

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
CARTAGENA**



PERITACIÓN TÉCNICA DE ACCIDENTES MARÍTIMOS. INCENDIO Y HUNDIMIENTO DEL PESQUERO "EL NENE"

PROYECTO FIN DE CARRERA

Autor: José Agustín Écija Fernández

2014



DIRECTOR: D. FEDERICO LÓPEZ-CERÓN DE LARA



AUTOR: JOSE AGUSTÍN ÉCIJA FERNÁNDEZ
**PERITACIÓN TÉCNICA DE ACCIDENTES MARÍTIMOS. INCENDIO Y
HUNDIMIENTO DEL PESQUERO "EL NENE"**



ÍNDICE.

| | |
|--|----|
| ❖ INTRODUCCIÓN | 6 |
| ❖ PARTE A. ASPECTOS TEÓRICOS. METODOLOGÍA | 6 |
| 1. CONCEPTOS Y VARIABLES | 6 |
| 1.1 EL FUEGO | 6 |
| a) Física y química del fuego | 6 |
| b) Determinación del punto de origen | 12 |
| c) Causas de incendio accidental | 26 |
| 1.2 GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA A BORDO DE LOS BUQUES | 41 |
| a) Introducción: Concepto de planta eléctrica del buque | 41 |
| b) Características de la planta eléctrica de un buque | 41 |
| c) Tipología de las plantas | 42 |
| d) Situación a bordo de las plantas generadoras | 45 |
| e) Distribución eléctrica a bordo..... | 47 |
| f) Cuadros eléctricos | 48 |
| g) Cables eléctricos | 53 |
| 2. TIPOLOGÍA DE BUQUES PESQUEROS | 55 |
| 2.1 DEFINICIÓN DE BUQUES DE PESCA | 55 |
| 2.2 CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE UN BUQUE DE PESCA | 55 |



| | |
|---|------------|
| 2.3 DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA GOBERNAR UNA EMBARCACIÓN PESQUERA | 56 |
| 2.4 TIPOLOGÍA DE BUQUES DE PESCA | 57 |
| 3. ESTUDIO DE CASOS. CAUSAS DE INCENDIOS EN BUQUES Y EMBARCACIONES..... | 59 |
| 4. RIESGO DE INCENCIO EN BUQUES PESQUEROS | 97 |
| 4.1 ORIGEN DE LOS INCENDIOS | 97 |
| 4.2 RECOMENDACIONES PARA EVITAR INCENDIOS | 98 |
| 5. METODOLOGÍA UTILIZADA..... | 98 |
| 5.1 JUSTIFICACIÓN | 107 |
| ❖ <u>PARTE B. APLICACIÓN. ESTUDIO DEL CASO</u> | 108 |
| 1. GÉNESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL BUQUE | 108 |
| 1.1 DATOS OBJETIVOS..... | 108 |
| 1.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA | 115 |
| 2. INVESTIGACIÓN DEL ACCIDENTE | 117 |
| 2.1 ANÁLISIS DE VARIABLES | 117 |
| 2.2 VALORACIÓN Y CONCLUSIONES | 118 |



AUTOR: JOSE AGUSTÍN ÉCIJA FERNÁNDEZ
PERITACIÓN TÉCNICA DE ACCIDENTES MARÍTIMOS. INCENDIO Y
HUNDIMIENTO DEL PESQUERO "EL NENE"

❖ **PARTE C. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DOCUMENTALES..... 120**



AUTOR: JOSE AGUSTÍN ÉCIJA FERNÁNDEZ
**PERITACIÓN TÉCNICA DE ACCIDENTES MARÍTIMOS. INCENDIO Y
HUNDIMIENTO DEL PESQUERO "EL NENE"**



❖ INTRODUCCIÓN

Este proyecto es un estudio del incendio y posterior hundimiento real del barco pesquero "El Nene" frente a las costas de Almería.

Comenzamos introduciendo y comentando aspectos teóricos, conceptos, actores e instrumentos legales que intervienen en el mundo de las investigaciones y peritaciones en sucesos de accidentes marítimos.

A partir de información previa y una vez investigado y analizado sus causas se emitirá un informe técnico y valoración del caso determinando el origen y las causas de su incendio y posterior hundimiento.

❖ PARTE A. ASPECTOS TEÓRICOS. METODOLOGÍA

1. CONCEPTOS Y VARIABLES

1.1 El fuego

a) Física y química del fuego

El fuego es un proceso químico complejo y para entenderlo es necesario conocer sus tres elementos básicos: combustible, oxígeno y calor. Estos tres elementos



componen lo que se llama "El triángulo del fuego".

Además de estos elementos básicos, el fuego se compone de otros tres elementos que son: la proporción, la mezcla y la continuidad de la ignición.



Estos seis elementos son esenciales tanto para el inicio como la continuación del proceso de combustión y difusión de la llama.

El proceso de difusión de la llama podemos definirlo como proceso rápido de auto-oxidación de la sustancia acompañado por la producción de calor y luz a distintas intensidades.

La reacción de combustión puede ser descrita de forma más precisa como el sólido de cuatro caras llamado tetraedro. Las cuatro caras representan el calor, el combustible el oxígeno y la reacción en cadena.



Elemento 1: Calor inicial

Los materiales líquidos o sólidos no arden. Para que la combustión comience, estos materiales tienen que calentarse lo suficiente para que se produzcan vapores. Son estos vapores los que arden en realidad. La temperatura más baja a la que un material comienza a producir vapores suficientes como para comenzar a arder en condiciones de laboratorio es lo que se conoce como punto de inflamación. Unos pocos grados por encima del punto de inflamación es el punto de llama, la temperatura a la cual el combustible continúa produciendo vapor de forma suficiente para mantener la llama. La temperatura a la que los vapores comienzan a arder se conoce como temperatura de ignición, algunas veces temperatura de auto-ignición. Si la fuente de calor es una llama o un chispazo, se define como ignición inducida.



Por ejemplo la gasolina tiene un punto de inflamación de -42.8°C y una temperatura de ignición de 280°C . Esto significa que a una temperatura igual o superior a -42.8°C la gasolina producirá suficientes vapores para empezar a arder en presencia de una llama, chispazo o cualquier fuente de calor con temperatura igual o superior a 280°C .

Elemento 2: Combustible

Inicialmente el combustible puede estar en forma de gas, líquido o sólido a temperatura ambiente. Como hemos expuesto anteriormente, los combustibles líquidos y sólidos deben estar a una temperatura suficiente para producir vapores. En términos generales, combustible significa ser capaz de arder, normalmente expuesto a aire en condiciones normal de presión y temperatura, mientras que inflamable se define como la capacidad de arder en presencia de una llama. No debemos confundir los términos inflamable y combustible. Los líquidos inflamables son aquellos que tienen un punto de inflamación por debajo de los $37,8^{\circ}\text{C}$ tales como la gasolina, acetona y alcohol etílico. Los líquidos combustibles son aquellos cuyo punto de inflamación está por encima de los $37,8^{\circ}\text{C}$, tales como el queroseno o el diesel.

Elemento 3: Oxígeno

La fuente primaria de oxígeno es normalmente la atmósfera, que contiene aproximadamente un 20,8% de oxígeno. Una concentración de al menos 15 o 16 por ciento es necesaria para que una combustión sea continua, mientras que la carbonización o pirolisis pueden ocurrir en condiciones de hasta el 8% de oxígeno. Se define la pirolisis como la transformación de un compuesto en una o más sustancias únicamente bajo efecto del calor. Mientras que la atmósfera es normalmente la fuente principal de oxígeno, ciertos químicos, llamados oxidantes, pueden ser también una fuente primaria o secundaria. Algunos ejemplos serían el nitrato de amonio y el cloro.

Elementos 4 y 5: Mezcla y proporción

La mezcla y proporción son reacciones que deben ser continuas en orden de continuar y propagar el fuego. Los vapores de combustible y el oxígeno deben estar mezclados en una correcta proporción. Estas mezclas de oxígeno y combustible se dirá que están entre los límites explosivos o inflamables. Los límites explosivos o inflamables se representan según la concentración (porcentaje) de vapores de combustibles en el aire. Una mezcla que contiene vapores combustibles en una



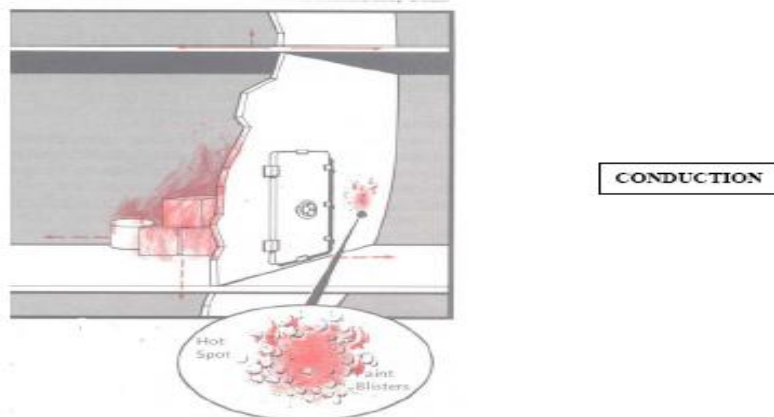
cantidad menor a la necesaria para que ocurra la ignición es muy falta, mientras que una mezcla con una muy alta concentración de vapores combustibles será muy rica. La concentración más baja a la que la mezcla puede llegar a arder se conoce como Límite Inferior de Explosividad (LIE), mientras que la más alta se conoce como Límite Superior de Explosividad (LSE).

Otra característica importante de los gases es la densidad de vapor –el peso de un volumen de un gas dado con respecto a un mismo volumen de aire seco, donde al peso del volumen de aire se le da el valor 1,0. Una densidad de vapor de menos de 1.0 significa que el gas es más ligero que el aire y que por tanto va a tender a subir en una atmósfera relativamente calmada, mientras que una densidad de vapor superior a 1,0 significa un peso superior al del aire y que por tanto hará que el vapor este a nivel del suelo.

Elemento 6: Continuidad de la ignición

La continuidad de la ignición es la retroalimentación térmica del combustible al fuego. El calor se transfiere por conducción, convección, radiación y contacto directo con la llama.

- La **conducción** es la transferencia de calor por contacto directo a través de un cuerpo sólido. Por ejemplo, en una olla, el calor se conduce del recipiente a su

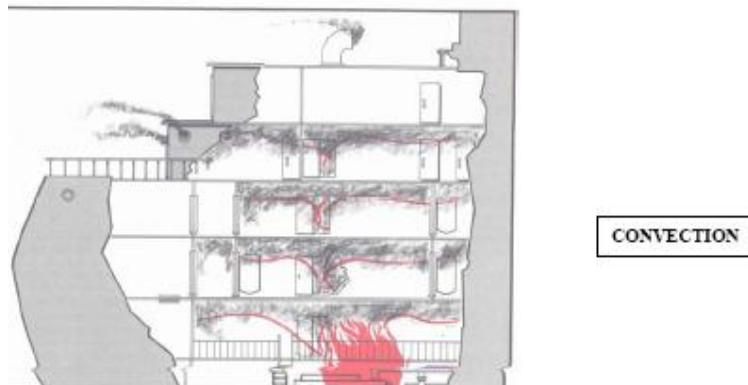


contenido. La madera es normalmente un mal conductor del calor, y los metales son buenos conductores. Puesto que la mayoría de los buques están contruidos de metal, la transferencia de calor por conducción es un peligro potencial. El fuego se puede mover de una bodega a otra, de una cubierta a otra y de un compartimento a otro vía la conducción de calor.



- La **convección** es la transferencia de calor a través del movimiento de materia caliente, por ejemplo, a través del movimiento del humo, aire caliente, gases calientes producidos por el fuego y ascuas flotantes.

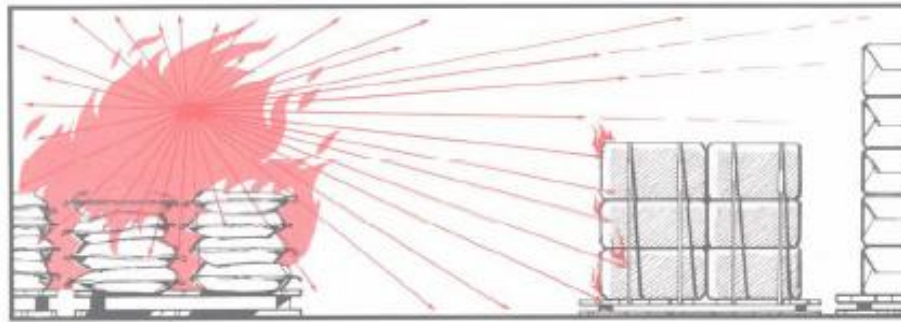
Cuando se está confinado (como por ejemplo en un buque), el calor de convección se mueve en rutas predecibles. El fuego produce gases más ligeros que el aire que suben a las partes altas del buque. El aire caliente, que es más



ligero que el aire frío, también sube, igual que lo hace el humo de la combustión. Cuando estos productos calientes de la combustión suben, el aire frío ocupa su lugar; el aire frío es calentado entonces y sube al punto más alto que puede alcanzar. Mientras el aire caliente y los gases surgen del fuego, empiezan a enfriarse; al hacerlo, bajan para ser recalentados y subir de nuevo. Esto es el ciclo de convección.

El calor originado en un fuego en una cubierta inferior viajará horizontalmente por los pasillos, y hacia arriba vía escaleras y aberturas de escotilla. Esto encenderá materiales inflamables en su ruta. Para prevenir la expansión del fuego, el calor, el humo y los gases deberán ser liberados a la atmósfera. Sin embargo el diseño estructural de un buque hace casi imposible cerrar rápidamente las escotillas a través de cubiertas, mamparos o del casco para ventilación. Así, es imperativo que el fuego sea confinado a un área lo más pequeña posible.

- La transferencia de calor por **radiación** es comúnmente menos entendida o apreciada que la conducción o la convección.



RADIATION

La radiación de calor es la transferencia de calor de una fuente a través de un espacio que se interpone; no hay sustancia material involucrada. El calor viaja del fuego de igual manera que la luz, esto es, en línea recta. Cuando contacta con un cuerpo, es absorbida, reflejada o transmitida. El calor absorbido aumenta la temperatura del cuerpo que lo absorbe. Por ejemplo, el calor radiante que es absorbido por un techo aumentará la temperatura de ese techo, pudiendo llegar a ser suficiente para hacer arder su pintura.

El calor se irradia en todas las direcciones a no ser que sea bloqueado. El calor radiante extiende el fuego calentando las sustancias combustibles en su camino, haciendo que produzcan vapor, y entonces inflamando ese vapor. En un buque, el calor radiante aumentará la temperatura de los materiales combustibles cercanos al fuego o, dependiendo del diseño del buque, a cierta distancia del fuego.

- El **contacto directo** con la llama es una combinación de dos de los métodos básicos de transferencia de calor. Cuando los gases calientes de la llama entran en contacto con un combustible adicional, el calor se transmite a ese combustible por convección y radiación hasta que ese combustible empieza a producir vapores. Las llamas encienden entonces esos vapores.

La cantidad de calor generado es medida en Unidades Térmicas Británicas (BTUs). Un BTU es la cantidad de energía necesaria para aumentar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit (estando previamente a 60°F (15,5°C)). *(Nosotros usamos el Julio (J), equivalente a 0,239 calorías, siendo la caloría la energía necesaria para aumentar la temperatura de un litro de agua de 15°C a 16°C).*



Los fuegos se clasifican por el tipo de material que está ardiendo.

- **Fuegos de tipo A:** son aquellos que involucran a materiales cotidianos como madera, tela, papel, goma, y algunos plásticos.
- **Fuegos de tipo B:** involucran líquidos, grasas o gases inflamables/combustibles.
- **Fuegos de tipo C:** son los fuegos de equipos eléctricos.
- **Fuegos de tipo D:** involucran metales combustibles como el magnesio, titanio, zirconio, sodio y potasio.

Todos los fuegos producen productos de combustión. Estos productos de combustión se dividen en cuatro categorías: calor, gases, llamas, y humo.

- El **calor** se define como una forma de energía caracterizada por la vibración de las moléculas y capaz de iniciar y mantener cambios químicos y cambios de estado.
- Los **gases** son sustancias que no tienen una forma o volumen definido, expandiéndose para tomar la forma y volumen del espacio que ocupan. Los gases del fuego incluyen el monóxido de carbono, el cianuro de hidrógeno, el amoníaco, el cloruro de hidrógeno y la acroleína (véase la tabla inferior para ver los efectos de diversos tipos de gases).
- La **llama** es la porción luminosa de los gases o vapores que arden.
- El **humo** es el conjunto de las partículas que flotan en el aire, y que son producto de la combustión incompleta, suspendidos en gases, vapores, o aerosoles líquidos o sólidos. Hollín, partículas negras de carbón, está contenido en el humo.

b) Determinación del punto de origen

En la investigación de un incendio, el lugar donde comienza un fuego se conoce como "punto de origen". Este podrá ser un punto exacto o una zona en general. En casi todos los casos, el punto de origen debe ser correctamente localizado en orden de determinar propiamente la causa del fuego.



En general el fuego arderá más tiempo en o cerca del punto de origen, por lo que el daño por lo general será mayor en esta zona. Normalmente la causa del fuego se encontrará en, o muy cerca, del punto de origen, y las pruebas físicas de la causa del fuego, accidentales o incendiarias, son a menudo encontradas aquí. Una vez que el punto de origen es determinado, podrá confirmar o contradecir los testimonios de armadores, ocupantes, testigos o sospechosos.

Uno de los aspectos más importantes de cualquier investigación de un incendio es el apropiado reconocimiento, identificación y análisis de los patrones del fuego. Las circunstancias de cada fuego son diferentes, pero cada fuego es gobernado por los mismos principios científicos involucrados en la física y química del fuego y en la construcción física del buque.

Los patrones de un fuego son los efectos físicos reales que pueden ser vistos o medidos después de un fuego, incluyendo carbonización, oxidación, deformación, fusión, cambios de color y colapsos estructurales.

Las líneas o áreas de demarcación encontradas en las superficies verticales u horizontales después de un incendio son las fronteras que definen los diferentes niveles de calor y humo que afectan a diversos objetos en la escena del fuego. La formación de estas líneas y áreas dependen de una combinación de variables: el mismo material, la velocidad de liberación de calor (RHR), las actividades de supresión del fuego, la temperatura de la fuente de calor, la ventilación, y la cantidad de tiempo de exposición.

El efecto en la superficie es el resultado de la naturaleza del material de dicha superficie que contiene el patrón del fuego, afectando a la forma de las líneas de demarcación mostradas, o incrementando o reduciendo la cantidad de pirolisis y combustión en diferentes áreas. Por ejemplo, si se encuentran formas suaves y pronunciadas en el mismo material en expuesto a un mismo nivel de calor, la superficie más pronunciada habrá padecido un daño mayor.

La penetración en superficies horizontales por arriba o abajo, puede ser el resultado del calor radiante, contacto directo con la llama, o calor latente de una zona determinada. Las penetraciones hacia abajo normalmente son consideradas inusuales, debido a que la dirección más "natural" del calor y, por tanto, del fuego es hacia arriba. Sin embargo, una vez que ha ocurrido la deflagración, los gases calientes del fuego pueden ser forzados a bajar a través de cualquier pequeña



apertura preexistente, así como por conductos, resultando en más penetración. Las penetraciones hacia abajo pueden ser también el resultado del quemado de colchones, sofás o sillas de poliuretano. El “goteo” del fuego o los materiales que se están fundiendo puede llevar también a penetraciones en el suelo. Cualquier penetración hacia abajo deberá ser examinada cuidadosamente, así como deberá determinarse su causa.

La dirección del fuego en una penetración se puede determinar observando los bordes de la abertura. Los agujeros con una abertura mayor en su extremo superior, que desciende hacia abajo, indican que el fuego viene de arriba. De la misma manera, si el agujero inferior es mayor, y desciende hacia arriba, el fuego vendrá de abajo.

Otro método para determinar si un fuego se ha expandido hacia arriba o hacia abajo a través de una abertura consiste en comparar la medida total de daños entre los dos niveles separados por la superficie atravesada. Si el fuego se movió hacia arriba, lo más normal será que el daño en la parte de debajo de la superficie sea mayor. Si el fuego se ha movido hacia abajo, cabrá de esperar lo contrario.

Debido a la cantidad de circunstancias que pueden afectar al comportamiento de un fuego, es posible que se den a la vez penetración hacia arriba y hacia abajo. Sin embargo sólo quedarán pruebas de la última dirección.

Las pérdidas de material o de masa se darán cuando la madera u otros materiales combustibles ardan. Los restos de estos materiales pueden mostrar líneas de demarcación, y patrones del fuego que podrán ser analizados.

☞ **PATRONES Y EFECTOS SUPERFICIALES DE LA CARBONIZACIÓN**

Tipos de patrones:

Los patrones del fuego pueden dividirse en dos tipos generales, ambos regulados por la química y física del fuego, así como por el método de construcción.

- Las marcas de movimiento son aquellas que son el resultado del crecimiento y la extensión del fuego y los productos de la combustión desde la fuente de calor original. Una investigación adecuada de la escena del fuego consistirá en seguir estos patrones de vuelta a la fuente original de calor.



- Las marcas de intensidad se producen por los efectos de varias intensidades de exposición al calor en la estructura y sus componentes. Los distintos niveles de calor pueden producir líneas de demarcación que pueden ser usadas para determinar las características y cantidades del combustible, así como para indicar la dirección en la que el fuego se expandió.

Efectos generales de la carbonización:

El calor producido durante un incendio resultará en la descomposición de varias superficies. La extensión y el grado de decoloración o carbonización que resulta de esta descomposición se compararán de unas áreas a otras para encontrar las áreas que han sufrido más daños.

Profundidad de la carbonización:

La profundidad de la carbonización podrá usarse de forma fiable para establecer cómo se expandió un incendio. Midiendo la profundidad relativa y la extensión del carbonizado, es posible determinar qué porcentaje de un material o estructura ha estado expuesto más tiempo a una fuente de calor. Medir la profundidad relativa de un punto a otro es la clave del éxito es decir, la localización de los lugares donde el daño es más severo debido a la exposición, ventilación o situación de algún combustible. Para comparar la extensión de la carbonización, es también importante tener en cuenta los materiales involucrados.

Cuando se compare la profundidad de la carbonización es también fundamental considerar los efectos de la ventilación.

La profundidad de carbonizado puede medirse usando probetas con extremos romos así como con ciertos tipos de calibres, medidores de profundidad de la banda de rodadura de los neumáticos, o reglas metálicas especialmente modificadas. La misma herramienta de medida será utilizada en cada conjunto de medidas comparadas. Las medidas de la profundidad de carbonizado deberán tomarse en el centro de las ampollas de carbonizado.

Cuando los gases de combustible o el oxígeno es la fuente inicial de combustible para un incendio, se producen generalmente patrones relativamente uniformes con la zona chamuscada. Una carbonización más profunda puede existir en la proximidad del punto de fuga de gas. Este tipo de carbonización puede ser muy



localizada debido a los chorros de gasa presión que pueden existir en el punto de fuga.

☞ **OXIDACIÓN**

La oxidación es un proceso químico muy básico asociado con el fuego. A pesar de que algunos materiales no se queman fácilmente, la oxidación de estos materiales puede producir líneas de patrones de demarcación y de fuego. Los efectos de tal oxidación pueden incluir cambios de color o textura. Generalmente, cuanto mayor sea la temperatura y más largo el tiempo de exposición, más pronunciada será la oxidación.

Además la oxidación puede dar lugar a gruesas capas de óxido que desprenden. Después del incendio, si el metal estaba húmedo, puede aparecer el óxido habitual color óxido. El hollín y carbón también están sujetos a los efectos de la oxidación. El carbón de las superficies de papel de cartón de yeso, los depósitos de hollín, y la pintura puede ser oxidado por la exposición continua al calor. El resultado de esta oxidación es que el carbono se volverá a gases y desaparecer de las superficies sobre las que estaba presente. Esta oxidación resultados en lo que se conoce como una "combustión limpia".

☞ **FUSIÓN DE LOS MATERIALES**

La fusión de cualquier material es un cambio en su estado físico provocada por su exposición al calor. La frontera entre las porciones fundidas y sólidas de materiales puede producir líneas de demarcación de calor y la temperatura, que se puede utilizar para definir patrones de fuego.

Conocer los puntos de fusión de diversos materiales puede ayudar a establecer las temperaturas alcanzadas durante el incendio. Temperaturas de fusión de los materiales pueden variar desde un poco más de la temperatura ambiente normal a miles de grados.



Aleación de metales

Otra reacción que se produce durante un incendio es la formación de aleaciones eutécticas. Un eutéctico se define como el punto de fusión más bajo de una aleación o una solución de dos o más sustancias que puede obtenerse variando el porcentaje de los componentes. Esto tiene lugar cuando se alcanza la temperatura de fusión de un material durante el incendio, y este material de fusión entra en contacto con otro metal. La mezcla resultante (aleación) se derrite a una temperatura inferior a la temperatura de fusión del metal que tiene una temperatura de fusión más alta, y en muchos casos menores que cualquier metal. En situaciones de incendio se produce aleación eutéctica cuando el aluminio fundido o de zinc entra en contacto con el acero o cobre.

Cableado de cobre, tubos y tuberías son muy a menudo afectados por aleación. El aluminio puede mezclarse con el cobre para formar una aleación, que se extiende en color de amarillo a plateado. La superficie de la mancha de aluminio podría parecer de color gris, mientras que la superficie cerca de la interfaz de aluminio-cobre puede ser bastante oscura. El alambre de cobre será muy frágil. El zinc también hace aleación con el cobre, formando una coloración amarillenta de bronce.

La aleación con el acero no se produce fácilmente en la mayoría de los incendios; Sin embargo, si el aluminio o el zinc se calienta durante un tiempo prolongado con un objeto de acero de aleación a continuación puede resultar en hoyos o agujeros. Una aleación puede ser confirmada por análisis metalúrgico, y la aleación puede ser identificada. Una teoría es que si se encuentran metales con altas temperaturas de fusión fundido, esto es una indicación de incendiarios. Este hecho científico muestra que, si estos metales se funden debido a la aleación, tal fusión no es una indicación de que existan acelerantes o inusualmente las altas temperaturas estuvieron presentes durante el incendio.



Plásticos

Los termoplásticos tienen temperaturas de fusión que van desde alrededor de 200 o F (93 o C) hasta 750° F (399 ° C). Sabiendo las temperaturas de fusión aproximadas de diversos materiales permite al investigador calcular las temperaturas alcanzadas durante el incendio. Esto ayuda en la determinación de la intensidad y la duración del calentamiento, la extensión del movimiento de calor, y la tasa relativa de liberación de calor a partir de combustibles.

☞ EXPANSIÓN TÉRMICA Y DEFORMACIÓN DE MATERIALES

Todos los materiales comunes se expandirán cuando se calienten. Tal expansión puede afectar negativamente a la estabilidad estructural. La flexión de vigas y columnas de acero se producirá cuando la temperatura alcanza los 1100° F (593 ° C) y el acero no podrá soportar su propio peso en 1,500oF (816 ° C). Cuanto mayor sea la carga de la estructura de acero, más grave será la deformación.

☞ HUMO Y HOLLÍN

El humo es una suspensión en el aire de pequeñas partículas sólidas que resultan de la combustión incompleta de un combustible. El hollín se compone de las partículas de negro de carbono producido en una llama.

Cualquier combustible que contiene carbono va a producir hollín en condiciones normales de incendio. Esto es especialmente cierto con productos de petróleo y casi todos los plásticos. El hollín se puede depositar en paredes y techos por contacto directo de la llama o puede ser depositado sobre superficies por decantación. El humo y el hollín puede recoger en las superficies frías de la estructura y/o de sus contenidos, y muy a menudo en las partes superiores de las paredes en las habitaciones lejos del fuego.

Los depósitos marrones son de humo; depósitos de hollín son de color negro. Los condensados de humo pueden ser húmedo y pegajoso, fino o grueso, o seca y resinosa. Después del secado, tales depósitos de humo no son fácilmente borrados.



Cuando ha habido llama abierta, tanto el hollín y el humo son propensos a ser depositado.

☞ **COMBUSTIÓN LIMPIA**

Se produce sobre superficies no combustibles cuando los depósitos de hollín y /o humo se queman. Tal combustión limpia es el resultado del contacto directo de la llama o intenso calor radiante. Aunque tales quemaduras limpias pueden indicar fuerte calentamiento, no lo hacen, por sí mismos, indican necesariamente el punto de origen. Líneas de demarcación entre la quemadura limpia y las áreas/ahumados tiznados se pueden usar para determinar la dirección de la propagación del fuego o diferencias en la intensidad o el tiempo de grabación.

☞ **UBICACIÓN DE OBJETOS**

La ubicación de los objetos en la escena del fuego se puede determinar mediante la identificación y el uso de ciertos patrones.

El sombreado por calor ocurre por los bloques objeto del camino del calor irradiado, de calor por convección, o el contacto directo de la llama. El calor conducido no produce sombras de calor. Cualquier objeto que absorbe o refleja la energía de calor puede producir una sombra de calor en el material que protege.

Las áreas protegidas son causadas por un objeto previniendo el depósito de productos de la combustión en el material que protege el objeto. Cualquier objeto que impide la sedimentación de los productos de la combustión puede causar la producción de un patrón sobre el material que protege.

Tanto el remedo de calor y las áreas protegidas ayudan al investigador de incendios en la reconstrucción de la escena. Muy a menudo estos patrones se oscurecen por los desechos, y el fin de utilizar adecuadamente estos patrones, será necesaria la remoción de escombros.



☞ UBICACIÓN DE PATRONES

Los patrones desarrollados durante el curso de un incendio se pueden encontrar en cualquier superficie expuesta. Estos incluyen la propia estructura, sus contenidos, y las superficies exteriores expuestas al calor, el humo y el hollín.

Los patrones presentes en los mamparos son los más observables. Los patrones se pueden extender a los miembros de soporte subyacentes.

Los patrones también pueden ocurrir en los gastos generales y las superficies inferiores de elementos como mesas y estantes. Como los gases de incendio calentados aumentan, se concentrarán la energía térmica en las superficies horizontales por encima de la fuente de calor. La mayoría de los patrones horizontales son más o menos circulares. Las porciones de patrones circulares a menudo se encuentran en la unión de los mamparos y los gastos generales y en los bordes de las mesas y los estantes.

Los patrones presentes en la cubierta son muy importantes. Para inspeccionar la cubierta adecuadamente para los patrones, los escombros deben ser eliminados. Los patrones de cubierta pueden ser el resultado de un intenso calor radiante, plásticos fundidos, líquidos inflamables, o la capa de gases calientes producidos durante y después del encendido.

Las costuras o grietas en los materiales de la plataforma y alrededor de los umbrales de las puertas pueden mostrar evidencia de la quemadura de la radiación o la colección de acelerantes líquidos. La quemadura Post-encendido también puede producir agujeros en las cubiertas de madera o los revestimientos de cubierta y alrededor de umbrales de puertas, como resultado de los gases de fuego combustibles calientes y los huecos de aire proporcionados en la construcción. Aun pequeñas lagunas pueden proporcionar suficiente aire para la combustión.

Las baldosas de vinilo dañadas por el fuego pueden presentar bordes rizados,



que exponen la cubierta debajo. Mientras que esta acción se ha atribuido a la presencia de un acelerador, también puede ocurrir únicamente a causa de calefacción radiante de la superficie del suelo. El análisis para la presencia de acelerantes puede resultar difícil debido a la presencia de hidrocarburos en adhesivos para baldosas.

Los patrones también pueden estar presentes en los costados, las tapas y los fondos de los vasos o las habitaciones contenido. Cualquier patrón que se puede producir en las paredes, techos y suelos, se puede producir también en los contenidos. Los patrones serán similares en forma pero pueden mostrar sólo una parte de la pauta debido al tamaño limitado de los artículos. Los patrones de quemaduras bajos pueden ser producidos por un acelerador, pero no son en sí mismos una prueba de fuego acelerante.

Durante el progreso de cualquier incendio, la quema de desechos muy a menudo caerá a niveles más bajos. Esta caída hacia abajo (desplegable) puede dar lugar a incendios secundarios. También puede encender otros materiales combustibles que resultan en patrones de quemaduras bajos.

☞ **PATRÓN GEOMÉTRICO**

Una forma de patrón de fuego común que aparece en las superficies verticales es el **patrón de "V"**. La extensión lateral de los lados de este patrón son causados por el calor irradiado desde arriba y por el movimiento hacia arriba y hacia afuera de las llamas y gases calientes del fuego cuando se encuentran con una horizontal superficial, como un techo, un alero, una mesa o un estante. Las líneas angulares que producen la "V" a menudo se remontan hacia el punto de origen. Como regla general, mayor será el ángulo de la "V", el quemado el material ya ha sido sometido a calentamiento. El ángulo producido en una superficie vertical de combustible será más ancho que en una superficie no combustible para una fuente de calor comparable y tiempo de combustión.

Los ángulos de las líneas del patrón de "V" son un resultado de la magnitud del



incendio, la velocidad de combustión, ventilación y combustibilidad de las paredes. Estos patrones son valiosos porque indican la dirección de la propagación del fuego, no lo que les causó.

Los **patrones de cono invertido**, también llamados modelos "V" invertidas son patrones triangulares más anchos en la base que en la parte superior. Éstos son el resultado de los incendios relativamente de corta vida que no evolucionan plenamente en penachos de piso a techo de nombre o penachos de llamas que no están restringidos por los techos.

Los **patrones de reloj de arena** resultan de la combinación de la pluma de gases calientes y la zona de la llama. El penacho de gases de fuego caliente tiene la forma de una "V", mientras que la zona de la llama tiene la forma de una "V" invertida. Si el fuego en sí está muy cerca o en contacto con la superficie vertical, esto puede resultar en un patrón que muestra los efectos tanto de la columna de humo de gas caliente y la zona de la llama. Esto resulta en un patrón con la forma general de un reloj de arena.

Los **patrones "U"** son similares a los patrones de "V". Los patrones "U" muestran líneas más suavemente curvadas de demarcación, a diferencia de las líneas en ángulo de la "V" y son el resultado de los efectos del calor radiante en superficies verticales más distantes de la fuente de calor que las superficies que muestran fuerte "V" patrones. Los patrones de "U" se analizan de la misma manera como los patrones de "V".

Los **patrones de cono truncado** (también llamados plumas truncados) son patrones de tres dimensiones de fuego, creados en ambas superficies horizontales y verticales. Este patrón se produce en la intersección de dos superficies verticales. El patrón en forma de cono es el resultado de la expansión natural de la columna de fuego a medida que sube y la propagación horizontal de la energía de calor cuando la pluma se encuentra con una superficie horizontal tal como un techo.

Los **patrones circulares** son comunes en escenas de incendios y, en general



representan áreas que fueron protegidas de la quema por elementos circulares tales como papelera solas partes inferiores de piezas de mobiliario.

Los patrones **irregulares, curvas, o en forma de piscina** en pisos y revestimientos para el suelo son muy comunes en condiciones de incendio post-combustión súbita generalizada, en los incendios con largos tiempos de extinción, o en colapso de la estructura. Ellos pueden ser el resultado de calor radiante, escombros en llamas y humeante, plástico derretido, o líquidos inflamables. Si se sospecha la presencia de líquidos inflamables, pruebas complementarias, tales como el uso de un indicador de combustible de gas y/o el análisis químico de los residuos para los residuos, o la presencia de recipientes de líquido deben ser buscados. Tenga cuidado al utilizar los indicadores de gas combustible, ya que muchos materiales plásticos liberan vapores de hidrocarburos cuando pirolizan o queman. Estos gases pueden muy bien tener un olor similar a los productos derivados del petróleo, y pueden ser detectadas por un indicador de gas combustible cuando no se han utilizado líquidos inflamables. Además, el análisis cromatográfico de la alfombra quemada hecha de material es a base de petróleo puede indicar la presencia de hidrocarburos, incluso cuando no se utilizaron acelerantes.

En general, los patrones resultantes de acelerantes tienen características más profundas en los bordes que en el centro (patrones de rosquilla). Sin embargo, combinado líquidos inflamables que se pueden penetrar en terrazas o material de cubierta que cubre, así como los plásticos fundidos, pueden producir patrones irregulares que están más profundamente quemados en el centro que en los bordes. Estos patrones también pueden ser el resultado de un calentamiento localizado después de descarga disruptiva o desplegable. Los patrones irregulares en la cubierta de madera causada por líquidos inflamables tendrán "dedos" que siguen las grietas en el suelo.

Un patrón distinto es el **patrón de "dona"**, donde una superficie quemada en forma de anillo rodea una zona menos quemada, puede ser consecuencia de un líquido inflamable. Este patrón es el resultado de los efectos de enfriamiento del líquido en el centro de la piscina; los bordes se queman, produciendo la carbonización



alrededor del perímetro. Cuando se encuentra esta condición, se necesita un examen más detenido de buscar evidencia de apoyo de la presencia de líquidos inflamables.

En cualquier situación en la que se sugiere la presencia de líquidos inflamables, los efectos de las descargas eléctricas, el flujo de aire, gases calientes, fundidos plásticos, desplegable, y derrumbe de un edificio deben ser eliminadas. El investigador debe ser cuidadoso para identificar la fuente de combustible inicial correctamente para cualquier patrón de quemaduras de forma irregular o circulares.

☞ **PATRONES LINEARES**

Tienen formas alargadas o lineales generales. Ellos aparecen más comúnmente en las superficies horizontales.

Cuando los combustibles son intencionalmente "arrastrados" de un área a otra, los patrones alargados pueden ser visibles. Estos remolques se pueden encontrar a lo largo de las cubiertas, conectando conjuntos de incendios separados, o hasta las escaleras para mover los incendios de un nivel a otro. Los remolques pueden ser líquidos inflamables, sólidos, o una combinación.

Los patrones de largo, ancho, bastante rectos pueden ser el resultado de las áreas protegidas causadas por muebles, mostradores, almacenamiento, u otros artículos. Estos patrones también pueden ser el resultado del desgaste normal de los pavimentos y revestimientos para el suelo de alto tráfico. Los objetos de forma irregular, tales como prendas de vestir o ropa de cama, también pueden proporcionar protección y producir patrones que pueden ser interpretadas erróneamente. Los patrones lineales también pueden ser producidos por chorros de gas combustible inflamado.

☞ **PATRONES DE ÁREA**

Algunos patrones se pueden encontrar cubriendo habitaciones enteras o áreas grandes sin ninguna fuente fácilmente detectable. Estos patrones son principalmente



causados por los combustibles que están muy dispersos antes del encendido o cuando el movimiento del fuego a través de un área es muy rápido, como en un incendio repentino.

Siempre que se produzca flameo en un compartimento, la propagación del fuego de un punto a otro en el compartimento es muy rápida. El parpadeo puede producir áreas enteras de quemado sin una buena evidencia física de la dirección de desplazamiento del fuego en la zona afectada. El parpadeo puede no destruir necesariamente los patrones de incendios generados anteriormente, pero el tiempo y el alcance de la quema, tanto pre-encendido y post-combustión súbita generalizada, es importante considerar la relación entre los patrones de movimientos y patrones de la zona de combustión súbita generalizada.

La ignición de gases o vapores de líquidos no siempre da lugar a una explosión. Si la mezcla de gas/combustible está en o muy cerca de la LIE, y no hay explosión asociado con la ignición, los gases pueden arder como un fuego repentino y habrá poco o nada de la quema posterior.

DISTORSIÓN DE MATERIALES

Otros patrones de fuego pueden ser observados en los cambios de la forma física y la distorsión de los objetos en el lugar del incendio.

Las bombillas incandescentes a veces pueden indicar la dirección de desplazamiento del fuego. Como el lado de la bombilla hacia la fuente de calores calentado y reblandecido, los gases de dentro de una bombilla de 25 vatios mayor que empiezan a expandirse y puede empujar hacia fuera el vidrio ablandada en un efecto de "burbuja". La porción a bombada de la bombilla apuntará en la dirección de la fuente de calor. Con bombillas de menos de 25 vatios, la superficie expuesta se tira hacia el interior, debido a la presión interior de la bombilla creando un vacío. Cuando se calienta, elementos de construcción metálica se suavizan y pueden contraer o expandir.



c) Causas de incendio accidental

No importa cómo se inicia un incendio a bordo, pudiendo resultar la pérdida de la nave, y tal vez la pérdida de vidas. Por lo tanto, es extremadamente importante que se identifique la causa del incendio de modo que se pueda evitar que vuelva a suceder en el futuro. La determinación de la causa de cualquier incendio requiere la clara identificación de las condiciones necesarias para el fuego que se han producido. Estas condiciones incluyen, pero no se limitan a, el dispositivo o equipos involucrados, la presencia de una fuente de ignición, el tipo y la forma del material que primero se encendió, y las circunstancias o acciones que trajó a todos los factores juntos.

☞ CLASIFICACIONES DEL FUEGO SEGÚN SU CAUSA

Según la causa de cualquier incendio puede ser clasificado como accidental, natural, incendiario, o indeterminado.

- **Incendios accidentales** son aquellos en los que la causa probada no implica ningún acto humano deliberado para encender o propagar el fuego. Mientras que en la mayoría de los casos, esta clasificación es clara, algunos incendios provocados deliberadamente puede ser accidental. Por ejemplo, un ingeniero de una iluminación caldera está iluminando a propósito de un incendio. Si a través de algún mal funcionamiento del equipo o personal supervisión hay un incendio que se extiende a involucrar a toda la sala de máquinas, la propagación del fuego es accidental a pesar de que el fuego inicial fue deliberada.
- **Incendios naturales** implican eventos tales como rayos, viento, y similares, y no implican ninguna intervención humana directa. Ellos se refieren a veces como "Actos de Dios".
- **Incendios incendiarios** se establecen deliberadamente en circunstancias en que el individuo sabe que el fuego no se debe establecer.
- **Incendio indeterminado** significa que la causa no se puede probar. El fuego todavía pueden ser objeto de investigación, y la causa podría ser determinado en una fecha posterior.



El término sospechoso no debe ser usado para describir una causa fuego. La mera sospecha relativa a la causa de un incendio es un nivel inaceptable de la prueba y debe ser evitado.

☞ **ORIGEN Y FORMA DE CALOR DE IGNICIÓN**

La fuente de ignición será en o muy cerca del punto de origen del incendio. La evidencia física de la fuente de ignición se puede encontrar en el punto de origen, o tal la evidencia puede ser muy dañada o incluso destruida por el fuego. Independientemente de su condición, la fuente de ignición se debe identificar la causa que se determine. Si la fuente sólo puede inferirse, entonces la causa será la más probable.

Una fuente competente de ignición requiere la temperatura, la energía y el contacto suficiente con el primer combustible encendido el tiempo suficiente para que alcance su temperatura de ignición. El proceso de encendido consiste en la generación, transmisión, y calefacción.

Una vez que el área o punto de origen es identificado, el investigador debe identificar el artefacto, sustancia o circunstancia que podría haber dado lugar a la ignición. Aparatos como productores incluyen equipos de calefacción, electrodomésticos y equipos de iluminación.

☞ **FUENTES DE CALOR**

Hay cuatro fuentes de calor básicas.

- El calor de combustión libera calor durante la oxidación completa. Se administra el calor fuera por un objeto en llamas, también referido como el valor calórico de combustible.
- La calefacción espontánea es un aumento de temperatura que no llama calor desde los alrededores. Esto también tiene varias formas.
- El calor de descomposición proviene de la descomposición de una sustancia orgánica.
- El calor de la solución se produce cuando una sustancia se disuelve en un líquido.



La fuente más común de calor químico en los incendios a bordo es probablemente de calentamiento espontáneo que conduce a la ignición espontánea. La ignición espontánea es a menudo pasada por alto como una causa de incendio a bordo del barco. Sin embargo, muchos materiales comunes están sujetos a este peligroso fenómeno químico. Incluyen materiales que se llevan como carga y materiales que se utilizan en el funcionamiento de la nave. Un ejemplo de ignición espontánea que podría ocurrir fácilmente a bordo de un buque puede ser un trapo empapado con aceite vegetal o pintura que ha sido descartado en la esquina de un taller, almacén o sala de máquinas. La zona es caliente, y sin ventilación. El aceite en el trapo comienza a oxidarse --- reaccionar químicamente con el oxígeno en el aire caliente alrededor de ella. La oxidación es un proceso natural que produce calor. El calor hace que el aceite restante se oxide más rápido y produce aún más calor. Como el calor es no dibujado lejos por la ventilación, se acumula alrededor del trapo. Después de algún tiempo, el trapo está lo suficientemente caliente para estallar en llamas. A continuación, puede encender sustancias inflamables cercanas, quizás otros trapos o materiales almacenados, por lo que un gran incendio es muy posible. Todo esto puede ocurrir y ocurre sin ninguna fuente externa de calor.

☞ **MATERIALES DE IGNICIÓN ESPONTÁNEA**

Materiales de la nave - Como se señaló en la sección anterior, trapos con aceite y pintura mojada están sujetos a la ignición espontánea. En este caso, la prevención de incendios es simplemente una cuestión de orden y limpieza. Sin embargo, algunos materiales que no son por lo general sujetos a encendido espontáneo se encienden por su cuenta bajo ciertas condiciones. La madera es uno de tales materiales.

Madera, como cualquier otra sustancia, debe ser calentada a una temperatura determinada antes de encenderse y arder. Y la mayoría de las tuberías de vapor no se calientan lo suficiente para encender la madera. Sin embargo, si una pieza de madera está en contacto permanente con una tubería de vapor o calor "baja temperatura", similar fuente, puede incendiarse espontáneamente. Lo que pasa es que la madera cambia primero a carbón por el calor. A continuación, el carbón vegetal, que se quema a una temperatura más baja que la madera, es encendido



por el tubo de vapor. A pesar de que el cambio de la madera al carbón puede ser de varios días para que se produzca, esto fácilmente podría pasar desapercibido. La primera señal de un problema sería humo o llamas que salen de la madera.

Carga - Muchos materiales que se llevan como carga están sujetos a ignición espontánea. El encendido se produce a través de la interacción química de dos o más sustancias, una a menudo es aire o agua.

☞ **CALOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

La siguiente fuente de calor es la energía eléctrica. La forma más común es la de calentamiento por resistencia. El calor se produce por el flujo de electrones a través de un conductor que impide el flujo. Este impedimento (resistencia) produce calor. Calentadores eléctricos, aparatos de cocina, y secadoras de ropa son sólo algunos ejemplos de esta forma de calor eléctrico. Calefacción por inducción es otro tipo de producción de energía eléctrica de calor. De nuevo, el calor es producido por el movimiento de los electrones. Este tipo de calor se produce al pasar electrones a través del objeto caliente. El horno de microondas es el ejemplo más común. Los electrones se encuentran en la forma de un campo magnético alterno que oscila a una alta tasa, tal que ya no está contenido dentro de un conductor. Esto se llama frecuencia de radio (FR), y es también la base de la transmisión de radio y televisión. En un horno de microondas esta FR la energía está contenida dentro del horno y pasa a través del objeto a calentar. El calor eléctrico también es producido por el arco. Se produce un arco cuando el flujo de electrones se interrumpe mediante la separación de los conductores. Esto puede ser tan simple como la apertura de un interruptor o rompiendo un alambre. La electricidad estática puede producir arcos y calor. Los objetos en movimiento harán producir electricidad estática. Caminar sobre una alfombra, una cinta en movimiento, un helicóptero, todos pueden producir un choque y arco. El rayo es también una forma de electricidad estática y es un riesgo especial para los buques tanque cargar o descargar mercancías.



☞ **CIRCUITOS ELÉCTRICOS DEFECTUOSOS Y EQUIPOS**

Para el equipo de aislamiento adecuado y por cable, la electricidad es una fuente segura y conveniente de poder. Sin embargo, cuando los equipos eléctricos se desgastan, son mal utilizados o están mal conectados, pueden convertir la energía eléctrica en calor. A continuación, el equipo se convierte en una fuente de ignición y por lo tanto hay un riesgo de incendio. En tamizado a través de una escena del incendio, el investigador debe estar en el mirar hacia fuera para cualquier aparato eléctrico o el equipo que se encuentra en el área donde se sospecha que el fuego se originó. Tales artículos pueden ser enviados a un laboratorio para realizar un examen científico. Antes de retirar dichos artículos en el lugar del incendio, debe ser fotografiado en su lugar y su ubicación dentro del compartimiento de precisión documentado.

☞ **PIEZAS Y EQUIPOS DE REPUESTO**

El equipamiento eléctrico estándar residencial o industrial no dura mucho tiempo en el mar. El aire de la sal provoca la corrosión; la vibración de la nave rompe el equipo; y el acero del casco puede provocar un funcionamiento errático o cortocircuitos. Como resultado, el equipo o su cableado puede recalentarse o causar un incendio si hay materiales inflamables en las cercanías. El equipo eléctrico aprobado es, sin embargo, especialmente diseñados y fabricado para su uso a bordo. Con un mantenimiento razonable podrá soportar las condiciones extenuantes.

☞ **CABLEADO Y FUSIBLES**

El aislamiento en el cableado eléctrico, en particular del tipo utilizado para electrodomésticos, herramientas eléctricas de mano, de carga y las luces, no van a durar para siempre. Con la edad y el uso, puede convertirse frágil y se agrietarse. Puede ser desgastado o se rompe por abuso o por la vibración del buque. No importa lo que suceda, una vez que se rompe el aislamiento, el cable desnudo es peligroso. Un único cable expuesto puede provocar un incendio en las condiciones



adecuadas. Si tantos cables están expuestos, pueden tocar y provocar un cortocircuito. O bien podría producir suficiente calor para encender el aislamiento en el cableado o algún otro material inflamable cerca. Además, si el fusible o disyuntor en ese circuito en particular es demasiado grande, no va a romper el circuito. En lugar de ello, un aumento de la corriente fluirá, y todo el circuito se sobrecalienta. Finalmente, el aislamiento comenzará a quemar y encender material combustible en sus alrededores. Por lo tanto, solamente los repuestos y equipos aprobados, deben instalarse a bordo de la nave - y sólo para el uso para el que han sido aprobados. El investigador debe verificar que el equipo eléctrico que se encuentra en el lugar del incendio es de tipo marino aprobado.

☞ **APAREJOS**

Los aparejos de tomas de corriente para servir a aparatos adicionales, sobre todo en cuartos y las galeras de la tripulación, es una práctica peligrosa. El cableado en cada circuito eléctrico está diseñado para llevar una cierta carga máxima. Cuando este cableado está sobrecargado con demasiados aparatos que operan, se pueden sobrecalentar y quemar su aislamiento. El cableado caliente puede también encender materiales inflamables en la zona.

☞ **BOMBILLAS EXPUESTAS**

Una bombilla eléctrica expuesta encendida puede encender materiales combustibles por contacto directo. En las cubiertas de intemperie, focos de alta intensidad suelen estar protegidos de los elementos por lona o cubiertas de plástico. Las cubiertas son deseables cuando las luces no están en uso. Sin embargo, si la cobertura se deja en su lugar mientras la luz está encendida, el calor de la lámpara puede encender la material.

Las bombillas de carga ligera incorrectamente protegidas podrían igualmente encender materiales inflamables, por contacto o por la rotura y formación de arcos. Lo que parece ser una situación segura en un mar en calma podría convertirse rápidamente en peligroso en un mar agitado.



☞ **OBJETOS CON VAPOR COMPRIMIDO**

Accesorios con vapor comprimido están protegidos contra los efectos del aire del mar. La protección de vapor es diseñado para mantener la humedad fuera, sino que también mantiene el calor. Esto hace que el aislamiento se seque y agriete más rápidamente que en los accesorios estándar. Por lo tanto, los accesorios de vapor hermético deben ser examinados después de un incendio para comprobar si hay cortocircuitos como una posible fuente de ignición.

☞ **MOTORES ELÉCTRICOS**

Los motores eléctricos defectuosos son las causas principales de fuego. Los problemas pueden resultar cuando un motor no tiene un mantenimiento adecuado o cuando excede su vida útil. Los motores requieren una inspección periódica, pruebas, lubricación y limpieza. Las chispas y arcos puede producirse si se convierte en un arrollamiento cortocircuitado a tierra, o si los cepillos funcionan con problemas. Si una chispa es lo suficientemente fuerte, puede encender combustibles cercanos al material. La falta de lubricación puede causar que los cojinetes del motor se sobrecalienten, con el mismo resultado.

☞ **SALAS DE MÁQUINAS**

Las salas de máquinas son especialmente vulnerables a los peligros eléctricos. Goteo de agua de mar por grietas puede causar cortocircuitos graves y la formación de arcos en los motores eléctricos, paneles de control y otros equipos eléctricos expuestos. Esto, a su vez, puede encender aislamientos y materiales combustibles cercanos. En la investigación de incendios de la sala de máquinas, el investigador debe trazar las líneas de combustible y lubricación en las proximidades de un incendio y examinar de cerca cualquier conexión y / o accesorios en estas líneas que son ubicados en el área inmediata.



☞ COMBUSTIBLE ACEITE DE TRANSFERENCIA Y SERVICIO DE OPERACIONES

El aceite combustible para la propulsión del buque se almacena en tanques de doble fondo, tanques profundos y tanques en las proximidades de la sala de máquinas. Los tipos de combustibles más utilizados son combustible No. 6 petróleo, bunker C y el aceite diesel. Bunker C y aceite combustible No. 6 ambas son sustancias pesadas alquitranadas que requieren precalentamiento antes de que puedan ser transferidos o quemados. Ambos tienen puntos de inflamación de aproximadamente 65,6 °C (150 ° F) y temperaturas de ignición de 368,3 a 407,2 °C (695-765 °F). Tanques de doble fondo y tanques profundos están equipados con redes de tuberías de vapor y bobinas cerca de la tubería de succión, para precalentar el aceite. Gasoil no requiere calentamiento para ser transferido y quemado. Su punto de inflamación es 43.3 °C (110 ° F), y su temperatura de ignición es 260°C (500 °F).

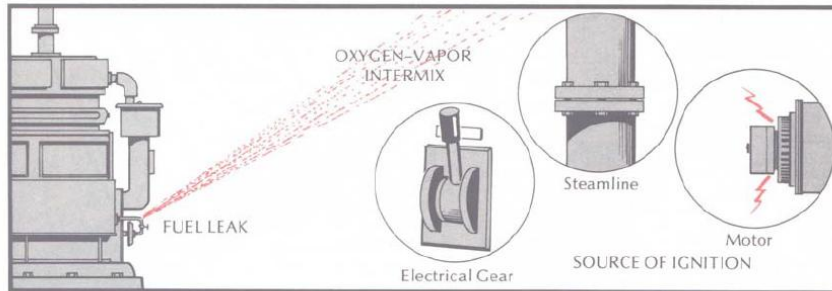
Transferencia de combustible

Cuando el combustible se toma a bordo, se almacena en tanques de doble fondo o profundos. Si es necesario, el combustible se calienta, y luego se bombea a los tanques de servicio o tanques de sedimentación. Desde allí, se mueve a un tanque de gravedad, o a una bomba de servicio del aceite combustible, de la que se bombea el combustible quemador de aceite o los motores diesel.

El llenado excesivo. Si se llena demasiado el depósito, el combustible se elevará a través de la tubería de rebose, y, finalmente, a través de la tubería de ventilación que termina en la parte superior. La tripulación de la sala de máquinas debe supervisar el proceso de transferencia cuidadosa y constantemente, para evitar el sobrellenado.



Las fugas en el sistema de transferencia. Si hay una fuga en la tubería de transferencia, el combustible a presión se pulveriza a través de la ruptura. La pulverización tiende a vaporizar el combustible y los vapores se inflaman fácilmente. Por lo tanto, los saltos de línea pueden ser muy peligrosos si son tuberías de vapor,



Fuel line leaks can spray vaporized fuel far enough to be ignited by steam lines or electrical equipment located nearby.

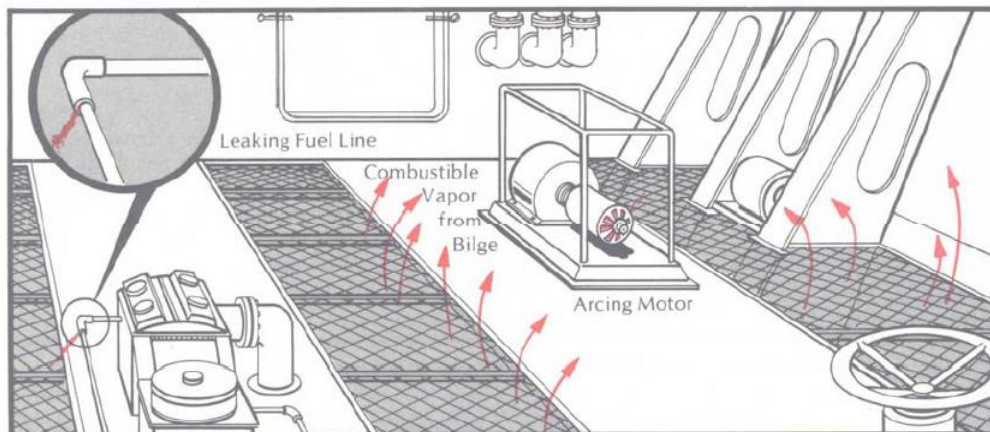
motores eléctricos, tableros eléctricos y así sucesivamente en la zona.

Mantenimiento de quemadores de aceite

Para la atomización y el funcionamiento correcto, los consejos de los quemadores de aceite requieren una limpieza regular y mantenimiento. Una punta del quemador de aceite que opera de manera incorrecta puede causar combustión incompleta del combustible y una acumulación de combustible no quemado en el cajón de viento de la caldera. Este combustible eventualmente puede encenderse. Si el combustible está presente suficiente, las llamas se extienden lejos de la caldera y puede involucrar a otros materiales y equipos. Después de un incendio que afecte a un quemador de aceite, el investigador debe examinar los consejos de los quemadores y revisar las prácticas de mantenimiento para ver si han sido limpiados y mantenidos adecuadamente. Además, los procedimientos de instalación deben ser revisados, ya que una instalación incorrecta puede causar la acumulación de combustible y el encendido.

Área de la Sentina

Los incendios ocurren en áreas de la sentina, debido a un exceso de acumulación de aceite. Muy a menudo, hay fugas de aceite en la sentina de una rotura no detectada en una línea de aceite de combustible o lubricante. El aceite se vaporiza, y los vapores inflamables se acumulan en y alrededor del área de la sentina. Una vez que estos vapores son mezclados con el aire en la proporción adecuada, un cigarrillo descuidadamente, una coincidencia de una chispa puede encender y causar un incendio. Los incendios en el área de la sentina pueden moverse muy rápidamente alrededor de la maquinaria y las tuberías, y por esta razón es por la que no se controlan fácilmente. Estos incendios son más difíciles de extinguir que la mayoría de motores y sala de calderas incendios. Las áreas de la sentina deben ser



Fuel from leaking oil line collects in the bilge. Combustible fuel vapors from the bilge mix with air as they move toward the arcing motor. Ignition of the fumes by the motor can cause an explosion followed by fire.

examinadas por los investigadores para detectar la presencia de exceso de aceite. Las áreas alrededor de los separadores de aceite/agua de sentina también deben ser revisados por su posible desbordamiento, que también puede ser una fuente de grandes acumulaciones de aceite en las sentinas.



☞ **CARGA DE PILAS DE ALMACENAMIENTO**

Cuando las baterías de almacenamiento se están cargando, emiten hidrógeno, un gas altamente inflamable. La mezcla de aire y de hidrógeno es potencialmente explosiva. El hidrógeno es más ligero que el aire y, por consiguiente aumentará a medida que se produce. Si la ventilación no es aplicada en el punto más alto de la batería en sala de carga, el hidrógeno recogerá el gasto general. Entonces, cualquier fuente de ignición causará una explosión e incendio. En la investigación de los incendios que incluyen áreas donde las baterías pueden ser cargadas, compruebe que el área esté bien ventilada para evitar el atrapamiento o la acumulación de gases explosivos y buscar signos de fumar u otras fuentes de ignición cercanas, como maquinaria que podría producir chispas.

☞ **OPERACIONES EN UN BARCO**

En un pequeño remolcador de puerto o un forro de pasaje de gran tamaño, la cocina de un barco es un lugar muy concurrido, y puede ser un lugar peligroso. La intensa actividad, las muchas personas, las largas horas de operación, y los riesgos básicos - Evitar las llamas, líneas de combustible, basura y grasa acumulaciones - se suman al peligro de incendio debido a las operaciones de la galera.

Fuentes de Energía

Para cocinar, la fuente de energía más común es la electricidad. El aceite diesel se utiliza en menor grado, y el gas licuado de petróleo (GLP) se utiliza en algunos barcos más pequeños, tales como Remolcadores de puertos. Las cocinas eléctricas están sujetas a los mismos riesgos que cualquier otro equipo eléctrico. Estos incluyen cortocircuitos, aislamiento quebradizo y grietas en el cableado, circuitos sobrecargados y reparaciones inadecuadas. Cuando se utilizan los combustibles líquidos para cocinar, las líneas de combustible pueden ser vulnerables a sufrir daños. Además, los accesorios y conexiones en las líneas de combustible pueden ser defectuosos o estar mal instalado. El investigador debe examinar las tuberías de



combustible, accesorios y conectores para ver si estas cosas están involucradas en la secuencia de encendido en un fuego de la cocina. El equipo de cocina, como las unidades de calefacción, están diseñados para proporcionar un servicio seguro y fiable. Es fabricado con los estándares actuales de la industria y debe instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Una vez más, las personas son el factor impredecible. Si el equipo de cocina es una causa sospechosa, comprobar las posiciones de los controles. Los rangos representan un peligro de incendio de dos tipos: El calor de la estufa puede provocar un fuego de la cocina, y su combustible puede participar en uno. El personal de cocina debería extremar el cuidado cuando se están en la vecindad de un rango de operación. Ningún material debe ser guardado por encima de un rango. Los investigadores deben tratar de evaluar las prácticas de limpieza en la cocina y buscar específicamente evidencia de la estiba inadecuada de combustibles cerca de las superficies de calefacción. Las luces piloto deberán estar operativas, y los quemadores principales deben encender cuando están encendidos. De lo contrario, los gases se escaparán a la cocina, y cualquier fuente de ignición causará una explosión e incendio. Cafeteras automáticas de goteo pueden ser fuentes potenciales de ignición.

Freidoras también pueden ser una fuente de calor y combustible para un fuego de la cocina.

Servicio de limpieza

Las actividades dentro de un barco generan un montón de combustible para los incendios causados por descuido. Por lo tanto, un buen mantenimiento es de suma importancia. Cajas usadas, bolsas y papel, e incluso restos de comida, debe ser colocado en latas de basura, no combustibles cubiertos. Las acumulaciones de grasa en y alrededor del área de distribución, en particular en las campanas, filtros y conductos, puede alimentar un fuego de la cocina. Si la red de conductos se involucra y hay fuertes acumulaciones de grasa, el fuego puede extenderse a otras áreas y las cubiertas. Por lo tanto, capuchas, filtros y conductos periódicamente deben limpiarse a fondo. En la investigación de un fuego de la cocina el investigador debe examinar de cerca la cocina y aparatos eléctricos en la zona de mayor daño de fuego. Las posiciones de quemadores, horno, freidora y controles debe ser



registrada y, si se sospecha que es inadecuado, fotografiarlo. Busque con anterioridad intentos de reparación. La presencia de marcas de herramientas, frescas puede indicar que alguien había intentado recientemente una reparación. Compruebe si hay fugas de combustible en la zona de la unidad.

Energía térmica mecánica

Energía térmica mecánica adopta tres formas básicas. El primero es el calor de fricción. Este es el calor debido al contacto mecánico directo entre los objetos en movimiento. Otra forma de energía de calor de fricción mecánica son las chispas. La tercera forma es el calor de la compresión. Cuando un gas se comprime, las moléculas están más juntas y se produce calor. Un motor diesel depende de esta forma de calor para funcionar. Las bujías son reemplazadas con una relación de compresión muy alta (más de 20 a 1). La compresión del aire en los cilindros aumenta su temperatura por encima del punto del combustible diesel de ignición. Cuando el combustible se inyecta en los cilindros, se inflama y el motor funciona.

Compresores de refrigeración

Los compresores de refrigeración a menudo se citan como causa del fuego. Los compresores utilizados en el hogar como refrigeradores y congeladores y tipos comerciales de los equipos son ya sea de la hermética o tipo semi-herméticos. Se construyen Estos tipos de compresores de modo que la eléctrica porción del motor de la unidad está completamente encerrado dentro del sistema de refrigeración. Los compresores herméticos utilizan una carcasa del compresor soldado, mientras que los compresores semi-herméticos se atornillan juntos. Se construyen estos tipos de compresores de modo que la temperatura en el exterior de la cisterna no sobrepase ciertos límites, por lo general alrededor de 300° F (149°C). Diversas pruebas muestran que estos compresores no inflamen los materiales combustibles, incluso si se encuentran en contacto directo con la cáscara. En las pruebas, los compresores han sido completamente cubiertos con materiales como el polvo, virutas de madera, o tiras de periódico y han operado durante largos períodos de tiempo sin que ocurra ignición. Es posible, sin embargo, por un fallo eléctrico que se produzca con los



componentes y el cableado exterior del compresor que podrían servir como una fuente de ignición.

Gases Combustibles

Los gases combustibles, como el gas natural y LP (propano, butano) pueden estar involucrados en un incendio. Las fugas referidas a un equipo y las tuberías y mal funcionamiento del equipo puede conducir a explosiones y / o incendios. Estos gases, que son naturalmente sin olor, se requiere que sean odorizado pero bajo ciertas circunstancias odorización puede fallar, permitiendo de este modo la presencia del combustible gas que se va sin ser detectado. Los gases de propano son más pesados que el aire y normalmente se depositan en los niveles inferiores de la estructura. Las explosiones que involucran gas LP por lo general producen daños más pesados en los niveles inferiores. El gas natural, por el contrario, es más ligero que el aire y se elevará a los niveles superiores de la estructura. Las explosiones que involucran este gas generalmente producirán daños más pesado en la parte superior niveles. El odorante más común es etil mercaptano - esto le da al gas el olor a huevo podrido característico. Se sabe que un pequeño porcentaje de la población tiene una o completa pérdida parcial de su sentido del olfato y que algunas personas son insensibles a la odorante. Factores como la edad, resfriados, alergias y algunas enfermedades afectan la capacidad del ser humano la nariz para detectar odorante de gas. Se estima que aproximadamente el 96 por ciento de la población tiene un sentido "normal" del olfato. Debido a que los puntos de ebullición de la sustancia odorífera y LP son diferentes, el desvanecimiento del olor puede ocurrir cuando un tanque de gas ha estado fuera de servicio durante algún tiempo. Como el gas se extrae primero del contenedor, el nivel de odorante estará en su nivel más bajo y puede ser indetectable. Como más gas se extrae del tanque, el líquido y odorante comenzarán a hervir y el odorante nivel en el vapor se incrementará. La disminución del odorizante también puede ocurrir con los nuevos contenedores LP. En estos nuevos contenedores, el odorante puede ser absorbido por el acero y/o puede reaccionar con el óxido en el interior del recipiente. El mecanismo preciso de desvanecimiento del olor todavía no se ha determinado y una mayor investigación está en marcha.



Llamas y chispas

Las operaciones de soldadura y corte a menudo se llevan a cabo en las zonas donde los combustibles son almacenados. Un incendio puede arder durante un largo período de tiempo después de la finalización de la real soldadura y operación de corte. El fuego puede ser consecuencia de los efectos de la conducción de calor o convección de la soldadura, al soldar o cortar objetos están conectados o pase a través de la construcción combustible, o por el contacto directo de la llama. Los indicadores de un incendio causado por el corte o soldadura incluyen escoria en la zona de origen, quema por puntos, soldadura o de corte equipo de la zona, la presencia de objetos metálicos mostrando evidencia de declaraciones de soldadura / corte, y de los testigos recientes.

Las chispas producidas por las operaciones de rectificado también pueden proporcionar una fuente de ignición para ambos materiales combustibles y vapores inflamables y combustibles. La fricción y chispas de máquinas son otra de las causas de los incendios accidentales. La fricción de alta velocidad de rotación de los objetos puede resultar en calor extremo que se genera si la maquinaria no está bien lubricada. Esto puede dar lugar a la ignición de combustibles cercanos por conducción o convección. Los indicadores de un incendio provocado por la fricción pueden incluir un informe de problemas o ruido de los equipos involucrados o un punto de origen cerca o dentro del equipo o maquinaria sospecha. El daño localizado en las partes metálicas de la maquinaria puede estar presente y, dependiendo de la intensidad del calor, de fusión real. Las chispas de la maquinaria también pueden servir como una fuente de ignición. Estas chispas pueden ser de una fuente eléctrica o mecánica. Las chispas de molienda producirán indicadores que son similares a abrir la llama de corte.



1.2 Generación y Distribución eléctrica a bordo de los buques.

a) Introducción: Concepto de planta eléctrica de un buque

La expresión planta eléctrica del buque, puede tener dos significados:

En el sentido amplio entendemos por planta eléctrica de un buque, el conjunto de todos los equipos eléctricos instalados a bordo del mismo, incluyendo generadores, motores, cables, etc., para los cuales pueden usarse otras denominaciones como servicio, sistema o instalación eléctrica.

En sentido más restringido entendemos por planta generadora, el conjunto de generadores eléctricos y sus fuentes primarias de energía que proporcionan la energía eléctrica a los distintos consumidores a través del correspondiente sistema de distribución.

b) Características de la planta eléctrica de un buque

Cuando se aborda el estudio de la planta eléctrica de un buque hay que tener en cuenta una serie de características especiales derivadas, en primer lugar, de su carácter autónomo y en segundo del hecho de estar inmersa en el ambiente marino.

Entre otras, son dignas de destacar:

- Los materiales utilizables (conductores, circuitos magnéticos, aislantes, etc.) deben poseer las mejores propiedades eléctricas, resistencias mecánica y química, a un coste razonable.
- Los aspectos relativos a la seguridad para las personas, el buque, su carga, y el medio ambiente, deben cuidarse especialmente.
- El peso y el volumen ocupado por la instalación deben ser mínimos.
- Los equipos deben ser fáciles de operar.
- El hecho de que el buque sea un sistema autónomo, sin posibilidad de auxilio o conexión inmediata a otras instalaciones, obliga a disponer a bordo de todo tipo de elementos y servicios auxiliares y a diseñar sistemas redundantes y de emergencia.
- Extrema dureza del entorno marino: los equipos están situados sobre una plataforma no siempre horizontal que sufre inclinaciones importantes; además, el



nivel de vibraciones puede ser importante y existe una humedad salina altamente corrosiva.

- La obligatoriedad de cumplimiento con una serie de reglamentos en los que se reflejan la práctica totalidad de condicionantes que afectan a la seguridad. Dentro de este campo debemos mencionar en primer lugar, el capítulo II-1-D del reglamento de SEVIMAR, de cuyo cumplimiento se ocupa en España la Dirección General de la Marina Mercante a través de la Inspección General de Buques. En segundo lugar, y por lo que se refiere a los buques de pesca y las embarcaciones de recreo, cabe señalar que son de aplicación algunas Directivas europeas.
- Finalmente hemos de aludir a los reglamentos de las Sociedades de Clasificación ampliamente difundidas por todo el mundo y que constituyen un auténtico elemento de control de calidad de los buques.

c) Tipología de las plantas

Se entiende por planta generadora al conjunto de generadores eléctricos, generalmente alternadores y sus motores de arrastre. Por motivos de fiabilidad y seguridad, la potencia eléctrica instalada se reparte en dos o más grupos generadores que, a su vez, pueden agruparse de la siguiente forma:

- **Planta o fuente de energía eléctrica principal**

Es la encargada de suministrar energía eléctrica al buque en condiciones normales de trabajo y habitabilidad, sin necesidad de recurrir a la fuente de energía de emergencia. Está compuesta por dos o más grupos electrógenos formados generalmente por un motor diesel acoplado directamente a un alternador.

Su potencia debe ser tal que permita el funcionamiento normal de la instalación incluso cuando, por causa de avería o mantenimiento, uno de los grupos se encuentre fuera de servicio.

Deberá asegurar también las condiciones mínimas de habitabilidad que hagan confortable el buque, lo cual supone, al menos, servicios adecuados de cocina, calefacción, refrigeración de carácter doméstico, ventilación mecánica, agua para las instalaciones sanitarias y agua dulce.



La falta total de energía suministrada por esta planta, supone una situación muy grave en la operación y seguridad del buque y tiene la denominación mundial de **blackout**.

Además del motor diesel, que es la solución más extendida en buques mercantes y de pesca, en ocasiones el accionamiento primario puede ser una turbina de vapor (buques con propulsión a vapor o con aprovechamiento energético de los gases de escape) o de gas (buques de guerra o de alta velocidad).

Mención aparte requiere el uso de los denominados generadores de cola. En este caso la energía primaria se obtiene de la misma fuente que la hélice propulsora, conectándose normalmente al motor principal del buque, en el eje de cola, en una toma del reductor, o en una toma de fuerza de aquél.

Otro sistema alternativo utilizado en algunos pesqueros que cuentan con una central hidráulica accionada por un motor propulsor, es la utilización de un motor hidráulico para accionar un pequeño alternador.



Generador eléctrico principal.

- **Planta de emergencia**

Su misión es suministrar la energía eléctrica necesaria para alimentar todos los servicios que sean esenciales para la seguridad en caso de emergencia. También se



denomina de socorro. Puede estar formada, bien por un grupo diesel-alternador autónomo con sistema de arranque propio, o por una batería de acumuladores. Esta última solución sólo se suele encontrar en pesqueros de menor porte.

En los busques de carga a los cuales les es de aplicación el convenio SEVIMAR (o SOLAS, si utilizamos las siglas en inglés), esta fuente tendrá capacidad para alimentar simultáneamente como mínimo y durante los periodos que se especifican a continuación los servicios siguientes:

- Durante un periodo de 3 horas: el alumbrado de emergencia en todos los puestos de reunión en los de embarco y fuera de los costados, de acuerdo con el convenio SOLAS.
- Durante un periodo de 18 horas: el alumbrado de emergencia, las luces de navegación, las bombas contra incendios, determinados elementos de las instalaciones radioeléctricas, el equipo de comunicaciones interiores, el sistema de detección de incendios y los instrumentos de navegación.



Generador eléctrico de emergencia.



- **Fuente transitoria**

Es necesaria en todos los buques de pasaje y en los de carga en los que la entrada de la planta de emergencia no esté automatizada. A veces también se le llama fuente de salvaguardia.

Está compuesta por uno o varios sistemas de baterías capaces de iluminar las vías de evacuación (y determinados equipos utilizados en las comunicaciones de emergencia) durante media hora. También debe ser capaz de suministrar iluminación continua durante el corto espacio de tiempo, desde que se produce un black-out, hasta que arranca el grupo de emergencia y alimenta a sus consumidores. El esquema de subdivisión de las plantas generadoras que se ha descrito es aplicable a los pequeños, medios y grandes y a la mayoría de los buques mercantes. Pero nos podemos encontrar también, en los extremos, con otras soluciones.

En los buques muy pequeños: yates, veleros y pequeños artesanales, la fuente de energía suele ser un pequeño alternador que, a través de un rectificador, alimenta un conjunto de baterías, normalmente a 24 V, de las que se obtiene energía para iluminación y alimentación de los equipos electrónicos. Las necesidades de fuerza motriz se resuelven con pequeños motores de continua o con grupos hidráulicos.

En el otro extremo nos encontramos con los buques, o instalaciones flotantes, con una gran demanda de potencia eléctrica, incluso para la propia propulsión del buque. En este último caso, se suele disponer de una planta integrada de generación de energía eléctrica capaz de generar una potencia del orden de decenas de MW, que cubre, de forma directa o indirecta, todas las necesidades del buque.

d) Situación a bordo de las plantas generadoras

La ubicación de las distintas plantas puede variar de un buque a otro, pero, generalmente, los grupos de la planta principal se sitúan en las cámaras de máquinas; en buques con puntual suficiente, los podemos encontrar en la cubierta plataforma (entrepunte) y en los buques menores, en un costado.

De acuerdo con la normativa vigente, la planta o grupo de emergencia, debe estar situada por encima de la cubierta continua más alta, en un local independiente, con

acceso desde el exterior, para que pueda seguir funcionando con incendio a bordo, inundación, escora, etc.

De forma similar, la fuente transitoria suele estar en un local muy alto y con una buena ventilación, para evitar problemas con los gases de las baterías. En algunos casos es posible utilizar una fuente distribuida con baterías propias para cada luminaria, equipo electrónico, o zona del buque.

En este caso deben ser de tipo estanco y entrar en funcionamiento automático en caso de fallo de la alimentación principal.



Situación de los generadores en cámara de maquinas.



e) Distribución eléctrica a bordo

En el sistema eléctrico de un buque podemos encontrar que el sistema esté formado por tres alternadores y dos grupos de baterías. Estos generadores son los encargados de suministrar energía eléctrica necesaria para hacer funcionar los distintos consumidores existentes a bordo.

Pues bien, el objetivo del sistema de distribución consiste, precisamente, en asegurar el suministro de energía eléctrica a dichos consumidores, con la máxima seguridad y a un coste razonable.

Potencias, tensiones y frecuencias utilizadas

Los márgenes de potencia que podemos encontrar a bordo son muy amplios, abarcando desde la sencilla instalación de un velero de recreo, compuesta básicamente por baterías con unos cientos de vatios de potencia, hasta la complejísima planta de un buque de pasaje, dotado de propulsión eléctrica, con una potencia instalada de decenas de megavatios.

Sin embargo, entre ambos extremos nos encontramos con la gran mayoría de los buques: mercantes, de pesca, remolcadores, de guerra, servicio de guardacostas, etc. (sin propulsión eléctrica) con potencias instaladas que no superan, en la mayoría de los casos los 5.000 Kw.

Con este amplio margen de potencias, es lógico pensar que las soluciones adoptadas en el diseño de la planta, sean muy variadas.

Por lo que respecta a las tensiones y frecuencias, en corriente alterna, las combinaciones utilizadas en trifásica son 380 V-50 Hz y 440 V-60 Hz (trifásica). La primera es común en Europa y la segunda en América. Dado que para una misma potencia, al aumentar el voltaje, disminuye la intensidad, las instalaciones a 440 V-60 Hz pueden resultar más económicas.

Para la red de alumbrado, los valores más utilizados son 220 o 230 V (monofásica), obtenida a partir de la de fuerza por medio de transformadores.

En casos de grandes buques de pasaje o con propulsión eléctrica, el valor más utilizado es de 6,6 kV.



En corriente continua, son usuales tensiones de 24, 110 y 220 V. Las instalaciones en continua, sólo aparecen en buques antiguos y en aquellos con baja potencia que pueden utilizar baterías (con su correspondiente sistema de carga: alternador, aerogeneradores o células solares) y en submarinos con grandes baterías para navegar en inmersión. También pueden encontrarse instalaciones de c.c. en algunos pesqueros con maquinillas de arrastre que utilizan los grupos Ward-Leonard.

Sistemas de distribución a bordo

Existen dos formas diferentes de conectar los devanados de un generador, en estrella y en triángulo. El primero nos permite distribuir la corriente utilizando cuatro conductores (L1, L2, L3 y neutro), mientras que el segundo sólo con tres conductores.

Por otra parte, según el tipo de conexión del neutro, se obtienen tres tipos o sistemas de distribución:

- Neutro aislado (flotante).
- Conexión real del neutro a tierra.
- Conexión del neutro a tierra limitada

El sistema utilizado en las redes de baja tensión en tierra es el segundo de tal forma que los consumidores 380 V se conectan entre fases y los de 220 V entre una fase y neutro. Sin embargo, a bordo, el sistema más utilizado, salvo para redes de alta tensión (6,6 kV), es el sistema de neutro aislado.

f) Cuadros eléctricos

Entendemos por cuadro eléctrico aquel armario o caja, en cuyo interior se disponen diversos equipos de aparamenta o control.

Los cuadros que nos podemos encontrar a bordo están contruidos generalmente de chapa de acero pintada, debiendo conectarse a tierra, tanto las paredes como las puertas.

Generalmente, tienen el fondo total o parcialmente abierto (con una rejilla) y en los laterales o en el fondo nos podemos encontrar con aberturas adecuadas para el paso de los cables y barras. En el frontal se dispone la puerta. Los cuadros



principales pueden disponer también en el fondo de puertas o paneles desmontables.

El conjunto ha de ser de frente muerto, lo que significa que ninguno de los elementos accesibles al operador puede estar bajo tensión. En dicho frente se colocan los elementos de interfase hombre-máquina como instrumentos de medida, interruptores, pulsadores, lámparas de señalización, etc. y en su interior, los elementos de aparamenta y las conexiones de los conductores.

El cuadro debe estar convenientemente ventilado. Generalmente la ventilación es de tipo natural, existiendo para ello aberturas troqueladas o rejillas en la parte inferior y superior.

Cuando el calor disipado es importante, como sucede cuando en el cuadro se ubican transformadores, puede ser necesario el uso de ventilación forzada.

A bordo de los buques nos podemos encontrar con diferentes tipos de cuadros:

Cuadro principal

En todos los buques nos encontramos con el cuadro principal que constituye el centro neurálgico del sistema eléctrico.

El cuadro principal tiene las siguientes misiones:

- Sirve de punto de conexión de los distintos generadores a la red, incorporando, además, su aparamenta de protección, medida y, en parte, de regulación.
- Alberga los elementos necesarios para la conexión en paralelo de los generadores
- Incorpora los elementos de distribución de primer nivel de la red, incluyendo sus instrumentos de medida y aparamenta de protección.
- Incorpora los convertidores de medida analógicos y digitales que sirven para transmitir el estado de la planta eléctrica al sistema de automatización.

El cuadro principal, suele estar situado en la cámara de máquinas, cerca de los generadores y en las proximidades de un mamparo o costado.

Si el buque dispone de cámara de control de máquinas, lo normal es que el cuadro principal vaya alojado dentro de la misma. En los buques de pasaje o los de propulsión eléctrica, el cuadro principal suele estar situado en un local independiente, siempre cerca de los generadores y de la sala de control.

En el cuadro principal nos encontramos, entre otros, los siguientes elementos:

- **Los instrumentos de medida** (vatímetros, voltímetros, amperímetros, frecuencímetros, fasímetros, etc.) y otros elementos de control (lámparas de señalización, alarmas visuales y sonoras, etc.) necesarios para fiscalizar el correcto funcionamiento de los generadores.
- **Los mandos** utilizados para regular manualmente la frecuencia y el voltaje de la corriente generada.
- **Los interruptores principales**; se trata de interruptores de potencia situados en el panel correspondiente a cada generador e intercalados entre éste y las barras. Su misión es conectar y desconectar el generador de la red y, sobre todo, proteger a ambos. Los interruptores principales utilizados a bordo suelen ser del tipo abierto o al aire, air circuitbreaker (ACB) en inglés.



Situación cuadro principal.





Cuadro de emergencia

El siguiente cuadro en orden de importancia es el cuadro de emergencia. Está ubicado en el mismo compartimento que el grupo de emergencia y cuenta con conexión a los siguientes elementos:

- Grupo de emergencia.
- Servicios de emergencia de fuerza (440 o 380 V).
- Transformador y red de alumbrado (y baja potencia) de emergencia (normalmente 220 V).
- Conexión al cuadro principal.

Cuadros de distribución

Albergan las conexiones de cada circuito y sus correspondientes elementos de protección (fusibles e interruptores).





Cuadros terminales

Se denominan cuadros terminales a los de último nivel. Suelen alimentar una carga o a un grupo de cargas, cada una con sus circuitos de protección, mando y control.

g) Cables eléctricos

En cualquier instalación eléctrica, los elementos que conducen la corriente desde los generadores a los consumidores, son los conductores.

Los conductores pueden adoptar distintas formas; por ejemplo barras rectangulares o circulares, sin embargo, cuando nos referimos a un conductor, generalmente pensamos en una estructura larga y flexible, generalmente en forma de hilo o alambre o bien en forma de cable.

Un hilo o alambre es una varilla metálica cuya longitud, en comparación con su diámetro, es mucho mayor.

Un cable o conductor cableado es un conductor formado por un grupo de alambres o hilos o por una combinación de grupos de alambres o hilos.

De acuerdo con su constitución, los conductores pueden ser:

- a) Unificares, cuando están constituidos por un solo hilo o alambre
- b) Multifilares, cuando están constituidos por varios hilos o alambres

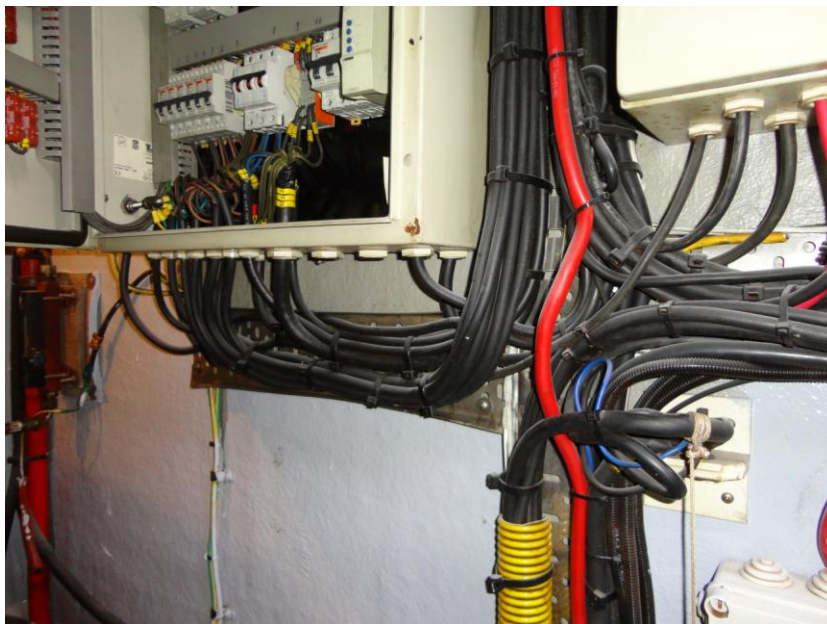
Por lo que respecta a los cables, de acuerdo con el número de conductores pueden ser:

- a) Cables unipolares; que están formados por un solo conductor, generalmente de sección circular, con sus correspondientes aislamiento y recubrimiento, pudiendo ser armado o no.
- b) Cables multipolares; que son aquellos que están constituidos por dos o más conductores. Pueden ser bipolares, tripulares o tetrapolares, según tengan dos o tres o cuatro conductores, respectivamente. Los más utilizados a bordo son los unipolares y los tripulares.



Se recomienda que salvo en los circuitos finales de alumbrado o calefacción de alojamientos de la tripulación, se empleen cables multifilares. Igualmente las normas aconsejan el empleo de cables multipolares.

Los cables empleados a bordo son, salvo en buques con instalaciones de alta tensión, de los denominados de baja tensión, esto es, de 600/1000 V, es decir, cables que puedan soportar tensiones de 600 voltios entre el conductor y tierra, y 1000 voltios entre conductores.



Disposición del cableado en cuadros principales.



Disposición del cableado en cámara de maquinas.



2. TIPOLOGÍA DE BUQUES PESQUEROS

2.1 Definición de buque de pesca

En los reglamentos españoles de aplicación a los buques, se define el buque de pesca como **aquél que se utiliza para la captura de peces, ballenas, focas, morsas o cualquier otro ser viviente del mar.**

En el Convenio Internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros de 1977, éstos son definidos como aquellas embarcaciones utilizadas comercialmente para la captura de peces, ballenas, focas, morsas u otros recursos vivos del mar.

El Reglamento para prevenir los abordajes en la mar de 1972, habla del “buque dedicado a la pesca”, y se define como aquel que está pescando con redes, líneas, aparejos de arrastre u otros artes de pesca que restrinjan su maniobrabilidad.

El Reglamento de Sevimar, define como tal aquél que está acondicionado para transformar y obtener de la pesca, alguno o todos los productos que puedan derivarse de ella, sin efectuar capturas directamente.

El Real Decreto 1837/2000, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de inspección y certificación de buques civiles, se entiende por **buque pesquero todo buque equipado o utilizado con fines comerciales para la captura de peces o de otros recursos vivos del mar.**

2.2 Características más importantes de un buque de pesca

- Ser un centro de producción, que sirven para la captación de recursos de la mar, para su posterior utilización comercial.



- Son también buques de transporte, ya que deben acarrear el producto obtenido hasta un puerto o transbordarlo a otro buque.
- Las operaciones necesarias para cumplir con su misión primordial (captura de la pesca), pueden desarrollarse en alta mar y en malas condiciones climatológicas, en situaciones de seguridad adversas (grandes aberturas en cubiertas, traslación de grandes pesos, tiros laterales, maniobrabilidad restringida, etc.).
- La estiba de las mercancías se produce, asimismo, en la mar, y frecuentemente en condiciones adversas, lo que implica que la misma no está sometida a control alguno por personal ajeno al propio buque, lo que puede conllevar una disminución peligrosa de la estabilidad.
- La tripulación suele participar, de una manera u otra, del negocio, lo que implica que se cuide más su habilidad como “productor” que como “navegante”.
- El tiempo de permanencia en la mar, sin tocar puerto, puede ser muy alto, de varios meses para muchos pesqueros de gran altura.
- La propulsión del buque de pesca debe ser estudiada para diferentes formas de operación.

2.3 Documentación necesaria para el gobierno de una embarcación pesquera

Relativa a los tripulantes:

- La titulación que acredita la aptitud para el gobierno de una embarcación.

Relativa a la embarcación:

- Abanderamiento, Matrícula y Registro.
- La patente de Navegación.
- La licencia de navegación o rol, debidamente despachado.
- El certificado de navegabilidad que acredite haber realizado las inspecciones y reconocimientos correspondientes.
- La póliza de seguro.



2.4 Tipología de buques de pesca

La tipología de los buques pesqueros es muy variada.

Atendiendo a las dimensiones:

- Buques de eslora entre perpendiculares < 24 metros.
- Buques de eslora entre perpendiculares > 24 metros.

Nuestro caso será un buque menor de 24 metros de eslora entre perpendiculares.

Desde el punto de vista de la duración de sus singladuras y de la distancia a su puerto base, es decir, atendiendo al tipo de su explotación o caladero:

Buques de gran altura (Pesquería Internacional): la que se ejerce sin limitación de mares ni distancias a la costa, y fuera de las zonas mencionadas con anterioridad. El tamaño de los buques supera las 150-200 TRB.

Buques de altura (Pesquería Comunitaria): la que se lleva a efecto fuera de la expresada línea de las 60 millas, pero dentro de la zona comprendida entre los paralelos 60° N y 0° y entre los meridianos 10° E y 20° W.

El tamaño de los buques no sobrepasa, normalmente, las 200-250 TRB.

Buques de litoral: a que se practica dentro de la zona comprendida entre el litoral y la línea de 60 millas paralela al mismo. El tamaño de los buques no suele superar las 100 TRB.

Buques de pesca local: la efectuada con embarcaciones de hasta 10 TRB, dentro de aguas abrigadas, sin perder en ningún momento de vista la costa, y dentro de los límites de la provincia marítima. Este tipo de pesca suele denominarse también artesanal o de bajura, y puede referirse a embarcaciones de hasta 20 TRB.



Desde el punto de vista de su inscripción en el Registro de Matrícula de Buques y Empresa Navieras gestionado por la Marina Mercante y otros Registros (Real Decreto 1027/1989, de 28 de julio, sobre abanderamiento, matriculación de buques y Registro marítimo):

Lista 3^a: buques de construcción nacional o importados con arreglo a la legislación vigente destinados a la captura y extracción con fines comerciales de pescado y de otros recursos marinos vivos.

Lista 4^a: embarcaciones auxiliares de pesca, las auxiliares de explotaciones de acuicultura y los artefactos dedicados al cultivo o estabulación de especies marinas.

Atendiendo a su modalidad de pesca, las destacadas son:

Arrastre

Cerco

Palangre

Artes menores, incluido el marisqueo a flote.

Enmalle (rasco, volantas, etc.).

3. ESTUDIO DE CASOS. CAUSAS DE INCENDIOS EN BUQUES Y EMBARCACIONES.

Vamos a ver varios sucesos de accidentes similares ocurridos en otros buques en España.

3.1 Incendio del buque draga JOSEF MÖBIUS (28/07/2005)



Buque draga JOSEF MÖBIUS

Sinopsis

Cuando el buque se encontraba en situación lat = 40°13'N y Long = 001°26'E (en las cercanías de la plataforma petrolífera "Casablanca"), a las 17h06m del día 28 de julio de 2005, se desencadenó un incendio en la Sala de Máquinas y al ser imposible controlarlo con extintores portátiles, se procedió a activar el Sistema de CO2.

Durante la activación del sistema de CO2 se produjo el fallo del Generador de Emergencia, quedando el buque sin suministro eléctrico ni gobierno. A la vista de esta situación el Capitán de la Draga informó al CLCS de Tarragona que tenía fuego a bordo.

A las 17h10m se movilizó el buque de salvamento "VB Antártico", con base en Alicante, hacia el buque siniestrado.



A las 17h11m se movilizó el helicóptero de salvamento "*Helimer Mediterraneo*", con base en Valencia.

A las 17h20m la embarcación de salvamento de intervención rápida "*Salvamar San Carles*" se movilizó desde Tarragona.

A las 18h00m, al encontrarse disponible el remolcador "*Boluda Ábrego*" en la plataforma de Casablanca, se le movilizó para que procediese a también a auxiliar a la draga.

A las 19h10m la "*Salvamar San Carles*" llegó a la zona en la que se encontraba el buque siniestrado.

A las 22h05m, el "*Boluda Ábrego*" llegó al lugar donde se encontraba el "*Josef Möbius*", teniendo que intervenir de forma inmediata sofocando el fuego, que se había reavivado.

A las 23h30m el "*Boluda Ábrego*" hizo firme el remolque y comenzó a navegar remolcando al "*Josef Möbius*" hacia el puerto de Tarragona.

A las 09h32m del día siguiente 29 de julio, el fuego volvió a reavivarse, por lo que toda la tripulación que hasta ese momento había permanecido a bordo del "*Josef Möbius*" transbordó al "*VB Antártico*" que acababa de llegar al costado de la draga.

A las 12h20m una brigada de cuatro bomberos pertenecientes al parque químico de Tarragona, llegaron a bordo de la embarcación de salvamento de intervención rápida "*Salvamar Diphda*", al buque siniestrado, que se encontraba a 7 millas del puerto de Tarragona.

A las 13h10m, ante la dificultad que presentaba la extinción del fuego, los bomberos y el Capitán del buque acordaron romper un portillo del puente, para dirigir el monitor de agua del "*VB Antártico*" hacia dicho lugar.

A las 14h10m la "*Salvamar Diphda*" con una nueva brigada de bomberos, esta vez de la Generalitat de Cataluña, llegó al buque siniestrado, que ya se encontraba en las cercanías del puerto de Tarragona, relevando a la brigada que ya estaba a bordo.

El buque fue fondeado a 2 millas al 075º verdadero de la verde del dique de abrigo del puerto de Tarragona.

A las 16h45m, llegó al buque siniestrado el remolcador portuario "*Rómulo*" que había sido movilizad para terminar de sofocar el fuego.



A las 17h55m, debido a la escora que estaba tomando el buque, que a las 18h30m era de aproximadamente 20°, desembarcó del “Josef Möbius” la brigada de bomberos, por lo que, siguiendo instrucciones del Capitán Marítimo de Tarragona, se detuvieron las labores de extinción, permaneciendo los buques de auxilio en espera.

A las 19h40m se reunió el “Gabinete de Crisis”, presidido por el Capitán Marítimo, que decidió atracar el buque en el muelle de Navarra.

A las 21h00m se reavivó el fuego en la cubierta del camarote del Capitán, por lo que el “Boluda Ártico” bombeó agua hasta su extinción.

A las 21h17m el remolcador “Rómulo” intervino para sofocar nuevas llamas.

A las 22h07m se reavivó el fuego en la cubierta del camarote del Capitán, por lo que volvió a intervenir el “Boluda Ártico”; las llamas aparentemente se extinguieron a las 22h21m.

A las 23h03m intervino el remolcador portuario “Poblet”, para extinguir nuevas llamas en el costado de babor, reavivándose diversos focos hasta las 23h30m.

A las 23h59m, una vez preparados los dispositivos de seguridad necesarios, 5 tripulantes de la draga embarcaron en la misma y comenzó la maniobra de atraque.

A las 02h00m del día 30 de julio de 2005, la draga quedó atracada con seguridad en el muelle de Navarra, comenzando nuevas labores de extinción por parte de los bomberos de la Generalitat.

A las 04h00m los bomberos declararon extinguido fuego, quedando de retén un camión bomba de bomberos del “Parque Químico” del puerto de Tarragona.

Datos del buque

| Características principales | |
|-----------------------------|--------------------|
| Nombre del buque | JOSEF MÖBIUS |
| País de bandera | Alemania |
| Tipo | Draga de succión |
| Nº de OMI | 7360162 |
| Puerto de registro | Hamburgo |
| Sociedad de clasificación | Germanischer Lloyd |
| Indicativo | DPWT |
| Año de construcción | 1974 |



| | |
|--------------------------|---|
| Empresa naviera | Josef MöbiusBau-Aktiengesellschaft |
| Eslora total | 117,5 m |
| Manga | 19 m |
| Calado | 7 m |
| Arqueo bruto (GT) | 5372 |
| Peso muerto | 8280 t |
| Propulsión | 2 motores de 2576 kw cada uno |
| Nº de tripulantes | 15 |

Análisis

El incendio comenzó en la sala de máquinas, concretamente en el motor principal de estribor, debido a la fuga de combustible que se produce al fallar la unión roscada de un tubo de gasoil de baja presión a las bombas de inyección, proyectándose el combustible sobre el escape del motor, cuya temperatura de unos 350° C es suficiente para producir la ignición del combustible.

El Jefe de Máquinas y los tripulantes de máquinas se encontraban en el momento de la ignición en las proximidades, ya que estaban realizando reparaciones en el motor principal de babor; a pesar de ello no pudieron contener el fuego con los medios de extinción portátiles, procediendo a la evacuación de la sala de máquinas, para aplicar el procedimiento de extinción por CO2.

La aplicación de ese procedimiento conlleva la parada de los motores auxiliares al cortarse el suministro de combustible; aunque el cierre remoto de las válvulas de combustible no funcionó, se produjo un "blackout" o caída energética general al cortocircuitarse la instalación por el fuego.

Simultáneamente se produjo el fallo del generador de emergencia, al quemarse un transformador de su cuadro eléctrico de distribución, con lo que el buque perdió el suministro eléctrico (a excepción de los sistemas alimentados por baterías), imposibilitando la lucha contra el incendio que se propagó desde la máquina.

El tubo de combustible causante de la fuga había sido desmontado y repuesto unas horas antes del fuego.



Durante un periodo de tiempo no superior a 3 minutos, la bomba de alimentación de gasoil de baja presión estuvo suministrando combustible al fuego, calculándose su cantidad en aproximadamente 40 litros.

La propagación del fuego a la habilitación y puente de gobierno pudo realizarse a través de los conductores eléctricos de distribución situados sobre el foco del fuego debido a las elevadas temperaturas que alcanzaron, a pesar de que las llamas en máquinas se extinguieron con el CO₂.

A pesar de las múltiples actuaciones externas de sofocación, el fuego se reavivó en diversas zonas sin un patrón de tiempo/modo definido. El Generador de Emergencia estaba operativo a la salida de Barcelona, puesto que se utiliza siempre para el accionamiento de la hélice de proa, como fue el caso.

Conclusiones

El origen del incendio del buque "*Josef Möbius*" fue debido a una fuga de combustible que se proyectó sobre los escapes del motor principal de estribor. Esta fuga se produjo en el tubo de suministro de combustible a dicho motor al fallar la unión de dicho tubo con la válvula de corte correspondiente.

Por otra parte la Comisión considera que hubo factores complementarios que contribuyeron a la propagación del incendio por el resto de los espacios, situados sobre la sala de máquinas, a pesar de que el fuego en dicha sala ya estaba extinguido. Concretamente:

1. La protección estructural contraincendios de las cubiertas no resultó eficaz para evitar la propagación del fuego entre cubiertas a través del cableado eléctrico.
2. El no funcionamiento del grupo electrógeno de emergencia que impidió el accionamiento de la bomba contraincendios de emergencia.

3.2 Incendio y posterior hundimiento de la embarcación de recreo LE MORNE (27/05/2009)



Embarcación de recreo LE MORNE

Sinopsis

A las 11:50 h UTC del 27 de mayo de 2009 se declaró un incendio por causas desconocidas en el compartimento de motores de la embarcación de recreo LE MORNE, de bandera española, mientras navegaba con siete personas a bordo a 1,5 millas de la población gaditana de Chipiona.

La embarcación navegaba a unos ocho nudos cuando el patrón advirtió olor a humo y alta temperatura en la cubierta. Tras detener la embarcación para averiguar su origen, comenzó a salir humo negro y llamas por la abertura de acceso a los motores en cubierta.

El patrón de la embarcación disparó los extintores de accionamiento remoto del compartimento de motores y descargó sobre el fuego el extintor de la habilitación para sofocar el incendio, sin conseguir extinguirlo. Posteriormente dio aviso por teléfono móvil a la empresa pública Puertos de Andalucía solicitando auxilio.

Los siete ocupantes abandonaron el barco utilizando como dispositivos de salvamento los cojines de los asientos de la embarcación y fueron recogidos por una embarcación de la Corporación de Prácticos del Puerto de Sevilla y ría del Guadalquivir, que en esos momentos se encontraba en las proximidades.

No se utilizaron chalecos ni aros salvavidas.



A las 12:00 h UTC Salvamento Marítimo y el Servicio Marítimo de la Guardia Civil recibieron aviso de Puertos de Andalucía de la presencia de una embarcación ardiendo en las proximidades de Chipiona.

A las 12:03 h se movilizaron una embarcación de Salvamento Marítimo y una lancha del Servicio Marítimo de la Guardia Civil. Cuando llegaron al lugar del accidente los ocupantes del LE MORNE ya habían sido rescatados.

La embarcación de Salvamento Marítimo SALVAMAR SUHAIL, que llegó a las inmediaciones del accidente a las 12:10 horas UTC intentó apagar el incendio proyectando agua mediante una manguera contraincendios. El fuego no pudo ser extinguido y los restos de la embarcación LE MORNE se hundieron a las 12:55 h UTC en la posición 36° 46' 9N; 6° 26' 2W, a unos siete metros de profundidad.

Datos de la embarcación

| Características principales | |
|------------------------------|---|
| Nombre de la embarcación | LE MORNE |
| País de bandera | España |
| Tipo | Embarcación de recreo |
| Astillero | INVESTSHELTER S.L. |
| Marca | LEMA BOATS |
| Modelo | DUNA 290 |
| Año de construcción | 2005 |
| Matrícula | Lista séptima de Sevilla en el año 2006 |
| Puerto base | San Lúcar de Barrameda (Cádiz) |
| Material del casco | P.R.F.V |
| Eslora total | 7,48 m |
| Propulsión | 2 motores diesel Volvo Penta |
| Potencia máxima | 120 Kw (160 CV) cada uno |
| Dotación mínima de seguridad | 1 tripulante. |

Análisis

Al no haberse recuperado los restos de la embarcación, tras la investigación llevada a cabo por esta comisión, se desprende como única hipótesis de la causa del



accidente, que éste fue ocasionado por un incendio en el compartimento de motores, que precisaría de tres elementos:

- 1- Presencia de un elemento combustible en el compartimento de los motores
- 2- Una fuente de ignición
- 3- Oxígeno para la combustión (presente en el aire del compartimento)

Según declaraciones del patrón, la embarcación, matriculada en el año 2006, no pasaba todo el año a flote, sino que permanecía parte del año fuera del agua aprovechando para realizar las operaciones de mantenimiento pertinentes como limpieza y/o pintura.

Hay que suponer que el compartimento de motores tenía un mantenimiento correcto y presentaba un estado de limpieza adecuado.

Por otra parte, dicho compartimento está configurado para albergar únicamente los motores, las baterías, la bomba de achique y las mangueras con las conexiones necesarias para su funcionamiento. Estas mangueras cumplen la Norma Técnica ISO-9840 de protección contra incendios. El tanque de combustible queda en el compartimento contiguo al de los motores, a proa del tanque de agua. Por lo tanto, una fuga de gasoil en el compartimento de motores pudo haber ocurrido, bien en la manguera de alimentación de combustible de ambos motores, o en el circuito de combustible de los motores. Suponiendo que el incendio fuese originado por una fuga de gasoil, éste debería de haber estado en contacto con una superficie caliente, por lo que es poco probable que el incendio se hubiese producido debido a un escape en la manguera de baja presión que conecta el tanque al motor y transcurre cercana al fondo de la embarcación, y por tanto alejada de la zona más caliente, situada en la parte alta del motor.

Aunque durante la vida de la embarcación el fabricante de los motores informó de fallos en los mismos mediante campañas de información a los usuarios, dichos fallos fueron corregidos en esta embarcación, por lo que no se puede establecer una relación causal entre el accidente y las deficiencias notificadas por el fabricante. No obstante, dada la cercanía entre las fechas de sustitución de las abrazaderas de tensión de los inyectores de uno de los motores y el accidente (20 días), no se puede descartar que una realización incorrecta de dicha operación hubiera provocado una fuga de combustible por la tubería de alimentación de un inyector,



que se hubiera proyectado sobre una superficie a alta temperatura provocando su ignición.

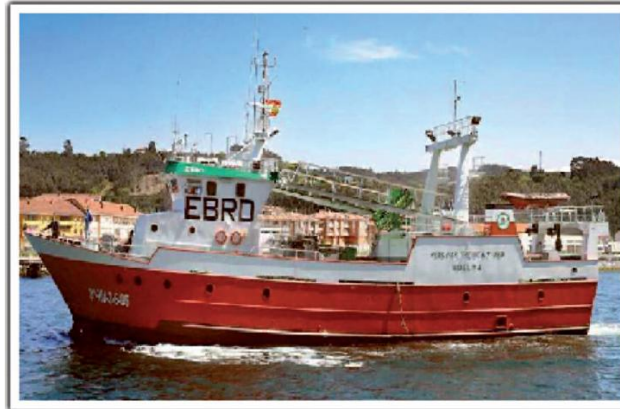
Sin embargo, dichas operaciones fueron llevadas a cabo por un servicio oficial de la marca del motor, por lo que hay que presuponer que el personal que realizó la operación tenía la formación adecuada, y conocía el motor y los procedimientos de sustitución de dichas piezas.

Otra posible causa podría ser un escape de combustible a la salida de la bomba de alta presión que incidiese en el colector de escape y provocase el incendio, sin que haya ningún indicio que permita descartarse por cualquiera de estas causas o por otras no contempladas.

Conclusiones

- El accidente fue causado por un incendio en el compartimento de los motores, cuyo origen no ha podido ser establecido de forma fidedigna. El incendio se propagó a la estructura de material de PRFV de la embarcación.
- El patrón no actuó correctamente al pedir auxilio, ya que debería haber utilizado en primer lugar los equipos radioeléctricos de que disponía a bordo. Debería haber iniciado una llamada radiotelefónica de socorro en el canal 16 de VHF (canal de socorro, urgencia y seguridad), en lugar de usar un teléfono móvil y dar aviso a Puertos de Andalucía. Es previsible que de este modo se hubieran ganado bastantes minutos en el tiempo de respuesta, ya que los servicios de salvamento monitorizan continuamente dicho canal.
- El abandono de la embarcación se produjo de forma inadecuada, pues se debieron utilizar los chalecos y el aro salvavidas que, según el certificado de navegabilidad, debían estar a bordo y no los cojines de los asientos de la embarcación.
- Al realizar una reforma considerada importante, como es el cambio de un motor principal de la embarcación, no se solicitó permiso ni se informó a la Capitanía Marítima de Sevilla tal y como viene reflejado en la normativa aplicable.

3.3 Incendio del B/P PEIX MAR TREINTAYUNO (09/07/2009)



B/P PEIX MAR TREINTAYUNO

Sinopsis

El día 2 de julio estando el buque faenando en el caladero mauritano, uno de los marineros pidió al patrón de pesca que lo llevara de regreso a Dakar, a lo que dicho patrón no accedió.

El día 4 de julio, estando el buque PEIX MAR TREINTAYUNO faenando en el caladero mauritano, sufrió un conato de incendio en unas redes de pesca estibadas en la proa de la cubierta superior, que pudo ser sofocado a tiempo sin mayores complicaciones.

El día 9 de julio, alrededor de las 1:40 horas UTC, se declararon varios incendios de manera casi simultánea en espacios poco proclives a sufrir incendios, por no estar destinados al almacenamiento de materiales inflamables. El incendio no pudo ser sofocado y la tripulación se vio obligada a abandonar el buque en las balsas salvavidas. Todos los tripulantes fueron rescatados sanos y salvos, aunque se produjeron varios heridos leves como consecuencia del abandono desorganizado.

El día 10 de julio el buque seguía a flote y el incendio aparentemente no había progresado, siendo visible tan solo una ligera columna de humo. Desde otro buque de la misma empresa armadora que operaba en la zona se pudo hacer firme un remolque al PEIX MAR TREINTAYUNO, y se inició su traslado a Dakar.

El día 11 de julio el PEIX MAR TREINTAYUNO arribó a la bahía de Dakar. Las autoridades de Senegal dieron órdenes de mantener el buque en una zona de



fondeo situada a 3 millas del puerto, y enviaron a una brigada de bomberos al buque para sofocar el incendio.

Ese mismo día, a las 18:52 horas UTC, el PEIX MAR TREINTAYUNO se hundió a consecuencia del embarque masivo de agua durante las operaciones de extinción del incendio llevadas a cabo, sin disponer de medios de achique adecuados, por los bomberos de Dakar.

Datos del pesquero

| Características principales | |
|------------------------------------|--|
| Nombre del buque | B/P PEIX MAR TREINTAYUNO |
| País de bandera | España |
| Tipo | Arrastrero congelador |
| Nº de construcción | 102 |
| Año de construcción | 2005 |
| Matrícula | 3ª-HU-3-605 |
| Indicativo de llamada | EBRD |
| Clase | GRUPO III, CLASE R-2 |
| NIB | 308768 |
| Material del casco | Acero |
| Eslora total | 32,53 m |
| Eslora (L) | 27 m |
| Manga de trazado | 7,70 m |
| Puntal de trazado | 3,40 m |
| Calado de proyecto | 3,40 m |
| Arqueo bruto (GT) | 267 |
| Arqueo (TRB) | 144,98 t |
| Propulsión | GUASCOR/ F 480 TA2- SP15 (diesel) |
| Potencia propulsora | 368 kw a 1200 rpm |

Conclusiones

Hay indicios suficientes para establecer que el incendio ocurrido el día 9 de julio a bordo del PEIX MAR TREINTAYUNO se debió a una acción deliberada de uno o



varios miembros de su tripulación. Dicho /s tripulante/s podría/n haber actuado con la intención de regresar a puerto.

El hundimiento del buque fue una consecuencia directa de la actuación negligente de los bomberos de Dakar, que no fueron capaces de disponer de medios de achique operativos para evacuar el agua embarcada durante las operaciones de lucha contra el fuego emprendidas por los propios bomberos.

3.3 Incendio y hundimiento del pesquero NOUX ESQUITX (12/11/2009)



Pesquero NOUX ESQUITX

Sinopsis

En la mañana del día 12 de noviembre de 2009, el buque pesquero NOUX ESQUITX, zarpó del puerto de Rosas (Girona) para realizar labores de pesca en la modalidad de arrastre de fondo.

Durante la maniobra de salida se presentó una anomalía en el funcionamiento del motor principal, que no aumentaba de revoluciones al tratar de dar máquina avante. Tras dar nuevamente máquina avante la anomalía desapareció, funcionando el motor con aparente normalidad.

Después de pasar aproximadamente dos horas faenando en un caladero situado a 4 millas al este de la isla Encalladora, en el cabo de Creus (Girona), el patrón decidió cambiar de caladero.



Al dar marcha avante, se produjo el mismo funcionamiento anómalo del motor ya detectado en la salida. Esto obligó a dar "in situ" una serie de reparaciones en el motor.

Pocos minutos después de finalizar las reparaciones y dar marcha avante, se detectó un incendio sobre el turbocompresor.

Pese a los intentos de la tripulación por apagar el incendio, no se pudo controlar y se propagó por toda la estructura.

Los tripulantes se lanzaron al agua sin los chalecos salvavidas y fueron rescatados sanos y salvos, aunque con algunos síntomas de intoxicación por inhalación de humo, por otro pesquero que se hallaba en las inmediaciones.

A pesar de los intentos de SASEMAR por extinguir el incendio, el pesquero NOU EQUITX acabó hundiéndose.

Datos del pesquero

| Características principales | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Nombre del buque | NOU ESQUITX |
| País de bandera | España |
| Tipo | Pesca de arrastre de fondo |
| Nº de construcción | 1464 |
| Año de construcción | 2000 |
| Matrícula | 3ª- BA- 6- 1- 00 |
| Indicativo de llamada | EA4816 |
| Clasificación | GRUPO III, CLASE R-3 |
| Material del casco | PRFV |
| Eslora total | 24,85 m |
| Eslora (L) | 21,5 m |
| Manga | 6,13 m |
| Puntal | 3,5 m |
| Arqueo (GT) | 87,38 |
| Arqueo (TRB) | 44,7 t |
| Motor | Diesel, 8 cilindros en v |
| Potencia propulsora | 360,29 kw a 1530 rpm |
| Velocidad máxima | 11 nudos |



Conclusiones

La causa más probable del incendio en la cámara de máquinas del pesquero fue una fuga con proyección de gasoil sobre la superficie del colector de exhaustación de gases de escape.

La baja resistencia al fuego de los materiales de construcción del pesquero, principalmente poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), propició la rápida propagación del incendio al techo de la cámara de máquinas.

Muy probablemente las ventanas de la lumbrera de la cámara de máquinas no pudieron ser adecuadamente cerradas, lo que propició que el fuego no pudiera ser extinguido con los extintores portátiles ni con el sistema fijo de CO₂.

3.4 Incendio en el pesquero BALLANES (13/09/2010)



Pesquero BALLANES

Sinopsis

El día 13 de septiembre de 2010, a las 07:00 horas, el pesquero BALLANES zarpó del puerto de Cambrils (Tarragona) hacia su caladero habitual, situado a unas 3 millas del puerto.

A las 15:15 horas, cuando el pesquero estaba finalizando el tercer y último lance, el patrón advirtió que olía a quemado y que salía humo negro por el tambucho del pañol de popa. El humo probablemente procedía de la cámara de máquinas ya que



el extractor de gases comunicaba ambos espacios. Paró inmediatamente el motor propulsor y dio la voz de alarma.

El marinero, que se hallaba en aquellos momentos en la cocina, se dirigió al puente y luego a la cámara de máquinas para comprobar lo que sucedía. Al levantar el tambucho de acceso al rancho salió gran cantidad de humo porque la puerta que daba acceso a la cámara de máquinas estaba abierta.

El humo era muy denso y no había iluminación pero pudo visualizar que había fuego sobre el tanque de aceite hidráulico situado en la banda de estribor de la cámara de máquinas. Cogió un extintor portátil de polvo seco de 4,5 kg que se hallaba junto a la entrada y lo descargó por completo dentro del compartimento. A continuación, cerró la puerta de entrada y procedió a cerrar también el tambucho existente en el pañol de popa con objeto de aislar la cámara de máquinas y tratar de que se sofocase el incendio, lo cual no llegó a producirse.

Por su parte, el patrón avisó por radio al pesquero SERGI que se encontraba en las inmediaciones navegando hacia puerto. En pocos minutos, el pesquero SERGI pudo abarloarse al costado del pesquero BALLANES para rescatar a sus dos tripulantes.

Durante la travesía de regreso al puerto de Cambrils, la cantidad de humo que salía del pesquero BALLANES fue reduciéndose dando la apariencia de que el incendio se había sofocado por completo.

No obstante, el patrón avisó por teléfono a un familiar para que a su vez éste diese aviso de lo sucedido a los bomberos.

A las 16:30 horas, las dos embarcaciones llegaron al puerto de Cambrils. Al acceder al pesquero incendiado los bomberos comprobaron que había llamas en las mangueras hidráulicas que atravesaban longitudinalmente el compartimento de máquinas, por encima del colector de exhaustación de gases de escape del motor propulsor. Estas mangueras daban servicio a la maquinilla de pesca y al servomotor del timón de gobierno.

Los bomberos procedieron a extinguir el incendio y a enfriar el compartimento con una línea de agua. A las 18:21 horas, los bomberos dieron por finalizada su actuación y regresaron a sus respectivos parques.



Datos del pesquero

| Características principales | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Nombre del buque | BALLANES |
| País de bandera | España |
| Tipo | Pesquero de arrastre |
| Armador | Empresario individual |
| Año de construcción | 1993 |
| Material del casco | PRFV |
| Eslora total | 11,36 m |
| Manga | 3,76 m |
| Puntal | 2,12 m |
| Arqueo bruto (GT) | 19,56 |
| Propulsión | Motor diesel de 88,24 kw a 1430 rpm |
| Dotación mínima de seguridad | Dos tripulantes |

Análisis

Del análisis de las fotografías y de los informes que se dispone, se puede concluir que el fuego se concentró en la parte alta del compartimento de máquinas, afectando a la estructura de los mamparos colindantes y a los circuitos hidráulico y eléctrico.

La parte inferior de la cubierta principal, el mamparo de separación entre la cámara de máquinas y el pañol de popa, y las paredes del tanque de aceite hidráulico fueron sometidos a altas temperaturas.

La resina de poliéster se consumió quedando la fibra de vidrio expuesta y deslaminada. Asimismo, las altas temperaturas alcanzadas provocaron que se fundiese gran parte del recubrimiento de las mangueras hidráulicas y del aislamiento del cableado eléctrico.

El propietario de la embarcación declaró que las mangueras solían estar “reblandecidas” en el tramo que discurría sobre el colector de exhaustación de gases de escape del motor propulsor. Ello podría deberse a que el trazado del circuito hidráulico se encontraba muy próximo del colector y a la falta de mantenimiento del calorifugado del conducto de escape de los gases del motor propulsor.



La instalación del calorifugado era de tipo flexible y utilizaba mantas enrolladas en torno al propio colector. El calorifugado era ignífugo pero no impermeable por lo que, si no se realiza un mantenimiento adecuado, con el paso del tiempo pierde capacidad de aislamiento.

Las mangueras se fijaban al techo de la cámara de máquinas con abrazaderas atornilladas, pero no de forma individual sino que algunas iban unidas entre sí mediante presillas de plástico.

Después del incendio se comprobó que las mangueras hidráulicas descansaban sobre el colector de los gases de escape, por lo que se puede concluir que la causa más probable del incendio fue el desprendimiento e ignición de las mangueras hidráulicas con la consiguiente pérdida de aceite y su combustión.

Además, tampoco se disponía de pantallas protectoras para evitar las proyecciones de aceite hidráulico en dirección de superficies calientes.

Conclusiones

Analizadas las circunstancias del accidente y el modo en que se desarrollaron los acontecimientos, la Comisión considera como causa más probable del incendio una fisura en una manguera del circuito hidráulico a través de la que se podría haber producido una fuga de aceite. La presión en el interior del circuito habría proyectado el aceite sobre el calorifugado del colector de exhaustación de gases de escape del motor propulsor. Como dicho calorifugado no era impermeable, se debió impregnar con el aceite proyectado hasta que éste alcanzó la superficie del colector, en donde la alta temperatura del mismo, superior a la del punto de inflamación del aceite, actuó como fuente de ignición del incendio, propagándose seguidamente a las zonas adyacentes.



3.5 Incendio a bordo del B/P REY DE OLAYA (18/12/2010)



Pesquero REY DE OLAYA

Sinopsis

El día 18 de diciembre de 2010, el buque pesquero REY DE OLAYA navegaba de regreso al puerto de Burela (Lugo) tras haber estado faenando en los caladeros de Gran Sol.

Sus 16 tripulantes se encontraban realizando distintas labores, a excepción del segundo patrón y del engrasador, que se hallaban descansando en sus respectivos camarotes, en la cubierta superior.

Alrededor de las 17:50 horas, el engrasador se despertó al oír unos ruidos que pensó que eran provocados por granizo al golpear la cubierta del barco.

Al abrir la puerta del camarote vio abundante humo gris muy denso, proveniente del camarote situado enfrente del suyo, cuya puerta se encontraba abierta. Salió de su camarote, bajó a la cubierta principal para dar la alarma a los compañeros y seguidamente subió al puente para avisar al patrón al mando.

Los tripulantes se reunieron en la cubierta principal y se percataron de la ausencia del segundo patrón. Intentaron llegar hasta su camarote a través del tronco de la escalera interior con ayuda de una de las mangueras que habían estado utilizando para baldear el parque de pesca, pero resultó imposible entrar en el pasillo por las altas temperaturas y el denso humo que había.



Después intentaron acceder a la zona de alojamientos de la cubierta superior por la puerta de acceso situada en popa. El patrón se puso el equipamiento de bombero y el equipo de respiración autónoma y el resto de los tripulantes prepararon dos mangueras contraincendios, pero dicho intento también resultó infructuoso.

Seguidamente, el engrasador bajó a la cámara de máquinas, paró los sistemas de ventilación de la máquina y de aire acondicionado de la acomodación y el puente de gobierno, y cerró parcialmente las aberturas para la toma de aire. Poco tiempo después el motor principal dejó de funcionar. Sólo quedaron en marcha el motor auxiliar y una bomba de servicios generales y contraincendios, lo que permitió a la tripulación contener el incendio refrigerando la cubierta del puente y los costados exteriores del puente y de la zona de alojamientos con ayuda de tres mangueras.

Cuando el patrón regresó al puente para emitir la señal de socorro se encontró con que el puente estaba inundado de humo y que no era posible entrar. Tras romper el cristal de una de las ventanas del puente pudo alcanzar un radioteléfono portátil de VHF con el que activó la señal de alerta de socorro. También cogió la radiobaliza satelitaria, que amarró primero a la barandilla de popa y luego arrió al agua para su activación automática.

A las 18:25 horas, el Centro Nacional de Coordinación de Salvamento recibió la alerta procedente de la radiobaliza del pesquero. En un primer momento, no se pudo contactar con el armador porque el teléfono permanente de contacto no figuraba en la base de datos proporcionada por la Dirección General de la Marina Mercante, y sólo se pudo obtener un teléfono de aquel tras contactar con el Centro de Seguimiento de Pesca del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

El Centro de Coordinación de Salvamento de Finisterre movilizó al avión SASEMAR 102 de Salvamento Marítimo para que se dirigiera a la última posición emitida por la radiobaliza, a las 18:43 horas, en latitud 47° 48,4' N y longitud 008° 33,4' W. También se movilizó a los pesqueros NUEVO SAN JUAN y GALIANA SEGUNDO que se encontraban en las proximidades.

En torno a las 20:34 horas, el avión SASEMAR 102 logró contactar con el patrón del B/P REY DE OLAYA a través del VHF. Este les informó que tenían un incendio a bordo y que un tripulante permanecía desaparecido en su interior. El pesquero carecía de propulsión y como único medio de comunicación disponía de un VHF portátil. El patrón manifestó que en principio no consideraba necesario el abandono



del buque y que podían permanecer a bordo hasta la llegada del pesquero GALIANA SEGUNDO.

A las 22:00 horas, los pesqueros GALIANA SEGUNDO y ANXUELA llegaron hasta el pesquero accidentado.

El patrón del pesquero GALIANA SEGUNDO estableció contacto por VHF con el patrón del B/P REY DE OLAYA, el cual solicitó remolque y renunció al trasbordo de la tripulación por no querer sus miembros abandonar el buque. A las 23:10 horas el patrón del pesquero ANXUELA confirmó a los medios de salvamento la desaparición del segundo patrón del B/P REY DE OLAYA.

El día 19 de diciembre a las 00:30 horas, el pesquero ANXUELA dio remolque al B/P REY DE OLAYA y puso rumbo al puerto de Burela.

A las 05:12 horas el incendio en el puente del B/P REY DE OLAYA se reavivó y prendió las bengalas de socorro. A las 05:42 horas se consiguió controlar el incendio con ayuda de las mangueras contra incendios.

A las 06:36 horas del día 19 de diciembre el Centro Nacional de Coordinación de Salvamento movilizó a la embarcación GUARDAMAR CONCEPCION ARENAL de Salvamento Marítimo, que llegó al costado del B/P REY DE OLAYA a las 14:30 horas. Como el incendio en el interior del pesquero no había sido extinguido en su totalidad, los tripulantes fueron transbordados, a excepción de cinco, que se ofrecieron como voluntarios para atender el remolque.

El día 20 de diciembre, a las 13:00 horas, el B/P REY DE OLAYA atracó en el puerto de Burela con la ayuda del pesquero ANXUELA y de la embarcación GUARDAMAR CONCEPCION ARENAL. Una dotación del Servicio de Extinción de Incendios, Salvamento y Protección Civil del Concello de Cervo procedió a extinguir el incendio y rescatar el cuerpo del segundo patrón. Éste fue encontrado en el interior de su camarote, junto a la puerta. La autopsia señaló la asfixia como causa de su muerte.

Datos del pesquero

| Características principales | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Nombre del buque | B/P REY DE OLAYA |
| País de bandera | España |
| Tipo | Pesca de palangre de fondo |
| Año de construcción | 2004 |



| | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| Matrícula | 3ª GI-6-2-04 |
| Material del casco | Acero |
| Eslora total | 32,60 m |
| Arqueo bruto (GT) | 336 |
| Propulsión | Motor diesel 220,59 Kw |
| Dotación máxima de seguridad | 15 tripulantes |

Análisis y conclusiones

Analizadas las circunstancias del accidente y el modo en que se desarrollaron los acontecimientos, la Comisión ha concluido que el incendio tuvo su origen en el camarote de proa de la banda de estribor de la cubierta superior. Aunque no se ha podido establecer de forma indubitada su causa debido al grado de destrucción de la zona afectada, hay indicios que permiten plantear dos hipótesis como las causas más probables del incendio:

1. Una colilla de un cigarrillo que habría quedado mal apagada.
2. Un cortocircuito por fallo eléctrico.

La primera de las hipótesis se fundamenta en que, pese a la prohibición del armador de fumar en el interior del pesquero y a las declaraciones de algunos tripulantes que aseguraron que se respetaba la misma, durante la inspección ocular efectuada por investigadores de la Comisión se encontraron colillas de cigarrillo en un camarote y en la sala de máquinas. Estas colillas estaban en recipientes utilizados como cenicero, susceptibles de vuelco por el balance en la mar y próximos a materiales combustibles. Ello hace pensar que una colilla mal apagada podría haber caído de su cenicero produciendo calor suficiente como para desencadenar el incendio.

La segunda de las hipótesis se fundamenta en que, según lo manifestado por los tripulantes, era frecuente que dejaran recargando las baterías de sus equipos electrónicos (ordenadores personales, reproductores de DVD, etc.) mientras estaban ausentes de los camarotes. Para ello empleaban los enchufes de los apliques que tenían junto a la cabecera de sus respectivas camas, por lo que se pudo dar una pérdida de aislamiento en el cable de alimentación de alguno de los equipos conectados, produciéndose un calentamiento por corriente de fuga que prendiera la ropa de cama y el colchón.



A tenor de lo dicho anteriormente, cabe plantearse también si el fallo eléctrico podría haberse producido en la propia instalación eléctrica del pesquero. Esta posibilidad resulta poco probable dado que la instalación fue realizada en el año 2004 y, aparentemente, se encontraba en buenas condiciones de mantenimiento.

Durante la inspección ocular efectuada por investigadores de la Comisión, en el cuadro eléctrico se encontró que los interruptores automáticos de los camarotes afectados por el fuego habían saltado.

Por consiguiente, en caso de incendio de origen eléctrico, se generó suficiente calor para prender algún elemento combustible antes de que saltaran los interruptores.

El análisis de las marcas dejadas por el fuego, el calor y el humo sobre los restos de los elementos divisorios y del mobiliario muestra que el incendio se originó en el camarote de proa de la banda de estribor de la cubierta superior, desde donde se propagó al resto de los camarotes.

Para la protección contraincendios de los espacios de alojamiento el astillero constructor había adoptado el *método IF* que se indica en el Capítulo V del Anexo del Protocolo de Torremolinos, en cumplimiento del Real Decreto 1032/1999, de 18 de junio por el que se determinan las normas de seguridad a cumplir por los buques pesqueros de eslora igual o superior a 24 m.

El *método IF* consiste en la construcción de todos los mamparos de compartimentado interior con materiales incombustibles correspondientes a divisiones de clase "B" o "C", en general sin instalar sistema de detección ni de rociadores en los espacios de alojamiento y de servicio.

Según las definiciones del citado capítulo, por material incombustible se ha de entender aquel que no arde ni desprende vapores inflamables en cantidad suficiente para inflamarse cuando se le calienta a 750 °C aproximadamente.

Los mamparos de los pasillos se extendían de cubierta a cubierta, y al igual que las puertas interiores de los alojamientos, tenían un valor de aislamiento térmico de clase "B-15".

Los mamparos de separación entre los camarotes se extendían hasta el cielo raso o falso techo. Tanto estos mamparos como los revestimientos de los costados y los techos estaban formados por paneles de contrachapado fenólico de baja propagación de llama recubiertos con una resina termoplástica.



En cada camarote de cuatro plazas había cuatro literas con cortinas, con dos cajones debajo de cada grupo de literas, cuatro armarios, una mesa y una silla. Todos los muebles eran de madera.

Por último, las zonas que daban al exterior en los costados y el techo de los camarotes, estaban provistas de un aislamiento de lana mineral para el aislamiento térmico y acústico.

Dadas las características de los materiales de construcción de los distintos elementos del compartimentado, cabe pensar que, en primer lugar, el fuego prendió en los colchones, la ropa de cama y los enseres personales de los cuatro tripulantes que ocupaban el camarote, generando gran cantidad de calor que, a su vez, facilitó que el fuego prendiera en el mobiliario y se extendiera a los mamparos.

La alta temperatura del humo y los gases desprendidos provocó que el flujo de calor se propagase por convección al falso techo y a los camarotes colindantes, contribuyendo al desarrollo del incendio.

La masilla sellante de los orificios practicados en el techo para el paso de las canalizaciones eléctricas se fundió y el humo alcanzó al puente de gobierno. Más aún, la acumulación de humo en el puente se vio favorecida cuando se paró el sistema de aire acondicionado y el conducto del aire se convirtió en un paso expedito del humo de la cubierta superior a la cubierta del puente.

Al no haber detectores ni alarmas de incendios en la zona de alojamiento, no se puede establecer con exactitud la hora del inicio.

Cuando el engrasador se despertó las llamas ya estaban muy extendidas pero pudo abandonar su camarote y avisar al resto de la tripulación. Sin embargo, el segundo patrón no tuvo la misma suerte.

Se sabe que también se percató del incendio porque fue encontrado junto a la puerta de su camarote con el traje de supervivencia desempaquetado. La autopsia señaló la asfixia como causa de su muerte.

Una vez que tuvieron conocimiento del incendio, los tripulantes reaccionaron rápidamente e hicieron un uso adecuado de los medios contraincendios disponibles a bordo.

El B/P REY DE OLAYA fue construido adoptando el método IF de protección contraincendios que no requería la instalación de un sistema de detección ni de rociadores en los espacios de alojamiento.



Ello supuso que el incendio se fuese desarrollando y extendiendo hacia los espacios adyacentes por un periodo indeterminado, de tal manera que cuando se intentó sofocar con los medios disponibles, estos ya resultaron ineficaces.

3.6 Incendio y pérdida de propulsión del buque OPDR ANDALUCÍA (17/01/2013)



Buque OPDR ANDALUCÍA

Sinopsis

A las 11:54 horas del 16 de enero de 2013, el buque mercante (B/M) OPDR ANDALUCIA salió del puerto de Arrecife (Lanzarote) rumbo a Sevilla con 16 tripulantes a bordo.

Durante la madrugada del día 17 de enero navegaba a una velocidad aproximada de 14 nudos. En el puente se hallaba de guardia el segundo oficial de puente y un marinero. La sala de máquinas no iba tripulada al estar certificada como “sala de máquinas sin dotación permanente”. La instalación propulsora funcionaba en modo automático, con el sistema de control remoto desde el puente.

A las 01:47 horas, hallándose el barco a unas 210 millas al nordeste de Arrecife, se activó en el puente de gobierno la alarma por alta temperatura de gases de exhaustación del motor, que activo el protocolo de reducción de potencia del motor principal, y a su vez la desconexión del generador de cola, provocando la caída de la planta eléctrica del barco, al estar el generador de cola engranado a la reductora de la línea de ejes.

De manera automática, entró en funcionamiento uno de los grupos electrógenos de a bordo para suplir el suministro de energía, con lo que quedó restablecido el



servicio eléctrico. A esa alarma le sucedieron otras, hasta que al cabo de unos instantes se activó en el puente la alarma por incendio en la sala de máquinas.

El segundo oficial de puente, a la vez que iba reconociendo las sucesivas alarmas que iban apareciendo en la consola de control, envió al marinero a la zona de popa, donde se hallaba la sala de máquinas para comprobar lo que sucedía. Entretanto, el capitán entró en el puente y se hizo cargo de la guardia. Simultáneamente el primer oficial de máquinas bajó a la sala de control de máquinas y llamó al puente solicitando que le pasaran el control para parar el motor propulsor.

A la 01:50 horas, el marinero comunicó al puente que había fuego y humo en la zona de máquinas.

A partir de ese momento se tomaron a bordo las siguientes acciones encaminadas a luchar contra el incendio:

- Se organizó una brigada de bomberos equipada para inspeccionar el incendio.
- La brigada de bomberos inspeccionó la zona y comunicó la dificultad de atacar el fuego, recomendando el uso del sistema fijo de extinción de incendios por CO₂.
- El capitán se cercioró de que no había ninguna persona en la sala de máquinas y ordenó el disparo del sistema fijo de extinción de incendios por CO₂.

A las 02:15 horas el capitán estableció contacto con el Centro de Coordinación de Salvamento (CCS) de Cádiz vía Inmarsat, informando de la emergencia.

A las 02:44 horas dos tripulantes equipados con equipos de respiración autónoma comprobaron que no se apreciaba fuego en la sala de máquinas. A las 02:50 horas el incendio se declaró extinguido.

En la inspección posterior se comprobó que diversos componentes del sistema de propulsión habían quedado destruidos por el fuego, entre ellos el módulo de control del motor propulsor y el cuadro eléctrico de las bombas del sistema de regulación de paso de la hélice.

Durante el reconocimiento de la sala de máquinas, al extraer las carcasas de protección del motor en la zona de culatas, se advirtió que la bomba de inyección de combustible del cilindro A-4 del motor propulsor tenía rotos todos los pernos de fijación de la tapa superior.

El armador del buque contrató un remolcador para asistir al buque. El día 18 de enero a las 12:50 horas, el remolcador VB ARTICO hacía firme su remolque al B/M OPDR ANDALUCIA, a unas 270 millas al nordeste de Arrecife. A partir de ese



momento, el OPDR ANDALUCIA prosiguió su viaje remolcado a una velocidad aproximada de 7 nudos, hasta llegar al puerto de Cádiz el día 21 de enero a las 13:00 horas.

Datos del buque

| Características principales | |
|-----------------------------------|--|
| Nombre del buque | OPDR ANDALUCÍA |
| País de bandera | España |
| Tipo | Mixto de carga rodada y contenedores |
| Nº IMO | 9331206 |
| Puerto de matrícula | Santa Cruz de Tenerife |
| Lugar de construcción | Fujian Mawei Shipbuilding Ltd (Fuzhou) |
| País de construcción | China |
| Año de construcción | 2006 |
| Material del casco | Acero |
| Eslora total | 145,0 m |
| Eslora (L) | 136,7 m |
| Manga | 22,0 m |
| Puntal | 13,9 m |
| Peso muerto | 7300 t |
| Arqueo bruto (GT) | 11197 |
| Capacidad nominal de contenedores | 500 TEU |
| Propulsión | Motor Diésel MAK 12VM32 |
| Potencia máxima | 6000 Kw a 750 rpm |
| Dotación mínima de seguridad | 14 tripulantes |

Análisis y conclusiones

Origen del incendio

La causa más probable del incendio sufrido a bordo es la rotura de los pernos de sujeción de la tapa de la bomba de combustible del cilindro A-4, que causó una pérdida de combustible entre el cuerpo de la bomba y su tapa. Dicho combustible ardió al alcanzar zonas calientes del motor, originando el incendio en la sala de máquinas.



Rotura de los pernos de la bomba de combustible

Los seis pernos rotos de la tapa de la bomba de combustible fueron analizados en un laboratorio de *Materials and Failure Analysis* de la compañía *Germanischer Lloyd Prüflabor GmbH* en Hamburgo.

Junto con los seis pernos rotos se analizaron también los pernos de rosca métrica M10 y M12 de la bomba de combustible del cilindro A-6 así como tres pernos nuevos de cada tipo.

La investigación proporcionó información sobre el mecanismo de fractura, la microestructura y las propiedades mecánicas de los pernos rotos. De este análisis se desprende lo siguiente:

- Cinco de los seis pernos resultaron fracturados directamente bajo la cabeza. En el sexto perno la fractura se localiza en el tercio superior de la zona roscada.
- Los pernos 1 a 5 de la unidad A-4 se rompieron sin elongación. Los planos de fractura se sitúan justo debajo de las cabezas.
- Los seis pernos rotos presentaban una grieta intergranular circunferencial justo debajo de las cabezas. Dicha grieta no se encontró en los pernos de rosca métrica M10 del cilindro A-6 ni en los pernos nuevos.
- Esta grieta circunferencial es atribuible a un proceso de fragilización por hidrógeno de los pernos.
- El perno 3 presentaba una zona fracturada por fatiga, comenzando por la grieta intergranular. Salvo por ello, todos los pernos fallaron por un mecanismo de fractura forzada. El porcentaje de superficie de fractura afectado por fractura dúctil asciende a 100% (perno 6), 87% (pernos 1,2,4 y 5) y 75% (perno 3).
- El gran porcentaje de superficie afectada por fractura forzada dúctil en el perno 3 así como en el resto de pernos rotos evidencia que el mecanismo de fatiga fue interrumpido por un evento súbito de alta tensión aplicada sobre los pernos. El mecanismo de fatiga se detuvo, interrumpido por la fractura forzada de los pernos.

Todos los pernos rotos presentaban una grieta intergranular circunferencial bajo la cabeza, originada por un fenómeno de fragilización por hidrógeno. Según el laboratorio, los pernos habían sido sometidos a un proceso de fosfatado para



protegerlos contra la corrosión. Algunos autores han relacionado la fragilización por hidrógeno en pernos con defectos en su procedimiento de fabricación y concretamente en los tratamientos de protección contra la corrosión, incluyendo el galvanizado y el fosfatado. También se relaciona con la dureza del perno: la probabilidad de sufrir fragilización por hidrógeno aumenta con la dureza, estimando que en pernos con dureza Vickers superior a HV 390 es preciso extremar el control del proceso de su fabricación para minimizar el riesgo de aparición de dicho fenómeno. Según el laboratorio que analizó los pernos rotos, todos presentaban valores de dureza similares, en el entorno de HV 470, dentro del rango de dureza exigible a los pernos de clase 12.9. Para reducir la probabilidad de fragilización por hidrógeno se recomienda un tratamiento térmico final para eliminar el hidrógeno absorbido durante la fabricación (ver norma SAE AMS 2759/9).

Visto lo anterior, no se puede descartar que la rotura de los pernos fuera debida a un deficiente proceso de fabricación. La secuencia de acontecimientos sería la siguiente:

- Todos los pernos de rosca métrica M10 de la bomba inyectora del cilindro A-4 presentaban fragilización por hidrógeno a causa de un deficiente proceso de fabricación.
- Al ser instalados estos nuevos pernos defectuosos en la bomba de inyección, las cargas operativas normales pudieron iniciar una grieta intergranular bajo sus cabezas.
- Esta grieta daría lugar a fractura por fatiga, iniciada en la grieta.
- Se rompió un primer perno. Según el informe del laboratorio, se produjo un evento súbito de alta tensión aplicada sobre los pernos que causó su rotura por fractura forzada dúctil. Tras el accidente se revisó la bomba de combustible sin encontrar otros defectos, lo que induce a pensar que las cargas operativas pudieron haber sido suficientemente elevadas para causar la fractura del primer perno, ya debilitado a causa de las fracturas por fatiga.
- Tras la rotura del primer perno se produjo una pérdida de simetría axial en las fuerzas actuantes sobre la tapa de la bomba, que causó que las cabezas de los pernos trabajasen de forma desequilibrada.



- Simultáneamente, se produjo un incremento de tensión sobre los cinco pernos restantes, al tener que soportar la misma fuerza que antes era aguantada por seis pernos.
- Como consecuencia de estas circunstancias, los cinco pernos, que estaban debilitados por sendas grietas circunferenciales bajo sus respectivas cabezas, se rompieron rápidamente en cascada.

Según algunas fuentes consultadas, esta secuencia de rotura (rotura de un perno por la rosca y rotura en cascada del resto de pernos) es un tipo habitual de fallo en sistemas similares.

Inicio del fuego

La pérdida de combustible se produjo en la parte de baja presión del sistema de combustible del motor. Se estima que la presión del combustible sería suficiente para que éste saliera proyectado en todas direcciones, alcanzando alguna zona caliente del motor.

La CIAIM ha consultado a la empresa representante del fabricante del motor en España el posible origen del fuego. Esta empresa proporciona servicios de mantenimiento a estos motores. En opinión de la empresa, después de analizar la información disponible y reconocer el motor, el incendio pudo originarse al proyectarse combustible sobre la válvula de purga del cilindro nº4, ya que esta válvula es un elemento caliente con capacidad para inflamar el combustible proyectado, que debe ser protegida con su correspondiente tapa. Según fotografías tomadas por técnicos de esa empresa, dicha válvula de purga no tenía colocada su tapa de protección.

De acuerdo con la opinión de esta empresa, la falta de colocación de las tapas de protección de las válvulas de purga está bastante generalizada, con el correspondiente riesgo de incendio.

Conclusiones

El incendio a bordo del B/M OPDR ANDALUCIA fue causado por la rotura de los pernos de la bomba de inyección del cilindro A-4 del motor principal, causada posiblemente por un defecto de fabricación de dichos pernos. La proyección de



combustible sobre zonas calientes del motor originó su combustión y provocó el incendio.

3.7 Incendio y posterior hundimiento del pesquero BAHÍA DE CARBONERAS (27/02/2013)



Pesquero BAHÍA DE CARBONERAS

Sinopsis

El 27 de febrero de 2013, alrededor de las 06:00 horas, el pesquero BAHÍA DE CARBONERAS salió del puerto de Carboneras (Almería) para ir a faenar con el arte de pesca de arrastre de fondo. A bordo del pesquero iban tres tripulantes y el armador del buque, que no figuraba enrolado.

En torno a las 06:25 horas, la embarcación se encontraba navegando al sureste del faro de Mesa Roldán, con un rumbo suroeste. El patrón y el armador estaban en el puente de gobierno y el marinero y el mecánico en la popa, preparando el aparejo para largarlo, cuando saltó la alarma del sistema fijo de detección de incendios de la cámara de máquinas.

El patrón bajó a la cubierta principal y con los otros dos tripulantes que estaban en la popa observaron que a través de las puertas de los guardacalores, por las que se accedía a las escaleras de bajada a la cámara de máquinas, salía gran cantidad de humo negro y llamas. El patrón regresó al puente y accionó el sistema fijo contra incendios de CO2 mientras el armador desembragaba el motor principal. El incendio no se apagó y los tripulantes intentaron nuevamente sofocarlo descargando



cuatro extintores portátiles de polvo seco que cogieron de los camarotes y la cocina, a través de las puertas de los dos guardacalores.

Viendo la imposibilidad de controlar el incendio, el armador y el mecánico accedieron a la cubierta de superestructura y arriaron al agua las dos balsas salvavidas, después de lo cual el mecánico realizó una llamada de socorro con su teléfono móvil a un tripulante del pesquero NOU D'OCTUBRE, que se encontraba a unas cinco millas de distancia y que acudió en su ayuda. Embarcaron en una balsa, dejando la otra al garete.

Tras rescatar a los tripulantes de la balsa salvavidas, el pesquero NOU D'OCTUBRE se dirigió al puerto de Carboneras y, sobre las 07:05 horas, se dio aviso de lo sucedido a la Guardia Civil.

A las 07:20 horas, la Central Operativa de Servicios de la Guardia Civil de Almería puso el hecho en conocimiento del Centro de Control de Salvamento de Almería, que movilizó a la embarcación (E/S) SALVAMAR ALGENIG de su base en el puerto de Garrucha (Almería) y solicitó al Centro de Comunicaciones Radiomarítimas de Málaga la emisión de un mensaje de seguridad por buque en llamas.

A las 08:50 horas, la embarcación de Salvamento Marítimo llegó a la posición en la que se encontraba el pesquero en llamas, a unas tres millas al sur de la localidad de Agua Amarga, e informó al Centro de Control de Salvamento de Almería de la dificultad de las labores de extinción debido al mal estado de la mar, la intensidad de las llamas y la gran cantidad de humo que había.

Las llamas continuaron consumiendo la obra muerta del pesquero hasta que se hundió alrededor de las 11:10 horas, en una posición de latitud 36° 51,72' N y longitud 001° 57,14' W, quedando posteriormente posado en el lecho marino a 82 m de profundidad.

La radiobaliza por satélite, que estaba situada sobre el puente de gobierno, no llegó a emitir señal de socorro. Posiblemente quedó inutilizada por el fuego.

En el momento del accidente el pesquero tenía cerca de 6.000 l de gasoil en los tanques de combustible.

Una parte ardió durante el incendio y el resto provocó una mancha de contaminación que fue dispersada por la embarcación SALVAMAR ALGENIG con el batido de sus hélices.



Datos del pesquero

| Características principales | |
|------------------------------|--|
| Nombre del buque | BAHÍA DE CARBONERAS |
| País de bandera | España |
| Tipo | Pesca de arrastre de fondo |
| Armador | Empresario individual |
| Lugar de construcción | Antas (Almería) |
| Astillero | Astilleros y varaderos Garrucha |
| Año de construcción | 2006 |
| Matrícula | 3ª CT-1-3-06 |
| Puerto base | Carboneras (Almería) |
| Material del casco | P.R.F.V |
| Eslora total | 25,4 m |
| Eslora (L) | 23,45 m |
| Manga | 6,2 m |
| Puntal | 3,22 m |
| Arqueo bruto (GT) | 93,61 |
| Propulsión | Motor diesel Caterpillar 3508TA-3F |
| Potencia máxima | 137,5 Kw a 1687 rpm |
| Dotación mínima de seguridad | Tres tripulantes: un Patrón, un Mecánico y un Marinero |

Análisis y conclusiones

A partir de las declaraciones de los tripulantes y de las grabaciones de vídeo realizadas por un robot submarino no tripulado y por un buceador profesional, que fueron facilitadas a la Comisión por la compañía aseguradora, no es posible determinar el origen del incendio ni establecer una hipótesis como causa del mismo.

No obstante, sí cabe pensar que dicho incendio tuvo un rápido desarrollo por el poco tiempo transcurrido entre la activación de la alarma del sistema fijo de detección de incendios de la cámara de máquinas y la presencia de llamas en las puertas de los guardacalores por la que se accedía a dicho espacio.

A ello también contribuyó la falta de familiarización de los tripulantes con los procedimientos a seguir en caso de incendio. Esto se fundamenta en el hecho de



que supuestamente se hubiese accionado el sistema fijo contraincendios de CO₂ sin haber parado antes los dos ventiladores del sistema de ventilación forzada desde el puente, ni cerrado las puertas de los guardacalores y los cierres estancos de las dos tomas de aire situadas sobre la cubierta de superestructura, para evitar la fuga del CO₂ y conseguir el efecto de sofocación que tiene el gas al desplazar el aire del espacio en el que se libera y, con ello, la del oxígeno necesario para la combustión. Más aún, el patrón y el armador manifestaron que dicho accionamiento se realizó desde el puente, lo cual resulta materialmente imposible porque, según consta en el proyecto de construcción, éste sólo se podía realizar desde el mismo armario en el que iba alojada la botella de CO₂, al que se accedía por una puerta en la popa del guardacalor de babor. Además, al abrir la puerta del armario se habrían parado de forma automática los ventiladores.

En un principio cabría pensar que lo que en realidad pudo haber accionado el patrón sería la válvula de cierre rápido del tanque de combustible de consumo diario, cuyo accionamiento se encontraba localizado en el puente de gobierno. Este supuesto también hay que descartarlo basándose en el hecho de que cuando el armador y el mecánico arriaron las dos balsas salvavidas estibadas en la cubierta de superestructura, los ventiladores del sistema de ventilación forzada de la cámara de máquinas continuaban en funcionamiento, uno introduciendo aire y el otro extrayendo ya en ese momento los gases producidos por el incendio, de lo que se infiere que el motor propulsor continuaba funcionando y accionando el alternador que suministraba la corriente eléctrica necesaria para el funcionamiento de los ventiladores. A mayor abundamiento, según las declaraciones de los propios tripulantes, el motor propulsor continuaba funcionando cuando embarcaron en la balsa salvavidas.

Los apartados 8 y 16 del anexo V del Real Decreto 543/2007, de 27 de abril, por el que se determinan las normas de seguridad y de prevención de la contaminación a cumplir por los buques pesqueros menores de 24 metros de eslora (L), establecen que *“los trabajadores deberán conocer el emplazamiento de los dispositivos de lucha contraincendios, saber cómo funcionan y cómo deben utilizarse”*, que *“los ejercicios de lucha contraincendios deberán efectuarse periódicamente”* y que *“el patrón del buque deberá asegurarse que la tripulación conoce el emplazamiento de los*



dispositivos y medios de contraincendios con los que está provisto el buque, sabe cómo funcionan y está convenientemente entrenada en su uso”.

Por último, resulta significativo que desde el pesquero no se utilizaran los equipos de radiocomunicaciones disponibles para realizar una llamada de socorro y que sólo después de arriar las balsas salvavidas se empleara el teléfono móvil para este fin, llamando a otro pesquero que tampoco retransmitió la llamada de socorro por la red de radiocomunicaciones de seguridad por si hubiera habido otro buque o embarcación más próximo y en condiciones de prestar asistencia.

3.8 Incendio y hundimiento del pesquero MAR BRAVA DOS (05/05/2013)



Pesquero MAR BRAVA DOS

Sinopsis

El día 4 de junio de 2013 a las 11:30 horas, la embarcación de pesca (E/P) MAR BRAVA DOS salió del puerto de Roses con patrón y dos marineros a bordo, con rumbo al caladero de pesca situado a unas 30 millas al NE del cabo de Creus.

A las 18:30 horas llegó al caladero y la tripulación inició los preparativos para calar el palangre de fondo.

A las 23:00 horas terminaron de calar por segunda vez el aparejo. La embarcación quedó a la deriva, con los motores propulsores al ralenti y el generador de corriente eléctrica situado en el casco de estribor en funcionamiento.



A las 00:15 horas del día 5 de junio de 2013 los dos marineros fueron a descansar a los dos sollados situados en la zona proa de ambos cascos, bajo la cubierta superior, mientras estaba calado el aparejo.

El patrón quedó de guardia en el puente de gobierno. Al cabo de un tiempo indeterminado se quedó dormido durante la guardia.

A las 03:00 horas el patrón se despertó al percibir un fuerte olor a humo. La embarcación contaba con dispositivos de detección de humos con indicadores en el puente cuya señal no fue advertida por el patrón. Se desconoce si los dispositivos funcionaron.

El patrón alertó a los marineros que estaban durmiendo, se pusieron tres chalecos salvavidas inflables de trabajo de la zona de habilitación y se dirigieron al acceso del compartimento del motor de babor, de donde provenía el humo, con un extintor portátil de polvo seco. Al levantar la escotilla, que estaba parcialmente abierta, salió una gran cantidad de humo negro que se extendió por la cubierta principal. Debido a la magnitud del incendio, no descargaron el extintor y decidieron abandonar el pesquero. El patrón no consiguió acceder al puente para comunicar la emergencia ya que toda la cubierta principal y el único acceso al puente situado en ella se encontraban llenos de humo.

Los tripulantes subieron a la cubierta toldilla por la zona de popa de estribor y lanzaron al agua la balsa salvavidas situada en esta banda. Los tres tripulantes subieron a la balsa salvavidas e intentaron separarla del pesquero, sin éxito y sin advertir lo que mantenía unidas ambas embarcaciones.

Ante la posibilidad de que el pesquero se hundiera arrastrando la balsa, alrededor de las 03:15 horas los tres tripulantes se lanzaron al agua provistos de los chalecos salvavidas inflables de trabajo. Se agarraron entre sí, intentando no alejarse demasiado del pesquero para poder ser localizados más fácilmente.

La E/P CATALINA GODO navegaba a unas 40 millas del Cabo Creus, cuando sus tripulantes vieron humo a lo lejos y escucharon por el canal 16 de VHF un mensaje del servicio de salvamento francés alertando de un incendio en una embarcación en la zona. Se desconoce quién alertó a los servicios de salvamento francés del incendio.

A las 06:30 horas la E/P CATALINA GODO llegó al lugar del incendio. Puso popa a la corriente hasta que se escuchó el sonido de los silbatos de los chalecos



salvavidas, encontrando a los tres naufragos a 1,5 millas del pesquero incendiado. El patrón de la E/P CATALINA GODO paró el motor propulsor para recoger a los naufragos. Una vez a bordo comunicó a los servicios de salvamento el rescate.

Por avería eléctrica el motor propulsor no pudo arrancar de nuevo.

A las 07:00 horas, la E/P MAR BRAVA DOS, se hundió en la latitud 42° 37,6' N y en la longitud 003° 54,7 E, a 500 m de profundidad.

Los tres tripulantes de la E/P MAR BRAVA DOS fueron evacuados por un helicóptero de salvamento marítimo francés hasta Perpiñán (Francia).

A las 07:26 horas, el Centro Nacional de Coordinación de Salvamento (CNCS), informó al Centro de Coordinación de Salvamento (CCS) de Barcelona de la petición de ayuda de la E/P CATALINA GODO recibida a través del Centro de Salvamento Marítimo Francés Cross Lagarde, al no poder arrancar su motor propulsor.

SASEMAR movilizó al B/S GUARDAMAR POLIMNIA, que llegó a las 09:30 horas a la posición del hundimiento.

En la zona había una milla cuadrada de contaminación, con irisaciones importantes y un fuerte olor a combustible. La E/P MAR BRAVA DOS llevaba alrededor de 2000 l de combustible a bordo. Tras rastrear la zona no se encontró la radiobaliza del pesquero. Se recogió del agua un chaleco salvavidas de trabajo y la balsa salvavidas parcialmente quemada.

A las 10:25 horas, el B/S GUARDAMAR POLIMNIA hizo firme el remolque de la E/P CATALINA GODO y puso rumbo hacia el puerto de Roses.

Datos del pesquero

| Características principales | |
|-----------------------------|---|
| Nombre del buque | MAR BRAVA DOS |
| País de bandera | España |
| Tipo | Embarcación de pesca de palangre |
| Lugar de construcción | Cartagena |
| Astillero | Astillero Mercurio Plastics, S.L |
| Año de construcción | 2007 |
| Matrícula | 3ª-BA-6-1-07 |
| Propiedad y gestión | La embarcación era propiedad de la empresa Cala Reparada S.L. |



| | |
|-------------------------------------|--|
| Material del casco | P.R.F.V |
| Eslora total | 14,98 m |
| Manga | 6,10 m |
| Arqueo bruto (GT) | 37,51 |
| Propulsión | Dos motores diesel y un aparejo de vela |
| Potencia máxima | 2x151,47 kW |
| Dotación mínima de seguridad | Tres tripulantes |

Análisis y conclusiones

El incendio se originó en la sala de máquinas de babor. Con los datos disponibles no es posible establecer con certeza el origen del fuego.

El pesquero MAR BRAVA DOS se hundió a consecuencia de un incendio cuya causa no ha podido ser establecida. A la pérdida del buque contribuyó la tardía detección del incendio por la tripulación. Los tripulantes no siguieron los procedimientos de abandono del buque adecuados, poniéndose a sí mismos en situación de grave riesgo. Ello fue causado por la falta de conocimiento de los dispositivos de salvamento con que contaban.

| Buque | Tipo | Características | | Causas. Origen | Triángulo Fuego | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------|------|--|---------------------------|-------------|----------------------------|
| | | L | GT | | ENERGÍA DE ACTIVACIÓN | COMBUSTIBLE | COMBURENTE |
| Josef Möbius | Draga de succión | 117,5 m | 5372 | <ul style="list-style-type: none"> •Causas: fuga de combustible. •Origen: cámara de máquinas (motor principal estribor). | Calor del motor principal | Gasoil | Oxígeno cámara de máquinas |
| Le Morne | Embarcación de recreo | 7,48 m | ---- | <ul style="list-style-type: none"> •Causas: desconocida. •Origen: cámara de máquinas. | | | |



AUTOR: JOSE AGUSTÍN ÉCIJA FERNÁNDEZ

PERITACIÓN TÉCNICA DE ACCIDENTES MARÍTIMOS. INCENDIO Y HUNDIMIENTO DEL PESQUERO "EL NENE"

| | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|---------|-------|--|--|--------------------------------|----------------------------|
| Peix Mar | Pesca | 32,53 m | 267 | <ul style="list-style-type: none"> •Causas: acción deliberada por tripulante/s. •Origen: espacios poco proclives a sufrir incendios. | | | |
| Ballanes | Pesca | 11,36 m | 19,56 | <ul style="list-style-type: none"> •Causas: fisura en una manguera del circuito hidráulico. •Origen: parte alta cámara de máquinas. | Calor del colector de exhaustación de gases de escape del motor propulsor | Aceite del circuito hidráulico | Oxígeno cámara de máquinas |
| Rey de Olaya | Pesca | 32,60 m | 336 | <ul style="list-style-type: none"> •Causas: 2 posibles: <ul style="list-style-type: none"> - Colilla de cigarrillo mal apagada. - Cortocircuito por fallo eléctrico. •Origen: camarote de proa de la banda de estribor de la cubierta superior. | <ul style="list-style-type: none"> - Cigarrillo. - Calor cortocircuito | Diversos materiales | Oxígeno |
| OPDR Andalucía | Mixto de carga rodada y contenedores | 145 m | 11197 | <ul style="list-style-type: none"> •Causas: fuga de combustible en la tapa de la bomba de combustible del cilindro A4. •Origen: cámara de máquinas. | Calor motor | Gasoil | Oxígeno cámara de máquinas |
| Bahía de Carboneras | Pesca | 25,4 m | 93,61 | <ul style="list-style-type: none"> •Causas: desconocida. •Origen: desconocido. | | | |
| Mar Bravos | Pesca | 14,98 m | 37,51 | <ul style="list-style-type: none"> •Causas: desconocida. •Origen: sala de máquinas de babor. | | | |



4. RIESGO DE INCENDIO EN BUQUES PESQUEROS

4.1 ORIGEN DE LOS INCENDIOS

- 1) SALA DE MAQUINAS
- 2) CAMAROTES
- 3) COCINAS
- 4) BODEGAS

Entre las causas más frecuentes en que se origina un incendio pueden citarse las siguientes: cortocircuitos de cables y baterías, calentamiento de material combustible, chispas ocasionadas por distintos elementos, corriente estática, humo y hollín de chimeneas, sopletes de soldar y de corte, fósforos y cigarrillos arrojados negligentemente, acumulación de gases y vapores en sala de máquinas, sentinas y camarotes. La temperatura, gases y vapores se dirigen hacia arriba por ser más livianos que el oxígeno del aire.

En la siguiente tabla se refleja el porcentaje del origen de los incendios de los buques estudiados:

| Origen de los incendios de los casos estudiados | | | |
|---|--------|-------------|--------|
| Cámara Maquinas | 62,5 % | Eléctrico | 0 % |
| | | Combustible | 37,5 % |
| | | Desconocido | 25 % |
| Cocina | 0% | | |
| Bodega | 0% | | |
| Camarotes | 12,5 % | | |
| Desconocido | 25 % | | |



4.2 RECOMENDACIONES PARA EVITAR INCENDIOS

- Abrir tapas de motores y ventilar bien antes de puesta en marcha.
- Mantener limpia y ventilada la sentina.
- Observar inexistencia de derrames del carburador.
- Verificar el buen estado de mangueras y tuberías de alimentación de combustible.
- Verificar que el tubo de venteo de tanques esté libre de obstrucciones.
- Mantener aislados tubos y múltiple de escape.
- Evitar la utilización de nafta o combustible livianos para trabajo de limpieza.
- No dejar trapos embebidos con combustible cerca de motores u hornallas.
- Mantener la limpieza y verificación de pisos removibles de doble fondos y tanques de combustible.
- Mantener la instalación eléctrica en buen estado, con su correcta aislación y sus conductores seguros, evitar chispas y recalentamientos.
- Instalar baterías en un lugar con buena ventilación.
- Tener máximo cuidado al fumar en la embarcación.
- Aunque el gasoil es menos peligroso que la nafta, no deben descuidarse las recomendaciones antes dadas.

5. METODOLOGÍA UTILIZADA.

Antes de escoger una metodología debemos conocer los tipos de métodos para utilizar el más adecuado a nuestro proyecto de investigación.

El análisis de un accidente, cuando se tiene en cuenta que en su materialización han intervenido múltiples factores de diferente naturaleza y que han tenido una influencia desigual en el desencadenamiento del suceso, exige que dispongamos de un método que nos lleve progresivamente a un diagnóstico profundo de la situación que ha propiciado la materialización del accidente.

Además, para no tratar cada accidente como un suceso aislado e independiente de la gestión de la prevención de riesgos laborales de la empresa, el análisis debe conducirnos al aspecto que ha fallado en el sistema de prevención adoptado, para



que su corrección permita prevenir situaciones similares que puedan originarse desde el fallo del sistema detectado.

Se requiere, por tanto, ante todo, establecer los diferentes grupos de factores que presumiblemente intervienen en cualquier accidente. Además, hay que tener en cuenta que cada uno de estos factores genéricos se subdivide en otros más específicos que nos llevan a la determinación de los que en un suceso concreto han intervenido.

Es necesario, por tanto, aplicar de forma sistemática una metodología de análisis de causas, que es una de las etapas más importantes de la investigación de los accidentes de trabajo. En ella, se debe formular la pregunta de por qué unos determinados hechos llevaron a producir el accidente y, por medio de los antecedentes del mismo, llegar a conocer las causas principales que lo han producido.

El análisis de causas es el punto de partida para tomar medidas que eliminen o reduzcan al mínimo posible la repetición del accidente. Sólo si se detectan todas las causas, las medidas que se tomen serán eficaces.

Para poder escoger un método lo primero será conocer y entender los distintos métodos que se usan frecuentemente en la investigación de cualquier tipo de accidente así como sus principales ventajas e inconvenientes.

Los métodos a conocer son:

- El método del árbol de causas
- El método del análisis de la cadena causal
- El método SCRA (Síntoma-Causa-Remedio-Acción)
- El método del diagrama ISHIKAWA

I. Método del árbol de causas

Se trata de un diagrama que refleja la reconstrucción de la cadena de antecedentes del accidente, indicando las conexiones cronológicas y lógicas existentes entre ellos. El árbol causal refleja gráficamente todos los hechos recogidos y las relaciones existentes sobre ellos, facilitando, de manera notable, la detección de causas aparentemente ocultas y que el proceso metodológico seguido nos lleva a descubrir. Iniciándose en el accidente, el proceso va remontando su búsqueda hasta donde tengamos que interrumpir la investigación. El árbol finaliza cuando:



- Se identifican las causas primarias o causas que, propiciando la génesis de los accidentes, no precisan de una situación anterior para ser explicadas. Estas causas están relacionadas con el sistema de gestión de prevención de riesgos laborales de la empresa.
- Debido a una toma de datos incompleta o incorrecta, se desconocen los antecedentes que propiciaron una determinada situación de hecho.

La investigación de accidentes, ayudada por la confección del árbol de causas, tiene como finalidad averiguar las causas que han dado lugar al accidente y determinar las medidas preventivas recomendadas tendentes a evitar accidentes similares y a corregir otros factores causales detectados, en particular los referentes a los fallos del sistema de gestión de prevención de riesgos laborales.

Los pasos a seguir en este método son:

a) Toma de datos

Se trata de reconstruir “in situ” las circunstancias que concurrieron en el momento inmediatamente anterior al accidente y que permitieron o posibilitaron la materialización del mismo.

Ello exige recabar todos los datos sobre el accidente, el tiempo, el lugar, el agente material, las condiciones del agente material, el puesto de trabajo, las condiciones del puesto de trabajo, la formación y experiencia del accidentado, los métodos de trabajo, la organización de la empresa, etc. Todos aquellos datos complementarios que se juzguen de interés para describir secuencialmente cómo se desencadenó el accidente.

b) Organización de los datos recabados

Existe un código gráfico para la identificación de variaciones o hechos permanentes y ocasionales:

HECHO OCASIONAL HECHO PERMANENTE



A partir del suceso último se delimitan sus antecedentes inmediatos y se prosigue con la conformación del árbol remontando sistemáticamente de hecho en hecho, formulando las siguientes preguntas:

¿Qué tuvo que ocurrir para que este hecho se produjera?

O bien:

¿Qué antecedente (y) ha causado directamente el hecho (x)?.

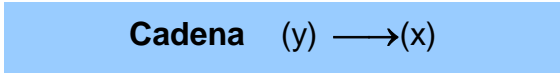
¿Dicho antecedente (y) ha sido suficiente, o han intervenido también otros antecedentes (y, z,...)?

En la búsqueda de los antecedentes de cada uno de los hechos podemos encontrarnos con distintas situaciones:

CADENA

El hecho (x) tiene un solo antecedente (y) y su relación es tal que el hecho (x) no se produciría si el hecho (y) no se hubiera producido previamente.

(x) e (y) constituyen una cadena y esta relación se representa gráficamente del siguiente modo:

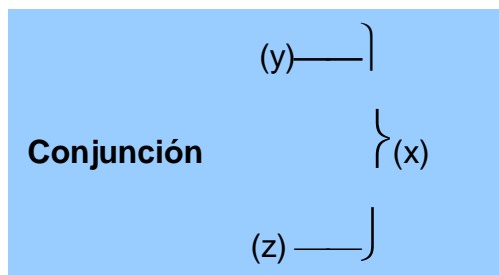


CONJUNCIÓN

El hecho (x) no tendría lugar si el hecho (y) no se hubiese previamente producido, pero la sola materialización del hecho (y) no entraña la producción del hecho (x), sino que para que el hecho (x) ocurra es necesario que además del hecho (y) se produzca el hecho (z).

El hecho (x) tiene dos antecedentes (y) y (z).

Se dice que (y) y (z) forman una conjunción que produce (x) y esta relación se representa gráficamente del siguiente modo:



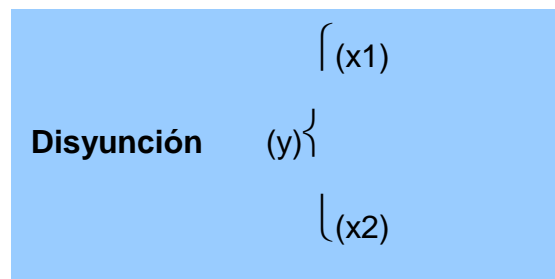


(y) y (z) son hechos independientes, no estando directamente relacionados entre sí; es decir, para que se produzca (y) no es preciso que se produzca (z) y a la inversa.

DISYUNCIÓN

Varios hechos (x1), (x2) tienen un único hecho antecedente (y) y su relación es tal que ni el hecho (x1), ni el hecho (x2) se producirían si previamente no hubiera ocurrido el hecho (y).

Esta situación en la que un único hecho (y) da lugar a distintos hechos consecuentes (x1) y (x2) se dice que constituye una disyunción y esta relación se representa gráficamente del siguiente modo:

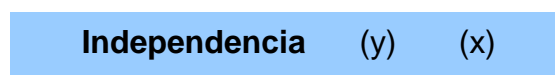


(x1) y (x2) son hechos independientes, no estando directamente relacionados entre sí; es decir, para que se produzca (x1) no es preciso que se produzca (x2) y a la inversa.

INDEPENDENCIA

No existe ninguna relación entre el hecho (x) y el hecho (y), de modo que (x) puede producirse sin que se produzca (y) y viceversa.

Se dice que (x) e (y) son dos hechos independientes y, en representación gráfica, (x) e (y) no están relacionados.



Este método presenta también inconvenientes, como es la dificultad de empezar los diagramas por el final cuando el hábito es empezar cualquier cosa por el principio, lo



que suele dificultar el proceso. Aún con todo es un método que se ha demostrado eficaz en la investigación de accidentes y en temas de prevención.

II. MÉTODO DEL ANÁLISIS DE LA CADENA CAUSAL

Este método está basado en el modelo causal de pérdidas, el cual pretende, de una manera relativamente simple, hacer comprender y recordar los hechos o causas que dieron lugar a una pérdida.

Para analizar las causas se parte de la pérdida y se asciende lógicamente y cronológicamente a través de la cadena causal pasando por cada una de las etapas que han influido en mayor o menor medida en éste. En cada etapa se buscan los antecedentes, en la etapa anterior, preguntando por qué.

Para efectuar el método se deberá pasar por cinco etapas, avanzando cronológicamente hacia atrás desde el accidente. Las etapas serán:

a) Anotar todas las pérdidas:

El resultado de cada accidente será una pérdida, que podrá afectar a personas o propiedades. El primer paso de este método será anotar cada pérdida.

b) Anotar los contactos que provocaron la pérdida:

El segundo paso de este método de análisis será colocar junto a cada pérdida, anteponiéndolo a la misma, el contacto que ha dado lugar a esa pérdida.

c) Elaborar listado de causas inmediatas:

Las causas inmediatas de un accidente son aquellas circunstancias o comportamientos inmediatamente anteriores al accidente. Salvo excepciones son causas observables. Se dividen en “actos inseguros” cuando hablamos de comportamientos que han dado lugar a que ocurra el accidente, y “condiciones peligrosas” cuando hablamos de circunstancias externas que podrían haber provocado ese accidente. Ejemplos de actos inseguros serían la manipulación de un equipo sin la autorización necesaria, a una velocidad inadecuada o sin los



correspondientes dispositivos de seguridad. Ejemplos de condiciones peligrosas podrían ser equipos o herramientas de seguridad y protección inadecuados o insuficientes, espacio limitado para realizar una acción, peligro de explosión o incendio o condiciones ambientales peligrosas.

Para conseguir realizar este paso habrá de preguntarse el porqué de cada contacto, anteponiendo en el esquema cada causa a su contacto.

d) Elaborar listado de causas básicas:

Las causas básicas o causas orígenes serán las razones que dan lugar a los actos inseguros y las condiciones peligrosas. Aunque generalmente obtener las causas inmediatas puede ser una tarea evidente, se requerirá una mayor investigación para obtener las causas básicas. Podemos dividir las causas básicas en dos categorías principales:

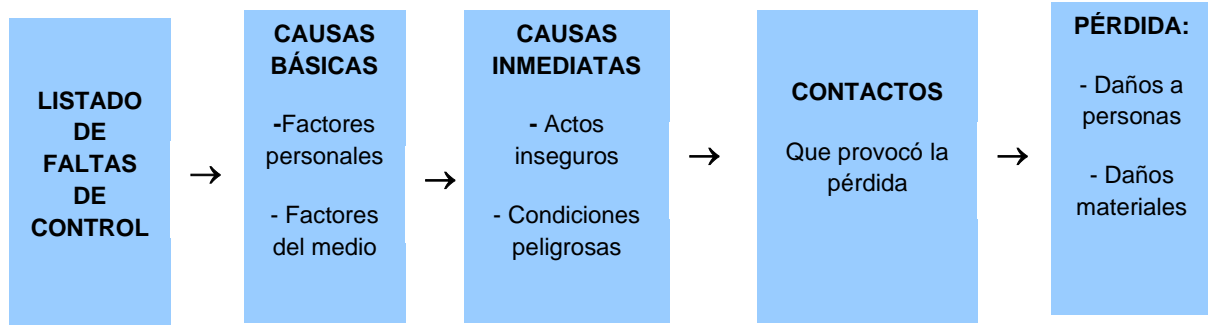
- Los factores personales: Involucran al personal presente en el accidente. Ejemplos serían una falta de conocimiento, una falta de habilidad, una capacidad inadecuada, etc.
- Los factores del medio: Involucran al medio donde sucede el accidente o al material accidentado. Ejemplos de esto serían un diseño inadecuado, una herramienta incorrecta, etc.

e) Elaboración de listado de faltas de control:

El último paso consiste en identificar que normas o procedimientos no existen, no son los adecuados o no se cumplen, siendo el origen de toda la cadena causal.



Finalmente deberíamos obtener una tabla o esquema similar al siguiente:

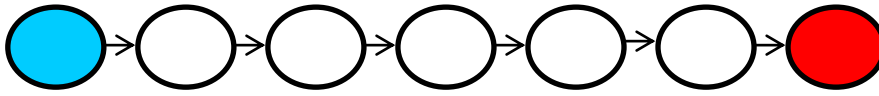


III. MÉTODO SCRA: SÍNTOMA - CAUSA - REMEDIO - ACCIÓN

Este método se utiliza para resolución de problemas triviales en el ámbito de la calidad y puede ser utilizada de forma sencilla para el análisis de causas de accidentes e incidentes de consecuencias leves ó moderadas y potencial de la misma magnitud y en los que el suceso no tiene gran complejidad. Este análisis se realizará en grupo, por el equipo más adecuado de investigación del accidente/incidente. Éste método requiere de un estudio en grupo.

Los pasos para el correcto desarrollo del método son los que su nombre indica:

- a) **Síntoma:** Será el nombre con el que el método se refiere al incidente que se estudia y los hechos relacionados.
- b) **Causa:** Para el análisis de las causas del accidente habrá que preguntarse el por qué volviendo cronológicamente hacia atrás desde el accidente hasta encontrar la causa del accidente o hasta llegar a las cinco veces (la causa real del accidente se suele manifestar en la quinta pregunta). En cada paso de este análisis la respuesta se convertirá en consecuencia de una causa anterior hasta llegar al origen del accidente.
- c) **Remedio:** El equipo que estudia el incidente deberá proponer soluciones de índole preventivo para evitar en la medida de lo posible que se repita un incidente similar.
- d) **Acción:** A partir de los remedios sugeridos por el equipo se concretarán las soluciones en actuaciones detalladas, en un plan de acción.



Accidente-> 1ª causa-> 2ª causa ->3ª causa -> 4ª causa-> 5ª causa-> Causa real

IV. MÉTODO DEL DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama causa-efecto o “espina de pescado” es un método de análisis de causas utilizado habitualmente para problemas complejos en el área de calidad.

El método puede también ser utilizado para el análisis de accidentes e incidentes. Sobre todo en casos de accidentes graves ó incidentes de alto potencial, en los que el análisis además puede presentar complejidad y no se sabe a priori cuáles pueden ser las causas principales.

Para el desarrollo del Diagrama se agrupan las causas en los cuatro aspectos que influyen en el desarrollo de la actividad de un puesto de trabajo, como son:

- Método: Se debe determinar si existe instrucción o procedimiento de trabajo que especifique cómo debe desarrollar el trabajo el operario en condiciones de seguridad.
- Persona: Se deben determinar los aspectos humanos que pueden haber contribuido a que ocurra el accidente/incidente: Situación anímica, permanencia en el trabajo, falta de formación,...
- Material: Se debe determinar qué equipos de protección individual utilizaba el operario en el momento del suceso, si estos son los adecuados o se deben mejorar e incluso si es necesario disponer de algún EPI más para desarrollar la actividad. Lo mismo puede ser para productos y sustancias peligrosas desde el punto de vista higiénico o ergonómico,...



- **Máquina/Equipo/Instalación:** Se deben determinar todos los factores de la máquina, equipo o instalación que durante el proceso de trabajo completo puedan haber sufrido una variación y contribuir así a que ocurra el accidente/incidente.

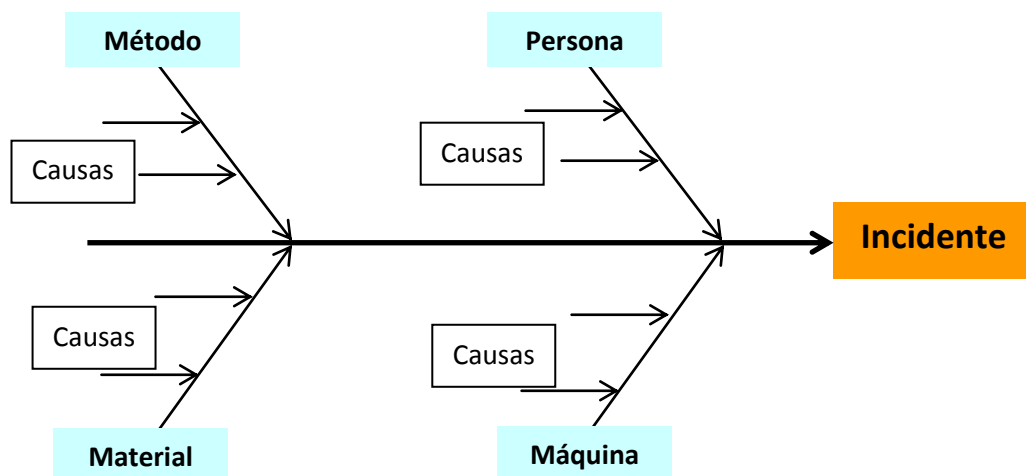
Para la representación del diagrama, se parte a la derecha de la hoja del suceso que ha ocasionado la pérdida y desde la izquierda se traza una flecha que divide la hoja en la que lo estamos representando por la mitad.

Hacia esta línea central se dirigen cuatro flechas que agrupan cada una a los aspectos indicados (método, persona, material, equipo).

Las causas que tienen que ver con cada uno de estos aspectos se agrupan en torno a cada flecha siguiendo el mismo sistema.

Para completar dichas causas se puede utilizar el sistema de los cinco porqués. Cada antecedente encontrado al preguntar por qué, se sitúa en una flecha que según el nivel de por qué se va situando de forma paralela a la central que va a parar a la flecha principal del aspecto. Así, el siguiente antecedente estará en una flecha paralela a la del aspecto y que termina en la anterior horizontal. Y así hasta llegar a las causas raíz en cada rama.

El aspecto que toma el diagrama es el de una espina de pescado, por eso también se denomina Diagrama de espina de pescado.





5.1 JUSTIFICACIÓN

En este proyecto se trata un accidente de un buque relativamente pequeño, lo cual no representa un accidente especialmente complejo, lo que permite descartar el método del diagrama de Ishikawa. El hecho de ser un trabajo individual no permite el uso del método SCRA, puesto que una de sus condiciones es que debe ser realizado en equipo para, llegado el momento, usar una tormenta de ideas para analizar las posibles causas. De los dos métodos restantes el más eficaz, a mi parecer, es el método del análisis de la cadena causal, y será el que utilice para la peritación del accidente.



❖ **PARTE B. APLICACIÓN. ESTUDIO DEL CASO**

1. GÉNESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL BUQUE

1.1 Datos objetivos

El buque

El buque EL NENE era un pesquero dedicado a la pesca de arrastre de fondo en el caladero nacional mediterráneo, que entró al servicio en año 2005.

El proyecto y la construcción fueron encargados a los astilleros Nuevas Tecnologías Navales S.L, en Águilas (Murcia), siendo sus características principales las que figuran en la tabla 2.

| Tabla 1. DATOS DEL PESQUERO | |
|------------------------------------|---|
| Nombre del buque | EL NENE |
| País de bandera | España |
| Tipo | Pesca de arrastre de fondo |
| Armador | Empresario individual |
| Lugar de construcción | Águilas |
| Astillero | Nuevas Tecnologías Navales, S.L. |
| Año de construcción | 2004 |
| Matrícula | 3ª AM-2-5-04 |
| Puerto base | Almería |

| Tabla 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PESQUERO | |
|--|----------------|
| Material del casco | P.R.F.V |
| Eslora total | 23,07 m |
| Eslora (L) | 18,84 m |
| Manga | 6,08 m |



| | |
|-------------------------------------|--|
| Puntal | 3,01 m |
| Arqueo bruto (GT) | 85,73 |
| TRB | 71,75 |
| Propulsión | Motor diesel Guascor F240TASP15 |
| Potencia máxima | 156,62 Kw a 1500 r.p.m |
| Dotación mínima de seguridad | 3 tripulantes |
| Dotación máxima | 8 tripulantes |
| Desplazamiento en rosca | 74,05 tm |

Según consta en la base de datos de la Dirección General de la Marina Mercante, en el momento del accidente el buque tenía todos sus certificados en vigor, que se relacionan en la tabla 3.

Asimismo, según consta en el Certificado nacional de seguridad del equipo expedido por la Dirección General de la Marina Mercante, en el momento del accidente el buque tenía instalados los dispositivos de salvamento y material contra incendios que figuran en la tabla 8 y tabla 9.

| Tabla 3. CERTIFICADOS | |
|--|----------------------------|
| Certificado | Fecha de expedición |
| Actas de pruebas de estabilidad | 05/05/2005 |
| Certificado de seguridad radioeléctrica | 08/07/2008 |
| Certificado nacional de arqueo (GT) para buques de eslora igual o superior a 24 metros o buques nuevos | 05/05/2005 |
| Certificado nacional de francobordo (1930) | 05/05/2005 |
| Certificado de información técnica para embarcaciones de menos de 24 metros de eslora (aparatos, elementos, materiales, equipos, su tripulación) | 25/05/2009 |



Tabla 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

| Tipo de corriente | Tensión (V) | Frecuencia (Hz) |
|-------------------|-------------|-----------------|
| ALTERNA | 380 | 50 |

Tabla 5. EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIONES Y DE RADIONAVEGACIÓN

| Equipos | Marca y modelo | N. Serie | N. Hom | Frecuencia s |
|-------------------------------|-------------------------|-------------|---------|-------------------|
| SONDA NO-SOLAS | SIMRAD EQ44 | VC144004499 | 1.0735 | -- |
| SONDA NO-SOLAS | FURUNO FCV-271 | 8630-9446 | 1.0340 | -- |
| NAVTEX | FURUNO NX-300(NO SOLAS) | 3550-8216 | 25.0013 | 518 KHZ |
| RTF VHF | SAILOR RT-144 C | 203193 | 50.0014 | 156-174 MHZ(V) |
| RTF VHF (+LSD) | SAILOR RT-5022 | 80039809 | 51.0017 | 156-174 MHZ(V) |
| RTF VHF PORT. SOLAS | JOTRON TRON TR20 GMDSS | 12675 | 53.0019 | 156-174 MHZ(V) |
| RTF VHF (+LSD) NO-SOLAS | SIMRAD RS87 | VA25994 | 54.0020 | 156-174 MHZ(V) |
| RBLS HOMBRE AL AGUA NO- SOLAS | SEA MARSAL PLB8 LR SOS | 04975 | 61.0001 | 121,5 MHZ |
| RBLS HOMBRE AL AGUA NO- SOLAS | SEA MARSAL PLB8 LR SOS | 04987 | 61.0001 | 121,5 MHZ |
| RBLS HOMBRE AL AGUA NO- SOLAS | SEA MARSAL PLB8 LR SOS | 04977 | 61.0001 | 121,5 MHZ |
| RBLS | SEA MARSAL PLB8 LR SOS | 04984 | 61.0001 | 121,5 MHZ |



| | | | | | |
|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------|-------------------------------|
| HOMBRE AL AGUA NO- SOLAS | | | | | |
| RBLS COSPAS- SARSAT | MCMURDO | MCMURDO E3A | 81-0096 | 65.0015 | 406,025 / 121,5 MHZ(E) |
| RADAR NO- SOLAS | SIMRAD | RA 42 C (BANDA X) | RO12623 | 86.0356 | 9410 MHZ |
| SART | SIMRAD | SA50 | 604 | 87.0016 | 9200-9500 MHZ |
| ETB-C NO- SOLAS | THRANE & THRANE | TT-3022-(D) | 99201669 | 88.0001 | 1626,5 - 1645,5 MHZ (S) |
| RECEP. DE ALARMA HOMBRE AL AGUA | SEA MARSHALL | CG121 MKII | 01550 | 93.0003 | - |
| GPS SOLAS | SIMRAD | GN-33 (DGPS) | VB133013365 | 97.0013 | -- |
| GPS NO- SOLAS | FURUNO | GP-8000 MK 2 | 2488-0437 | 98.0157 | -- |
| GPS NO- SOLAS | FURUNO | GP-3500 | PENDIENTE2 0071029 | 98.0370 | -- |

Tabla 6. GRUPOS GENERADORES

| Tipo | N. Grupos Iguales | Accionamiento | Marca | Modelo | Potencia (Kw) | RPM |
|---------------------|-------------------------|-----------------|------------|--------------|------------------|------|
| <u>ELECTRÓGENOS</u> | 1 | MOTOR DIESEL | DEUTZ | BF4M20 12 | 48 | 1500 |
| <u>ELECTRÓGENOS</u> | 1 | HIDRAULICO | REXROTH | A2FM- 56 | 32 | 1500 |
| <u>EMERGENCIA</u> | 1 | MOTOR DIESEL | LOMBARDINI | 6LD435 | 5,5 | 3000 |



| Tabla 7. GENERADORES | | | |
|-----------------------------|---------------|----------------------|------------|
| Marca | Modelo | Potencia (Kw) | RPM |
| LEROY SOMER | LSA 432L6 | 48 | 1500 |
| MEC ALTE | ECO 32 1L | 32 | 1500 |
| MEC ALTE SPA | TRI 160-2 | 5,2 | 3000 |

| Tabla 8. EQUIPO DE SALVAMENTO | | | |
|---|--|---------------------------------------|--|
| BALSAS SALVAVIDAS Y APARATOS FLOTANTES | | | |
| Situación | Capacidad | Dispositivo de arriado (Si/No) | Referencia en esquema/Observaciones |
| Cubierta | 8 | N | DUARRY N/S 26935 |
| Cubierta | 6 | N | DUARRY N°/S 30804 |
| Número total de personas a las que se puede dar cabida en las balsas salvavidas: 6 | | | |
| AROS SALVAVIDAS | | | |
| Aros con luz de encendido automático y rabiza | | Total de aros salvavidas | |
| 2 | | 2 | |
| CHALECOS SALVAVIDAS | | | |
| Tipo de chaleco (abandono/trabajo) | Cantidad | Radiobaliza adjunta (Si/No) | |
| ABANDONO | 10 | | |
| TRABAJO | 5 | S | |
| OTROS ELEMENTOS | | | |
| Chalecos | Cohetes con luz roja y paracaídas | Bengalas de mano | |
| 10 | 6 | 6 | |



| Tabla 9. EQUIPO CONTRA INCENDIOS | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| EXTINTORES | | | |
| Agente extintor | Situación | Referencia en esquema/Observaciones | |
| ESPUMA FÍSICA | PUENTE CUBIERTA Y SALA DE MÁQUINAS | 7 UNIDADES | |
| BOMBAS CONTRA INCENDIOS | | | |
| Servicio | Nº bombas iguales | Tipo | |
| CONTRA INCENDIOS | 3 | ENGRANES/ACOPLADA M.P | |
| BOCAS, MANGUERAS Y OTROS ELEMENTOS | | | |
| Elemento | Cantidad | Situación | Referencia en esquema/Observaciones |
| MANGUERAS | 3 | CUBIERTA Y S.MÁQUINAS | CON BOQUILLA PULVERIZACIÓN |
| BALDES | 3 | CUBIERTA | LOS 3 CON RABIZA |

Pormenores del viaje

| Tabla 10. PORMENORES DEL VIAJE | |
|--------------------------------|--|
| Puerto de salida | Almería |
| Tipo de viaje | Pesca litoral |
| Carga | Capturas, aparejos de pesca |
| Combustible | |
| Dotación | 5 tripulantes y los certificados de especialidad exigibles |
| Certificados y despacho | En el momento del accidente el pesquero tenía el despacho y los certificados reglamentarios en vigor y disponía de una licencia para la pesca de arrastre de fondo en el Caladero Nacional Mediterráneo |

Información relativa al accidente marítimo

| Tabla 11. INFORMACIÓN RELATIVA AL ACCIDENTE | |
|--|---|
| Tipo de accidente | Incendio y hundimiento |
| Clasificación | Muy grave |
| Fecha | 2 de Septiembre de 2013 |
| Hora | Alrededor de las 7:00 hora local |
| Localización del accidente | A 14 millas sur de las costas de Almería |
| Operación de la embarcación | Faenando |
| Tramo del viaje | Faenas de pesca |
| Consecuencias | Pérdida humana. Pérdida del buque. Contaminación |

1.2 Descripción detalla

A las 7.00 horas del 2 de septiembre de 2013 el Centro de Salvamento Marítimo ubicado en Almería recibió una llamada del pesquero "El Nene" que informaba sobre un incendio a 14 millas al Sur de Almería con 5 tripulantes a bordo.



Localización del siniestro

De inmediato se activó un dispositivo de rescate formado por la embarcación Salvamar Denébola, el helicóptero Helimer 205, una patrullera de la Guardia Civil y embarcaciones próximas al lugar de la emergencia. El incendio se inició en la sala de máquinas, se propagó rápidamente al casco que lo dejó completamente

calcinado y, finalmente, se hundió frente a las costas de Almería.



Vista del pesquero "El Nene" durante el incendio.



Vista del pesquero "El Nene" durante el incendio.

El pesquero Mi Afriquita, que se encontraba en la zona, rescató a un tripulante que se hallaba en el mar y una neumática de la Guardia Civil a otros 3 tripulantes que

también habían abandonado el pesquero en llamas. Se activó un dispositivo de búsqueda de un quinto tripulante que estaba desaparecido y a las 10.40 horas el pesquero Mi Afriquita localizó el cadáver del náufrago en las proximidades del lugar del incendio (14 millas Sur de Almería). Posteriormente, el cuerpo fue recuperado por una patrullera de la Guardia Civil. Tanto las 4 personas rescatadas con vida, como el tripulante fallecido, son trasladados al muelle de Levante de Almería por la patrullera de la Guardia Civil.



Vista del pesquero "El Nene" durante las labores de extinción del incendio.

2. INVESTIGACIÓN DEL ACCIDENTE

2.1 Análisis de variables

Para la investigación se usará el método de la cadena causal, tal y como consta en el apartado de *Metodología utilizada. Justificación.*

Para analizar las causas se parte de la pérdida y se asciende lógica y cronológicamente a través de la cadena causal pasando por cada una de las etapas



que han influido en mayor o menor medida en éste. En cada etapa se buscan los antecedentes, en la etapa anterior, preguntando por qué.

Vamos a pasar por cinco etapas, avanzando cronológicamente hacia atrás desde el accidente. Las etapas son:

| FALTAS DE CONTROL | CAUSAS BÁSICAS | CAUSAS INMEDIATAS | CONTACTO ACCIDENTE/INCIDENTE | PÉRDIDAS Y LESIONES |
|--|---|---|--|--|
| - Sistema contraincendios ineficaz. - Ineficaz conservación y mantenimiento de la cámara de máquinas. - Protocolo de actuación contraincendios ineficaz. | - Factores personales: Actuación del mecánico inadecuada. - Factores del medio: Mala conservación de la cámara de máquinas, instalación de aparatos eléctricos fuera de proyecto. | - Rápida propagación del fuego - Fuga de combustible. - Fuga de aceite. Cortocircuito en cableado eléctrico. | Inhalación de gases tóxicos (humo) Incendio del buque | Pérdida vida humana: fallecimiento del mecánico. Pérdida material: hundimiento de la embarcación. |

2.2 Valoración y conclusiones

Basándonos en el análisis de los distintos accidentes expuestos anteriormente y descartando la intencionalidad, al no haberse recuperado los restos de la embarcación y al no contar con los testimonios de los tripulantes, tras la investigación llevada a cabo, se desprende como única hipótesis de la causa del accidente, que éste fue ocasionado por un incendio en el compartimento de motores, que precisaría de tres elementos:

- 1- Presencia de un elemento combustible en el compartimento de los motores.
- 2- Una fuente de ignición.
- 3- Oxígeno para la combustión (presente en el aire del compartimento).

Una de las posibles causas podría ser un escape de combustible a la salida de la bomba de alta presión que incidiese en el colector de escape y provocase el incendio.

Otra posible causa sería una fuga de aceite del sistema hidráulico que incidiendo en una zona caliente del motor originaría el incendio.

Y por último mencionar un cortocircuito en un cuadro eléctrico de la cámara de máquinas.



Vista del motor principal



❖ PARTE C. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DOCUMENTALES

1. Azkoaga Bengoetxea , I.M et al. *Manual para la investigación de accidentes laborales*. 2ª Ed. OSALAN (Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales), Bizkaia, Septiembre de 2005. 235 p. ISBN: 84-95859-10-6
2. Expediente del pesquero "EL NENE". Dirección General de la Marina Mercante.
3. Gómez González, J.F. *ELECTROTECNIA Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS. TEMA 7: GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA A BORDO DE LOS BUQUES*.
4. Informe de accidente marítimo. *Informe sobre el incendio del buque JOSEF MÖBIUS en las cercanías de la plataforma petrolífera "Casablanca" frente a las costas de Castellón y de Tarragona, el día 28 de julio de 2005*. Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2005.
5. Informe Técnico A-09/2010. *Investigación del Incendio y hundimiento del pesquero NOUX ESQUITX, a 4 millas al este de la Isla Encalladora, en el cabo de Creus (Girona), el 12 de noviembre de 2009*. Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2010. NIPO 161-10-216-1.
6. Informe Técnico A-12/2010. *Investigación del Incendio del B/P TREINTAYUNO, en aguas de Mauritania, el 9 de julio de 2009*. Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2010. NIPO 161-11-036-3.
7. Informe Técnico S-01/2011. *Investigación del Incendio y hundimiento de la embarcación de recreo LE MORNE, en aguas de Chipiona , el 27 mayo de 2009*. Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2011. NIPO 161-11-033-7.
8. Informe Técnico S-30/2013. *Investigación del Incendio y hundimiento del pesquero MAR BRAVA DOS a 30 millas del Nordeste del Cabo de Creus, el 5 de*



- julio de 2013. Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2013. NIPO 161-13-165-0.
9. Informe Técnico S-31/2013. *Investigación del Incendio y posterior hundimiento del pesquero BAHÍA DE CARBONERAS, a 1 milla al sureste del faro de Mesa Roldán (Almería), el 27 de febrero de 2013.* Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2013. NIPO 161-13-166-6.
 10. Informe Técnico S-32/2011. *Investigación del Incendio en el pesquero BALLANES, a 3 millas del puerto de Cambrils (Tarragona), el 13 de septiembre de 2010.* Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2011. NIPO 161-12-009-9.
 11. Informe Técnico S-38/2013. *Investigación del Incendio y pérdida de propulsión del buque OPDR ANDALUCÍA a 200 millas al nordeste de Lanzarote, el 17 de enero de 2013.* Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2013. NIPO 161-13-192-X.
 12. Informe Técnico S-46/2012. *Investigación del Incendio a bordo del B/P REY DE OLAYA y del fallecimiento de unos de sus tripulantes, en la zona pesquera de Gran Sol, el 18 de diciembre de 2010.* Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2012. NIPO 161-12-009-9.
 13. Tyrrell, DJ. Guide for Conducting Marine Fire Investigations. 2010.