

INFORME CIAIM-16/2014

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

ADVERTENCIA

Este informe ha sido elaborado por la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM), regulada por el artículo 265 de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante aprobada por Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, y por el Real Decreto 800/2011, de 10 de junio.

El único objetivo de la CIAIM al investigar accidentes e incidentes marítimos es la prevención de futuros accidentes mediante la determinación de las causas y circunstancias que produjeron los sucesos investigados.

El presente informe no se ha escrito con intención de que tenga valor alguno en litigios ante órganos judiciales y no persigue la evaluación de responsabilidades, ni la determinación de culpabilidades.

El uso que se haga de este informe para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede conducir a conclusiones e interpretaciones erróneas.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013



Figura 1. NGV "JAUME I"



Figura 2. Zona del accidente

1. SÍNTESIS

El día 31 de julio de 2013, a las 00:13 horas, faltando dos millas para llegar al puerto de Alcudia (Mallorca) procedente de Ciutadella (Menorca), se produjo una deflagración¹ en la sala de máquinas de estribor de la nave de gran velocidad (NGV) JAUME I. La deflagración, no advertida por la tripulación en un primer momento, originó un incendio que hizo saltar las alarmas de buque y obligó al capitán a activar los procedimientos establecidos de lucha contra incendios. La situación se resolvió por la tripulación con los medios disponibles a bordo, aunque se solicitó y obtuvo ayuda del servicio de prácticos de Alcudia y de Salvamento Marítimo, quienes enviaron al lugar el remolcador de servicio portuario (R/P) PUNTA TORRE y la embarcación de salvamento (E/S) SALVAMAR SAIPH. Ambas embarcaciones acompañaron a la NGVJAUME I, a la que dieron remolque y escoltaron hasta su atraque. La nave quedó atracada en el puerto de Alcudia a las 3:00 h sin que se produjeran heridos ni contaminación del medio marino.

1.1. Investigación

La CIAIM recibió la notificación del suceso el mismo día 31 de julio de 2013. El suceso fue calificado provisionalmente como "accidente grave" y se acordó la apertura de una investigación. El pleno de la CIAIM ratificó la calificación del suceso y la apertura de la investigación de seguridad. El presente informe fue revisado por la CIAIM en su reunión de 14 de mayo de 2014 y publicado en noviembre de 2014 tras su aprobación.

¹ Una explosión deflagrante es aquella en que, partiendo de velocidades de reacción entre 1 m/s y la velocidad del sonido, crea ondas de presión que no alcanzan valores de presión superiores a 10 kg/cm². Este tipo de explosiones son características en vapores líquidos combustibles y en atmósferas pulverulentas combustibles. Véase la Nota Técnica de Prevención (NTP) número 396, del Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, sobre "Deflagraciones producidas por gases, vapores y polvos combustibles: sistemas de protección".

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

Para realizar esta investigación se ha contado con la colaboración de la Compañía BALEARIA, de la Compañía aseguradora ALLIANZ Compañía de Seguros y Reaseguros, S.A. y de la tripulación del buque.

Se ha dispuesto de copia de los datos registrados en el Registrador de Datos de la Travesía (RDT) instalado a bordo.

Se ha revisado la siguiente documentación:

- 1) Manual de Funcionamiento y Mantenimiento del Sistema de Sofocación de Incendios - Cámara de Máquinas, y Manual de Operaciones, realizado por la empresa Brispes, S.L. - Oficina de Estudios Técnicos Navales, de Cádiz.
- 2) Planos de disposición general, lucha contra incendios, cuarto de CO₂, planos eléctricos de instalaciones, etc.
- 3) Informe sobre la reparación del JAUME I - Mantenimiento programado "Top End" Motores principales. Este informe se corresponde con la última revisión general (overhaul) realizada al motor que resultó incendiado. Fue efectuada por la empresa Barloworld Finanzauto, representante del fabricante del motor, Caterpillar, en España.
- 4) Registros del mantenimiento realizado por la tripulación sobre el motor incendiado.

Se ha contado con los siguientes informes relativos al accidente:

- 1) "Report for Fire Damage - Electrical & Hull - October 2013", realizado por técnicos de la empresa "INCAT Tasmania Pty Ltd", astillero de construcción del JAUME I.
- 2) Informe sobre el origen y causa del incendio, realizado por la empresa "Oficina Técnica de Ingeniería Forense".
- 3) Informe metalúrgico y metalográfico, realizado por "Argos - Ingeniería y Tecnología de materiales, S.A." sobre la "Investigación de causas de rotura de un tubo de combustible del motor SIME del buque JAUME I".
- 4) Informe preliminar sobre la investigación interna del incendio en el casco de estribor de la NGV JAUME I, realizada por la propia compañía armadora.

Se han mantenido entrevistas con la tripulación del buque así como con personal de la compañía armadora.

* * *

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

2. DATOS OBJETIVOS

Tabla 1. Datos del buque / embarcación

Nombre	JAUME I
Pabellón / registro	España
Identificación	Matrícula de Santa Cruz de Tenerife TE-1-6-13 Nº IMO: 9081693
Tipo	<i>Fast Ferry</i> , buque de pasaje y carga rodada, multicasco, al cual se le ha emitido un certificado de seguridad para naves de gran velocidad, en la categoría de "Nave de pasaje de categoría B".
Características principales	<ul style="list-style-type: none"> • Eslora (L): 77,46 m • Manga: 26 m • Puntal: 4,044 m • Arqueo bruto (GT): 3989 • Arqueo neto (NT): 1427 • Material de casco: aluminio • Propulsión: 4 motores diésel de 4320 kW cada uno • Número máximo de pasajeros: 600 • Número máximo de tripulantes: 23 • Velocidad máxima: 32 nudos
Propiedad y gestión	<p>Desde su botadura en 1994, la nave ha sido propiedad y/o gestionada por diferentes navieras, y empleada en varias rutas desde Dinamarca hasta el Estrecho de Gibraltar, pasando por el Canal de la Mancha o el Mediterráneo. Ha tenido sucesivamente los nombres de : STENA SEA LINX II, STENA LYNX II, RONDA MARINA, INCAT 033, FAST CEUTA, otra vez INCAT 033, THUNDERCAT II, hasta el año 2005 cuando la nave fue adquirida por BALEARIA EUROLINEAS MARÍTIMAS, S.A. y pasó a llamarse JAUME I.</p> <p>Fue abanderado en España el año 2013, proveniente del Registro de Malta, inscribiéndose Patente provisional en el REBECA² el 27/05/2013, y Patente definitiva el 27/09/2013.</p> <p>La Compañía que gestiona el buque según consta en el Certificado de Gestión de la Seguridad es: BALEARIA EUROLINEAS MARITIMAS, S.A. (número IMO: 1151878)</p>
Pormenores de construcción	Construida el año 1994 en INCAT TASMANIA PTY. LTD (Australia)
Clasificación	DET NORSKE VERITAS Cota de clasificación: + 1A1 HSLC R1 CAR FERRY A EO
Dotación mínima de seguridad para la condición de plena	15 tripulantes, entre profesionales técnicos marítimos y personal de cabina.

² Registro especial de buques y empresas navieras de Canarias.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

capacidad de pasaje	
---------------------	--

Tabla 2. Pormenores del viaje

Puertos de salida / escala / llegada	Barcelona / Ciutadella (Menorca) / Alcudia (Mallorca)
Tipo de viaje	Navegación costera e interinsular, conforme a la Ruta aprobada nº 1 de su Permiso de Explotación.
Información relativa a la carga	199 pasajeros. Vehículos y carga general.
Dotación	La tripulación estaba constituida por 10 profesionales técnicos marítimos y 6 de personal de cabina. En total 16 tripulantes. Los tripulantes contaban con las titulaciones y certificados de especialidad necesarios.
Documentación	El buque disponía de los certificados exigibles en vigor y estaba correctamente despachado.

Tabla 3. Información relativa al suceso

Tipo de accidente o incidente	Deflagración y posterior incendio.
Fecha y hora	31 de julio de 2013, a las 00:13 hora local .
Localización	39° 49,92' N; 003° 13,58' E.
Operaciones del buque y tramo del viaje	En navegación, próximo a puerto. Todavía no se había iniciado maniobra de entrada.
Lugar a bordo	Sala de máquinas de estribor.
Daños sufridos en el buque	Daños muy graves en la estructura del buque, equipos y conducciones e instalaciones eléctricas y mecánicas, bien por la deflagración inicial o por el incendio. Se detallan en la sección 2.1.
Heridos / desaparecidos / fallecidos a bordo	No
Contaminación	No
Otros daños externos al buque	No
Otros daños personales	No

Tabla 4. Condiciones marítimas y meteorológicas

Viento	Componente N fuerza Beaufort 2 (4 a 6 nudos)
Estado de la mar	Marejadilla
Visibilidad	Sin restricciones

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

Tabla 5. Intervención de las autoridades en tierra y reacción de los servicios de emergencia

Organismos intervinientes	SASEMAR / Servicios portuarios de Alcudia. -
Medios utilizados	<ul style="list-style-type: none"> • E/S SALVAMAR SAIPH • R/P PUNTA TORRE • Servicios de Emergencias 112, que incluyeron servicios de bomberos y ambulancia.
Rapidez de la intervención	El remolcador, según declaraciones, se presentó en el escenario aproximadamente media hora después de declararse el incendio. La E/S SALVAMAR SAIPH, atendiendo a los registros disponibles, se presentó en el lugar 52 minutos después de haberse declarado el incendio, 35 minutos después de que se produjese el primer aviso a CCS Palma.
Medidas adoptadas	Inspección de daños, asistencia y remolque.
Resultados obtenidos	Los esperados.

2.1. Descripción de los daños del buque.

Los daños se localizaron principalmente en las siguientes zonas:

- Casco del buque, especialmente entre las cuadernas números 3 y 6, por la parte interior del casco. Los daños afectaron también a estructuras secundarias soportadas en aquellas, como las cuadernas intermedias 4.5 y 5.5. La deflagración causó dos orificios en el casco del buque, por encima de la línea de flotación (véase Figura 3). El mayor tenía aproximadamente 2,1 m x 1 m de abertura y se abrió en el forro a la altura de la sala de máquinas, entre las cuadernas 4 y 6. El orificio más pequeño y cercano a la línea de flotación se abrió a la altura de la sala de propulsores, en las proximidades de la cuaderna 3. Tanto la sala de máquinas como la sala de propulsores se comunicaron por la rotura del mamparo que los separaba (coincidente con la cuaderna 4) así como a través del espacio vacío estructural existente entre sus recintos y el forro.
- Sala de máquinas de estribor, con múltiples deformaciones de las planchas de los mamparos, doble techo y puertas que configuraban el recinto. Resultaron especialmente afectados:
 - o el mamparo construido sobre la cuaderna 4 (y que separaba la sala de máquinas del cuarto de propulsores), parcialmente destruido, y
 - o la puerta estanca de acceso a la sala de máquinas desde la cubierta del bote de rescate de estribor, cuyos goznes no resistieron la onda de presión y provocaron que dicha puerta saltara completamente de su emplazamiento (la lengua de fuego

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

que salió de esta abertura fue la que probablemente incidió sobre el bote de rescate provocando su incendio).

Por su parte, el incendio causó principalmente los siguientes daños:

- Destrucción de partes del conducto de admisión de aire de uno de los motores de estribor.
- Destrucción de escalas, soportes y elementos auxiliares en el interior de la sala de máquinas y espacios conexos, fundiendo en algunos casos el aluminio constitutivo de aquellos.
- Pérdida de la integridad de conducciones eléctricas y de control. Destrucción de cuadros eléctricos y equipos de accionamiento y control en general, siendo más afectados cuanto más hacia popa se encontraban.

La figura 3 muestra imágenes de parte de los daños causados en el buque.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013



Figura 3. Vistas de algunos de los daños visibles desde el exterior sufridos por el JAUME I.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

3. DESCRIPCIÓN DETALLADA

El relato de los acontecimientos se ha realizado a partir de los datos, declaraciones e informes disponibles. Las horas referidas son locales.

A primera hora del día 31 de julio de 2013 la NGV JAUME I se encontraba realizando la última etapa de la ruta Barcelona - Ciudadela (Menorca) - Alcudia (Mallorca), con 199 pasajeros y 16 tripulantes a bordo. En el puente, gobernando la nave, se encontraban el capitán y la jefe de máquinas.

Faltaban solo dos millas para llegar a Alcudia cuando, a las 00:13 horas, se produjo una alarma de baja presión de combustible en el motor de estribor-interior (conocido por su acrónimo en inglés *Starboard Inner Main Engine*, "SIME" en lo sucesivo) del casco de estribor, seguido de alarmas de incendio en esa sala de máquinas. Véanse las Figuras 4 y 5.

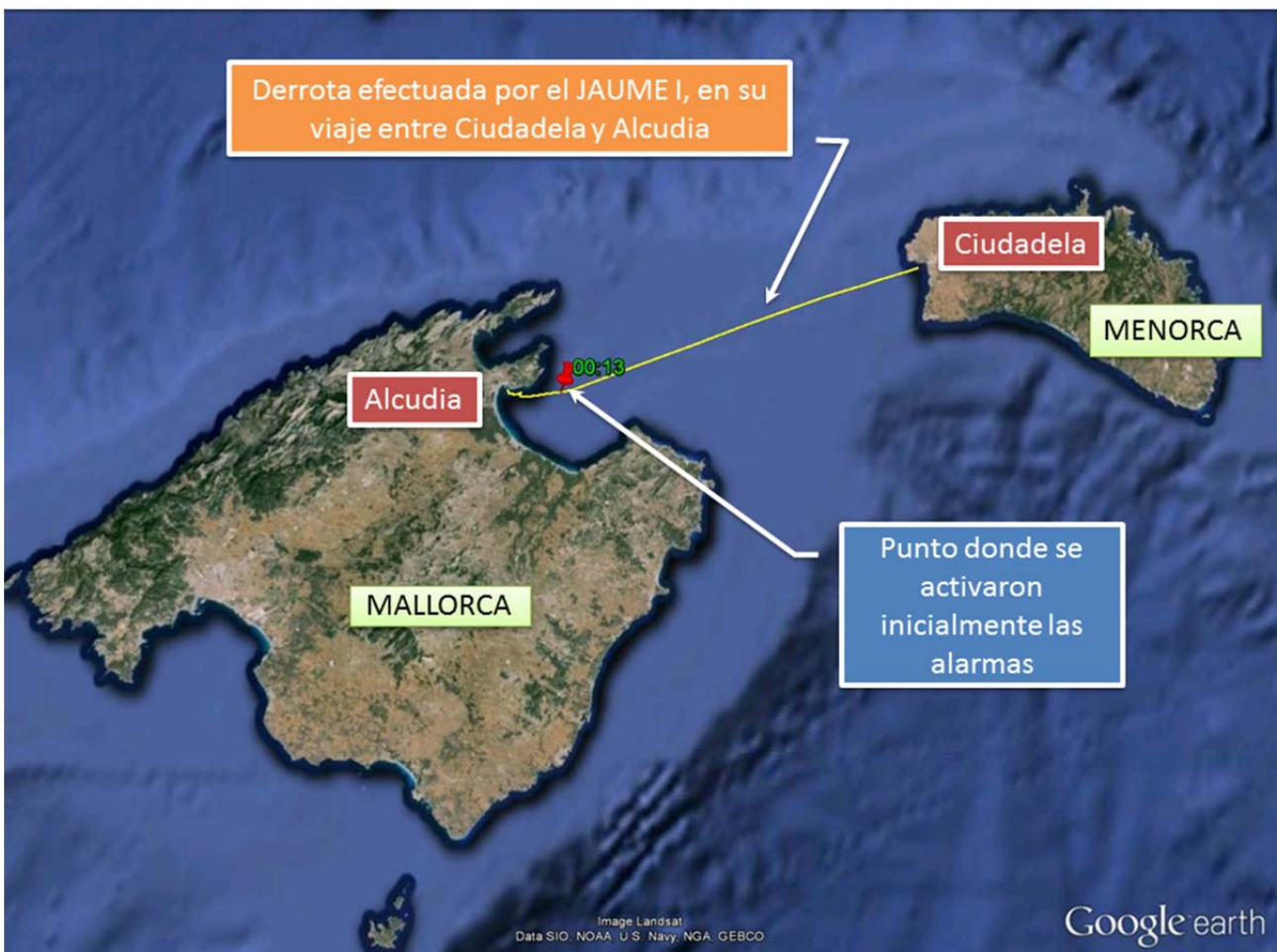


Figura 4. Derrota seguida por el JAUME I.

Entonces, el capitán ordenó parar ese motor y cortar el combustible. Envío al primer oficial de máquinas a inspeccionar la zona, encontrando que había humo que se iba filtrando hacia el

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

garaje y espacios aledaños. El fuego llegó a alcanzar el bote de rescate de esa banda, una *zodiac* de goma, provocando su incendio y aumentando considerablemente el humo.

La tripulación cerró las puertas aislantes de humo de la cubierta de pasajeros después de trasladarles a la zona protegida establecida para estos casos y se dispuso a atacar el incendio con las dos brigadas que tenían encomendado este cometido. Como el incendio se estaba produciendo en un espacio de máquinas, las brigadas fueron dirigidas por el primer oficial de máquinas.



Figura 5. Detalle de la aproximación a puerto desde que saltaron las alarmas (elaborada a partir de los datos del Sistema de Identificación Automática del buque)

En los momentos de confusión que siguieron, y ante las informaciones que llegaban al puente de que se estaba incendiando toda la sala de máquinas de estribor, el capitán ordenó el disparo remoto³ del sistema fijo de extinción de incendios de CO₂. La jefe de máquinas intentó el disparo hasta en tres ocasiones, infructuosamente.

³ Desde el puente, por medio de un disparador dedicado en la consola central.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

El capitán había solicitado ayuda al práctico de Alcudia y, por medio de éste, a los servicios de salvamento. En pocos minutos se acercó al lugar el R/P PUNTA TORRE, el cual remolcó al buque en su acercamiento al puerto. Momentos después llegó al lugar la E/S SALVAMAR SAIPH (ver sección 3.1).

Las brigadas contraincendios del buque consiguieron aislar y enfriar la zona y apagar el fuego del bote de rescate. Esto provocó que se redujera considerablemente el humo en la zona y llevó a la tripulación a la conclusión de que el confinamiento de la sala de máquinas, por sí solo, junto a la interrupción del suministro de combustible, y el enfriamiento que estaba procurando el agua proyectada desde las mangueras, bastarían para la extinción del incendio. Por tanto, no se consideró necesario forzar el disparo del sistema fijo de extinción de incendios desde el mismo local del CO₂ o desde el local de CO₂ de babor, conectado con aquel.

Los tripulantes no eran conscientes de que se había producido una deflagración y de que se habían abierto dos orificios en el casco, uno de ellos importante. Este hecho lo averiguaron mientras eran remolcados y atracaban en el puerto de Alcudia. Nadie escuchó detonación alguna, lo que resulta explicable debido a la alta insonorización de que van provistas estas naves además de que apoya la tesis de que se produjo una deflagración y no una detonación, que hubiera provocado un ruido muy superior.

3.1. Operaciones de salvamento marítimo

Ante la cercanía del Puerto, 2 millas, y hasta no tener más datos sobre el alcance y seriedad del accidente, el capitán avisó en primer lugar al práctico de Alcudia para movilizar un remolcador que pudiera ayudarle a aproximarse y atracar en caso de ser necesario y, cuando los acontecimientos lo permitieron, a su compañía.

- A las 00:30 horas se recibió en el CCS⁴ de Palma la primera llamada alertando del hecho, realizada por un funcionario de la Capitanía Marítima de Palma de Mallorca, quién trasladó el aviso telefónico de un familiar que se encontraba en la nave.
- Seguidamente, a las 00:31 horas, el CCS de Palma contactó con el práctico de Alcudia, confirmando que se había producido un fuego a bordo y que el capitán había solicitado un remolcador a la llegada. Se informó también que el práctico se encontraba en contacto con el capitán y que al parecer la situación estaba controlada.
- A las 00:35 horas el CCS de Palma movilizó la E/S SALVAMAR SAIPH.
- En un momento indeterminado dentro de esta franja horaria, embarcó el práctico de Alcudia a bordo del JAUME I.
- A las 00:44 horas se recibió llamada del 112 informando que alguno de los pasajeros habían llamado comunicando la situación.
- A las 00:45 horas, el CCS de Palma consiguió establecer contacto con el capitán a través de Palma Radio. El capitán informó que habían sufrido un incendio en la sala de máquinas de estribor, que la situación estaba controlada y no requerían asistencia.
- A las 00:55 horas la E/S SALVAMAR SAIPH estaba saliendo de puerto. El CCS de Palma solicitó a Emergencias 112 el envío de un camión de bomberos y una ambulancia al puerto.

⁴ Centro de Coordinación y Salvamento.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

- A las 01:00 horas el CCS de Palma recibió la llamada de un responsable de la Compañía informando del accidente.
- A las 01:05 horas la E/S SALVAMAR SAIPH informó que se encontraba al costado de la NGV JAUME I. Su tripulación no vio humo ni fuego a bordo. El propulsor de estribor estaba parado.
- A las 01:34 horas la NGV JAUME I se dirigía remolcado por el R/P PUNTA TORRE hacia el interior del puerto de Alcudia.
- A las 02:00 horas la E/S SALVAMAR SAIPH asistió a la NGV JAUME I en la maniobra de entrada a puerto.

A las 03:00 horas el patrón de la E/S SALVAMAR SAIPH informó que la NGV JAUME I estaba atracada, sin novedad. El práctico de Alcudia confirmó que no era necesaria la presencia de bomberos ni ambulancia.

* * *

4. ANÁLISIS

4.1. Estudio de la secuencia cronológica de los sucesos ocurridos en la sala de máquinas de estribor durante el accidente

Instantes antes de originarse el incendio en la sala de máquinas de estribor, ocurrieron los sucesos detallados a continuación:

00:13 horas: Alarma de baja presión de combustible en el motor SIME (1,72 bar). El rango establecido de funcionamiento para la presión de combustible se halla entre los valores de 1,80 y 6,7 bar.

La temperatura de los gases de escape en la turbina de la turbosoplante del lado de babor del motor SIME era de 585° C.

Segundos más tarde, los termopares de control de la temperatura de ambas turbinas (babor y estribor), enviaron una señal de error a la unidad de control, lo cual puede interpretarse como que se produjo la destrucción del cableado portador de dicha señal debido al calor y el fuego.

Se activó la alarma por baja temperatura de gases de escape del cilindro nº 16 del motor SIME.

00:14 horas: La velocidad de giro del motor SIME cayó a 167 rpm, muy por debajo de la del resto de los motores propulsores (540 rpm).

El sensor de temperatura del compartimento de motores de estribor dio un valor de 56° C.

Se activó la alarma por alta temperatura de agua de refrigeración de culatas.

00:15 horas: Se activó alarma por alta temperatura de gases de escape en la turbina de estribor del motor SOME⁵ (el otro motor que se encontraba en el mismo compartimento de máquinas).

00:16 horas: los motores propulsores SOME, POME⁶ y PIME⁷ continuaban en funcionamiento, según el régimen establecido.

A partir de este momento empezaron a activarse alarmas que detectaron el fallo de varios de los servicios esenciales del motor afectado y que en algunos casos, ponían de manifiesto la destrucción o el deterioro de los equipos que soportaban tales servicios.

⁵ Starboard Outer Main Engine.

⁶ Port Outer Main Engine.

⁷ Port Inner Main Engine.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

4.2. Estudio físico de la sala de máquinas tras el incendio.

En la Figura 6, a continuación, se han señalado los espacios correspondientes a la sala de máquinas y al local de propulsores de estribor, siendo ambos espacios los más afectados por la deflagración.

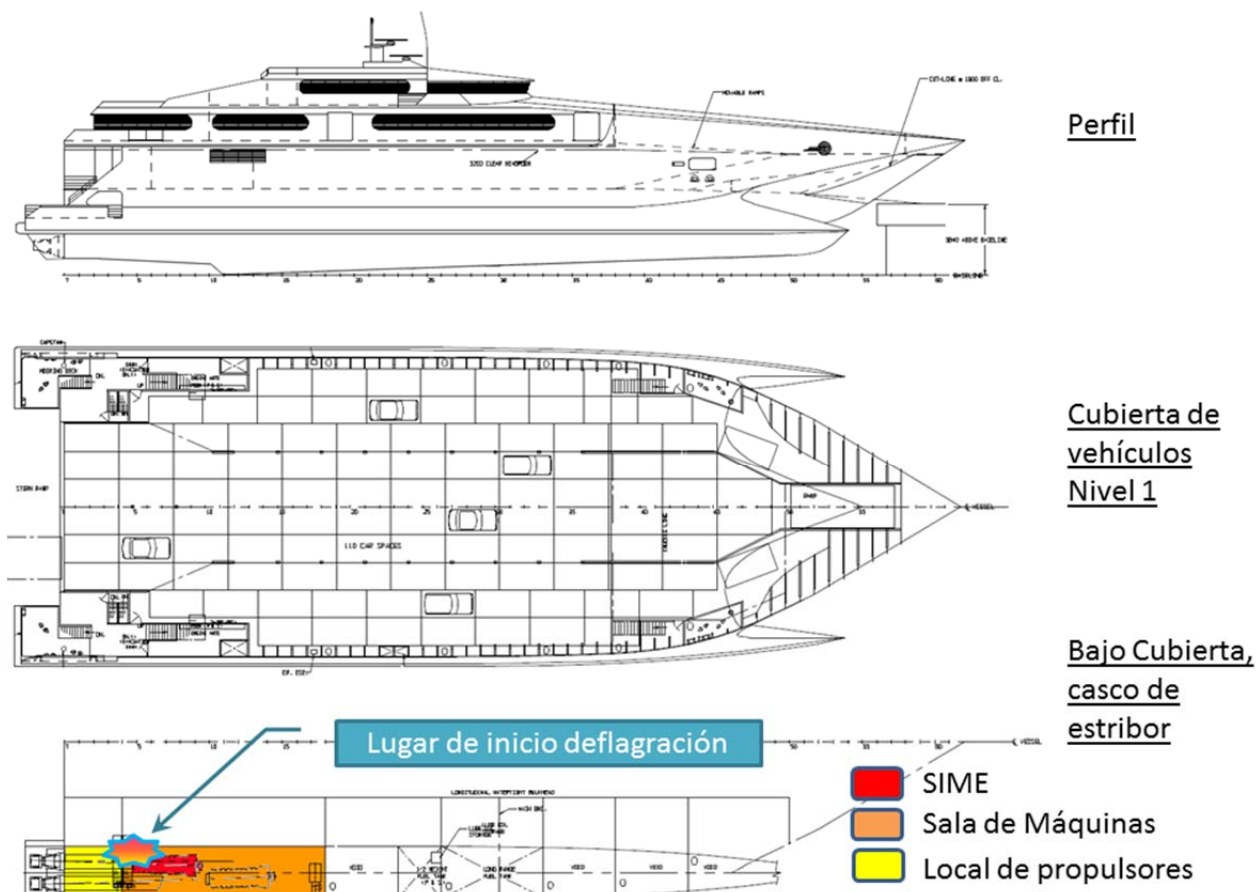


Figura 6. Vistas seleccionadas del plano de disposición general del JAUME I. Lugar de inicio de la deflagración

Mediante la inspección de los daños producidos ha sido posible determinar la zona del origen de la deflagración y posterior incendio, localizándose dicho origen en la parte de popa del motor SIME.

Véase también la Figura 7, correspondiente al motor SIME, visto hacia popa. Se ha marcado con una flecha la trampilla de ventilación de la sala de máquinas. Se supone que la onda de presión resultante de la deflagración tuvo mayor efecto en esa dirección. La ruta directa que siguió dicha onda de presión fue la causante del orificio mayor mostrado en la Figura 3.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013



Figura 7. Vista general de la sala de máquinas de estribor; vista hacia popa con el SIME en primer plano

La inspección más detallada de esta zona ha permitido encontrar información relevante (véanse las Figuras 8 y 9):

- a) La tubería que suministra combustible al inyector del cilindro nº 16 del motor SIME estaba totalmente seccionada a la altura del racor de conexión con el bloque del motor.
- b) Faltaba la pieza de sujeción⁸ o soporte intermedio del citado tubo de inyección de combustible. Véanse Figuras 8, 10 y 11.

⁸ En el libro de instrucciones se denomina "*clamp*" o abrazadera. El soporte estaba constituido por dos piezas metálicas y una de goma que aprisionaban el tubo, limitando su vibración.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013



Figura 8. Estado de la tubería de combustible del inyector del cilindro nro. 16 del SIME.

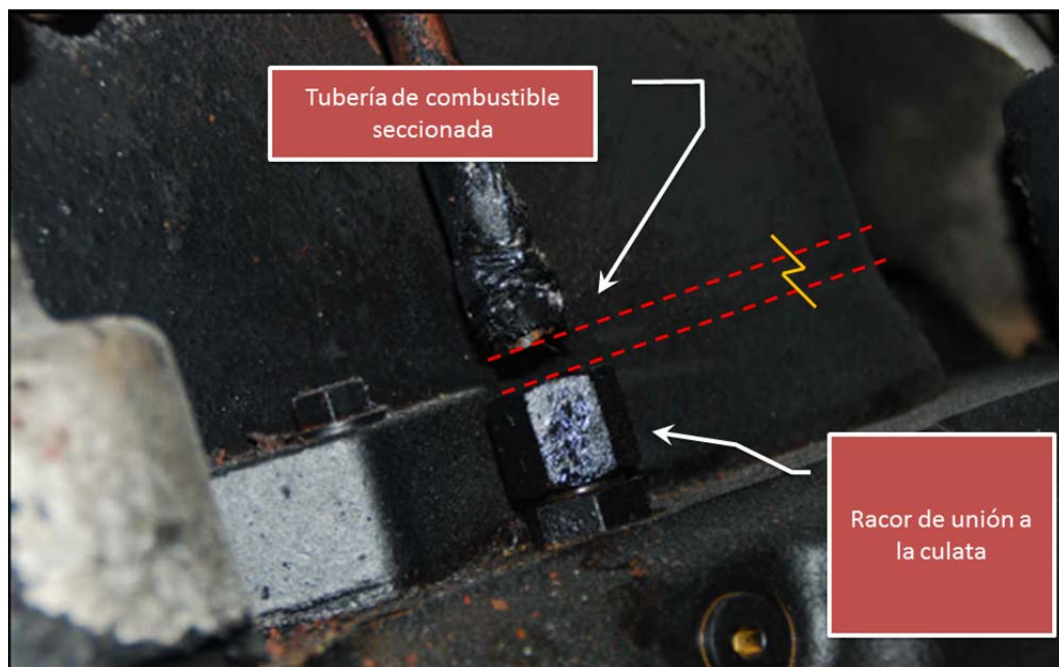


Figura 9. Detalle de la sección de la tubería de combustible del inyector del cilindro nro. 16 del SIME.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

- c) Según informan los técnicos contratados por la compañía de seguros, "se encontró el tornillo correspondiente a dicho soporte en la sentina, bajo el lugar en que se sitúa el cilindro 16". El tornillo se encontraba sin tuerca pero con la arandela.
- d) La barra metálica sobre la que debía apretarse el tornillo anterior sujetando la pieza de sujeción, se encontraba en posición, sin mostrar signos de sollicitaciones mecánicas extremas (como podrían ser los efectos de torsión y arrastre ejercidos por piezas proyectadas a consecuencia de la deflagración). Véase Figura 11. Nótese también la Figura 8, en la que se indica la posición de tal barra.

Los hallazgos c) y d) anteriores permiten plantear que la pieza de sujeción no estuviese montada cuando sucedió el accidente. Ello podría ser debido a que durante alguna operación de mantenimiento del referido cilindro 16 o dispositivo anejo:

- no se instaló la referida pieza, o
- se dejó el tornillo de la pieza de sujeción sin el par de apriete conveniente.



Figura 10. Detalle de una pieza de sujeción igual a la que faltaba en el tubo del cilindro nº16.

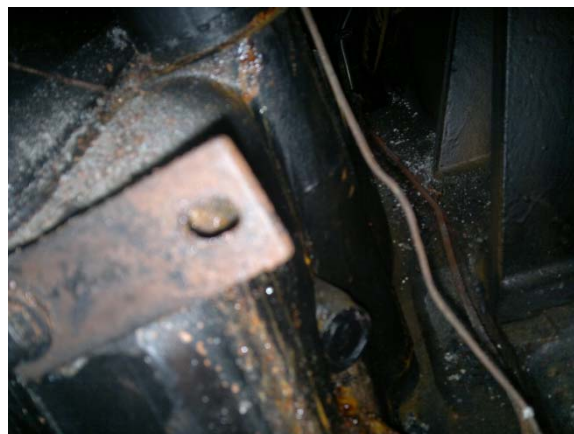


Figura 11. Detalle de la barra portante de la pieza de sujeción que faltaba en el tubo del cilindro nº16

4.3. Análisis y explicación de los eventos

Descripción del motor propulsor de estribor lado interno (*Starboard Inner Main Engine - SIME*)

Se trata de un motor diésel Caterpillar modelo 3616, de 16 cilindros dispuestos en V y con una potencia de 4320 kW a una velocidad de régimen de 900/1000 rpm. El motor opera con combustible diésel, suministrado por una bomba de transferencia, desde los tanques de consumo, hasta los diferentes elementos bomba-inyector montados en los distintos cilindros de cada motor, a una presión regulada de entre 4,3 y 6,7 bar.

En el extremo opuesto al volante de inercia del motor van montados dos turbocompresores de aire movidos por dos turbinas de gases de escape para la sobrealimentación del motor. La temperatura de los gases de escape en la turbina puede alcanzar 650°C a plena potencia del motor.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

Explicación a los eventos mostrados por la central de alarmas del buque

Tal y como se refleja en la secuencia de eventos, la primera alarma que se originó en el motor SIME, previo al accidente, fue la baja presión en el circuito de alimentación de combustible al motor. Esto fue debido a la rotura de la tubería de aporte de combustible a la bomba-inyector del cilindro nº 16 del motor. Como consecuencia de ello, el combustible comenzó a proyectarse en todas direcciones.

Este combustible se esparció por la sala de máquinas, probablemente de forma pulverizada y mezclándose con el aire atmosférico de la misma, formando una mezcla de combustible y comburente. Al entrar esta mezcla en contacto con alguna de las partes calientes del motor (por ejemplo, alguna zona de los conductos de gases de escape o carcassas de las turbinas de las turbosoplantes), se originó la deflagración y posterior incendio de la sala de máquinas.

La onda de presión de la deflagración causó dos agujeros en la plancha de aluminio del costado de babor del casco de estribor, por encima de la línea de flotación y múltiples deformaciones en las estructuras cercanas.

Simultáneamente se inició un incendio del combustible derramado, llevado al punto de ignición del mismo. Los gases de la combustión fueron absorbidos en parte por el turbocompresor de aire de babor del SIME, que todavía se hallaba en marcha, lo que provocó que se fundiera el codo de aluminio que une el turbocompresor con el colector de aire de sobrealimentación (Figura 12).



Figura 12. Detalle del estado en que quedó el codo de aluminio del colector de aire

Al originarse la deflagración, la combustión de la mezcla combustible-comburente provocó el incremento de la temperatura en todas las vías de salida, originando la fusión de tramos de escalera fabricados en aluminio, así como de los troncos de paso de cables eléctricos que parten desde el compartimento de motores.

Por otra parte, todos los troncos de ventilación de la sala de máquinas se hallaban con sus válvulas abiertas⁹, aportando aire fresco al compartimento de motores, lo cual suponía un importante aporte de oxígeno para mantener la combustión del combustible que el tubo roto esparcía por la sala de máquinas.

Discusión sobre la eficacia de las medidas disponibles para extinguir el incendio.

Ante la imposibilidad inicial de inertizar la atmosfera en el compartimento de motores, debido a la inoperancia del disparo remoto del sistema de contraincendios fijo de CO₂ desde el puente y debido también a la aparente imposibilidad de acceder con seguridad al cuarto del CO₂ de estribor, situado justo al lado de la puerta de entrada a la sala de máquinas y envuelto en humo

⁹ Y los de popa, además, destruidos.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

espeso proveniente de la misma sala de máquinas además del producido por la combustión del bote de rescate, los acontecimientos se desarrollaron de forma que no fue necesario recurrir al disparo del cuarto de CO₂ de babor¹⁰.

Las decisiones tomadas por la tripulación se basaron en una información incompleta, ya que desconocían que se hubiesen abierto dos orificios al exterior en el espacio de máquinas y local de propulsores. Estos orificios comunicaron la sala de máquinas con varios espacios adyacentes (como el local de propulsores y el espacio vacío¹¹ que separaba la sala de máquinas del forro de la nave), pero no fueron las únicas aberturas abiertas por la deflagración. También resultaron destruidas conducciones de ventilación del recinto, así como su puerta de acceso. Un hipotético disparo del sistema de extinción de CO₂, por sí solo, hubiera resultado ineficaz en estas condiciones.

El fuego se extinguió por falta del combustible, ya que la tripulación obró con prontitud interrumpiendo totalmente el aporte del mismo a la zona, parando primero las bombas desde el puente y poco después asegurándose mediante el disparo de la parada remota de combustible, que se encontraba cerca, en el garaje de vehículos. Además, el enfriamiento de las zonas adyacentes mediante la utilización de mangueras de agua por la tripulación contribuyó eficazmente a que el fuego se extinguiera y no se propagara.

La condición previa de limpieza del recinto fue también determinante para que el incendio no pudiera mantenerse.

4.4. Investigación de las causas de rotura del tubo de combustible del cilindro nº 16 del motor SIME

Rotura del tubo de combustible. Análisis de los restos.

A instancias de la aseguradora del buque, la empresa especializada ARGOS - Ingeniería y Tecnología de Materiales, S.A. analizó los restos del tubo de combustible roto, así como el racor de unión de éste con el bloque del motor, que se correspondía con la alimentación del cilindro nro. 16 del SIME.

El informe de esta empresa, entre otras consideraciones, concluye que *"la rotura se ha producido por fatiga a flexión de alto número de ciclos inducida por la vibración del tubo¹² y no es imputable a una condición subestándar del material, pero sí que ha debido estar asociada a la presencia de pequeñas picaduras o penetraciones de corrosión en la zona de iniciación"*.

Según estos resultados, se puede concluir que la falta de la pieza de sujeción fue determinante para que se produjera la *"fatiga a flexión por alto número de ciclos"* que indica el citado informe.

¹⁰ El sistema de extinción de CO₂ estaba duplicado, una instalación por cada sala de máquinas, y cabía la posibilidad de cruzar e interconectar los sistemas de CO₂ entre babor y estribor.

¹² Subrayado por la CIAIM.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

Estudio del mantenimiento realizado al motor SIME.

Última revisión general

La CIAIM ha obtenido los registros de la última revisión (*top end*¹³) general de la planta propulsora, y en particular del motor SIME, realizada en mayo de 2011 por la empresa Barloworld - Finanzauto, representante en España de los motores Caterpillar.

Se ha comprobado que en la revisión general del motor se facturaron 12 abrazaderas¹⁴ similares a la mencionada, sin especificar el motor o motores a los que iban destinados. Se desconoce, por el tiempo transcurrido y por no constar en la memoria del trabajo realizado, la razón concreta por la que se sustituyeron las abrazaderas. En los manuales de Caterpillar no existe ninguna referencia a estas piezas como objeto de vigilancia especial durante el mantenimiento. Según manifiestan desde la empresa representante de Caterpillar, el casquillo de goma que forma parte de la abrazadera puede deteriorarse debido al transcurso del tiempo y a la acción de disolventes, momento en que debe sustituirse.

Inspección y mantenimiento rutinario

Con el buque en ruta (viajes predominantemente diurnos) solo caben actividades de inspección y control de funcionamiento de la maquinaria principal y auxiliar del buque, que son llevadas a cabo por la tripulación.

Una vez que el buque atracaba en el puerto donde ha de pasar la noche, sube a bordo personal técnico ajeno a la tripulación del buque, y en ocasiones personal de talleres, contratado por la compañía armadora para la realización de labores rutinarias de mantenimiento y limpieza.

Según los procedimientos de la compañía armadora, el jefe de máquinas establece cada día una lista de trabajos para ser realizados por dicho personal, dentro de un procedimiento documentado en el que firman su conocimiento tanto los responsables de la tripulación como los encargados de llevar a cabo el mantenimiento y en el que, una vez terminado el trabajo, dejan constancia escrita de su realización.

La CIAIM ha obtenido de la compañía armadora los registros del mantenimiento realizado a bordo así como de las incidencias que ha sufrido este motor desde la fecha de la última revisión general. En la Tabla 6 se han plasmado aquellos referidos al motor SIME o que de manera indirecta pudieran estar relacionados con él, desde el momento en que se puso de nuevo la nave en servicio para la campaña de verano. Los registros anteriores son redundantes y/o carecen de interés en este caso.

Hay que destacar que entre las labores de mantenimiento rutinarias, y que no se plasman en la tabla, se encontraba la limpieza continua del recinto, sentinas y filtros, lo que redundó en que el contenido de material combustible en el recinto fuera mínimo, además de una inspección visual del motor o "inspección de fugas".

¹³ Según "Informe de reparación Jaume I. Mantenimiento Programado Top End Motores Principales".

¹⁴ Existe una discrepancia en cuanto al tipo de abrazaderas o *clamps* empleadas en este motor respecto de las que se muestran en los gráficos del manual de repuestos del motor. Se ha comprobado que el número de referencia indicado en el manual correspondía a las piezas que ya estaban instaladas en el motor.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

Tabla 6. Últimas actuaciones de mantenimiento realizadas sobre el motor SIME

Fecha	Evento (el texto mostrado es el que aparece en los registros de mantenimiento)
22/06/2013	Reapriete del <i>after-cooler</i> del SIME. Reapriete de las tapas del cárter del SIME.
23/06/2013	Reparar pérdida de aceite en tubo SIME y reparar detector de llama máquina Er ¹⁵ SIME.
12/07/2013	Fijar tecla pasillo estrecho SIME.
15/07/2013	Limpiar enfriador aceite motores SOME y SIME.
17/07/2013	Desmontar codo de refrigeración A/S SIME y limpiar enfriador.
22/07/2013	Quitar pérdida de agua en tubería refrigeración turbo del SIME.
18/07/2013	Renovar forro de escape y chequear si existe pérdida en MMPP ¹⁶ PIME y SIME

A la vista de los acontecimientos, hay que resaltar el hecho de que tales labores rutinarias no detectaron la falta de la pieza de sujeción del tubo de combustible de inyección del cilindro nº 16 del SIME.

La pieza era la única faltante de su tipo en la sala de máquinas y se encontraba:

- en el sitio menos accesible de la sala de máquinas (tanto física como visualmente), entre el motor y el mamparo lateral de la sala. Este espacio tiene una anchura aproximada de 30 cm, que impide que una persona pueda transitar por el "pasillo" sin apoyarse en el motor (véase Figura 13);
- en una zona expuesta al intenso calor desprendidos por el motor y las conducciones de gases de exhaustación aun horas después de la parada de la nave al final del día.

No se ha podido determinar desde cuando faltaba la pieza. El análisis del laboratorio de la tubería seccionada apunta a que la rotura se produjo por "fatiga a flexión de alto número de ciclos inducida por la vibración del tubo", pero no especifica un período de tiempo en el que pudo producirse el "alto número de ciclos".

En todo caso, no se puede descartar que la pieza faltara desde hace bastante tiempo, en cuyo caso un procedimiento eficaz de inspección rutinaria del motor debería haber detectado su falta.

¹⁵ Er: estribor

¹⁶ MMPP: motor principal

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013



Figura 13. Vista del pasillo por el que la tripulación debería acceder para realizar una inspección visual efectiva.

Por consiguiente, las labores de inspección, control y mantenimiento rutinarias efectuadas sobre los motores de la nave tanto por la tripulación del buque como por los técnicos de los talleres externos, bien

- no resultaron ser eficaces, o
- pese a ser detectada la falta de la pieza de sujeción, tal hecho no mereció la consideración de la tripulación y/o los técnicos del taller encargado del mantenimiento.

La compañía armadora no disponía de procedimientos escritos que apuntaran en concreto a la inspección visual de las piezas de sujeción de los tubos de combustible.

Cumplimiento de las disposiciones conra incendios del SOLAS sobre motores construidos antes de 1998

El 23 de mayo de 1994 se adoptaron enmiendas al Capítulo II-2 del Convenio SOLAS 1974, "Construcción - Prevención, detección y extinción de incendios", mediante la Resolución MSC.31(63), cuyo anexo II en vigor para España desde 01/01/1996 se extracta a continuación:

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

Regla II-2/15 - Medidas relativas al combustible líquido, aceite lubricante y otros aceites inflamables

1 Se añade el texto siguiente después del título:

"(Los párrafos 2.9 a 2.12 de la presente regla son aplicables a todos los buques)"

2 Se añaden los nuevos subpárrafos .9 a .12 siguientes después del actual subpárrafo .8 del párrafo 2:

.9 Todas las tuberías exteriores del suministro de combustible a alta presión que se encuentren entre las bombas de combustibles a alta presión y los inyectores de combustible estarán protegidas con un sistema de encamisado que pueda contener al combustible en caso de fallo de la tubería a alta presión. Una tubería encamisada consta de una tubería exterior dentro de la que se coloca una tubería de combustible a alta presión formando un conjunto permanente. El sistema de encamisado contendrá medios para recoger las fugas y se dispondrán medidas para que se active una alarma en caso de fallo de la tubería de combustible.

.10 Todas las superficies que estén a una temperatura superior a 220°C y sobre las que pueda proyectarse el combustible debido a un fallo del sistema de combustible se hallarán debidamente aisladas.

.11 Las tuberías de combustible líquido estarán apantalladas o debidamente protegidas por algún otro medio para evitar, en tanto que sea posible, que los chorros o fugas de combustible se dirijan hacia superficies calientes, las tomas de aire de las máquinas u otras fuentes de ignición. El número de uniones de tales sistemas de tuberías se reducirá al mínimo.

.12 Los buques construidos antes del 1 de julio de 1998¹⁷ cumplirán con las prescripciones de los párrafos 2.9 a 2.11 en fecha no posterior al 1 de julio de 2003¹⁸, (...)".¹⁹

El JAUME I debía cumplir las disposiciones operacionales contenidas en los párrafos 2.10 y 2.11, no así la del párrafo 2.9.

No parece que el aislamiento prescrito en el párrafo 2.10 hubiera sido efectivo.

La protección que se cita en el párrafo 2.11 se lograba mediante el uso de cinta de aluminio ó "cinta SOLAS" sobre las juntas de los tubos de combustible. En la Figura 14 se muestra una fotografía tomada al motor SOME en el que se advierte la citada cinta sobre las juntas de un tubo de combustible. Se ha destacado y colocado en un cuadro la instalación de la citada cinta sobre la unión que se muestra. En ella se advierte que la longitud de tubería encapsulada desde la junta es insuficiente; sería deseable que el encapsulado se prolongase unos centímetros sobre la tubería desde la tuerca.

¹⁷ Subrayado por la CIAIM.

¹⁸ Subrayado por la CIAIM.

¹⁹ Enmiendas posteriores han actualizado estas disposiciones en los párrafos 2.2.5.2; 2.2.5.3; 2.2.6.1 y 2.2.6.2 de la Regla 4 del Capítulo II-2 del Convenio SOLAS 1974.



Figura 14. Cinta de aluminio sobre las juntas de los tubos de combustible.

4.5.El disparo remoto del sistema fijo de extinción de incendios de CO₂

Sistema de extinción de CO₂

El JAUME I disponía de un sistema de extinción de CO₂ independiente para cada sala de máquinas. Ambos sistemas estaban interconectados de forma que cualquiera de ellos podía dispararse en cualquiera de las dos salas de máquinas. Este sistema incluía un disparo remoto desde el puente.

Hallazgos de la investigación sobre el motivo del fallo del disparo remoto de CO₂

Investigadores de la CIAIM comprobaron el cuarto del CO₂ y el sistema de disparo remoto desde el puente.

La secuencia de disparo incluía la apertura previa de la válvula general de paso al recinto desde el cuarto de CO₂; esta apertura sí llegó a producirse (la tripulación refiere que la luz testigo de la consola del puente se iluminó con la pulsación; además se ha confirmado su apertura con la inspección in situ). Sin embargo, el paso último, el del disparo de las botellas de CO₂ no produjo

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

ninguna reacción en la consola del puente (no se produjo iluminación de la luz testigo tras el pretendido disparo).

El cuadro de control del CO₂ de estribor se encuentra en el recinto donde se localizan los cuadros eléctricos principales de la sala de máquinas de esa banda.

El armador contrató a una empresa especializada en instalaciones de CO₂ para comprobar el estado de la instalación. Las botellas de CO₂ se encontraban llenas y no se había llegado a actuar sobre el dispositivo de disparo de las mismas. Sin embargo, la válvula general de paso a la sala de máquinas de estribor estaba abierta. Aparentemente, el circuito neumático se encontraba en buen estado y había actuado la válvula solenoide.

Al revisar el circuito eléctrico, se encontró que el interruptor diferencial (machete) dedicado al "CO₂ cabinet de estribor" en el cuadro de 24 V de servicios esenciales del puente se encontraba abierto. Al rearmarlo, el interruptor saltaba. Se comprobó que la tensión que llegaba al cuadro de control del CO₂ de estribor era de 12 V en lugar de los 24 V nominales. De estos hechos se deduce la existencia de un cortocircuito en la línea.

Al comprobar el cableado eléctrico que partía del cuarto del CO₂ de estribor en dirección al puente, se encontró que todo el cableado del cuarto convergía en el cuadro eléctrico de control del CO₂ anteriormente referido (situado en el recinto del cuadro eléctrico principal de estribor o, como aparece nombrado en planos *engine ante-room*) y que, desde aquí, mediante un pasamamparos, bajaba al recinto inferior, un túnel de servicio horizontal situado inmediatamente encima de la sala de máquinas, separando la sala de máquinas del referido *engine ante-room*. Véase la Figura 15, donde se ha marcado en rojo el recorrido.

Este túnel de servicio resultó severamente afectado en su parte de popa por la deflagración, como se muestra en la Figura 16. En esta figura se ha aclarado y destacado el mazo de cables que, partiendo del cuadro eléctrico del sistema de CO₂, convergía con el resto de cables procedente de la sala de máquinas y se distribuía posteriormente por las canalizaciones y bandejas portacables que daban servicio a la sala de máquinas.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

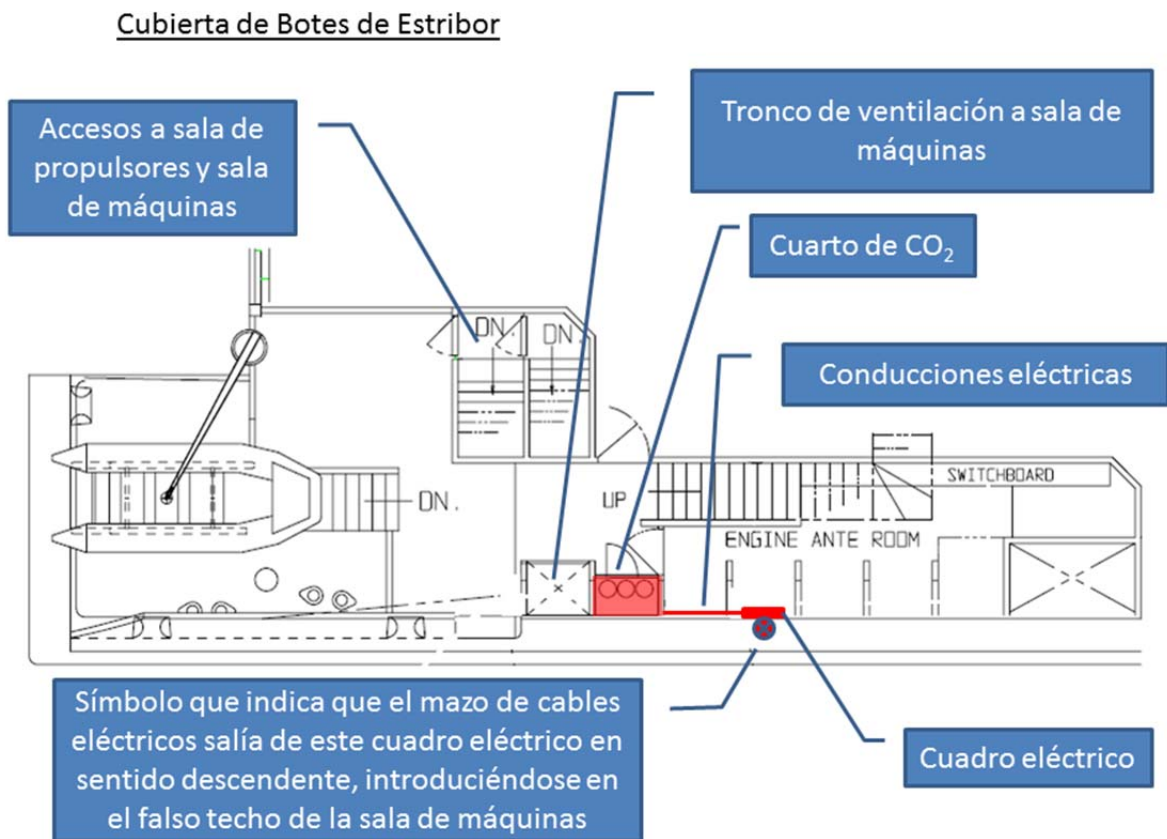


Figura 15. Recorrido inverso de la señal de disparo remoto del CO₂, desde el cuarto de CO₂ hacia la Sala de Máquinas

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013



Figura 16. Detalle resaltado y clareado del mazo de cables portante de la señal de disparo remoto de CO₂. Nótese el detalle de la abrazadera de plástico derretida en primer plano, consecuencia de las temperaturas alcanzadas en el recinto.

Estudio de la normativa acerca de una instalación de este tipo en una nave de alta velocidad

Al JAUME I se le emitió un Certificado de Seguridad para Naves de Gran Velocidad, expedido el 10/07/2013 por última vez, bajo el Código Internacional de Seguridad para Naves de Gran Velocidad del año 1994.

El citado Código establece en su Capítulo 7 sobre "Seguridad contra Incendios":

7.7.6.1 Los sistemas fijos de extinción de incendios deberán cumplir las prescripciones siguientes: (...)

.7 Los medios de control de todo sistema fijo de extinción de incendios por gas deberán ser fácilmente accesibles y de accionamiento sencillo y estarán agrupados en el menor número posible de puntos y en lugares no expuestos a quedar aislados por un incendio en el espacio protegido. (...).

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

Lo que, a juicio de la CIAIM, debe entenderse extensivo a los propios dispositivos que permiten el funcionamiento de dichos medios de control.

Según el plano de protección estructural contraincendios del buque, este "túnel de servicio" está separado de la sala de máquinas por una división clase A-60, esto es, formada por

"...mamparos y cubiertas que satisfacen los criterios siguientes:

.1 son de acero u otro material equivalente;

.2 están convenientemente reforzadas;

.3 están aisladas con materiales incombustibles aprobados tales que la temperatura media de la cara no expuesta no sube más de 140°C por encima de la temperatura inicial, y la temperatura no sube en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 180°C por encima de la temperatura inicial en los intervalos indicados a continuación: clase "A-60" 60 min(...)"

Las divisiones de este tipo son las más exigentes previstas por la legislación actual respecto de la protección contraincendios estructural de los buques. Sin embargo, como demuestra este caso, pierden toda su eficacia cuando son destruidas por una explosión.

4.6. Actuación de la tripulación

La actuación de la tripulación consiguió extinguir el incendio de forma satisfactoria.

4.7. Acciones tomadas con posterioridad al accidente

La Compañía Balearia, a tenor de las investigaciones de este accidente que aconsejan la modificación del recorrido del cableado eléctrico del sistema de operación del disparo remoto del sistema de extinción de incendios por CO₂, ha dispuesto su aplicación durante las reparaciones acometidas para la puesta en funcionamiento del JAUME I.

En concreto, según la especificación de la nueva instalación del sistema CO₂,

"se realiza la modificación de la instalación de cableados para que solo pasen por la cámara de máquinas a proteger por el sistema, los cables imprescindibles de conexión a sistemas existentes en esa cámara de máquinas. Siendo estos equipos a interconectar por medio de cable "fire resistant" los siguientes:

- *Cuadro governor motor principal proa*
- *Cuadro governor motor principal popa*
- *Indicador optico-acústico de abandono por disparo de CO₂.*

Realizándose el tendido del resto de cableados del sistema fuera del local afectado por el sistema de disparo de CO₂, y así no viéndose afectado por el posible fuego en el local a proteger, manteniéndose la operatividad del sistema de extinción".

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

En la figura 17 se incluye un esquema funcional del nuevo sistema de operación del disparo remoto del sistema de extinción de incendios por CO₂, en el que se comprueba que el cableado eléctrico ya no debe discurrir por espacios contiguos a la sala de máquinas.

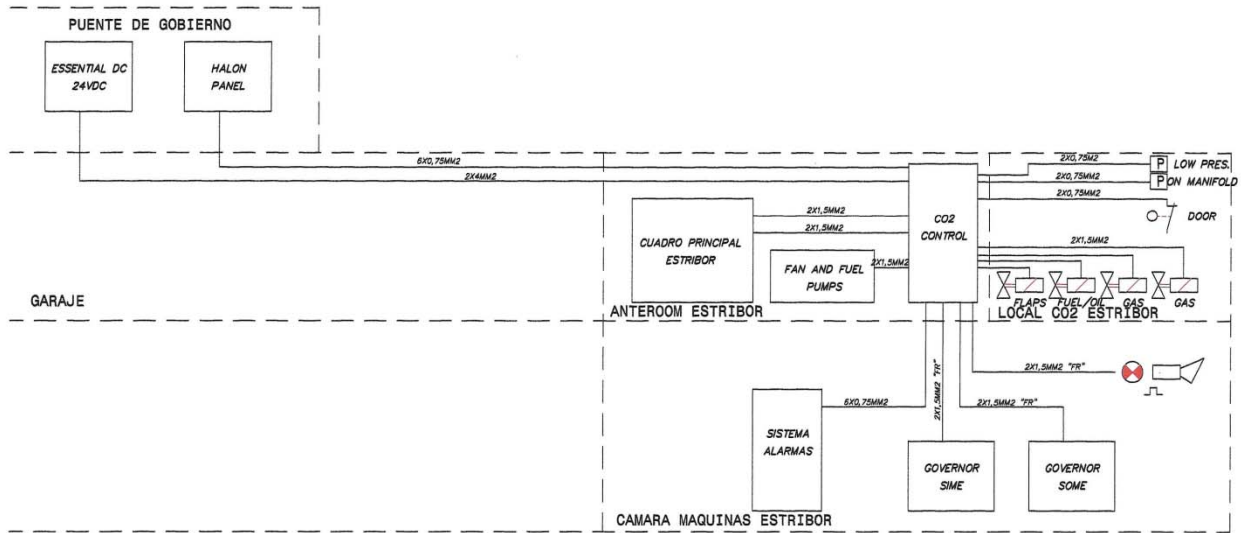


Figura 17. Detalle de las modificaciones introducidas en el emplazamiento del cableado de la cámara de máquinas de estribor, en especial para el disparo remoto del CO₂. Similar para la cámara de máquinas de babor.

* * *

5. CONCLUSIONES

5.1. Origen del accidente

El accidente por deflagración e incendio originado en el motor propulsor del lado de babor del casco de estribor, ocurrido el día 31/7/2013 a bordo del JAUME I, fue debido a la proyección de gasoil sobre las partes más calientes de dicho motor, causado por la rotura del tubo de alimentación de combustible al elemento bomba-inyector del cilindro nº 16.

5.2. Causas del accidente

- 1) Según el resultado de los ensayos metalográficos efectuados en el tubo, se atribuye la causa de su rotura a la fatiga del material de dicho tubo, al haber estado sometido a un alto número de ciclos por alta frecuencia de vibración.
- 2) La ausencia de un soporte o pieza de sujeción al que debía estar retenido el citado tubo explica el motivo del alto número de ciclos sufridos por la tubería seccionada. Esta pieza de sujeción formaba parte de la instalación normal del motor.
- 3) La CIAIM opina que la ausencia de la citada pieza debió de producirse en un momento pasado indeterminado pero no inmediato al accidente. Las labores de inspección, control y mantenimiento efectuadas por la tripulación y el personal encargado del mantenimiento de la sala de máquinas del buque no detectaron su ausencia.
- 4) La proyección de combustible consiguiente a la rotura del tubo pudo haberse evitado si el motor hubiese dispuesto de medios de contención eficaces.

5.3. Otras consideraciones

- 5) Resultó determinante para la extinción del incendio el corte de combustible a la zona afectada, así como el control por enfriamiento con mangueras de los espacios aledaños realizado por la tripulación.
- 6) Aunque hubiera resultado ineficaz debido a las aberturas que se habían producido en el espacio de máquinas por la deflagración, es conveniente resaltar que la señal de control de disparo remoto del sistema fijo de extinción de incendios desde el puente fue interrumpida al resultar destruidos los cables eléctricos que debían transmitirla. Dichos cables pasaban por un túnel de servicio contiguo al recinto que debían proteger y que contaba con la máxima protección contra incendios. No obstante, la deflagración sufrida en la sala de máquinas destruyó la integridad de dicha protección y afectó a los cables, impidiendo su funcionamiento. En cambio, la misma deflagración no causó daños en el local del CO₂, situado inmediatamente encima de la cámara de máquinas, lo que indica que si los cables eléctricos del sistema de control únicamente hubieran pasado por dicho espacio, probablemente no habrían resultado afectados.

6. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

A la compañía BALEARIA, armadora del buque

1. Que adopte medidas de protección adicionales para los motores propulsores del buque:
 - a. Aislamiento de todas las superficies calientes de los motores propulsores susceptibles de llevar al combustible a su temperatura de inflamación.
 - b. Las tuberías de combustible líquido de los motores deberán estar apantalladas o debidamente protegidas por algún otro medio para evitar, en tanto que sea posible, que los chorros o fugas de combustible se dirijan hacia superficies calientes, las tomas de aire de las máquinas u otras fuentes de ignición, como prescribe el Convenio SOLAS. La protección será eficaz y conforme a los estándares de la industria.
2. Que establezca un procedimiento de mantenimiento preventivo del sistema de alimentación de combustible en el motor, que implique la revisión periódica de los elementos de conducción del combustible al motor, e incluya una sustitución programada de los tubos de combustible sometidos a fatiga.
3. Que modifique el recorrido del cableado eléctrico del sistema de operación del disparo remoto del sistema de extinción de incendios por CO₂, buscando el máximo alejamiento del recinto a ser protegido, de manera que el mecanismo de disparo del mismo no resulte afectado por una deflagración como la acontecida en el JAUME I.

A la Dirección General de la Marina Mercante

4. Que instruya a sus inspectores para que, durante las inspecciones de los certificados estatutarios en buques similares, comprueben la existencia de un encapsulado eficaz en las tuberías de combustible de baja presión o medidas alternativas según los estándares de la industria que ofrezcan una protección similar frente a los derrames; por ejemplo, la correcta aplicación de cinta de aluminio ("cinta solas") en los racores de los tubos de combustible.
5. Que considere promover ante la OMI una modificación los Convenios aplicables para que los medios de control del sistema fijo de extinción de incendios por gas estén en lugares no expuestos a quedar destruidos por una explosión en el espacio a proteger. El hecho de que el espacio del CO₂ situado inmediatamente encima de dicho túnel no hubiera sufrido daños a causa de la explosión indica que las divisiones de clase A-60 pueden no ser eficaces frente a una explosión, lo que haría recomendable que dichos cables de control no discurran por túneles de servicio de la cámara de máquinas protegidos únicamente por divisiones de clase A-60.

Explosión e incendio en la sala de máquinas de estribor del buque de pasaje de gran velocidad JAUME I, en las proximidades del puerto de Alcudia (Mallorca) el 31/07/2013

A la Sociedad de Clasificación DET NORSKE VERITAS

6. Que, a la vista de las conclusiones de este informe, considere si procede actualizar o modificar sus Normas de Clasificación aplicables a las protecciones de los cables de control de los sistemas contraincendios, especialmente si dichos cables pasan por espacios contiguos a espacios de máquinas.

* * *