las bodegas, para respetar el francobordo asignado, originando espacios vacíos que favorecían el corrimiento de la carga.



4. CONCLUSIONES.

4.1. Hechos.

- El Cuadernillo de Estabilidad del buque “*Portland*”, expedido el 27 de marzo de 2006 por el “Hellenic Register of Shipping”, recomienda al Capitán esperar un tiempo de “aproximadamente una hora”, para el asentamiento y desaireación del cemento, sin contemplar ninguna posible ampliación de tal plazo (en función del estado de la mar, de las propiedades del cargamento, del régimen de carga en la terminal, etc.).
- Dicho plazo de 1^h coincide aproximadamente con el tiempo de maniobra de salida del buque a la mar. De hecho, el “*Portland*”, nada más cargar 2.720 Tm de cemento a granel en el puerto de Santa Cruz de Tenerife el día 25 de mayo de 2006, llamó al Práctico y salió a la mar a las 12^h19^m, comenzando su navegación tras 1^h19^m desde que finalizó su operación de carga.
- En lugar de 1^h, los buques que cargan en la misma Terminal esperan entre 6^h y 12^h para asegurar el asentamiento de su carga.
- El sistema de carga del buque no garantizaba un enrasado total, formando probablemente la carga pendientes de ángulos de 10° ó 15° con la horizontal, por lo que la carga disponía de suficiente espacio libre para desplazarse.
- El buque no cumplía los criterios de estabilidad cuando salió cargado a la mar. Los espacios vacíos en ambas bodegas permitían fluir a la carga por efecto de los balances del buque, dando lugar a corrimientos de la carga que variaron la posición del centro de gravedad del buque, afectando negativamente al valor de los parámetros que determinan la estabilidad estática y dinámica del buque.
- Las condiciones meteorológicas eran adversas, con viento y mar del NE¼N, con lo que, al gobernar el buque al RV 108° el viento y la mar le golpeaban por su través de babor, propiciando que diera continuos balances.
- Poco más de dos horas después de iniciar su navegación (a las 14^h30^m) el buque dio un fuerte bandazo a estribor sin llegar a adrizarse del todo, como consecuencia de un corrimiento de su carga. Inmediatamente después dio otro fuerte bandazo a estribor, del que no se recuperó y volcó completamente, hundiéndose una hora después.



4.2. Causas.

La Comisión, a la vista de la descripción del accidente, del análisis de sus circunstancias, y de las consideraciones y hechos contenidos en este informe, así como las declaraciones y documentación que han servido de base al mismo, ha determinado que el hundimiento del buque “*Portland*” fue consecuencia del vuelco producido por la pérdida de estabilidad adicional a la ya precaria estabilidad que presentaba el buque en estado intacto, ocasionada por el corrimiento, dentro de las bodegas, del cargamento de cemento que transportaba.

Dicho corrimiento fue debido a la concurrencia de dos factores:

- La existencia de vacíos en las bodegas que permitían fluir a la carga con los fuertes balances del buque que navegaba a un rumbo que le hacía ir atravesado a la mar y al viento.
- Que la carga no estaba totalmente asentada y desaireada cuando el buque salió a la mar.



5. RECOMENDACIONES.

Primera: Que por las Sociedades de Clasificación, astilleros, armadores y autoridades competentes extremen la vigilancia para que el resultado de las obras de transformación sea adecuado a las características del tráfico al que se destina el buque.

Segunda: Proponer ante los Organismos Internacionales competentes que en la realización de las Pruebas de Estabilidad se concrete el porcentaje límite de pesos extraños y pesos propios que faltan en el buque.

Tercera: Instar a los cargadores, terminales y capitanes de los buques a que, tras completar su carga de cemento, permanezcan en puerto el tiempo necesario para garantizar la desaireación y asentamiento del cargamento.

Cuarta: Instar a las empresas navieras de buques cementeros a que el Libro de Estabilidad de los mismos contenga recomendaciones a los Capitanes en el sentido expuesto, de forma que nunca se compute el tiempo de maniobra como tiempo de asentamiento.

Quinta: Instar a los capitanes de los buques cementeros que, en el supuesto de que por circunstancias sobrevenidas deban salir a la mar sin haber agotado el tiempo de asentamiento, naveguen a rumbos que minimicen la amplitud de los balances, hasta completar dicho tiempo de asentamiento.

Finalizado por la Comisión:

18 de diciembre de 2007



6. GLOSARIO DE TÉRMINOS NÁUTICOS

- AIS:** Sistema de Identificación Automática de buques. La expresión "AIS" son las siglas en inglés de "*Automatic Identification System*".
- Adrizar:** Poner derecho o vertical un buque que está escorado o inclinado.
- Amura:** Parte del buque comprendida entre la proa y cada uno de sus costados (amura de estribor y amura de babor).
- Aleta:** Parte del buque comprendida entre la popa y cada uno de sus costados (aleta de estribor y aleta de babor).
- Armador:** Persona natural o jurídica, sea o no propietaria del buque, que la explota y expide en su nombre.
- Arqueo bruto:** Véase GT
- Asiento:** Diferencia entre los calados del buque en su proa y en su popa.
- Atracar:** Arrimarse con un barco a un muelle, o a una boya, o a otro barco, a los efectos de amarrarse, embarcar o desembarcar personas o cosas.
- Babor:** Costado izquierdo de un buque cuando, a bordo de él, miramos hacia su proa. "A babor": por extensión, todo aquello que se encuentra hacia dicho costado o más allá del mismo.
- Barlovento:** Punto del horizonte desde donde sopla o procede el viento.
- Beaufort:** Escala para medir la velocidad del viento. Su rango se extiende entre los números 0 y 12 (0 = calma, 12 = temporal huracanado).
- Brazola:** Elevación del borde de una escotilla que tiene por objeto impedir o limitar la entrada de agua.
- Cable:** Décima parte de la milla. Por tanto, la longitud de un cable es 185'2 metros.
- Caer a estribor:** Alterar el buque su rumbo hacia estribor.
- Calado:** Profundidad del mar hasta la que se sumerge un buque flotando.
- CCS:** Siglas de "Centro de Coordinación de Salvamento Marítimo". Los CCS se clasifican en CZCS, CRCS y CLCS (centros zonales, regionales y locales, respectivamente). La coordinación de todos ellos la realiza el CNCS (Centro Nacional), situado en Madrid.

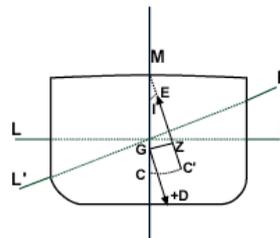


- Ceñir:** Llevar la proa del buque hacia la dirección desde la que sopla el viento, es decir, hacia barlovento.
- Certificados:** Documentos expedidos por la Administración Marítima del Estado del pabellón de un buque o entidades autorizadas (véase “Sociedades de Clasificación”), que acreditan el estado y características técnicas de cada una de sus partes, equipamiento y elementos.
- Cubierta:** Elemento estructural de un buque en el sentido longitudinal y horizontal. Las cubiertas forman lo que podríamos llamar los diversos “pisos” del buque.
- Demora:** Angulo que forma la visual a un objeto con el meridiano que pasa por el buque o línea Norte-Sur.
- Derrota:** Trayectoria que sigue un buque en su navegación.
- Desplazamiento:** Peso del agua desplazada al flotar el buque. El desplazamiento es, por tanto, el peso del buque. El desplazamiento en rosca es el peso inicial del buque totalmente vacío de carga, combustibles, agua, pertrechos y demás pesos ajenos al mismo.
- Doble fondo:** Son tanques estructurales de un buque situados entre el forro exterior del casco y el plan de bodega o tanque de carga. Son espacios destinados a almacenar combustible, agua potable o simplemente lastre.
- Escora:** Inclinação que toma un buque hacia cualquiera de sus bandas debida a una asimetría de pesos o a la acción del oleaje o del viento.
- Escotilla:** Cada una de las aberturas que hay en las diversas cubiertas del buque, para el acceso a su interior o a otra cubierta.
- Eslora:** Medida de la longitud de un buque.
- Estribor:** Costado derecho de un buque cuando, a bordo de él, miramos hacia su proa. "A estribor": por extensión, todo aquello que se encuentra hacia dicho costado o más allá del mismo.
- E.T.A.** Siglas del inglés: “*Estimated Time of Arrival*”, hora de llegada prevista.
- Francobordo:** Distancia medida en el centro del buque, desde el canto alto de la línea de cubierta (cubierta de francobordo) hasta el canto alto de la línea de carga correspondiente.



GT: Siglas de *Gross Tonnage*.- Medida de la cubicación o arqueo de un buque. También llamado Tonelaje bruto o arqueo bruto.

GZ (Brazo adrizante): En la figura el Desplazamiento (D) está actuando hacia abajo sobre G, y el empuje (E) sobre C' y hacia arriba, creando de este modo un par de fuerzas, cuyo brazo es el GZ. Este brazo será perpendicular a la vertical del empuje (E), y al actuar sobre el buque lo hace girar en el sentido de la flecha, adrizándolo. Es el brazo del par o momento adrizante.



IMO: Ver OMI.

Indicativo: Conjunto de letras o de números y letras con que se identifica un buque. También llamado "Indicativo de Llamada" y "Señal Distintiva".

KG: Distancia vertical entre el centro de gravedad del buque y el canto interior de la quilla.

Libro de Estabilidad: También llamado cuadernillo de estabilidad. Documento aprobado por la Administración que debe de llevar todo buque y que contiene información y cálculos relativos a la estabilidad del buque así como orientaciones para que el Capitán pueda utilizar el buque de conformidad con las prescripciones aplicables referentes a la estabilidad.

Mamparo: Cada una de las paredes o divisiones verticales internas de un buque.

Manga: Medida de la anchura mayor de un buque.

Milla: Distancia medida sobre la mar equivalente a 1 minuto de meridiano (1.852 metros).

Molinete: Tambor giratorio sobre el que se acoplan las cadenas y empleado para virar o arriar el ancla



- MOU:** Acrónimo de “*Memorandum of Understanding*”, memorando de entendimiento suscrito entre países europeos para el control de los buques por el Estado rector del puerto (PSC o “*Port State Control*”)
- Nº IMO:** Número dado por la OMI a cada buque, que lo mantendrá aunque cambie de nombre, propietario, bandera o puerto de matrícula.
- Nudo:** Unidad de velocidad, correspondiente a una milla por hora (1'85 km/h)
- Obra muerta:** Parte del buque que aflora sobre la superficie del mar, es decir, la parte no sumergida expuesta al aire. Por el contrario, la “Obra viva” es la parte sumergida del buque.
- OMI:** Siglas de la Organización Marítima Internacional (también “IMO”, del inglés “*International Maritime Organization*”). Organismo de las Naciones Unidas para asuntos marítimos, con sede en Londres.
- Pantoque:** Parte del casco del buque que une los costados exteriores verticales con el fondo horizontal en el que se encuentra la quilla.
- Peso en rosca:** Es el peso del buque sin carga, tripulantes ni consumos. Se obtiene como la suma de los pesos de la estructura del buque, su maquinaria, equipos y fluidos en circuitos.
- Pique:** Tanque vertical, generalmente utilizado para su lastrado con agua del mar, situado en cada una de las cabezas del buque (proa y popa).
- Plan:** Suelo o piso de cada una de las bodegas de carga del buque.
- Popa:** Parte trasera del buque, según el sentido de la marcha avante.
- Práctico:** Piloto u hombre de mar, que es contratado para hacer pasar un buque por determinado lugar debido a su gran conocimiento del mismo. Cada puerto dispone de uno o varios Prácticos para los accesos a las dársenas y muelles, atraques, desatraques y demás movimientos de los buques por las aguas portuarias.
- Proa:** Parte delantera del buque, según el sentido de la marcha avante.
- Prueba de Estabilidad:** También llamada Experiencia de Estabilidad. Todo buque, al término de su construcción será sometido a una prueba de estabilidad, determinándose el desplazamiento real y las coordenadas del centro de gravedad en la condición de buque en rosca y comprobándose que el buque tiene unas condiciones de estabilidad satisfactorias.



- Puente:** Habitáculo ubicado en el lugar más elevado de la superestructura del buque, en donde realiza su guardia el Oficial de Guardia, desde el cual se gobierna el buque, y en donde se encuentran los equipos, instrumentos y demás elementos necesarios para ello.
- Puntal:** Medida de la altura de un buque, desde la quilla hasta la cubierta principal.
- Quebranto:** Pérdida de la configuración recta de la quilla del buque, arqueándose de forma que la parte central del buque queda más elevada que sus cabezas (proa y popa). El efecto opuesto se denomina “**Arrufo**”.
- Rumbo:** Dirección a la que navega un buque. El rumbo se cuenta en grados de circunferencia, a partir del meridiano del buque (000°, o rumbo Norte), de forma que el rumbo Este es el 090°, rumbo Sur es 180° y rumbo Oeste es 270°).
- Rv:** Rumbo verdadero. Es el ángulo que forma la derrota o trayectoria que sigue el buque con los meridianos que atraviesa.
- SAR** Búsqueda y Salvamento. (Siglas del inglés *Search and Rescue*)
- Señal Distintiva:** Ver **Indicativo**.
- Sociedad de Clasificación:** Entidades, autorizadas por la Administración, que se encargan de la inspección y emisión de Certificados a los buques.
- Sonda:** Profundidad del mar en un lugar determinado. Instrumento que sirve para determinar la profundidad del mar en el lugar en que se está navegando.
- Trimado:** Diferencia entre los calados a proa y a popa.
- TRB:** Siglas de “Tonelaje de Registro Bruto”. Ver “**GT**”.
- UTC:** La hora UTC es la hora del meridiano de Greenwich (*Greenwich Mean Time* o GMT), también llamada hora de Tiempo Universal.
- VHF:** Acrónimo de *Very High Frequency*. Aparato de radiocomunicaciones de que utiliza la banda de Muy Alta Frecuencia. La banda marina de VHF se encuentra entre 156 MHz y 170 MHz.