

## 11. CONCLUSIONI

Da quanto esposto, appaiono chiare le difficoltà nel posizionare in modo sufficientemente preciso l'AGIP ABRUZZO, sia prima che dopo la collisione, viste anche le approssimazioni con cui sono state fornite le informazioni relativamente alla posizione tenuta dalla stessa nonché all'indeterminatezza dei punti successivamente misurati dai vari attori che sono intervenuti a vario titolo durante le attività di indagine.

Già solo l'approssimazione, riportata nella sentenza di I grado, di ritenere quasi coincidenti due punti distanti in realtà 1 Km (**si consideri che 1 Km è pari a 3 volte e mezzo la lunghezza dell'AGIP ABRUZZO e addirittura a 7 volte e mezzo quella del MOBY PRINCE**) porta addirittura ad una maggiore indeterminatezza nel tentativo di ricostruire la rotta effettivamente tenuta dal MOBY PRINCE all'uscita del porto di Livorno, non essendovi alcuna informazione e testimonianza in merito. **Sulla base delle varie coordinate geografiche riportate agli atti (giornali di bordo, trascrizioni radio, consulenze tecniche, testimonianze, ecc.), e constatata la quasi completa assenza di documentazione in merito alle metodologie applicate nell'effettuazione dei rilievi (nessun verbale dettagliato, ad esempio, è stato rinvenuto circa le misurazioni fatte da "Nave Libra" e "Accademia Navale" come riportate nell'Inchiesta Sommaria, ma queste sono state comunque pedissequamente riprese dalle successive inchieste e consulenze), da un punto di vista prettamente statistico, si ritiene più verosimile che la posizione del punto di fonda dell'AGIP ABRUZZO si trovasse in corrispondenza del punto C (cfr. Allegato 1), ovvero quello dichiarato nell'immediatezza (12 ore dopo l'evento) dal Com.te dell'AGIP ABRUZZO Renato Superina al PM, o comunque nelle sue immediate vicinanze.**

Le stesse indeterminazioni possono attribuirsi alla posizione effettivamente tenuta dalle altre navi in rada (Cape Breton, Gallant II e Agip Napoli) che sono state riportate dalla CP sulla carta nautica nell'inchiesta sommaria a pag. 450 (Figura 53): sebbene i rispettivi Comandanti abbiano fornito successivamente alla collisione informazioni relative alle loro rispettive posizioni di ancoraggio, non ci sono informazioni dettagliate sugli strumenti usati, sugli errori strumentali, sulle lunghezze di catena filate in acqua, e su quale posizione abbiano effettivamente fornito (punto nave a poppa, punto nave a prua, punto di fonda).

La mancanza purtroppo di testimonianze dirette da parte dei membri dell'equipaggio del MOBY PRINCE, ed in particolare di chi era in plancia dalla partenza al momento dell'impatto, unita all'assenza totale di dati navigazionali oggettivi e registrazioni audio così come avviene oggi,

hanno portato ad una serie di ricostruzioni basate su ipotesi ma che purtroppo non potranno mai essere suffragate da riscontri oggettivi. Non essendovi quindi alcun dato certo e registrato sulla rotta seguita dal MOBY PRINCE, si è provato a ricostruirla ritenendo che la stessa fosse sostanzialmente rettilinea una volta lasciata l'imboccatura del porto di Livorno, tenendo in conto i pochi dati ricavabili dalle testimonianze: le varie ricostruzioni della rotta effettuate nel tempo, come pure quella ipotizzata nella presente relazione, sono tutte ipotetiche e l'approssimazione stabilita in sentenza circa la posizione tenuta dall'AGIP ABRUZZO al momento della collisione, può portare a ricostruzioni molto differenti tra loro della rotta effettivamente seguita dal MOBY PRINCE all'uscita dal porto di Livorno.

Dai calcoli di massima effettuati, la velocità media risultante nel tragitto dall'imboccatura del porto di Livorno al punto d'impatto era di circa 15 Nodi: **di conseguenza, è molto verosimile che la velocità tenuta al momento della collisione fosse pari all'incirca alla velocità di crociera abitualmente tenuta dal MOBY PRINCE, pari cioè a circa 18 Nodi.**

L'incendio scoppiato sulla AGIP ABRUZZO viene definitivamente spento il 17 aprile 1991, e la nave è rimasta in rada, posta sotto sequestro e disponibile quindi per successivi sopralluoghi, tanto alla nave quanto all'ancora sul fondo, almeno sino al luglio 1991. Sicuramente poteva già allora essere individuato, e convenientemente misurato, con metodo rigoroso, il punto in cui giaceva l'ancora a valle della collisione, dato che si trovava su un fondale relativamente basso (circa 43 metri) e poteva essere facilmente raggiunta da un sommozzatore seguendo la catena dal pelo dell'acqua. Sebbene si fosse ritenuto che a causa degli spostamenti effettuati dall'AGIP ABRUZZO successivamente alla collisione, sia con le proprie macchine che per via della collisione stessa, l'ancora avesse arato, e quindi la posizione misurata poteva non essere quella tenuta al momento dell'impatto, data l'entità delle notevoli deformazioni provocate sui due scafi a seguito della collisione, è presumibile che al momento dell'impatto, frammenti delle lamiere del MOBY PRINCE e/o dell'AGIP ABRUZZO possano essersi staccati dai relativi scafi ed essere caduti sul fondale. **Al cessare delle operazioni di soccorso e di spegnimento della nave, una ricerca sul fondo di frammenti di scafo o reperti appartenenti ad una delle due navi, avrebbe potuto fornire, già allora, certezze almeno sul punto esatto della collisione e quindi sull'effettiva posizione tenuta dall'AGIP ABRUZZO, indipendentemente da dove fosse l'ancora.**

Dato che l'AGIP ABRUZZO è stata rimossa a rimorchio dalla rada di Livorno, è presumibile che, vista l'inutilizzabilità del salpa ancora di bordo, la catena possa essere stata smanigliata o tagliata e lasciata cadere sul fondo per consentire quindi lo spostamento della nave. Pertanto ancora oggi (a distanza di 26 anni dal fatto), potrebbero essere effettuate delle ricerche circoscritte alla zona d'impatto mediante l'utilizzo delle attuali e più sofisticate tecnologie disponibili (Side Scan sonar, ROV, magnetometro, ecc.) al fine di rinvenire tanto l'ancora quanto la presenza di eventuali rottami sul fondo appartenenti alle due navi e dirimere così definitivamente il dubbio sulla legittimità della posizione di fonda tenuta dall'AGIP ABRUZZO la sera del 10 aprile 1991.

Poiché la legittimità della posizione dell'AGIP ABRUZZO (dentro / fuori la zona di divieto di ancoraggio) è stata al centro di discussioni e dibattiti negli anni, anche mediatici, appare abbastanza singolare la circostanza che per un dato così importante, quale era la determinazione del punto dell'ancora dell'AGIP ABRUZZO, vi siano state delle approssimazioni così evidenti, e che tale posizione, negli anni, non sia stata ricercata dalle varie parti in causa nell'ambito del processo in maniera congiunta e condivisa.

Resta il rammarico che l'unica cosa che poteva essere determinata con precisione, anche usando la tecnologia di cui si poteva disporre già all'epoca, era proprio la posizione tenuta sul fondo dall'ancora dell'AGIP ABRUZZO successivamente alla collisione, e di conseguenza riuscire a determinare con ragionevole precisione quale fosse la reale posizione di fonda della nave al momento dell'impatto.

Oggi si dispone di tecnologie completamente diverse (GPS, RADAR, VDR-VOYAGE DATA RECORDER (o scatola nera), AIS-AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM, NAVIGAZIONE INTEGRATA, ALLARMI ANTI-COLLISIONE, VTS-VESSEL TRAFFIC SYSTEM) che in assenza di testimoni consentono una fedele ricostruzione a posteriori delle dinamiche di un incidente, evitando quindi che ognuno porti all'occhio dei giudicanti una propria verità. Nel caso dell'incidente del MOBY PRINCE, nel quale non c'è purtroppo alcun testimone in grado di poter fornire elementi oggettivi di quanto accaduto la notte del 10 aprile 1991, risulta enormemente difficile, se non impossibile, fornire certezze basate su dati incontestabili.

Anche dal punto di vista dell'avvio della macchina dei soccorsi, si tenga presente che oggi la rotta seguita dalle navi, la velocità, il porto di partenza e quello di arrivo, possono essere monitorati continuamente via web stando comodamente in ufficio, e da parte di tutti, e non soltanto dagli addetti ai lavori.

A titolo di esempio si ritiene utile citare il caso Costa Concordia, per il quale, a distanza di poco più di 5 anni dall'evento (13 gennaio 2012 Naufragio – 12 maggio 2017 sentenza definitiva della Cassazione), si è arrivati ad una verità processuale suffragata da dati incontestabili. La dinamica dell'urto della nave contro gli scogli de "Le Scole" dell'Isola del Giglio è stata acquisita dagli apparati di registrazione dei dati di bordo (AIS e VDR), ormai obbligatori su tutte le navi aventi lunghezza superiore ai 24m tra le perpendicolari, rendendo così possibile una ricostruzione certa di quanto accaduto (Figura 74) e delle operazioni poste in essere dalle persone chiave dell'equipaggio durante le operazioni di evacuazione. Nella malaugurata ipotesi dell'assenza di un qualsivoglia dato navigazionale, il rinvenimento di diverse lamiere e/o reperti appartenenti alla nave rinvenuti sul fondale, così come è avvenuto all'Isola del Giglio (Figura 75), avrebbe consentito quantomeno la determinazione del punto di impatto; analogamente poteva essere fatto nel 1991 per il MOBY PRINCE.

Il risultato raggiunto nel caso "Costa Concordia" non sarebbe stato possibile senza il fondamentale ausilio di dati registrati dalle strumentazioni di bordo (Figura 76) che oggi equipaggiano le navi ed hanno reso molto più sicura la navigazione.

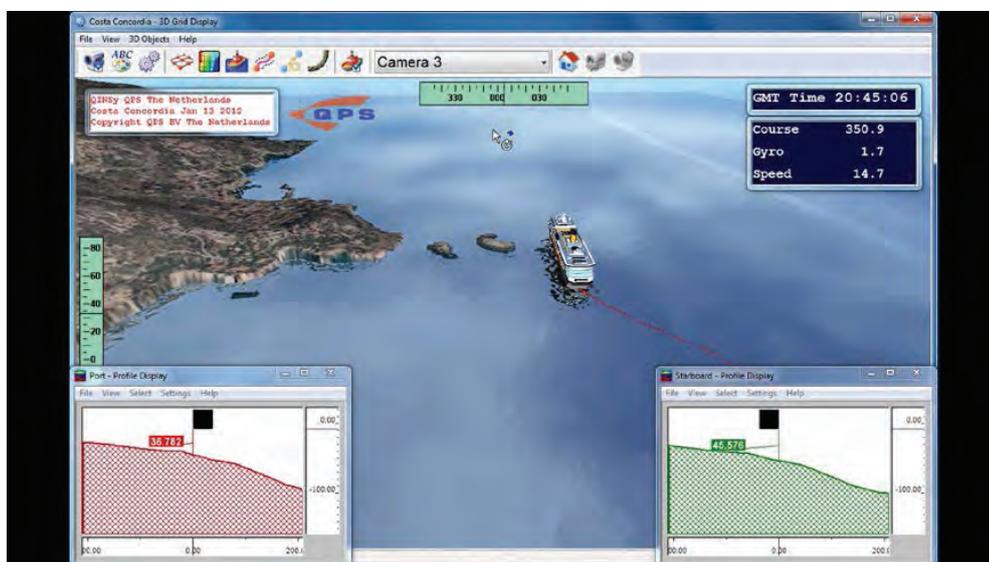


Figura 74 – Ricostruzione della dinamica dell'impatto realizzata utilizzando i soli dati navigazionali registrati dalle stazioni AIS di terra (prima ancora che fossero disponibili i dati della scatola nera!!) e disponibili nell'immediatezza a chiunque



Figura 75 – Aletta antirollio appartenente alla Costa Concordia rinvenuta in prossimità del punto di impatto.

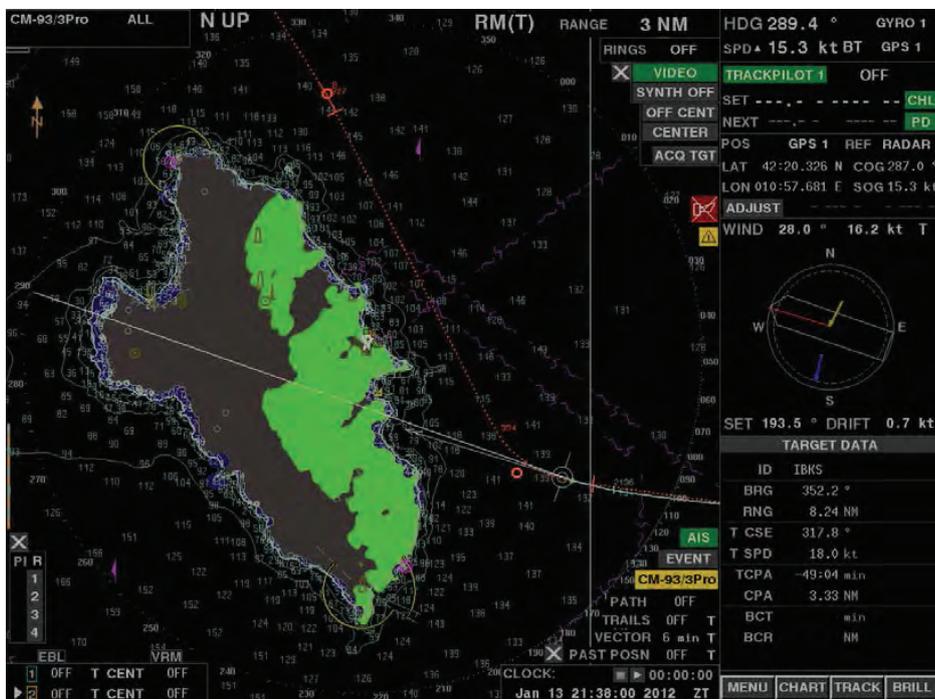


Figura 76 – Schermata radar completa delle informazioni navigazionali integrate (AIS, GPS, VENTO, VELOCITA', ROTTA, ecc.) registrata dalla scatola nera di bordo con una frequenza di 10 secondi circa.

## 12. ATTIVITÀ DI PERLUSTRAZIONE E RICERCA ROTTAMI SUL FONDALE DELLA RADA DI LIVORNO NEI GIORNI 17 E 18/11/2017

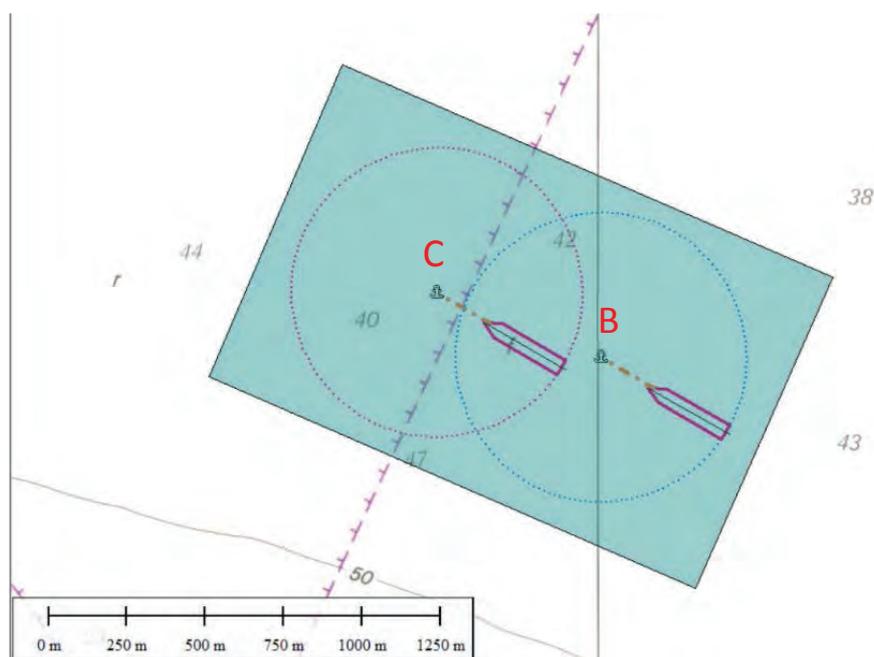


Figura 77 – Punti B e C (cfr. Allegato 1) e area suggerita per la ricerca di reperti sul fondale nella rada di Livorno.

Successivamente alle audizioni degli scriventi, tenutesi il 26 settembre e 17 ottobre 2017, e sulla base delle risultanze in precedenza esposte, la Commissione d’Inchiesta Parlamentare ha ritenuto opportuno attivarsi perché fosse avviata un’attività di ricerca sui fondali della rada di Livorno nell’area identificata in Figura 77. L’area di ricerca così stabilita circonda le due posizioni di fonda tenute dall’AGIP ABRUZZO (secondo le due versioni del Com.te Superina), avendo considerato anche le lunghezze di catena filate e quindi tutte le possibili aree impegnabili dalla suddetta nave in funzione della provenienza del vento. Le ricerche nella suddetta area sono state effettuate nei giorni 17 e 18 novembre 2017 dalla Nave “Alghero” della Marina Militare a mezzo di strumentazione sonar, con l’ausilio di nucleo subacqueo. Proprio in prossimità del punto C, in due punti distinti denominati punto 1 e punto 2 (Figura 78), sono state rinvenute delle lamiere metalliche contorte di notevoli peso e dimensioni, complete di costole e correnti: per la loro conformazione, tali frammenti sono sicuramente riconducibili alla struttura tipica dello scafo di una nave.

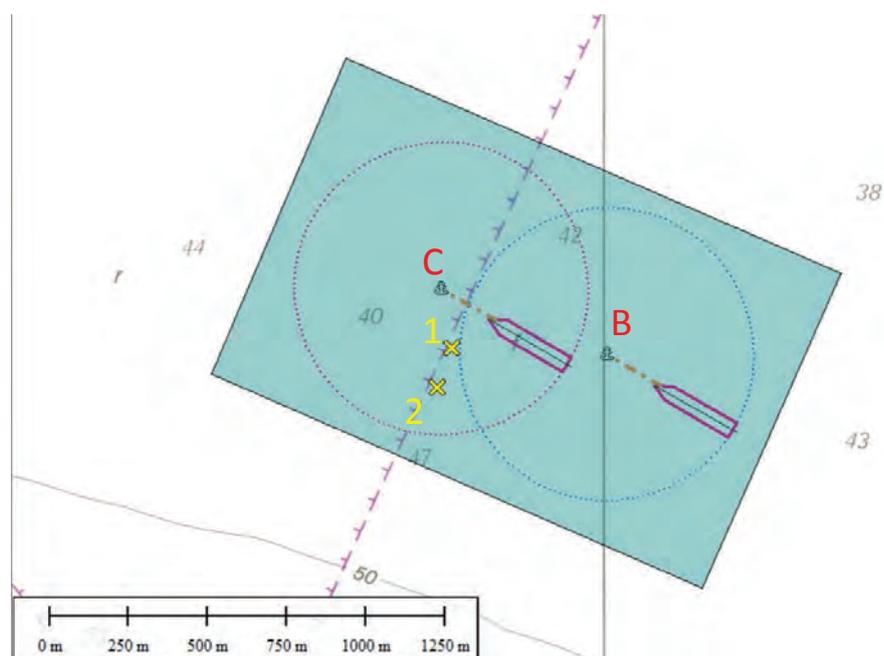


Figura 78 – Punti 1 e 2 in cui sono stati rinvenuti reperti metallici in prossimità del punto C (cfr. Allegato 1)<sup>1</sup>.

Data l'assenza dal 1991 ad oggi di ulteriori incidenti navali nella zona, è ragionevole ipotizzare che tali frammenti possano effettivamente appartenere allo scafo dell'AGIP ABRUZZO o del MOBY PRINCE: tuttavia un'analisi più approfondita di tali frammenti, mediante un confronto con i piani dei ferri delle due navi oggetto della collisione, una volta effettuata il recupero, consentirebbe di definire con certezza la loro appartenenza o meno ad una delle due navi. Qualora ne fosse effettuato il recupero e ne fosse confermata l'appartenenza ad uno dei due scafi, si potrebbe fornire una risposta chiara e definitiva circa la posizione effettivamente tenuta dall'AGIP ABRUZZO al momento della collisione. Inoltre, data la natura del fondale nella zona, prevalentemente fangoso, non è da escludere la presenza di ulteriori frammenti che negli anni possano essere stati coperti dal fango a seguito di mareggiate o altri fenomeni naturali e non, che possano essere stati quindi nascosti alla vista di un sonar: per tale ragione, gli scriventi suggeriscono l'esecuzione di un rilievo, nella medesima area, con strumentazione di tipo "magnetometrica", in grado cioè di rilevare la presenza di particolari concentrazioni di materiale ferroso anche al disotto dello strato fangoso.

<sup>1</sup> La carta nautica in vigore all'epoca, ed utilizzata nella presente relazione per rappresentare le varie posizioni geografiche, è la carta numero 120 edita dall'Istituto Idrografico della Marina Militare Italiana, che utilizza coordinate geografiche con datum ROMA40. Non è dato sapere le varie strumentazioni utilizzate dai soccorritori a quale datum facessero riferimento, per cui, a parte i calcoli delle coordinate ricavate da misure di distanza e rilevamenti, che prescindono dal datum, tutti i punti sono stati riportati direttamente sulla carta senza effettuare alcuna correzione. Invece, le posizioni geografiche dei punti in cui sono stati rinvenuti i reperti metallici, essendo state misurate mediante GPS, che utilizza il datum globale WGS'84, sono stati riportati opportunamente corretti perché questi potessero essere rappresentati nel sistema di coordinate della carta in questione. Si precisa che la differenza tra i due sistemi, nella zona di Livorno, è dell'ordine di circa 70 metri.

**ELENCO DOCUMENTAZIONE CONSULTATA E AGLI ATTI DELLA  
COMMISSIONE D'INCHIESTA**

1. Relazione Inchiesta Sommaria redatta dalla Capitaneria di Porto di Livorno del 14/05/1991;
2. Relazione Commissione speciale Inchiesta Formale del Ministero della Marina Mercantile del 19/05/1993;
3. Trascrizione CH16 della stazione IPL (Livorno Radio) relativa ai giorni 10 e 11 aprile 1991;
4. Sentenza di I grado del Tribunale di Livorno emessa il 31/10/1998;
5. Sentenza della Corte di Appello di Firenze emessa il 05/02/1999;
6. Consulenza Tecnica studio del Dott. Giorgio Cavallo (liquidatori di avarie – Genova) del 03/10/1991;
7. Consulenza Tecnica dell'Ing. Giovanni Mignogna del 20/05/1996 con aggiornamento del novembre 1997;
8. Consulenza Tecnica del Com.te Luigi Vatteroni del 05/04/1991;
9. Consulenza Tecnica dell'Amm. Ing. Giuliano Rosati e dell'Amm. Dott. Giuseppe Borsa del giugno 2009;
10. Consulenza Tecnica CCTT del P.M. (Ingg. Baglietto, Gristina, Puleo, Vezzani) del 30/03/1994;

## ALLEGATO 1

Punto	Data e Ora della determinazione del punto	Provenienza e/o modalità di calcolo delle coordinate	Coordinate Geografiche
A	10/04/1991 - 23.07	Punto comunicato dal Com.te Superina via radio ai VVFF alle ore 23.07 del 10/04/1991	Lat. 43°29.8'N Lon. 10°15.3'E
B	16/04/1991	Punto indicato dal Com.te Superina in data 16/04/1991, sia nel questionario sul sinistro, sia nella testimonianza resa alla CP: 2.7MN dalla testata Ovest della diga della vegliaia con rilevamento 23° dal faro di Livorno.	Lat. 43°29.7'N Lon. 10°16.0'E
C	11/04/1991	Punto indicato dal Com.te Superina in data 11/04/1991 nella testimonianza resa al PM: 2.7MN dalla diga della vegliaia con rilevamento 205°.	Lat. 43°29.8'N Lon. 10°15.6'E
D	25/04/1991	Punto "stimato" della posizione dell'ancora dell'Agip Abruzzo misurato dal CT Vatteroni in data 25/04/1991	Lat. 43°29.76'N Lon. 10°15.62'E
E	12/04/1991	Punto misurato da Nave "Libra"	Lat. 43°29.6'N Lon. 10°15.9'E
F	16/04/1991	Punto misurato dall'Accademia Navale	Lat. 43°29.5'N Lon. 10°16.0'E
G	10/04/1991 - 23.25	Punto Loran annotato dalla CP232 alle 23.25 del 10/04/1991	Lat. 43°28.94'N Lon. 10°14.93'E
G'	10/04/1991 - 23.25	Punto Loran annotato dalla CP232 alle 23.25 del 10/04/1991 corretto secondo gli errori indicati dal Com.te della CP232 Giancarlo Faiella.	Lat. 43°29.94'N Lon. 10°15.73'E
G''	10/04/1991 - 23.25	Punto Loran annotato dalla CP232 alle 23.25 del 10/04/1991 corretto secondo i calcoli effettuati dal CT Mignogna	Lat. 43°29.86'N Lon. 10°15.63'E
H	10/04/1991 - 22.55	Punto misurato dall'avvisatore marittimo Ricci a mezzo radar posizionato sul tetto della torretta: 3,64MN con rilevamento 208° dalla sua posizione.	Lat. 43°29.74'N Lon. 10°15.38'E
M	10/04/1991 - 23.19.56	Posizione del Rimorchiatore Tito Neri VII usando il sistema sessagesimale (Gradi primi e secondi)	Lat. 43°29'55"N Lon. 10°15'34"E
M'	10/04/1991 - 23.19.56	Posizione del Rimorchiatore Tito Neri VII usando il sistema sessagesimale (Gradi primi e secondi) dopo l'applicazione delle correzioni stimate dal CT Mignogna.	Lat. 43°30'06"N Lon. 10°15'42"E
P	12/04/1991	Posizione rilevata da Capitaneria di Porto e Piloti (riportato nella relazione degli assicuratori Navarma)	Lat. 43°29.73'N Lon. 10°15.67'E
Q	*****	Punto rilevato dal CT della NAVARMA (riportato nella consulenza dei CCTT del PM)	Lat. 43°29.75'N Lon. 10°15.45'E
R	*****	Punto rilevato dallo Studio Ansaldo (riportato nella relazione degli assicuratori Navarma)	Lat. 43°29.87'N Lon. 10°15.63'E
S	*****	Punto calcolato partendo dal punto B validato dai CCTT del PM e spostandolo 200m verso prua con nave orientata per 300° (vedi rel. CCTT del PM)	Lat. 43°29.72'N Lon. 10°15.88'E
T	*****	Punto misurato da un non meglio identificato rimorchiatore (riportato nella relazione dei CCTT del PM)	Lat. 43°29.87'N Lon. 10°15.65'E



***«Presentazione del Generale di Brigata  
Angelo Senese alla Commissione  
Parlamentare d'Inchiesta sulle cause del  
disastro del traghetto Moby Prince»***

**Roma, 26 settembre 2017**

### ***Documentazione di riferimento:***

- **Inchiesta Sommaria;**
- **Inchiesta Formale – Vol. I;**
- **Inchiesta Formale – Vol. II – Appendici;**
- **Sentenza di I° Grado del 31.10.1997 ;**
- **Sentenza di Appello emessa dalla Corte di Appello di Firenze del 5 febbraio 1999;**
- **Richiesta di archiviazione inchiesta bis Moby Prince del 5 maggio 2010 della Procura della Repubblica di Livorno.**

# Documentazione di Riferimento



**Inchiesta Sommaria**



**Inchiesta Formale - Vol. I**



**Inchiesta Formale - Vol. II - Appendici**



**Proc. 1° Grado iniziato il 29.11.95  
Sent.za del 31.10.1997**



**Sent. di Appello - Corte di Appello  
di Firenze 5 Febbraio 1999.**



**Rich.Archiv. Inch. bis**

## ***Focus M/C AGIP ABRUZZO***

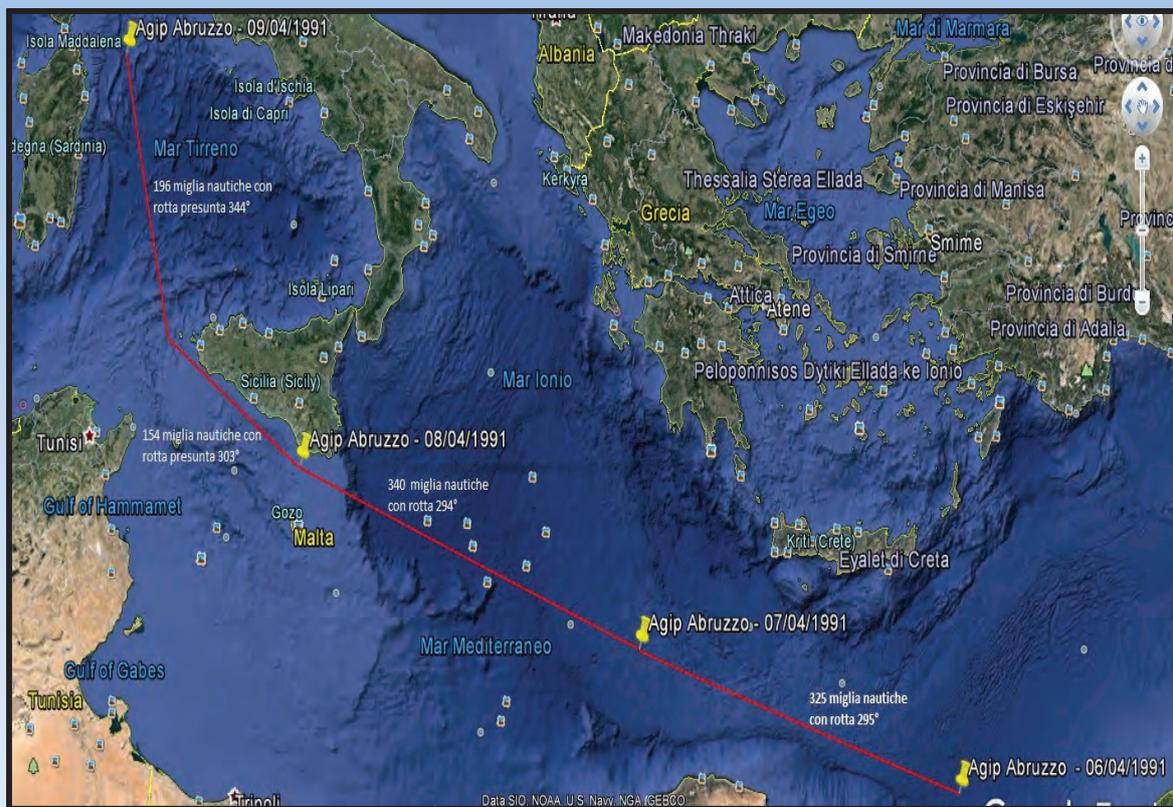
1. **Nr. I.M.O.: 7365473;**
2. **ASSETTO SOCIETARIO:**
  - a. ***Commercial Operator e Beneficial Owner: AGIP S.p.A.***
  - b. ***Registered Owner – ENI S.p.A..***

**Commissionata da SNAM S.p.A. (società Armatrice del Gruppo ENI) - varata l'8 luglio 1976 - consegnata nell'aprile del 1977 – sottoposta a lavori di de-jumbizzazione nel 1987, con ridimensionamento della nave di 63 mt.;**

**Il 5 aprile 1991 è partita dal terminal petrolifero di Sidi Kerir (Egitto) con destinazione dichiarata LIVORNO;**

**Il 9 Aprile 1991, ore 22.30, è giunta in rada del porto di Livorno.**

## Percorso M/C AGIP ABRUZZO



## ***Focus M/C AGIP ABRUZZO***

Le miglia nautiche percorse sono state circa 1575 in un intervallo di tempo pari a 4,5 giorni di navigazione, assumendo una velocità media di crociera di circa 14,6 nodi.

Il 10 Aprile 1991, ore 22.25 circa, è stata coinvolta nel sinistro marittimo con il M/T MOBY PRINCE.

Nell'ottobre del 1991, è stata venduta alla società Incori Shiptrade Ltd. per la demolizione.

Il 31 gennaio 1992, la nave cisterna è stata rimorchiata con destinazione Gadani Beach (Pakistan) per la demolizione. Durante le operazioni di trasferimento ha sostato a Las Palmas ove è avvenuto il cambio di nominativo (ZEUS) e bandiera (SAINT VINCENT & GRENADINES).

## ***Navi nella Rada e nel Porto di Livorno nella notte del 10 Aprile 1991 - posizioni***

Dalla documentazione ufficiale e dai brogliacci dell'Avvisatore Marittimo del porto di Livorno è risultato che la sera del 10 aprile 1991 erano presenti in rada le seguenti navi:

**M/C AGIP ABRUZZO;**

**M/C AGIP NAPOLI;**

**M/C HESPERUS;**

Erano inoltre presenti le seguenti Navi Militarizzate: **CAPE FLATTERY – GALLANT 2 – CAPE SIROS – CAPE BRETON – EFDIN JUNIOR (ESPLOSIVI) – PORT DE LYON (ESPLOSIVI).**

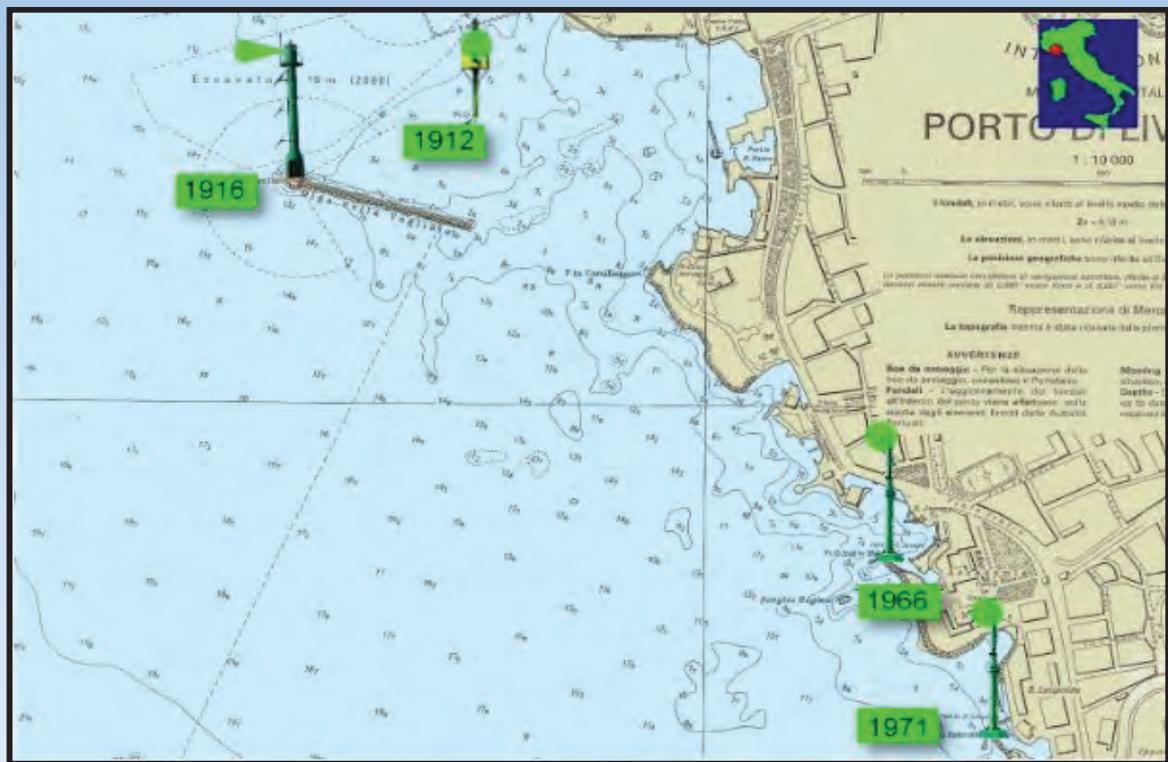


## ***Navi nella Rada e nel Porto di Livorno nella Notte del 10 Aprile 1991 Posizioni e Spostamenti***

Dalla documentazione prodotta dall'Avvisatore Marittimo nella notte del 10 aprile 1991 sono stati individuati i seguenti movimenti in ingresso ed in uscita dal porto di Livorno:

Orario	Arrivo	Partenza
20:30		M/N ADIGE
21:09		M/N MARGARET LYKES
21:30	M/N ATLANTIC HORIZON	
<b>22:14</b>		<b>M/T MOBY PRINCE</b>
22:30		M/N ALDO

## Cartografia del porto di Livorno



### ***Punto di Fonda della M/C AGIP ABRUZZO***

In merito al punto di fonda sono sorte alcune perplessità in quanto è stato oggetto di determinazione da più parti e fornito ripetutamente in occasioni diverse.

Quello indicato dal Comandante Superina, ha collocato la posizione assunta con **“rilevamento 023° dal faro di Livorno, miglia 2,7 dalla testata di ponente della Vegliaia”**. La citata posizione è riportata al punto 59 del questionario, previsto dalla Circolare del Ministero della Marina Mercantile – Direzione Generale del Naviglio, allegato all’Inchiesta Sommaria.

# Punto di Fonda della M/C AGIP ABRUZZO

ALLEG. 1  
Roma, 3 gennaio 1971

**MINISTERO DELLA MARINA MERCANTILE**  
DIREZIONE GENERALE DEL NAVIGLIO

Decreto n° 1 - Sezione IV  
Protocollo N. 214753

**CITCOLARE**  
OGGETTO: Sinistri marittimi - Serie II, n. 1

OGGETTO: Segnalazione dei sinistri marittimi - Procedimento d'inchiesta in base alle disposizioni degli artt. 578 e seguenti Codice Navigazione e degli artt. 465 e seguenti del Regolamento per l'esecuzione del Codice stesso.

In considerazione delle mutate condizioni tecniche e legislative, questo Ministero è venuto nella determinazione di aggiornare le norme contenute nella circolare n. 2062/N del 19 febbraio 1959, Titolo: Sinistri Marittimi, Serie I, n. 43 relative alla segnalazione dei sinistri marittimi ed allo svolgimento dei procedimenti d'inchiesta sommaria e formale.

Pertanto, dalla data di ricezione della presente, le dette norme sono sostituite dalle seguenti:

1. - Ai fini delle inchieste amministrative che l'Amministrazione Marittima deve compiere, nell'impossibilità di dare una definizione precisa e completa, si potrà considerare, in linea di massima, « sinistro marittimo » ogni evento straordinario e dannoso occorso a bordo di qualsiasi natante, la cui entità sia tale da mettere in pericolo la efficienza del natante ai fini della navigazione o da minuire sulla sicurezza della vita umana o sulla sorte del natante o del carico o sulla integrità delle opere portuali ovvero di altro natante.
- In particolare, nel contesto di nave, agli effetti della formale inchiesta, rientrano, come è ovvio, anche le navi da pesca o da trasporto, nonché i galleggianti in genere di qualunque natura e tonnellaggio.
2. - Fatto comunque salvo per tutte le Autorità Marittime l'obbligo di soccorso previsto dall'art. 89 del Codice della Navigazione e quello di informazione stabilito dall'articolo 95 del Regolamento di esecuzione al Codice stesso, compete ai capi di Compartimento Marittimo ed ai Consoli di valutare gli avvenimenti di mare sulla base di tali principi e distinguere i sinistri marittimi veri e propri dagli incidenti di scarsa rilevanza, dei quali si elencano i casi più frequenti e per i quali sarà sufficiente raccogliere sommarariamente gli elementi essenziali sull'accaduto, ai fini di un'eventuale ripertura delle indagini, e far pervenire al Ministero una succincta relazione ove siano menzionate le circostanze in cui l'evento si è verificato e la ragione per le quali si è ritenuto di non considerare un tale evento come vero e proprio sinistro.

1) Incidenti occorsi sulle manovre di maneggio, disarmaggio e rimorchio nei porti ed all'ancora e all'uscita dai porti, quando abbiano causato danni di trascendibile entità, tali che:

- 1) siano facilmente e prontamente riparabili;
- 2) non immobilizzino la nave;

- 34) - No.
  - 35) - SUPERINA RENATO
  - 36) - Fiume
  - 37) - 17.07.39
  - 38) - Genova
  - 39) - 001270/1-
  - 40) - C.S.L.C.
  - 41) - 1975
  - 42) - 21.03.91
  - 43) - Tenente di Vascello (Stato Maggiore)
  - 44) - Nessuna
  - 45) - Nessuna
  - 46) - 30 compreso il sottoscritto
  - 47) - 11
  - 48) - coperta n°8, macchina n°7, camera n°2, cucina 2.  
o m i s s i s . . . . .
  - 49) - Rada di Livorno, 10.03.1971, ore 22.20.
  - 50) - La nave era all'ancora ed era stata colpita, e c'è stato un incendio.  
o m i s s i s
  - 51) - Come 59) - Regolarmente almeno al cambio di ogni quaranta ore con nave alla fonda.  
o m i s s i s
  - 67) - m.11,18
  - 68) - m.11,08
  - 69) - Leggero vento da WSW (lo definirei vento di nebbia, infatti è caratteristico quando la nebbia avanza)
  - 70) - 1 - 1 - 2
  - 71) - calma
  - 72) - calma
  - 73) - 300
  - 74) - non apprezzabile
  - 75) - non osservabile
  - 76) - non più di 200 metri  
o m i s s i s
  - 79) - banchi di nebbia in movimento.
  - 80) - pochi istanti dopo l'urto, appena sono salito in plancia  
o m i s s i s
  - 83) - Nella circostanza ho effettuato personalmente e direttamente le comunicazioni radio a mezzo VHF di plancia.  
o m i s s i s
  - 88) - Contatti radio con Compagnie Livorno e con i rimorchiatori usciti per il soccorso.
  - 89) - Sì
  - 90) - Ottima
  - 91) - Nessuno  
o m i s s i s
  - 96) - Sì
  - 97) - No
- 00025

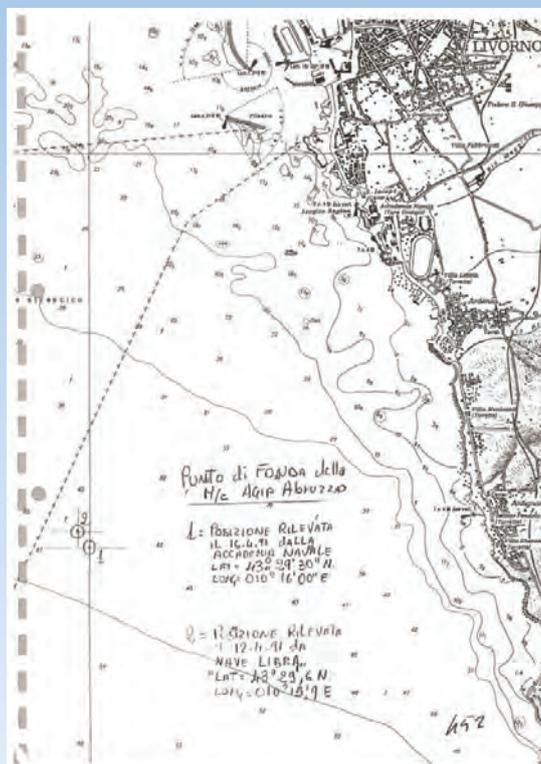
### ***Punti di Fonda della M/C AGIP ABRUZZO forniti e presi in esame nell'Inchiesta Formale***

N.	ORA	LAT.	LONG.	FONTE
1	22:53:27	43°29'N	10°16'E	RT AGIP ABRUZZO
2	23:07:43	43°29.80' N	10°15.30'E	COM/TE SUPERINA
3	23:19:46	43°29.55' N	10°15.34'E	RIMORCHIATORE(*)
4	23:23:25	43°29.80' N	10°15.30'E	CP 232
5	23:25:04	43°28.94' N	10°14.93'E	CP 232 (**)
6	RILEVATA IL 25.4.91	43°29.76' N	10°15.52'E	POSIZIONE ANCORA
7	RILEVATA IL 12.4.91	43°29.60' N	10°15.90'E	NAVE LIBRA
8	RILEVATA IL 16.4.91	43°29.30' N	10°16.00'E	ACCADEMIA NAVALE

(\*) POSIZIONE DEL RIMORCHIATORE E NON DELL' AGIP ABRUZZO.

(\*\*) PROBABILE ERRORE MATERIALE DI 1' DI LATITUDINE: 28 IN LUOGO DI 29.

***Punti di Fonda della M/C AGIP ABRUZZO rilevati  
da Nave Libra e dall'Accademia Navale***

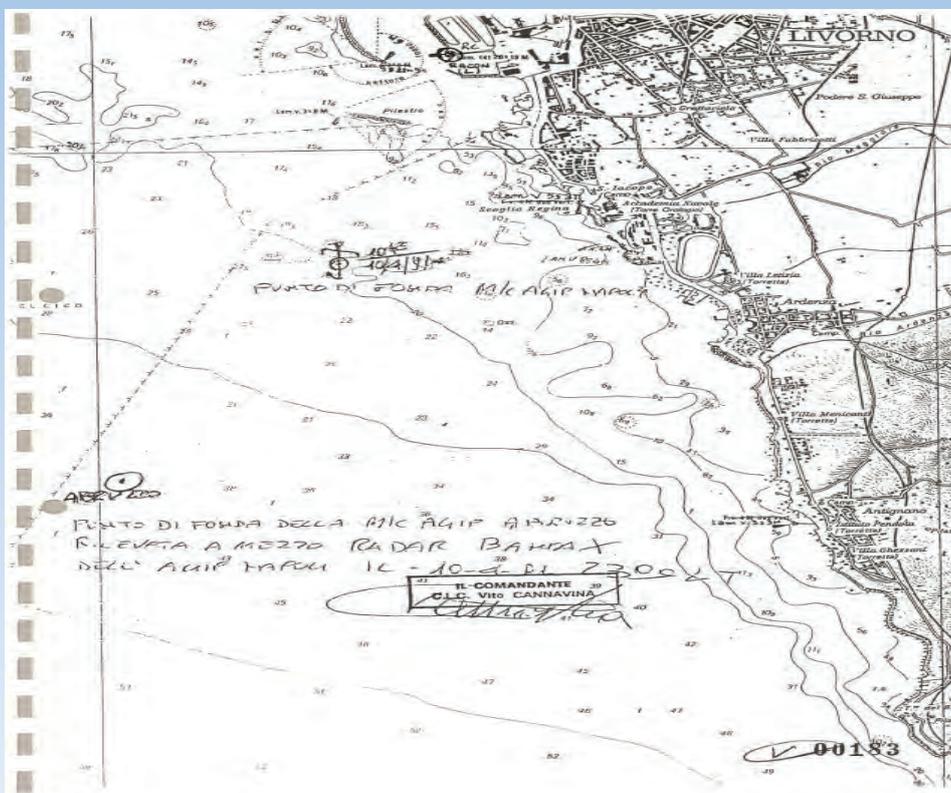


***Punto di fonda AGIP ABRUZZO rilevato dal  
Comandante dell'AGIP NAPOLI***

**Il Sig. Vito CANNAVINA, Comandante dell'AGIP NAPOLI ha dichiarato di aver rilevato la posizione di fonda dell'AGIP ABRUZZO, il 10.04.1991 alle ore 23.00 circa, a mezzo radar con rilevamento ottico, riportandolo su carta nautica.**

**Dall'osservazione con i binocoli, non è riuscito a scorgere la sagoma dell'AGIP ABRUZZO in quanto vedeva soltanto il bagliore delle fiamme.**

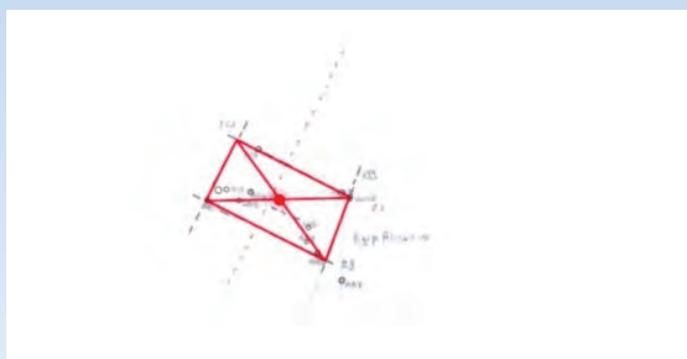
## ***Punto di fonda AGIP ABRUZZO rilevato dal Comandante dell'AGIP NAPOLI***



## ***Punto di fonda AGIP ABRUZZO***

**Nel 2009 la Procura della Repubblica di Livorno ha affidato una consulenza tecnica agli Ammiragli Ingegner Giuliano Rosati e Dottor Giuseppe Borsa (depositata il 17 giugno 2009). In questa relazione tecnica sono stati riportati, su di un elaborato cartografico disegnato a mano dai consulenti, alcuni punti delle presunte posizioni di ancoraggio (14 punti) della petroliera Agip Abruzzo emersi negli anni e solo citati in diversi passaggi delle inchieste e dei processi.**

## ***Punto di fonda AGIP ABRUZZO - elaborato Rosati - Borsa***

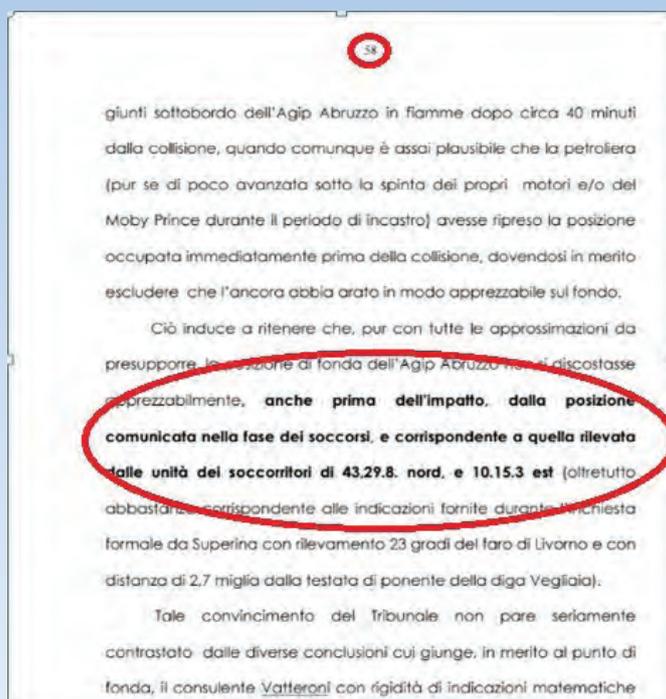




***Punto di fonda AGIP ABRUZZO riportato  
nella sentenza di 1° Grado***

A pag. 58 della sentenza di primo grado – n. 179 Reg.Sen. depositata il 21.01.1998, si legge che **“Ciò induce a ritenere che, pur con tutte le approssimazioni da presupporre, la posizione di fonda dell’Agip Abruzzo non si discostasse apprezzabilmente, anche prima dell’impatto, dalla posizione comunicata nella fase dei soccorsi, e corrispondente a quella rilevata dalle unità dei soccorritori di 43,29.8. nord, e 10.15.3 est”**.

## ***Punto di fonda AGIP ABRUZZO riportato nella sentenza di 1° Grado - pag. 58***



## ***Punto di fonda AGIP ABRUZZO riportato nella sentenza di Appello***

### **Corte di Appello di Firenze, procedimento n. 305/98, Sentenza di appello processo Moby Prince, 5 febbraio 1998**

Corte di Appello di Firenze, procedimento n. 305/98, Sentenza di appello processo Moby Prince, 5 febbraio 1998

**Data di emissione.** 5 Febbraio 1999

**Giudici firmatari.** Marcello Scialoja, Giovanni De Giorgio, Patrizio Turi

**Imputati.** Valentino Rolla

**Sentenza.**

Visto l'art. 605 c.p.p., in riforma della sentenza del Tribunale di Livorno emessa in data 31.10.1997 nei confronti di Rolla Valentino ed appellata dal P.G. e dalle parti civili Loris Rispoli, Pasquale Rispoli, Renata Pellegrini, Umberto Granatelli, Ivanna Porta, Enzo Farnesi, Luca Farnesi, Elsa Donati, Maddalena Ruggeri, Maria Bommarito, Gaetano Bommarito, Silvana Bommarito, Rosaria Bommarito, Salvatore Bommarito, Lorenza Pierleoni, Marco Romano, Rita Ritondo, Giovan Maria Romano, Giuseppe Romano, Adolfo Granatelli e Danilo Molaro, previa concessione all'imputato delle attenuanti generiche prevalenti sulla contestata aggravante, dichiara non doversi procedere nei confronti del Rolla in ordine ai reati ascrittigli perché estinti per intervenuta prescrizione e condanna lo stesso Rolla, in solido con il responsabile civile S.N.A.M. s.p.a., in persona del legale rappresentante, alla rifusione delle spese sostenute in questo grado dalle prime quattordici parti civili sopra indicate, spese che si liquidano in complessive L. 30.000.000 (trenta milioni) di cui L. 1.000.000 per esborsi, oltre I.V.A. e C.A.P. di legge. Stabilisce per il deposito della sentenza il termine di novanta giorni ai sensi dell'art. 544, 3° comma, c.p.p.

***Punto di fonda AGIP ABRUZZO riportato  
nella sentenza di Appello***

Dalla sentenza di appello processo Moby Prince, 5 febbraio 1998, procedimento nr. 305/98 della Corte di Appello di Firenze, si legge che **“.... da questa carta risulta che l’AA sarebbe stato all’interno della zona di interdizione, oltre che secondo la testimonianza dell’avvisatore, anche secondo il punto nave comunicato alle ore 22.50 sul canale 16 dal comandante Superina, 45° dal faro verde della Vegliaia per 2 miglia e mezzo,.....”**

## *Punto di fonda AGIP ABRUZZO riportato nella sentenza di Appello*

sommaria mancano le carte da 23 a 34, cioè l'allegato I, che secondo l'indice conteneva il "Questionario M/C Agip Abruzzo") e l'interesse dei predetti dichiaranti a situare la cisterna fuori dalla zona di interdizione, che giustificano qualche dubbio al riguardo (v. a p. 28 dell'inchiesta formale uno specchietto con altre indicazioni sul punto di fonda della petroliera, alcune delle quali all'interno del cono in cui erano vietati l'ancoraggio e la pesca; secondo l'operatore dell'Avvisatore, Ricci, l'AA si trovava all'interno della zona di interdizione; in proposito vedi nel plico 11 la carta nautica con leggenda applicata: da questa carta risulta che l'AA sarebbe stato all'interno della zona di interdizione, oltre che secondo la testimonianza dell'avvisatore, anche secondo il punto nave comunicato alle ore 22.50 sul canale 16 dal comandante Superina, 45° dal faro verde della Vegliaia per 2 miglia e mezzo, e secondo il perito Fabbricotti, punti FB1 e FB2; sui dati risultanti dalla Trascrizione della registrazione della stazione IPL, vedi sopra).

La posizione indicata da Rolla è preferibile rispetto a quella fornita da Cannavina (pari a metri 4352 dal fanale verde della Vegliaia), che avrebbe il vantaggio di comportare una velocità del MP più conforme a quella prudenziale e di corrispondere maggiormente alle distanze dell'AA dalla Cape Breton e dalla Gallant



Prof. Gian-Aristide Norelli

Professore Ordinario di Medicina Legale

Università degli Studi di Firenze

Prof.ssa Elena Mazzeo

Professore Ordinario di Medicina Legale

Università degli Studi di Sassari

La richiesta che ci viene rivolta è di esaminare sotto il profilo medico legale, la relazione dei Consulenti del Pubblico Ministero, Prof. Bargagna e Collaboratori, al fine di stabilire epoca, causa e mezzi della morte dei soggetti, passeggeri ed equipaggio, deceduti a bordo della *Moby Prince*; si tratta di quesiti che si connotano di aspetti peculiari nel momento in cui assume particolare rilievo stabilire – anche - il periodo di tempo eventualmente intercorrente fra l'inizio dell'esposizione all'agente letifero e la sopravvenienza dell'*exitus* (cosiddetto periodo di incapacitazione, di cui ampiamente si tratta nella relazione sopra citata), non potendosi trascurare, ovviamente, gli aspetti circostanziali, né la consulenza medico legale del Prof. Fiori e Collaboratori, nonché la visione diretta dei reperti fotografici, seppur parziali, dei resti cadaverici, allegati alla relazione per il Pubblico Ministero.

La risposta a detti quesiti, giova premettere, non è semplice, per diversi ordini di considerazioni, formulabili in ordine alla relazione dei consulenti del Pubblico Ministero, connesse da un lato all'epoca in cui fatto si verificò, epoca in cui la Medicina Legale non era ancora sufficientemente preparata ad affrontare catastrofi, come tali complesse da gestire e che richiedono un'organizzazione predefinita e strutturata, con la sincronia di un intervento professionale di più figure dotate di preparazione specifica all'evenienza ed una metodologia operativa codificata.

Perdipiù l'intervento dei Consulenti medico legali fu sostanzialmente viziata dalla impellenza di identificare i resti scheletrici, nel senso di attribuire ai resti stessi una identità, per la pressione mediatica e dei familiari dei deceduti, che reclamavano il diritto a riavere per l'ultimo saluto i propri cari.

Questo ultimo aspetto ha fortemente condizionato l'operato medico legale al punto tale che sui cadaveri biologicamente identificabili *de visu* o per effetti personali vicini al luogo di rinvenimento dei resti non è stato eseguito alcun accertamento né autoptico né tossicologico, a comprova dell'esigenza primaria della restituzione ai familiari.

In altri termini, l'accertamento dei consulenti del Pubblico Ministero, seppur comprensibilmente, ma solo sotto il profilo umano e non certo giudiziario, è stato finalizzato a fornire una identità ai resti, ma non a delinearne le cause, i mezzi ed i tempi di morte rispetto all'applicazione dell'agente letifero.

Ne è riprova il fatto che:

1. nessun accertamento è stato eseguito sulle vie respiratorie anche di soggetti relativamente integri al fine di evidenziare la presenza di fuliggine o polveri, tranne che sul cadavere 70,
2. nessun accertamento è stato eseguito per tentare di stabilire se le lesioni riscontrate sui corpi si realizzarono ante o postmortem
3. nessuna importanza fu attribuita all'ubicazione dei corpi all'intero dei locali della nave, indubbiamente diversificati per interessamento da parte delle fiamme e dei fumi.

Sotto il profilo metodologico medico legale non può che rilevarsi una gravissima inadempienza, che a distanza di tanti anni, ancora propone perplessità, dubbi e necessità di rivisitazione dei dati all'epoca, seppur sommariamente ed approssimativamente rilevati.

Con tale finalità, cioè quella di fornire elementi tecnici diversi ed ulteriori rispetto a quelli riscontrati all'epoca del fatto, si sono confrontati tutti i dati tecnici medico legali, criticamente analizzati con i dati

oggettivo-circostanziali e, per quanto possibile fotografici dei resti cadaverici; a tale ultimo proposito, non può che segnalarsene la parsimonia, che rende ancor più complessa la corretta risposta ai quesiti proposti.

Detto confronto è stato esperito fra:

1. luogo del rinvenimento
2. eventuale riscontro tossicologico
3. ruolo del soggetto in nave (passeggero, personale)
4. constatazione delle condizioni del cadavere (intensità di carbonizzazione, presenza di ipostasi e colorazione ecc)
5. sede delle aree corporee interessate dall'insulto delle fiamme
5. posizione assunta dal corpo ( a lottatore, a statua ecc)
6. permanenza di formazioni pilifere

In termini più espliciti e per chiarificare:

1. è palese che per alcuni resti scheletrici nessuna importanza poteva assumere il rilievo fotografico per la pressochè totale distruzione degli stessi
2. è altresì indubbio che per i soggetti non devastati, più riscontri fotografici, in posizione supina e prona avrebbero potuto fornire sostanziali informazioni sulle cause della morte ed eventualmente sul periodo di sopravvivenza all'insulto traumatico, qualunque esso fosse.

Perdipiù, la relazione dei consulenti del Pubblico Ministero, in realtà si conclude molto superficialmente ed acriticamente in riferimento al periodo intercorrente fra l'insulto traumatico e la morte dei componenti della Moby Prince; infatti, vi si legge a pg. 353 che: "a seguito dell'incendio, in ogni parte della nave e in pochi minuti, le condizioni ambientali siano divenute incompatibili con la vita. Esse hanno dato luogo, con ogni verosimiglianza, in tutte o quasi tutte le persone, a quello stato che precede il decesso in vicende disastrose, come quella in questione, denominato 'stato di incapacitazione' e di cui già si è fatto cenno nelle ultime righe della trattazione del quesito in ordine alla causa di morte". Il Collegio non ritiene (pag. 354) "che vi siano state rilevanti differenze nella sopravvivenza tra gli occupanti della nave". Le stesse conclusioni sono tratte anche per coloro che sono stati trovati all'aperto ove si ipotizza che l'aria sia stata gravemente alterata per la presenza di fumo e gas. Ed anche per coloro che sono stati ritrovati nella sala macchine si ipotizza che la durata della vita sia stata analoga a quella delle altre persone. Nella fase conclusiva delle argomentazioni (pag. 357) i consulenti affermano che "sulla scorta dei dati circostanziali, ritenute attendibili le testimonianze rese dal solo superstite, vi è ragione di credere che LA MORTE SIA GIUNTA, PER TUTTE LE 139 PERSONE RIMASTE A BORDO, NEL VOLGERE DI NON PIU' DI UNA MEZZ'ORA."

Ed ancora nella relazione tossicologica del Prof. Giusiani sono espressi concetti solo apparentemente analoghi poiché in realtà il Prof. Giuliani afferma testualmente: "... è logico supporre che per fenomeni complessi I VARI SOGGETTI ABBIANO SOPRAVVISSUTO TEMPI DIVERSI CON UNA SOPRAVVIVENZA MAGGIORE PER I SOGGETTI CHE PRESENTANO ALLE ANALISI LIVELLI EMATICI PIU' ELEVATI PER UNO DEI DUE TOSSICI O PER ENTRAMBI IN QUANTO HANNO AVUTO UN MAGGIORE TEMPO PER METABOLIZZARE I TOSSICI IN QUESTIONE". IL DATO RELATIVO ALLA PERCENTUALE DISATURAZIONE DELL'EMOGLOBINA DA PARTE DELL'OSSIDO DI CARBONIO (HbCO%) POSSA ESSERE DIRETTAMENTE CORRELATO, a parità di concentrazione ambientale di ossido di carbonio, CON IL TEMPO DI SOPRAVVIVENZA. In particolare:

I cadaveri sono spesso carbonizzati in tutto o in parte. La carbonizzazione può essere vitale, nel senso che si è prodotta su di una persona viva e ne ha causato la morte, oppure può essere post-mortale, nel senso che le fiamme hanno investito una persona già morta e in tal caso la ricerca della carbossiemoglobina nel sangue – se negativa – serve a dimostrare appunto che il corpo bruciato era quello di un cadavere. Se invece la carbossiemoglobina è presente – se positiva – allora è possibile ritenere anzitutto che la persona sia bruciata viva. Lo specifico tasso di carbossiemoglobina ci aiuterà a capire se la morte sia stata causata dalle fiamme o dall'inalazione dei gas. Esiste infine un'ultima rilevante possibilità, che bene può attagliarsi, secondo i relatori, al caso in oggetto: cioè di persone non morte a causa delle fiamme, ma prive di coscienza a causa dei gas e morte successivamente, prima che le fiamme raggiungano il cadavere e lo carbonizzino.

In tal caso si esclude una morte dovuta alla diretta azione delle fiamme”.

Il ragionamento è quantomeno in parte condivisibile, ma ciò che sostanzialmente manca a rendere inattaccabile il dato tossicologico è proprio quello medico legale, metodo principe e cardine nella formulazione della risposta ai quesiti proposti.

Ma a prescindere da errori, più o meno palesi della relazione dei Consulenti del Pubblico Ministero e solo in parte comprensibili, come sopra specificato, non vi è dubbio che non si è in grado di fornire risposte scientificamente corrette per tutti i cadaveri rinvenuti, poiché alcuni resti risultano talmente compromessi dall'azione delle fiamme da rendere impossibile formulare anche solo una mera ipotesi sulle cause della morte, mentre per altri soggetti la carenza dei dati da analizzare, consentendo ipotesi, come tali non sostenibili.

Tuttavia, se una risposta adeguata non è possibile per tutti i resti, per alcuni si è in grado di proporre la causa della morte ed anche, seppur approssimativamente, per i soggetti primitivamente deceduti per intossicazione da monossido di carbonio, anche il periodo di sopravvivenza all'esposizione dell'agente letifero.

1. Il caso più eclatante riguarda il cadavere n. 7 (Rody Antonio) giunto all'osservazione medico legale, secondo quanto trascritto nella relazione dei consulenti del PM :”estesamente carbonizzato con arti superiori atteggiati a lottatore e arti inferiori in estensione. Tegumenti del capo interessati da estesi fenomeni di carbonizzazione...Tronco palesante ampie brecce da colore, soprattutto alle regioni laterali, con messa allo scoperto dei residui visceri toraco-addominali anch'essi carbonizzati. Grave distruzione del bacino con quasi completo distacco degli arti inferiori dal tronco. Parzialmente conservata dalla carbonizzazione la regione tarso-metatarsica del piede destro (protetta dalla calzatura”; le indagini tossicologiche sul sangue del cadavere fecero rilevare HbCo% 22,4. Vi è anzitutto da dire che una concentrazione pari a 22,4 permette di escludere che il decesso di verificò per intossicazione da monossido di carbonio.

Ma vi è un dato circostanziale che ci aiuta a comprendere non solo la causa della morte ma anche il periodo di sopravvivenza del soggetto all'interno della Moby: risulta infatti, dalle riprese di una telecamera di un elicottero dei carabinieri che alle 7,30 del mattino successivo al disastro sorvolò la nave, che sul ponte di poppa, si trovava un uomo disteso ed immobile, ma perfettamente integro così come integri erano gli abiti indossati, mentre sullo stesso ponte vi erano altri corpi del tutto carbonizzati. Due ore dopo, quando i vigili del fuoco salirono a bordo, lo stesso corpo era del tutto carbonizzato, così come si presentò all'esame medico legale.

Tale dato oggettivo, in uno con il riscontro della modesta concentrazione di HbCO permette di affermare che Rody Antonio salì sul ponte di poppa in epoca di molto successiva a quando vi salirono gli altri soggetti (carbonizzati già alle 7,30 del mattino) e con più precisione, se è vero come risulta dalle riprese che due ore dopo il suo avvistamento, si era concluso il fenomeno di

carbonizzazione, poco prima che l'elicottero sorvolasse la nave, la morte si determinò per l'irradiazione del calore del ponte rovente su un soggetto incapace di sollevarsi dal ponte stesso.

2. Il secondo caso riguarda i cadaveri contrassegnati dai n. 133 e 134 rinvenuti nel WC donne del ponte di coperta – cabine di II classe.

Il cadavere n. 133 fu descritto dai consulenti del PM nei termini seguenti :”..integro, in relativo buono stato di conservazione, con tipico atteggiamento a lottatore...stadio enfisematoso con aree di epidermolisi putrefattiva miste ad ustioni di vario grado su tutto l'ambito corporeo”. L'indagine tossicologica fece rilevare HbCo% pari a 52.

Il cadavere 134 fu descritto nei termini seguenti :” cadavere relativamente integro ...Tutto l'ambito corporeo è sede di profonde ustioni con estese aree di carbonizzazione tegumentaria; parziale carbonizzazione del cranio con abbruciamento del cuoio capelluto e perdita dei piani ossei sottostanti con soluzione di continuo in regione frontale mediana e temporale destra; parti molli del collo e della regione anteriore del tronco largamente fissurate”. Le indagini tossicologiche fecero rilevare HbCo% pari a 18.

Il primo aspetto di tutta evidenza è che la concentrazione di monossido di carbonio risultava molto elevata in 133 e modestissima in 134, cosicché il primo soggetto (133) è sopravvissuto molto più a lungo del secondo (134) e che l'elevata concentrazione di HbCO nel 133 sia stata sufficiente ad indurre uno stato di incapacitazione e quindi la morte, per cui le fiamme attinsero un soggetto già cadavere e solo in parte, tanto che non fu segnalata carbonizzazione. Diverse considerazioni possono formularsi per il soggetto 134, che non inalò ossido di carbonio (la concentrazione di HbCO può ritenersi pressochè irrilevante) e quindi non subì né stato di incapacitazione e non decedette per intossicazione da HbCO. Difficile immaginare una causa diversa dall'azione delle fiamme, stante la giovane età (23 anni).

3. Un caso del tutto particolare riguarda la bambina indicata dal n. 108, che risulta descritto nei termini seguenti :”..in gran parte abbruciato, con carbonizzazione dei tegumenti del capo, della metà prossimale dell'avambraccio destro...e della porzione distale dell'arto superiore sn (soprattutto alla mano) , della metà sn del torace e dell'addome e del ginocchio dx; vi sono brecce da calore alla regione del fianco e alla radice della coscia a sn” Su detto cadaverino non furono eseguiti accertamenti tossicologici, ma merita segnalare che lo stesso fu rinvenuto sotto il cadaveri identificati con i n. 106 e 107 (che mostrarono un HbCo rispettivamente pari a 54,5 e 71,8; è del tutto plausibile che le fiamme la abbiano attinto quando era ancora in vita e sovrastata dai due altri corpi che ne hanno sostanzialmente preservato il tronco, posto che le parti interessate dalle fiamme stesse risultano le estremità.

4. Si dissente con le conclusioni del Prof. Giusiani, riportate nella presentazione power point in Senato, in relazione al soggetto indicato con il n. 26, rinvenuto nella sala macchine e descritto dai consulenti del PM, nei termini seguenti :”...cadavere...complessivamente integro e dai caratteri del volto ben riconoscibili.. ..Ipostasi di colore rosso acceso. Macchia verde putrefattiva ...Non segni evidenti di ustioni” e che presentò alle indagini tossicologiche HbCO % pari a 61,6.

Il Prof. Giusiani ritenne che anche per tale soggetto la morte sopravvenne nell'arco di 30 minuti.

A nostro avviso nel caso specifico, ci sono alcuni elementi che non sono stati considerati: anzitutto il soggetto si trovava in un ambiente chiuso, non raggiunto dalle fiamme e quindi è stato esposto a concentrazione di ossido di carbonio più basse per un tempo più lungo (rispetto ad altri ambienti), che ben può ritenersi anche di qualche ora.

Ulteriori osservazioni possono formularsi, in sostanziale accordo con quanto affermato dal Prof. Fiori e dal Prof. Chiarotti, in merito alle cause della morte degli occupanti la nave considerando la diversità della concentrazione di HbCO rilevata nei cadaveri in base al luogo di rinvenimento, con particolare riferimento ai soggetti rinvenuti nel salone De Luxe, per i quali è del tutto attendibile che diverse furono le cause della morte (azione diretta delle fiamme, ecc), ma che hanno

certamente avuto diversi periodi di sopravvivenza, da pochi minuti per coloro con HbCO% molto basse, quali il n. 73 (16,3), 75 (11,6), 88 (17,5), 90 (19,2), 91 (15,7), 92 (18,9), a tempi anche molto superiori, fino a poter ipotizzare anche più di un'ora, per i soggetti indicati dal n. 81 (57,6) integro, n. 98 (77,5), peraltro attinto dalla fiamme solo alla parte superiore del corpo, con indumenti intatti, n. 107 (71,8).

Diversa la situazione in altri ambienti, ove, ancora la situazione è molto eterogenea, quale ad esempio, il vestibolo cabine di II classe, in cui il cadavere n. 35 presentava HbCO% pari a 10 ed il n. 27 pari a 73,7.

In definitiva la Medicina Legale può fornire, nei disastri di massa, indicazioni assai utili ed importanti, non solo sul piano identificativo, ma segnatamente sulle cause della morte, sull'epoca della stessa e, soprattutto per cercare di ricostruire nei limiti del possibile ed in riferimento alla considerazione di eventuali condotte che potrebbero risultare oggetto di indagine anche successivamente, per cercare di ricostruire la dinamica degli eventi. Per poter considerare tali aspetti, peraltro, occorre che i dati siano assunti in modo corretto e nello stesso modo siano riportati, ove non sia possibile ripeterne direttamente (come nel caso di specie, tenuto conto del lungo tempo decorso dall'evento). Per di più, nel caso di cui ci si occupa, anche il rilievo dei dati circostanziali appare assai carente, per cui, anche in termini di compatibilità, il parere è assai difficile da esprimere.

Esaminando quanto operato all'epoca, si deve notare che la descrizione dei corpi è perlopiù sommaria, segnatamente per quanto riguarda eventuali ipotesi di vitalità o meno delle lesioni, non sono state eseguite autopsie anche quando i corpi apparivano integri, per cui non può dirsi se vi fosse lesività concorrente oltre a quella valutata da agente tossico né se vi fosse patologia spontanea intervenuta che potrebbe aver anticipato il decesso. Non risultano acquisiti rilievi fotografici (assunti con finalità medico-legali) che consentano, almeno per la maggior parte dei corpi, di ricostruire il periodo precedente la morte.

In altri termini per valutare il tempo di sopravvivenza, sarebbe necessario conoscere:

- 1) Il momento in cui è iniziato l'incendio che, ai presenti fini, ha valore non tanto come momento in cui materialmente è avvenuta la collisione e sono divampate le fiamme, bensì come epoca in cui avrebbero potuto intervenire i soccorsi, successivamente alla mobilitazione;
- 2) Il periodo di sopravvivenza dei singoli soggetti, che ha rilievo giuridico e medico-legale, per l'aspetto che qui interessa, nel solo caso in cui possa dimostrarsi che un intervento tempestivo avrebbe potuto concretamente evitare il danno;
- 3) Per quanto tempo le vittime sono state esposte all'insulto mortale, al fine di accertare se un intervento fosse concretamente possibile all'interno di detto periodo, con altrettante concrete possibilità di successo.

Muovendo dalle osservazioni deducibili dalle risultanze medico-legali, risultano noti soltanto alcuni elementi ed in particolare:

- 1) Il livello della COHb;
- 2) Il livello della CNHb
- 3) La descrizione non sempre completa dell'azione della fiamma (ustione, carbonizzazione, ecc.).

Peraltro, il livello della COHb ci fornisce solo elementi per dedurre che vi sia stato tempo di sopravvivenza più o meno prolungato, secondo il livello raggiunto (nulla è dato sapere, però, rispetto al momento in cui è iniziata l'inalazione, se sussistessero concomitanti concause di morte, se l'azione della fiamma si è prodotta in vita o meno); analogamente può dirsi per il rilievo della CNHb, mentre per l'azione della fiamma nulla è possibile dire se non che questa ben potrebbe essersi determinata anche a distanza di tempo rilevante rispetto all'avvenuto decesso.

Considerando la situazione, inoltre, emergono elementi significativi che devono essere considerati:

1) Un numero rilevante di salme fu rinvenuto nel salone De Luxe, ove le persone si erano raccolte dopo aver recuperato i bagagli ed i giubbotti salvagente. Un lasso di tempo “misurabile” perché tutti i passeggeri ivi convenuti recuperassero gli effetti personali, potrebbe essere calcolato; a questo deve aggiungersi il tempo necessario al fumo per penetrare attraverso il sistema di aereazione, il tempo di inalazione ed il tempo necessario alle fiamme per raggiungere i corpi;

2) Soggetti mantenutisi all'esterno o comunque non concentrati in un ambiente ristretto, per di più esposti a lesività traumatica derivante dall'addensamento in un unico ambiente, avrebbero potuto sopravvivere più a lungo, in quanto l'esposizione agli agenti traumatizzanti (fumo, fiamme) avrebbero potuto dilazionarsi (o, al contrario, addirittura risultare più precoci).

In definitiva, alla luce delle carenze operative di cui si è detto, le uniche osservazioni che allo stato possono farsi sul piano medico-legale sono le seguenti:

1) L'indagine medico-legale risultò carente, sia per quanto attiene la segnalazione della sede e delle modalità di rinvenimento dei corpi, sia per quanto attiene la tipologia di indagini condotte;

2) L'assunto secondo cui in tutta la nave e nel volgere di pochi minuti (mezz'ora circa al massimo) si sarebbero create analoghe condizioni di incompatibilità di sopravvivenza, non è accettabile, in base alla scarsità degli elementi di conoscenza, ma anche e soprattutto per l'ovvia considerazione secondo cui le vittime non vennero tutte a trovarsi nelle medesime condizioni di ambiente e con le stesse modalità temporali;

3) Neppure è possibile, d'altronde, esprimere ipotesi attendibili sulle effettive possibilità dei diversi soggetti di sopravvivere più a lungo, ove si consideri, ad esempio, che se situazioni di spazio confinato, verisimilmente espongono ad una più massiva e precoce esposizione alla tossicità dei fumi ed a diverse modalità di azione traumatologica (accalcamento), il confinamento potrebbe agire da protezione all'azione diretta delle fiamme. D'altronde, se la presenza all'esterno potrebbe facilitare la sopravvivenza in talune circostanze, in altre (ove, ad esempio, il soggetto venisse raggiunto dall'azione di fiamma immediatamente non avendo potuto attuare una manovra di allontanamento) il decesso si manifesterebbe addirittura in forma immediata;

4) Da ultimo, ma non per importanza, un arrivo dei soccorsi tempestivo, senza, però, che i soccorsi stessi potessero agire stanti le condizioni di inaccessibilità della nave ed i passeggeri non potessero tuffarsi in acqua, non avrebbe potuto evitare il determinarsi del danno, con ipotesi di ricorrenza diverse da quello che in effetti ebbe a manifestarsi;

5) Vero è che se si calcola il tempo necessario per sviluppare le prime fasi del piano di evacuazione e si presume che la scelta della sede di concentrazione dovesse essere idonea a procedere tempestivamente alle operazioni di salvataggio, si può dedurre che un ulteriore periodo di tempo avrebbe potuto essere a disposizione per consentire le successive manovre, il che supera ampiamente il termine di mezz'ora indicato, non condivisibilmente, come tempo certo ed uguale per tutti i passeggeri, di sopravvivenza. Da sottolineare, anche, che se il piano di evacuazione si è sviluppato secondo le regole consigliate, è difficile pensare che l'incendio abbia raggiunto gli ambiti da cui poteva presumersi una via di fuga, in tempi così rapidi come si è interpretato.

**COMMISSIONE PARLAMENTARE DI INCHIESTA DEL  
SENATO DELLA REPUBBLICA SULLE CAUSE DEL DISASTRO  
DEL TRAGHETTO MOBY PRINCE**

**RELAZIONE CONCERNENTE LA STIMA DEI PRESUMIBILI  
TEMPI DI SOPRAVVIVENZA DELLE PERSONE A BORDO DEL  
TRAGHETTO MOBY PRINCE A SEGUITO DELL'INCENDIO  
SOPRAGGIUNTO DOPO L'URTO CON LA  
PETROLIERA AGIP ABRUZZO**

**IL FATTO**

Il traghetto Moby Prince aveva una stazza lorda di 6187 t con una lunghezza di 131 m e larghezza di 20 m. Secondo le fonti, la sera del 10/04/1991 erano presenti a bordo 66 membri dell'equipaggio e 75 passeggeri. Nel garage del ponte principale, vi erano 30 auto, 2 moto, 2 furgoni, 2 camioncini e un camion che trasportava un barca in vetroresina; in particolare, nella parte sinistra c'erano 16 auto e due moto, nella zona centrale 4 auto, 2 furgoni, 2 camioncini, 1 camion con la barca e in quella a destra 10 auto.

Alle ore 22.25, pochi minuti dopo la partenza dal porto di Livorno, il traghetto Moby Prince è entrato in collisione con la petroliera Agip Abruzzo e, a seguito dell'incendio che ne è conseguito, hanno trovato la morte 140 persone.

Dopo circa 1 h e 20 min dalla collisione una persona era viva ed è stata tratta in salvo.

Alle ore 24 circa l'incendio sulla nave era in fase avanzata di sviluppo.

Molte persone rinvenute nel salone De Luxe indossavano i giubbotti di salvataggio.

Alcuni componenti della squadra antincendio sono stati ritrovati, con i corpi estesamente carbonizzati e mediamente con il 40% di carbosiemoglobina nel sangue, nella zona a poppa del ponte imbarcazioni.

Due persone sono state rinvenute in sala macchine, con i corpi perfettamente integri, delle quali una con valori percentuali di carbossiemoglobina nel sangue pari al 61,6% e assenza di acido cianidrico.

Con delibera del 22/07/2015, pubblicata in Gazzetta Ufficiale 24/07/2015, il Senato della Repubblica ha istituito una “*Commissione parlamentare di inchiesta sulle cause del disastro del traghetto Moby Prince*”.

Con lettera prot. n° 279 del 22/09/2016, prot. n°339 del 26/10/2016 e prot. n° 338 del 26/10/2016, il Sig. Presidente della Commissione parlamentare, Sen. Silvio Lai, ha rispettivamente nominato i Sottoscritti Ing. Antonio La Malfa, Ing. Emanuele Gissi e Ing. Salvatore La Malfa, Consulenti a tempo parziale e a titolo gratuito della Commissione.

Ai Consulenti è stato richiesto di indicare i presumibili tempi di sopravvivenza delle persone che si trovavano a bordo a seguito dell’incendio che si è verificato sul traghetto Moby Prince.

Tutto ciò premesso, considerato quanto è attualmente a conoscenza dei sottoscritti Consulenti, si espone quanto segue.

## **GENERALITA’ SULLA PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UNA NAVE**

Una nave è progettata, costruita ed arredata in modo da minimizzare il rischio di incendio, secondo le norme e le tecnologie esistenti al momento della realizzazione del progetto, ed evitare, qualora quest’ultimo si manifestasse all’interno di un locale, che possa propagarsi velocemente agli ambienti immediatamente adiacenti.

L’insieme degli accorgimenti costruttivi (pareti, porte e serrande tagliafuoco), definiscono la cosiddetta *protezione passiva* antincendio. I mezzi di estinzione, sia fissi che mobili, di rivelazione e di segnalazione d’incendio individuano invece la *protezione attiva antincendio*.

Le navi sono, quindi, dotate di misure di protezione passiva antincendio (ad esempio, compartimentazione antincendio) costituite da strutture orizzontali e verticali resistenti al fuoco, nonché da serrande tagliafuoco, che consentono di evitare, per un determinato tempo, nel caso che si verifichi un incendio al loro interno, la diffusione dei prodotti della combustione dal luogo di origine dell’incendio, o comunque interessato dalla presenza di fumo e gas di combustione, ai vari ambienti in cui esse si articolano.

Generalmente, le navi non hanno, però, una adeguata protezione passiva antincendio nel caso di incendi che provengano dall’esterno e, quindi, dal mare; infatti, i fasciami esterni delle navi hanno delle zone di particolare vulnerabilità, che sono costituite dalle superfici vetrate, attraverso le

quali è possibile che un incendio che si produca sulla superficie di mare circostante possa poi propagarsi all'interno della nave.

Le norme internazionali a cui il progettista, il cantiere navale costruttore e l'armatore devono fare riferimento per la protezione antincendio sono contenute nel capitolo II “*Protezione antincendio, rivelazione antincendio ed estinzione degli incendi*” della Convenzione internazionale SOLAS (*Safety of life at sea*) dell'Organizzazione Marittima Internazionale (IMO). Tali norme sono recepite nelle leggi dello Stato di cui la nave batte bandiera e dai Regolamenti degli Enti di classifica.

Dal punto di vista strutturale, in tutte le navi la protezione passiva antincendio è ottenuta suddividendo lo scafo e le sovrastrutture con divisioni (paratie e ponti) aventi particolari requisiti di resistenza meccanica e termica. I requisiti minimi riguardanti il grado di resistenza al fuoco, nonché le proprietà di isolamento termico di ponti e paratie sono determinati attraverso prove standard al fuoco, eseguite in appositi laboratori di misura; tali prove consistono nel disporre un campione di lamiera di dimensioni standard con una superficie esposta all'azione della fiamma generata in un forno, la cui temperatura varia nel tempo, secondo criteri prestabiliti.

A seconda della capacità di resistenza al fuoco i ponti e le paratie sono suddivise in tre classi in termini di protezione passiva dall'incendio:

- **Classe A:** appartengono a questa classe ponti o paratie costituite da lamiera in acciaio o materiale equivalente dello spessore minimo di 4 mm, irrigidite con idonee strutture di rinforzo, e coibentate in modo continuo con materiale isolante e incombustibile, solitamente lana di roccia. Esposte al fuoco devono rimanere integre per 60 min non permettendo il passaggio di fiamme, fumo, gas e vapori. La lettera A è seguita da un numero, 15, 30 o 60, con il quale si indica il tempo minimo garantito in min durante la prova di laboratorio affinché la temperatura della superficie non esposta alla fiamma raggiunga il valore medio di 139 °C con un massimo in un punto di 180 °C.
- **Classe B:** appartengono a questa classe ponti e paratie comunque costituite, di materiale isolante e incombustibile. Esposte al fuoco devono rimanere integre per 30 min non permettendo il passaggio di fiamme, fumo, gas e vapori. La lettera B è seguita da un numero, 15 o 30, con il quale si indica il tempo minimo garantito in min durante la prova di laboratorio affinché la temperatura della superficie non esposta alla fiamma raggiunga il valore medio di 139 °C con un massimo in un punto di 225 °C.
- **Classe C:** appartengono a questa classe ponti e le paratie costruite con materiali incombustibili, ma che non soddisfano ai requisiti richiesti dalla prova standard del fuoco.

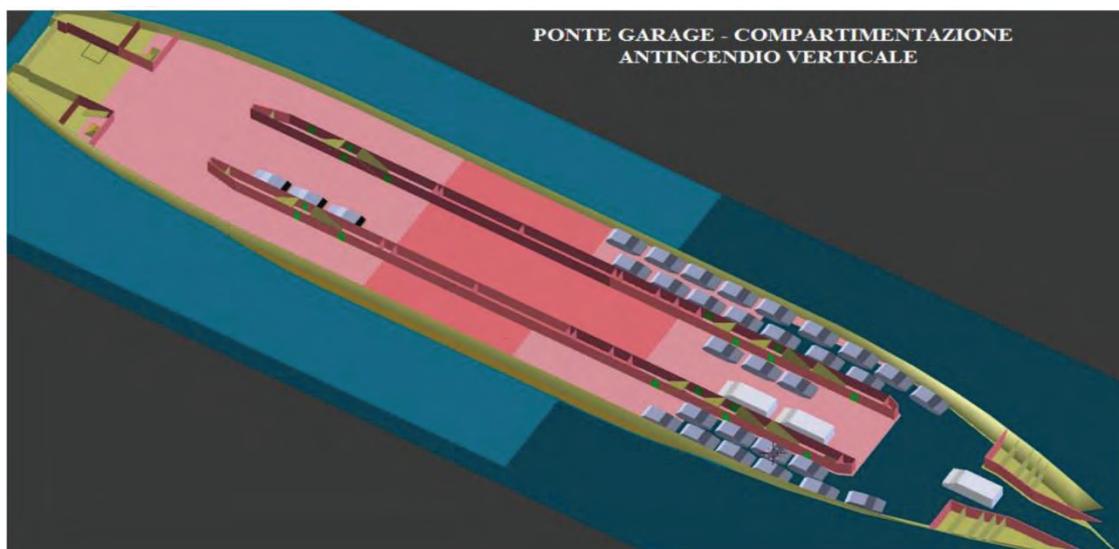
Nelle navi passeggeri la Convenzione SOLAS prescrive che scafo e sovrastrutture vengano suddivise in zone verticali principali, delimitate da paratie trasversali in classe A, la cui distanza in ogni ponte sia in generale non superiore a 40 m, che si estendono verticalmente fino all'ultima sovrastruttura.

Queste paratie al di sotto del ponte principale sono normalmente corrispondenti alle paratie di compartimentazione di galleggiabilità. Le eventuali aperture devono essere munite di chiusura tagliafuoco aventi caratteristiche, sia in termini di robustezza strutturale che di protezione antincendio, adeguate alle paratie su cui sono dislocate. Le porte tagliafuoco devono essere provviste di sistemi di chiusura manuali ed automatici.

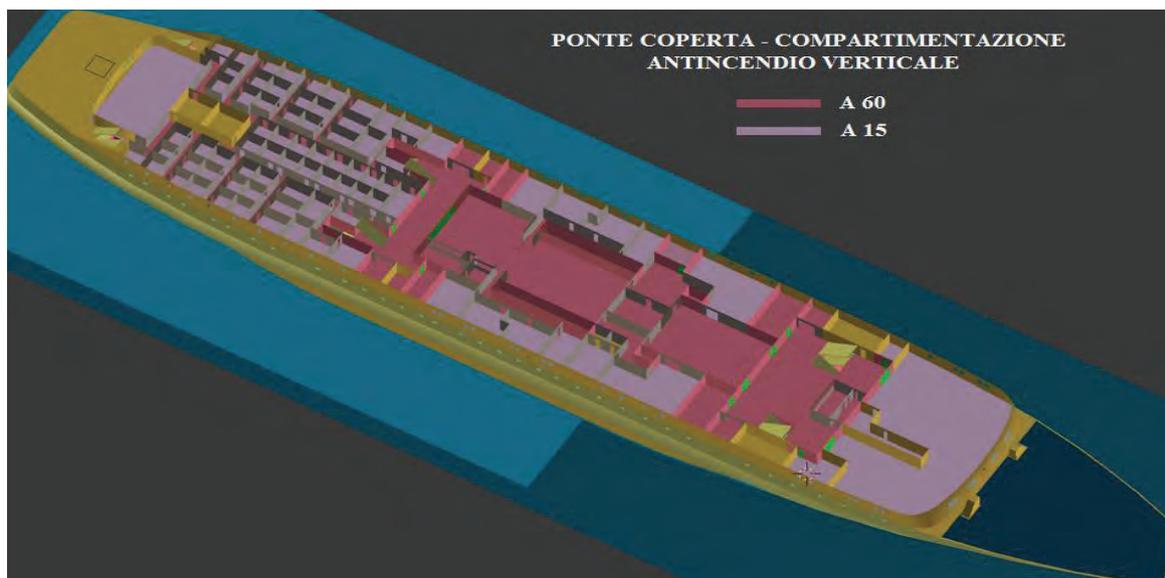
I locali all'interno delle zone verticali principali sono separati da ponti e paratie di classe A, B oppure C in base a quanto prescritto dalla SOLAS in apposite tabelle che tengono conto della destinazione d'uso dei locali adiacenti.

## LA PROTEZIONE PASSIVA ANTINCENDIO DEL TRAGHETTO MOBY PRINCE

Il ponte metallico di separazione orizzontale fra il garage e i locali situati sopra il ponte di coperta ha differenti protezioni dal fuoco; in particolare, nella parte sottostante il salone De Luxe esso è in grado di resistere agli effetti provocati dall'incendio per un tempo di 60 min, mentre in quella sottostante le cabine di lusso, di seconda classe e il Duty Free Shop tale valore è appena di 15 min.



Una elevata superficie del ponte di coperta, comprendente anche il salone De Luxe, è separata dalle zone di prua e di poppa con pareti aventi resistenza al fuoco di 60 min.



I fasciami esterni del traghetto in corrispondenza dei locali alloggi e cabine hanno solo coibentazione termica, con funzione di contenimento della dispersione termica a supporto dell'impianto di condizionamento in fase estiva ed invernale, ma non ne viene definita una classe di protezione dal fuoco.

Le cabine De Luxe e quelle di seconda classe, nonché il locale Duty Free Shop, che si trovano in adiacenza al salone De Luxe nella parte sinistra del traghetto, non hanno dunque pareti esterne aventi particolari requisiti di resistenza al fuoco.

Le pareti esterne presentano, inoltre, delle finestre di vetro (spessore 8 + 8 mm) che costituiscono delle superfici vulnerabili all'incendio, poiché il vetro può collassare a seguito di un forte irraggiamento termico, e rappresentano, quindi, una possibile via di penetrazione del fuoco dal mare all'interno del traghetto.



## PERICOLOSITA' DEGLI INCENDI CHE SI VERIFICANO ALL'INTERNO DI UNA NAVE

L'incendio all'interno di una nave è generalmente suscettibile di creare rapidamente condizioni pericolose per la salute delle persone per vari motivi fra i quali si citano i seguenti:

- Il calore che viene rilasciato durante l'incendio si disperde all'esterno con notevole difficoltà;
- Gli ambienti, hanno spesso piccole dimensioni e sono realizzati con strutture metalliche; pertanto, essi raggiungono velocemente temperature elevate che favoriscono la rapida propagazione del fumo e dei gas di combustione;
- Le navi passeggeri hanno spesso elevati affollamenti con presenza di persone di varie classi di età che non conoscono gli ambienti; inoltre, le vie di esodo sono caratterizzate da altezze e larghezze limitate che, quindi, possono comportare ritardi nella fase di allontanamento dai luoghi in cui si verificano situazioni di pericolo.

E', dunque, fondamentale che all'interno di una nave vi sia:

- il rapido intervento delle squadre di soccorso interne;
- una adeguata pianificazione di emergenza;
- una efficace azione di prevenzione contro gli incendi anche attraverso la continua e regolare manutenzione dei presidi antincendio presenti.

## UNA POSSIBILE DINAMICA DELL'INCIDENTE

1. il traghetto Moby Prince urta la petroliera Agip Abruzzo (penetra per circa 13 m nella

- cisterna 7) e rimane ad essa incagliato per un intervallo di tempo che presumibilmente ha durata superiore a 10 min;
2. una notevole quantità di petrolio iranian light (crude oil) si riversa nel mare e successivamente si incendia; il liquido infiammabile interessa anche il ponte di coperta e il garage del traghetto che contestualmente anche si infiammano;
  3. si verificano dei flash-fire a causa della notevole quantità di vapori infiammabili che si liberano nell'aria;
  4. il violento incendio che interessa la superficie del mare circonda, dopo poco tempo, quasi completamente il traghetto e rapidamente, a causa dell'elevata altezza delle fiamme, si propaga anche al ponte imbarcazioni (incendio delle scialuppe e zattere autogonfiabili) e verso il ponte comando.

### **POSSIBILI EVENTI CHE POTEVANO COMPORTARE ALL'INTERNO DEL SALONE DE LUXE L'INNESCO DELL'INCENDIO E LA PROPAGAZIONE DEI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE**

Sono stati oggetto di particolare attenzione i seguenti eventi che avrebbero potuto comportare un incendio a bordo e la connessa pericolosa propagazione dei prodotti della combustione nei vari ambienti in cui si articolava il traghetto:

1. incendio nel garage che porta, per convezione e conduzione, la temperatura della parte metallica in contatto con i materiali combustibili adagiati sul pavimento (estradosso del ponte) in prossimità del Duty Free Shop o delle cabine De Luxe e di seconda classe, che sono adiacenti il salone De Luxe, alla temperatura di ignizione e, quindi, alla formazione di un incendio dei materiali di arredo e di rivestimento combustibili presenti che si propaga, con generazione di fiamme e di ingenti quantitativi di fumo e gas di combustione, anche in direzione del salone De Luxe (via 3 indicata nella fig.1);
2. incendio del petrolio che galleggia sul mare con generazione di fiamme aventi notevole altezza, superiore a 10 m, che lambiscono il fasciame esterno del traghetto (via 2 indicata nella fig. 1) e per irraggiamento, convezione e conduzione innescano i materiali combustibili interni; tali fiamme rilasciano grandi quantitativi di fumo e gas di combustione che, attraverso le condotte dell'impianto di ventilazione, vengono subito anche pericolosamente trasportati nei vari ambienti interni del traghetto che sono serviti dall'impianto (via 1c indicata nella fig. 1). Si reputa opportuno, a tal proposito, precisare che

il fumo e i gas di combustione nel loro moto all'interno delle condotte dell'impianto di ventilazione ed estrazione meccanica prima di essere riversati nei vari ambienti interni al traghetto tendono a raffreddarsi mantenendo comunque inalterata la loro potente azione tossica e, quindi, non costituiscono la causa primaria di innesco e generazione dell'incendio negli ambienti interni, ma sono in grado di creare in breve tempo condizioni ambientali molto pericolose per l'organismo umano. Deve anche evidenziarsi che, anche se all'interno delle condotte vi fosse stato un elemento fusibile che comandava automaticamente la chiusura delle serrande tagliafuoco, tale chiusura con conseguente blocco dell'afflusso di fumo all'interno dei locali sarebbe intervenuta solamente dopo che i vari ambienti del traghetto erano già stati consistentemente interessati dal fumo e gas di combustione. Nel caso del traghetto Moby Prince la situazione era ancora peggiore in quanto l'elemento fusibile in metallo che era tarato a circa 70 °C e che comandava la chiusura delle serrande tagliafuoco, in modo da impedire l'ingresso del fumo negli ambienti, era addirittura posizionato all'esterno della condotta (tanto si evince agli atti dall'indagine effettuata in data 27/03/1997); in tale circostanza, quindi, affinché il predetto dispositivo intervenisse e comandasse la chiusura della serranda tagliafuoco era necessario, così come è presumibilmente avvenuto per quelle serrande che sono state trovate in posizione di chiusura, che l'incendio si trovasse già da tempo nell'ambiente che ospitava il passaggio delle condotte in quanto il fumo all'interno della condotta non poteva certo provocare il rapido riscaldamento di un dispositivo di comando che si trovava all'esterno della stessa;

3. incendio nella piattaforma del ponte di coperta che, attraversando vari ambienti (bar, boutique, ecc.), si dirige in direzione orizzontale verso il salone De Luxe (la velocità di avanzamento dipende soprattutto dallo stato di apertura delle porte tagliafuoco di compartimentazione);
4. incendio del petrolio che galleggia sul mare con generazione di fiamme aventi notevole altezza, superiore a 10 m, fino a interessare, durante il probabile periodo in cui il traghetto rimane incagliato alla petroliera, le finestre di vetro delle cabine di seconda classe (cabine serie 100), o delle cabine De Luxe o del Duty Free Shop. In questo modo un incendio dall'esterno, dopo un determinato intervallo di tempo, stimabile in circa 15÷20 min, può interessare, tramite le superfici delle citate finestre, tali ambienti e poi propagarsi anche in direzione del salone De Luxe; a tal proposito, atteso che le fiamme e il fumo e gas di combustione che si originano dall'incendio del petrolio greggio in mare che lambiva il traghetto hanno temperatura elevatissima e, quindi, generano alti valori del flusso termico convettivo e radiante, il raggiungimento della temperatura di ignizione del materiale

combustibile (tendaggi, materiali di arredo, ecc.) che si trovava in uno dei citati ambienti e il conseguente inizio d'incendio sarebbe potuto avvenire a causa:

- a. dell'elevato flusso termico convettivo proveniente dalle finestre (via 1a indicata nella fig. 1); tale effetto si produceva se il vetro inizialmente si rompeva anche parzialmente e generava comunque una superficie efficace di ingresso di fumo e gas caldi che poteva così lambire direttamente il materiale combustibile;
- b. dell'intenso flusso termico radiante proveniente dalle finestre (via 1b indicata nella fig. 1); tale effetto si produceva anche se il vetro dei finestrone restava inizialmente integro.

Si evidenzia che la parte interna degli ambienti prossima alla superficie laterale del traghetto che era lambita dalle fiamme, per effetto dei fenomeni descritti, si è potuta così rapidamente riscaldare e conseguentemente i materiali combustibili presenti nei predetti ambienti hanno trovato le condizioni per potersi infiammare velocemente.

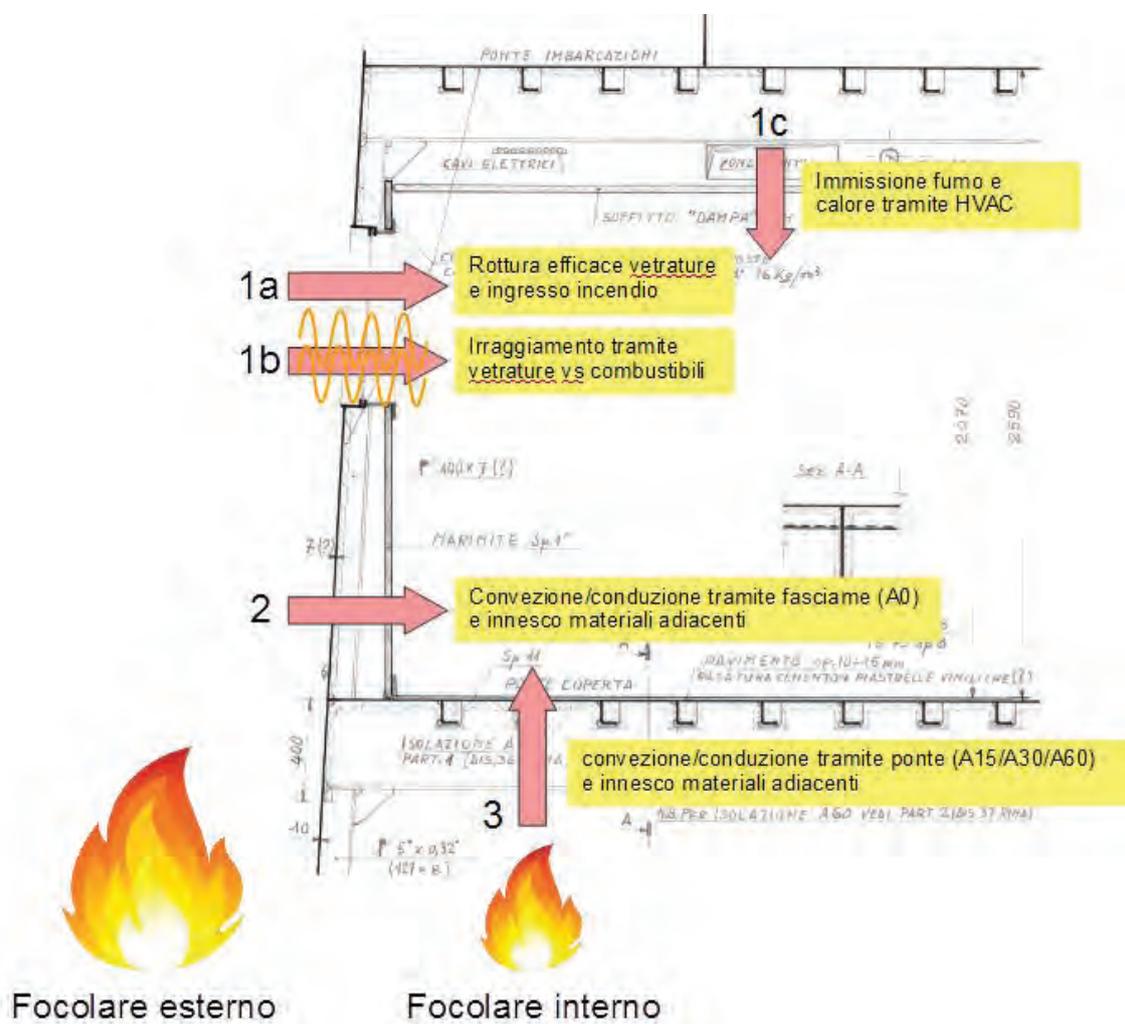


Fig. 1 – Schema delle possibili vie di propagazione dell'incendio all'interno del traghetto.

Sulla scorta delle considerazioni fin qui esposte sono state condotte apposite complesse simulazioni d'incendio, e della connessa propagazione del calore, per verificare:

1. la possibilità che l'incendio della superficie del mare che circondava dall'esterno il traghetto fosse in grado di propagarsi all'interno dell'imbarcazione;
2. la diffusione dell'incendio nei vari ambienti interni al traghetto e per avere un ordine di grandezza sui tempi necessari affinché essi fossero interessati in modo consistente dalla presenza di fumo e gas di combustione;
3. la rapida propagazione del fumo nei vari ambienti del traghetto a causa del funzionamento dell'impianto di ventilazione meccanica.

Per quanto attiene il punto 1., si rappresenta che il problema della trasmissione del calore dalle fiamme di notevole altezza, superiore a 10 m, dal petrolio greggio presente sulla superficie del mare al fasciame esterno del traghetto, e successivamente negli ambienti interni, è stato affrontato dall'Università di Parma in ambiente di programmazione Matlab-Simulink nel quale sono state scritte le equazioni che descrivono il problema di trasmissione del calore descritto; in particolare, in Simulink i componenti sono stati schematizzati attraverso appositi blocchi, come rappresentato in fig. 2:

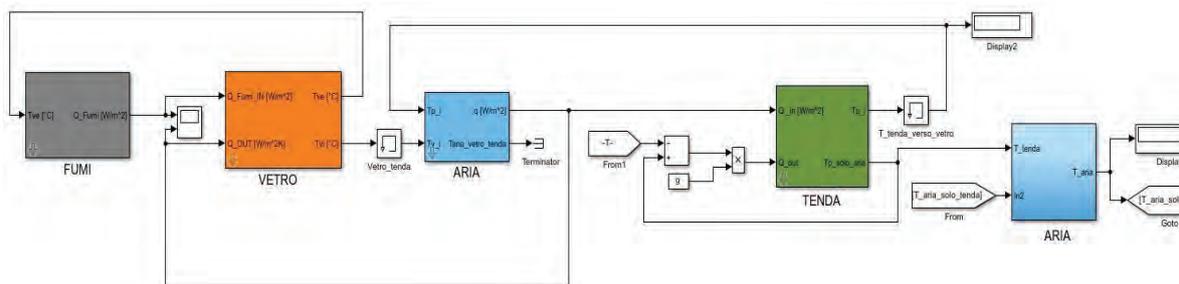


Fig. 2: Rappresentazione caso studio in Simulink.

Ogni blocco contiene al suo interno le equazioni che descrivono il comportamento termico di ogni elemento: in particolare, l'equazione di Fourier con le condizioni termiche al contorno, convettive e radiative.

- Equazione di Fourier:

$$\rho c_p \frac{dT}{dt} = k \frac{d^2T}{dx^2}$$

- Convezione:

$$q(t) = h_{conv}(T_2(t) - T_1(t))$$

- Irraggiamento:

$$q(t) = \frac{\sigma(T_2^4(t) - T_1^4(t))}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$$

Per quanto concerne il punto 2., dopo un determinato tempo, quando la combustione ha interessato a causa dell'elevato calore esterno proveniente dal mare, gli ambienti interni al traghetto, sono state svolte ulteriori analisi per determinare come l'incendio si sia propagato agli arredi e rivestimenti combustibili presenti.

Gli obiettivi dello studio consistevano, pertanto, nell'approfondimento dei probabili meccanismi di propagazione dell'incendio verso il salone De Luxe, nella valutazione quantitativa degli effetti dell'incendio sugli occupanti.

A tal fine, sono stati impiegati strumenti di fluidodinamica computazionale per simulare l'incendio complessivo e la diffusione di fumo e calore a bordo, con particolare attenzione rivolta ai meccanismi di ingresso del fuoco dalla pozza di greggio esterna che ha circondato la nave subito dopo l'impatto.

Lo studio descritto, e la conseguente simulazione d'incendio, è stato condotto applicando il modello open source di fluidodinamica computazionale Fire Dynamics Simulator (FDS nella sua versione più recente 6.5.3 disponibile al momento delle simulazioni d'incendio eseguite), sviluppato dalla Fire Research Division presso il Building and Fire Research Laboratory (BFRL) del National Institute of Standards and Technology (NIST) del Dipartimento del Commercio degli Stati Uniti di America che consente, proprio, di simulare numericamente, in modo sufficientemente attendibile, i fenomeni di incendio e quelli della propagazione del fumo e dei gas di combustione all'interno di determinati ambienti.

Le equazioni di Navier-Stokes sono un sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali che descrivono il comportamento di un fluido dal punto di vista macroscopico, attraverso la descrizione della conservazione di massa, energia e quantità di moto nel tempo.

Per queste equazioni è generalmente possibile giungere a soluzioni analitiche solo in casi estremamente semplificati, mentre soluzioni approssimate si ottengono ricorrendo a metodi di analisi numerica tramite potenti calcolatori.

Il programma di calcolo Fire Dynamics Simulator risolve, appunto, con il metodo ai volumi finiti, le equazioni che modellano la reazione di combustione ed i fenomeni di trasporto (di energia, di massa e di quantità di moto nel tempo), considerando dinamicamente le mutue interazioni tra i processi, simulando in questo modo l'incendio e prevedendone gli effetti che esso produce.

In sostanza, il codice risolve numericamente, in modo soddisfacente, una forma delle predette equazioni di Navier-Stokes, appositamente semplificata, sviluppata da Rehme e Baum per flussi termici lentamente variabili (numero di Mach inferiore a 0,20), che sono ormai largamente adottate dalla comunità scientifica che si occupa di Fire Safety Engineering; esse sono denominate “*Equazioni della combustione a basso numero di Mach*” e descrivono il moto a bassa velocità di un gas spinto dalla potenza termica e dalle forze di galleggiamento e permettono, quindi, di poter analizzare correttamente il moto del fumo e dei gas di combustione all'interno degli ambienti.

La dinamica dell'incendio viene simulata in base ai parametri che caratterizzano ciascun materiale presente nel dominio di simulazione, ognuno con le proprie caratteristiche di

infiammabilità e combustione o di reazione all'incendio; il programma FDS contiene un modello di combustione che, a partire da un dato materiale, permette la modellazione dell'incendio secondo una determinata reazione chimica.

Il Fire Dynamics Simulator è stato oggetto di numerosi studi di validazione, sia interne al NIST, sia in Enti esterni e, quindi, tale programma è da tempo ritenuto il codice di calcolo più importante esistente a livello internazionale (esso è, pertanto, di comprovata attendibilità e riconosciuta affidabilità, secondo quanto prescritto anche dai decreti del Ministro dell'Interno 09/03/2007 e 03/08/2015) per la simulazione degli effetti che si producono nello scenario d'incendio di progetto per prevedere, sia la propagazione del fumo e gas di combustione e la loro temperatura in ogni punto dell'ambiente in esame, sia il controllo della reale praticabilità dei percorsi d'esodo utilizzati dalle persone in caso d'incendio.

A supporto di tale codice, per la costruzione delle complesse geometrie di bordo, è stato impiegato BlenderFDS, un preprocessore grafico open source, sviluppato dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco. Il post processing dei dati di simulazione è stato eseguito con NIST Smokeview e con ulteriori strumenti *custom* sviluppati in Python.

Il modello di calcolo suddivide la nave in circa tre milioni di celle elementari.

Per sviluppare il complesso calcolo è stata richiesta la collaborazione del CINECA, un Consorzio Interuniversitario senza scopo di lucro formato da 70 università italiane, 8 Enti di ricerca nazionali ed il Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (MIUR).

Costituito nel 1969 come Consorzio Interuniversitario per il Calcolo Automatico dell'Italia Nord Orientale, oggi il CINECA è il maggiore centro di calcolo in Italia, uno dei più importanti a livello mondiale. Operando sotto il controllo del MIUR, offre supporto alle attività della comunità scientifica tramite il supercalcolo e le sue applicazioni, realizza sistemi gestionali per le amministrazioni universitarie e il MIUR, progetta e sviluppa sistemi informativi per pubblica amministrazione, sanità e imprese.

Sempre più punto di riferimento unico in Italia per l'innovazione tecnologica, con sedi a Bologna, Milano e Roma e oltre 700 dipendenti, il CINECA opera al servizio di tutto il sistema accademico, dell'istruzione e della ricerca nazionale.

Sono state impiegate circa 225.000 ore di calcolo al supercomputer Galileo del CINECA di Bologna, e sono state portate a termine circa 140 simulazioni d'incendio. Le ore di calcolo corrispondono a 25,7 anni di calcolo.

Si stima inoltre che la simulazione abbia richiesto circa 2100 ore/uomo per l'analisi dei dati CFD, per la modellazione tridimensionale degli ambienti di bordo nave, per l'elaborazione dei dati di ingegneria navale.

Nello scenario d'incendio di progetto precedentemente indicato, le aperture di ventilazione sono state considerate chiuse sin dall'inizio della combustione e mantenute in tale posizione durante la simulazione d'incendio.

#### *Dati di input*

Il modello è costituito da una notevole mole di dati di input, riassumibili in tre categorie principali:

- **la nave:** le sue geometrie, i materiali di cui era composta e gli impianti di bordo, in particolare quelli di ventilazione ed estrazione meccanica;
- **i focolari:** i cosiddetti *burning items*, cioè i materiali coinvolti nell'incendio, e la descrizione della chimica della relativa combustione;
- **l'output:** la descrizione geometrica e quantitativa dei dati che si intende ottenere dalla simulazione numerica, in termini di punti di controllo e di sezioni orizzontali e verticali.

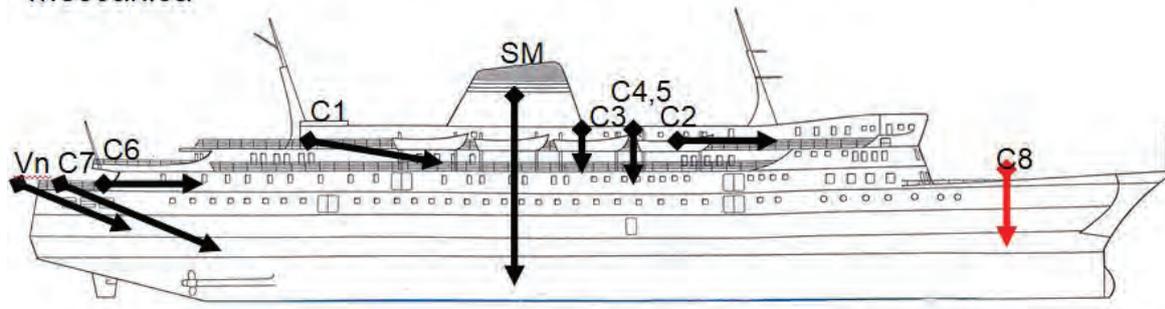
Tutte le geometrie tridimensionali degli ambienti significativi e con potenziale presenza di occupanti della nave sono state ricostruite dettagliatamente. Non sono stati inclusi gli ambiti di servizio ed i volumi impiantistici.

Per quanto riguarda i materiali, si è operata una ricostruzione fedele ai disegni originali di classifica del RINA, in particolare per ponti, pareti e fasciame classificati per le caratteristiche di resistenza al fuoco secondo la Convenzione SOLAS (Safety of life at sea) vigente al tempo.

Anche gli impianti di ventilazione meccanica ed estrazione, che distribuiscono aria ambiente in tutti i locali della nave e che riprendono l'aria viziata sono stati ricostruiti secondo i disegni originali di classifica del RINA. Purtroppo, non era disponibile il dimensionamento completo dell'impianto; pertanto, le portate d'aria sono state stimate in relazione ai criteri di dimensionamento correnti. Nulla è noto, inoltre, sullo stato di funzionamento di tali impianti al momento dell'evento.

Solo il funzionamento del circuito aeraulico C8 è stato escluso dalla simulazione, in quanto la presa d'aria si trovava, secondo i dati, a prua, in un'area sicuramente coinvolta dall'impatto. Si è, quindi, presunto che tale impianto fosse con ogni probabilità danneggiato e fuori servizio.

### Schema semplificato delle aspirazioni dell'impianto di ventilazione meccanica



L'impianto sprinkler di bordo non è stato modellato in quanto non si hanno elementi sufficientemente attendibili per definire, nel caso che esso abbia effettivamente funzionato, gli ambienti nei quali è intervenuto e le relative sequenze temporali di attivazione che hanno un ruolo determinante per stabilire l'efficacia del sistema automatico di controllo dell'incendio e la connessa mitigazione degli effetti provocati dai prodotti della combustione. In ogni caso, di fronte ad un fenomeno così rapido ed intenso, un impianto sprinkler, sicuramente dimensionato per contrastare un limitato incendio interno esteso ad un solo compartimento, avrebbe potuto contrapporre solo una limitata azione.

Nell'analisi dei *burning items*, in primo luogo si è considerato l'incendio della pozza di greggio sulla superficie del mare ipotizzando che essa circondasse il traghetto totalmente sul suo lato sinistro (tale lato appariva dalle immagini quello maggiormente danneggiato) e fino a centro nave sul suo lato destro.

L'innesco della pozza di petrolio greggio avviene convenzionalmente al tempo  $t$  pari a 0, cresce poi fino al massimo in 60 s ed ha una potenza termica per unità di superficie pari a  $1500 \text{ kW/m}^2$ .

Limitate quantità di greggio si suppone che siano penetrate nel ponte garage, attraverso la falla di prua, e si sono riversate sulle manovre di prua alla quota del ponte di coperta.

Ulteriori *burning items* sono rappresentati da alcuni dei veicoli, che si trovano parchati nel ponte garage, e dalle scialuppe.

Al fine di simulare l'incendio di arredi ed elementi combustibili degli impianti di bordo, si impongono soffitti e pavimenti combustibili. Tali superfici sono supposte innescarsi al raggiungimento di una determinata temperatura di ignizione e quando innescate sviluppano una potenza termica pari a  $300 \text{ kW/m}^2$ .

Poiché non si conoscono con precisione quantità e qualità dei materiali di rivestimento e suppellettili del traghetto Moby Prince, per la chimica della combustione si impiegano relazioni

estratte dalla letteratura internazionale per i fuochi che si sviluppano ambienti civili. Non viene impiegato il modello di pirolisi dei materiali di FDS, perché la sua validazione per il caso specifico richiederebbe test di laboratorio.

Un altro aspetto da analizzare nella preparazione del modello è il numero e la qualità dei sensori virtuali inseriti a bordo nave.

Nei punti notevoli di ciascun ponte vengono inseriti dei sensori virtuali (*devices*) che misurano in continuo solamente le seguenti grandezze:

- Fractional Effective Dose (F.E.D.);
- la concentrazione degli effluenti chimici simulati (CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>);
- la temperatura e la velocità del fluido;
- la visibilità per gli occupanti.

Per ciascun ponte sono poi delimitate delle sezioni di misura orizzontali e verticali, ove si misurano sostanzialmente le medesime quantità.

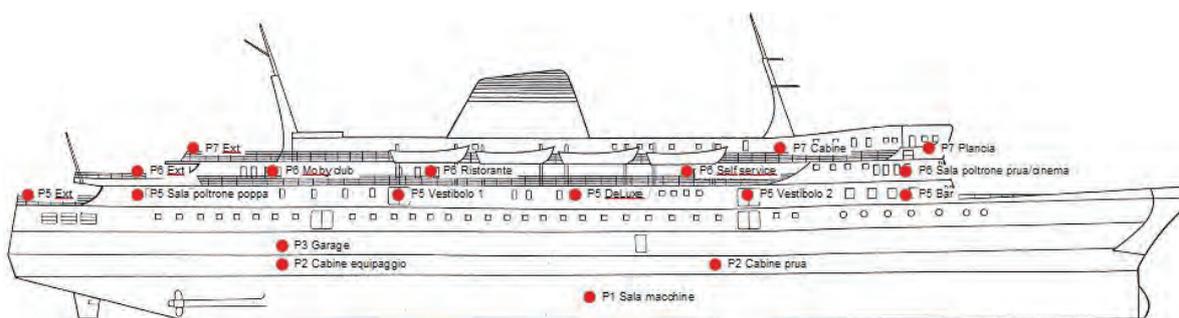


Fig. 3 – Ubicazione dei punti notevoli del traghetto esaminati.

## AZIONE DEL FUMO E GAS DI COMBUSTIONE SULL'ORGANISMO UMANO

Prima di passare alla descrizione dei risultati ottenuti, si reputa opportuno premettere alcune considerazioni concernenti la propagazione negli ambienti del fumo e gas di combustione e l'azione nociva che essi producono sull'organismo umano.

E' importante notare che, nella fase iniziale di crescita di un incendio il valore della potenza termica (è una grandezza che è direttamente connessa alla velocità di combustione) aumenta

generalmente nel tempo in modo parabolico in relazione alla tipologia, quantità e disposizione dei materiali combustibili presenti nei vari ambienti.

Per valutare all'interno di un determinato ambiente le condizioni di vivibilità in caso d'incendio è allora fondamentale calcolare la portata di fumo e gas di combustione generata nel tempo e la probabile diffusione all'interno dei vari ambienti nello scenario che può ragionevolmente prodursi (scenario d'incendio di progetto), in relazione alla massa e tipologia di combustibile coinvolto ed alle condizioni ambientali (aperture di ventilazione, interazione con altri impianti funzionanti, ecc.); al riguardo, il movimento del fumo e dei gas di combustione all'interno di un ambiente durante un incendio è dovuto a:

- espansione termica causata dall'incremento della temperatura e della pressione dei gas causata dall'incendio (ambienti vicini al punto in cui si è originato l'incendio);
- forze ascensionali create dalla differenza di densità fra l'aria all'interno dell'ambiente e quella esterna di alimentazione dell'incendio (locali distanti dall'ambiente incendiato).

Il movimento del fumo e gas di combustione è altresì influenzato dal funzionamento di impianti di ventilazione e di estrazione meccanica.

In sostanza, occorre stimare dopo quanto tempo fumo e gas di combustione invadono i locali fino a giungere all'altezza degli occhi e delle vie respiratorie e possono essere così in grado di provocare danni all'organismo umano.

Durante un incendio si liberano nell'ambiente i seguenti prodotti della combustione: fumo, gas tossici ed irritanti, fiamma e calore; il fumo si produce sempre in un incendio mentre il calore si manifesta in modo significativo solo se vi è presenza di fiamma.

Generalmente, il calore rappresenta il pericolo principale per le persone che si trovano nelle immediate vicinanze del punto di origine dell'incendio, mentre il fumo ed i gas di combustione minacciano anche la sicurezza delle persone che si trovano in zone più lontane e mantengono altresì inalterata, anche se freddi, la loro nocività.

L'azione del fumo e dei gas di combustione su una persona provoca diminuzione di visibilità e irritazione degli occhi e delle vie respiratorie, incapacità di agire ed asfissia. Questi effetti possono anche presentarsi simultaneamente durante un incendio e sono in grado di provocare in breve tempo, disorientamento, confusione mentale ed inabilità fisica; il conseguente ritardo, o l'impedimento alla fuga, dal luogo dell'incendio possono comportare serie lesioni o il decesso di una persona per eccessiva inalazione di gas tossici e/o ustioni.

La composizione dei gas di combustione varia in relazione ai costituenti chimici del combustibile, alla temperatura raggiunta durante l'incendio (in relazione alle reazioni chimiche che

possono verificarsi a tale temperatura) ed alla concentrazione di ossigeno presente nell'ambiente; tali gas comprendono l'anidride carbonica e il monossido di carbonio, in quanto la quasi totalità dei combustibili contiene carbonio, ed altri prodotti, come HCN, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, ecc., che possono tutti recare danni all'organismo umano perché sono in grado di produrre effetti asfissianti o irritanti.

L'azione delle sostanze asfissianti può condurre una persona alla condizione di incapacitazione (inibizione delle iniziative personali per la sopravvivenza e, quindi, si verificano delle condizioni psicofisiche che producono l'incapacità di attuare l'esodo da un ambiente pericoloso); in particolare, esse sono in grado di causare la depressione del sistema nervoso centrale, che produce un assopimento e/o una alterazione delle capacità fisiche (effetto narcotico), che riduce la capacità di fuga della persona.

La presenza dei gas asfissianti nell'aria respirata impedisce, dunque, la buona ossigenazione del sangue nei polmoni; essi esercitano la loro azione dannosa in modo sistematico provocando l'alterazione delle funzioni di un dato organo o sistema (sistema nervoso, circolatorio, respiratorio).

L'effetto provocato dalle sostanze irritanti consiste soprattutto nell'immediata irritazione degli occhi e delle vie respiratorie inferiori (broncostrizioni e spasmi della laringe) alle quali si associa la difficoltà di respirazione (per esempio, dispnea ed accrescimento del ritmo respiratorio) e conseguente difficoltà per la persona di allontanarsi rapidamente dall'ambiente pericoloso.

A differenza della maggior parte delle sostanze tossiche asfissianti, gli effetti prodotti dalle sostanze irritanti sull'organismo non dipendono generalmente dalla dose accumulata nel tempo (in modo semplicistico, la dose può ritenersi pari al valore della concentrazione con cui la sostanza è presente nell'aria inalata moltiplicata per il tempo di esposizione), ma dal valore della concentrazione con la quale esse sono presenti nell'ambiente, in quanto i sintomi di malessere si manifestano immediatamente sin dall'inizio dell'esposizione e non dopo un determinato tempo.

Occorre rilevare che le sostanze irritanti nella fase iniziale di crescita di un incendio si formano sempre in quantità limitata rispetto al monossido di carbonio e, soprattutto, all'anidride carbonica; pertanto, si deduce che il principale rischio di intossicazione durante un incendio è legato essenzialmente alla presenza nell'aria inalata di sostanze asfissianti e, in particolar modo, al monossido di carbonio e, in presenza di determinati combustibili, all'acido cianidrico.

Sono gas asfissianti, il monossido di carbonio, l'acido cianidrico e l'anidride carbonica.

La presenza delle citate sostanze nocive nell'aria inalata, nonostante che esse siano presenti con valori di concentrazione molto bassi (in genere, dell'ordine dei ppm), costituisce un grave pericolo in quanto possono pregiudicare rapidamente e in modo irreversibile l'incolumità delle persone durante un incendio.

## **EFFETTI PRODOTTI NELL'ORGANISMO UMANO DALLE SOSTANZE ASFISSIANTE GENERATE DA UN INCENDIO**

L'azione nociva provocata da alcune sostanze tossiche asfissianti sull'organismo umano segue la regola di Haber la quale sostanzialmente afferma che le sostanze tossiche producono lo stesso effetto nell'uomo a parità di dose accumulata.

Tale circostanza implica che un determinato effetto prodotto sull'uomo da una sostanza tossica agente per un tempo  $t_1$  e con concentrazione  $C_1$  è uguale a quello che essa provocherebbe se agisse per un tempo maggiore  $t_2$  e con una concentrazione  $C_2$  minore ( $C_1 \cdot t_1 = C_2 \cdot t_2$ ); inoltre, la dose accumulata nell'organismo cresce linearmente con il tempo di esposizione e tanto può ancora ammettersi, con buona approssimazione, per elevati valori di concentrazione e piccoli tempi di esposizione.

La pericolosità di un incendio dipende, soprattutto, dalla potenza termica rilasciata e dalla quantità di sostanze tossiche generate, dalla dose di ogni singolo prodotto in grado di provocare determinati effetti (potere tossico) e dal volume e geometria del locale.

## **QUANTIFICAZIONE DEL DANNO CHE SI PRODUCE NELL'ORGANISMO UMANO A SEGUITO DELLA SOLA INALAZIONE DI MONOSSIDO DI CARBONIO**

In letteratura viene attualmente indicato che la dose letale per la sola inalazione di monossido di carbonio è mediamente di circa 110000 ppm·min, mentre quella che produce l'effetto di incapacitazione è di 35000 ppm·min (ad esempio, tale effetto mediamente si verifica quando una concentrazione di 2000 ppm di CO nell'aria viene respirata per un intervallo di tempo di 17,5 min; si rammenta che a 20 °C una concentrazione di CO di 2000 ppm corrisponde a circa 2,33 g/m<sup>3</sup>); generalmente una percentuale di carbossiemoglobina COHb% nel sangue di circa 30%-40% è in grado di rendere incapace di agire una persona mentre la morte interviene per valori di circa il 50%-70%.

Il tempo necessario per accumulare un determinato valore della concentrazione di carbossiemoglobina nel sangue è:

$$t = \frac{\text{COHb}\%}{3,317 \cdot 10^{-5} \cdot C_{\text{CO}} \cdot V}$$

dove:

- $t$  è il tempo di esposizione, espresso in min, necessario affinché venga accumulata nel sangue una determinata percentuale di carbossiemoglobina;
- $C_{\text{CO}}$  è la concentrazione volumetrica media di monossido di carbonio, espressa in ppm, presente nell'aria inalata;
- $V$  rappresenta l'attività respiratoria media della persona valutata in l/min (ad esempio, in condizioni di riposo per un adulto essa è pari a 15,4 l/min, mentre in presenza di una modesta attività fisica ha un valore di circa 23 l/min ed è a tale valore che si riferisce la seguente fig. 4).

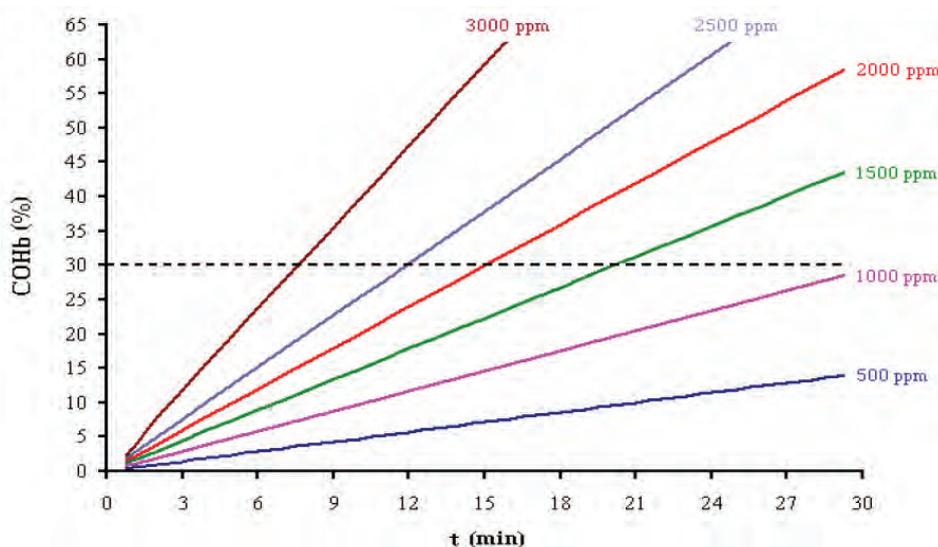


Fig. 4 – Stima dei valori di carbossiemoglobina nel sangue al variare della concentrazione di monossido di carbonio nell'aria inalata.

## QUANTIFICAZIONE DEL DANNO CHE SI PRODUCE NELL'ORGANISMO UMANO A SEGUITO DELLA SOLA INALAZIONE ACIDO CIANIDRICO

Per valori di concentrazione volumetrica di acido cianidrico nell'aria inalata di 100 ppm, l'effetto di incapacitazione in una persona è stato rilevato per valori di dose di circa 2000 ppm·min (20 min di esposizione), mentre se la concentrazione aumenta a 200 ppm la dose si

riduce a 400 ppm·min (l'azione nociva di tale gas non segue la regola di Haber).

I valori di concentrazione nel sangue del solo acido cianidrico che producono l'effetto di incapacitazione di una persona sono mediamente pari a 2 mg/l, mentre un valore di circa 3 mg/l comporta la morte.

## **EFFETTI PRODOTTI DALL'AZIONE DEL CALORE SUL CORPO UMANO**

Preliminarmente, non si ritiene superfluo evidenziare che nel corso di un incendio gli effetti provocati dall'azione del calore sul corpo umano sono solamente apprezzabili quando vi è presenza di fiamma e si manifestano solamente sulle persone che si trovano vicino al luogo dell'incendio.

Durante un incendio, una persona che tenta di fuggire dall'ambiente pericoloso è esposta principalmente a due sorgenti di calore: la prima dovuta alla convezione dei gas caldi di combustione, la seconda deriva principalmente dall'irraggiamento proveniente dalle zone più calde dove vi è presenza di fiamma.

I gas caldi di combustione possono provocare, ipertermia, ustioni, disidratazione ed edemi.

Ci sono, dunque, tre effetti che possono condurre all'incapacitazione, o alla morte, una persona quando è esposta ad una sorgente di calore: ipertermia, ustioni della superficie corporea ed ustioni delle vie respiratorie.

## **EFFETTI TERMICI CHE SI PRODUCONO NEL CORPO UMANO A SEGUITO DELL'ESPOSIZIONE AI GAS CALDI DI COMBUSTIONE**

L'ipertermia (colpo di calore) avviene quando una persona si trova all'interno di un ambiente a temperatura elevata ed il sistema termoregolatore non riesce più a fronteggiare lo stress termico al quale è sottoposto e, quindi, si ha un continuo aumento della temperatura corporea interna ed un danno delle funzioni cerebrali; l'ipertermia diventa più probabile se nell'ambiente l'umidità dell'aria è elevata (tale circostanza si riscontra spesso durante un incendio a causa della grande quantità di vapore acqueo emessa) ed il soggetto non è in condizione di riposo.

Durante un incendio i gas caldi di combustione possono produrre anche alle vie respiratorie superiori di una persona dei danni, sempre accompagnati dalla presenza di scottature al viso, che dipendono essenzialmente dalla durata dell'esposizione e dal tenore di umidità contenuto nell'aria inalata; infatti, l'aria umida, al contrario di quella secca, è in grado di provocare ustioni fino alle

parti più profonde dell'apparato respiratorio (bronchi e polmoni) a causa della sua elevata capacità termica e del calore latente che rilascia ai tessuti durante la condensazione.

In genere, una temperatura di 60 °C viene individuata dalle norme nazionali e internazionali come valore limite di soglia della temperatura dell'aria inalata (si verificano delle scottature nell'apparato respiratorio).

Anche nel caso di esposizione al calore radiante, i danni che subisce il corpo umano dipendono dal valore del flusso termico ricevuto e dal tempo di esposizione; una persona ustionata può subire gravi conseguenze a causa della perdita di liquidi alla quale è sottoposta e, se non è soccorsa immediatamente, può avere un collasso o, in casi estremi, la perdita di coscienza.

Si rappresenta che valori di flusso termico inferiori a 2,5 kW/m<sup>2</sup> (limite di soglia) possono essere sopportati da una persona per almeno 30 min e non ne pregiudicano la capacità di svolgere la fase di allontanamento dall'ambiente pericoloso.

Una sensazione di dolore, anche se non impedisce l'esecuzione di un'azione di evacuazione, può avere effetti negativi sul comportamento di una persona e, conseguentemente, sul tempo che essa impiega per fuggire da un locale incendiato.

## **EFFETTI PROVOCATI NELL'ORGANISMO UMANO DALL'INALAZIONE CONTEMPORANEA DELLE VARIE SOSTANZE NOCIVE CHE SI PRODUCONO DURANTE UN INCENDIO**

Nel corso di un incendio nell'ambiente, in aggiunta agli effetti provocati dal calore, alla diminuzione di ossigeno, nonché alla presenza di anidride carbonica e monossido di carbonio, può anche riscontrarsi la presenza di acido cianidrico e di sostanze irritanti; pertanto, è utile conoscere l'effetto combinato che tali sostanze possono produrre nell'organismo umano.

Generalmente, bisogna aspettarsi che il monossido di carbonio e l'acido cianidrico si accumulano nel corpo umano con velocità maggiore a causa dell'effetto di iperventilazione indotto dalla presenza di anidride carbonica (un valore di concentrazione volumetrica ambientale di 30000 ppm provoca mediamente il raddoppio del quantitativo di aria inalata); inoltre, la riduzione nell'ambiente di ossigeno e la presenza dell'acido cianidrico amplificheranno l'effetto asfissiante del monossido di carbonio (è stato notato che l'effetto asfissiante provocato dall'acido cianidrico, in prima approssimazione, si somma a quello del monossido di carbonio).

Da un punto di vista qualitativo, rispetto alla situazione nella quale il monossido di carbonio agiva singolarmente, si hanno, quindi, sensibili riduzioni del tempo necessario a provocare determinati effetti nocivi nell'organismo umano.

### **LA FRACTIONAL EFFECTIVE DOSE (F.E.D.)**

Per valutare quantitativamente il rischio incendio al quale è sottoposta una persona a causa dell'esposizione simultanea alle sostanze nocive contenute nei prodotti della combustione devono stimarsi le variazioni nel tempo della loro resa massica di produzione in relazione alle condizioni di sviluppo dell'incendio nell'ambiente.

In considerazione che l'effetto provocato dall'azione nociva dei prodotti della combustione e graduale è legato ai tempi di esposizione, il calcolo viene eseguito, come in precedenza indicato, utilizzando il metodo della "Fractional Effective Dose (F.E.D.)", nel quale la dose tossica attribuita ad una determinato gas generato in un incendio viene espressa come una frazione della dose totale necessaria a provocare un determinato effetto in una persona.

Il valore della F.E.D. indica, quindi, la dose di gas assorbita durante un tempo T definito di esposizione rapportata alla dose dello stesso gas che provoca nello stesso tempo l'effetto di incapacitazione sulla persona media esposta; pertanto, non appena nota la dose al tempo T dei citati gas che vengono rilasciati durante la combustione, la si converte in una frazione di quella totale necessaria per provocare l'incapacitazione, che sopraggiungerà quando la frazione totale diventa pari ad 1 per il 50% della popolazione esposta.

Ne consegue che, ad esempio, trascurando il contributo di altre sostanze, metà dose di CO più metà della stessa dose di HCN assorbite contemporaneamente, renderebbero incapace di agire una persona.

Per procedere alla valutazione della F.E.D., occorre conoscere durante l'evoluzione dell'incendio la variazione nel tempo della concentrazione volumetrica delle varie sostanze tossiche che si riscontrano all'altezza media delle vie respiratorie di una persona e, quindi, risulta importante l'adozione di sofisticati ed affidabili modelli d'incendio numerici avanzati.

Non si ritiene superfluo specificare che i modelli matematici oggi disponibili consentono solamente di poter stimare i presumibili tempi di incapacitazione di una persona quando è esposta ai prodotti della combustione.

**Fra lo stato di incapacitazione e la morte di una persona intercorre un intervallo di tempo che dipende da vari fattori afferenti alle discipline della medicina legale.**

Infine, per meglio comprendere cosa presumibilmente si sia potuto verificare all'interno del traghetto durante l'evoluzione dell'incendio, bisogna tenere conto anche dei comportamenti delle persone e bisogna, pertanto, considerare i relativi riflessi di natura psicologica e sociale; al riguardo, può affermarsi che i processi decisionali che determinano i comportamenti delle persone in caso di emergenza sono influenzati da:

- effetti psicologici (quali, la percezione di fumo e/o la presenza di fiamme che possono indurre stati di paura, o di panico, con la possibilità di conseguente arretramento ed inversione del movimento di allontanamento dall'ambiente pericoloso);
- effetti fisiologici (deve ribadirsi che l'inalazione di significativi quantitativi di sostanze nocive contenute nel fumo e gas di combustione genera vari tipi di malessere che influenzano l'efficacia delle azioni che vengono eseguite per effettuare un rapido allontanamento dall'ambiente pericoloso);
- effetti sociologici (ad esempio, l'esecuzione di un tentativo di soccorso da parte di una persona nei confronti di un altro occupante che si trova in difficoltà può implicare un pericoloso rallentamento del flusso di esodo).

## ANALISI DEI RISULTATI

Al termine dell'inserimento dei dati, si sono lanciati i calcoli iterativi verso la soluzione numerica del problema. Completato l'oneroso calcolo, si analizzano i risultati.

Si suppone convenzionalmente che l'innesco della pozza di greggio diffusasi sulla superficie del mare si inneschi al tempo  $t$  pari a 0. In brevissimo tempo, nell'ordine dei minuti, il focolare diventa estremamente gravoso. La potenza generata dall'incendio esterno è dell'ordine di grandezza dei gigawatt (GW).

I fianchi della nave esposti all'incendio subiscono un cimento termico contro il quale non sono stati neanche ipoteticamente protetti; infatti, nel progetto antincendio di una nave si ipotizza che il peggiore dei focolari credibili si inneschi a bordo e non coinvolga più di un compartimento alla volta.

I fianchi della nave ricevono un flusso radiativo di alcune decine di  $\text{kW/m}^2$  che supera le soglie considerate critiche per l'innesco in poco tempo di tutti i materiali combustibili esposti.

In sostanza, dai risultati delle analisi fluidodinamica e numerica emerge che, fra le quattro possibili ipotesi precedentemente descritte di possibili vie di propagazione dell'incendio verso il salone De Luxe, quelle che prevedono la trasmissione del calore tramite fasciame esterno (via 2

della fig. 1), dal basso dal ponte garage (via 3 di fig. 1) o di avanzamento orizzontale dal ponte di coperta (evento di cui al punto 3.), non sono compatibili con un innesco rapido dell'incendio; infatti, si tratta di meccanismi lenti, rallentati dalla presenza di compartimentazioni tagliafuoco nei ponti ed in alcune partizioni verticali, nonché dai materiali di coibentazione termica del bordo per prestazioni di comfort termo-igrometrico.

Si ribadisce altresì che appare improbabile che l'impianto di ventilazione ed estrazione di aria ambiente possa aver efficacemente contribuito all'innesco dei materiali combustibili e, quindi, alla generazione dell'incendio (via 1c di fig. 1).

È invece ragionevole pensare che il fumo aspirato dalle prese d'aria posizionate in larga misura in fiancata ai ponti superiori del traghetto, sia stato distribuito a bordo con la conseguenza di modificare sostanzialmente le condizioni di visibilità e di vivibilità del bordo nave.

I meccanismi che presentano la possibilità di innescare rapidamente l'incendio sono quelli che prevedono la convezione e l'irraggiamento diretto dei materiali combustibili interni, tramite superfici trasparenti, o per mezzo della rottura efficace delle superfici vetrate, a causa dell'enorme cimento termico imposto dall'incendio esterno proveniente dalla superficie del mare (vie 1a e 1b di fig. 1).

In tale caso, la grande quantità di calore generata dall'incendio esterno penetra direttamente a bordo e sarebbe in grado di innescare i materiali combustibili presenti negli ambiti di fiancata della nave, presumibilmente sul lato sinistro e verso prua, ove l'esposizione al calore è stata sicuramente maggiore; al riguardo, dalle analisi condotte dall'Università di Parma, è emerso che l'intervallo di tempo necessario all'incendio che interessava la superficie del mare per innescare i materiali combustibili presenti all'interno del traghetto in prossimità del fianco sinistro è stimabile in circa 15÷20 min.

Una volta che l'incendio si è innescato a bordo nave, allora fiamme, fumo e calore iniziano ad essere prodotti consistentemente e a propagarsi con facilità nei volumi angusti della nave.

Mentre l'avanzamento orizzontale degli incendi interni da poppa e prua sono rallentati dalla presenza di separazioni classificate per resistenza al fuoco, presumibilmente assicurate in posizione di chiusura da parte dell'equipaggio, l'incendio che si è sviluppato nelle cabine lusso o nel duty free, accanto al salone De Luxe, non trova ostacoli nel suo moto nefasto verso i luoghi che presumibilmente erano maggiormente occupati dall'equipaggio e dai passeggeri; infatti, ad esempio, le separazioni verticali a bordo verso il salone De Luxe sono molto probabilmente costituite da pareti in legno, rivestite da lamine plastiche, che non garantiscono alcuna prestazione di resistenza al fuoco.

Dai risultati numerici della simulazione incendio, esaminando la concentrazione di monossido di carbonio, si evidenzia la rapida diffusione del fumo d'incendio, a decorrere dall'istante di innesco a bordo (invece, l'impianto di ventilazione meccanica inizia a diffondere fumo e gas di combustione dal momento dell'innesco dell'incendio esterno), e si comprende che solo limitate zone a bordo del traghetto sono risparmiate, e per brevi periodi, da livelli che diventano rapidamente elevati. Infatti, dopo appena 400 s dall'innesco a bordo dei materiali provocata dall'incendio esterno, solo le zone esterne a poppa, le cabine equipaggio del ponte inferiore e la sala macchine non presentano concentrazioni superiori a 3200 ppm, considerate letali in letteratura tecnica già dopo 35 min di esposizione (si noti che, in tale stima non si tiene conto dell'aggiuntiva azione dannosa che producono contestualmente le altre sostanze nocive presenti nell'aria inalata, come l'acido cianidrico, l'anidride carbonica, le sostanze irritanti, l'effetto del calore, la diminuzione di ossigeno, ecc.).

Il deterioramento delle condizioni di visibilità, dovuto alla forte opacità dei fumi, si verifica velocemente anche in sala macchine a causa del fumo immesso dall'impianto di ventilazione meccanica.

In sintesi, sulla scorta dei risultati ottenuti, si può ragionevolmente affermare che vi sono degli spazi di vivibilità che si conservano più a lungo a bordo nave e sono costituiti dall'area esterna a poppa dove viene salvato l'unico superstite e dalle cabine equipaggio del ponte inferiore (si veda la fig. 5); a tal proposito, si reputa altresì di dover indicare che da tali ambienti qualsiasi spostamento a bordo nave avrebbe necessariamente comportato l'attraversamento di aree dove le condizioni erano divenute rapidamente critiche.

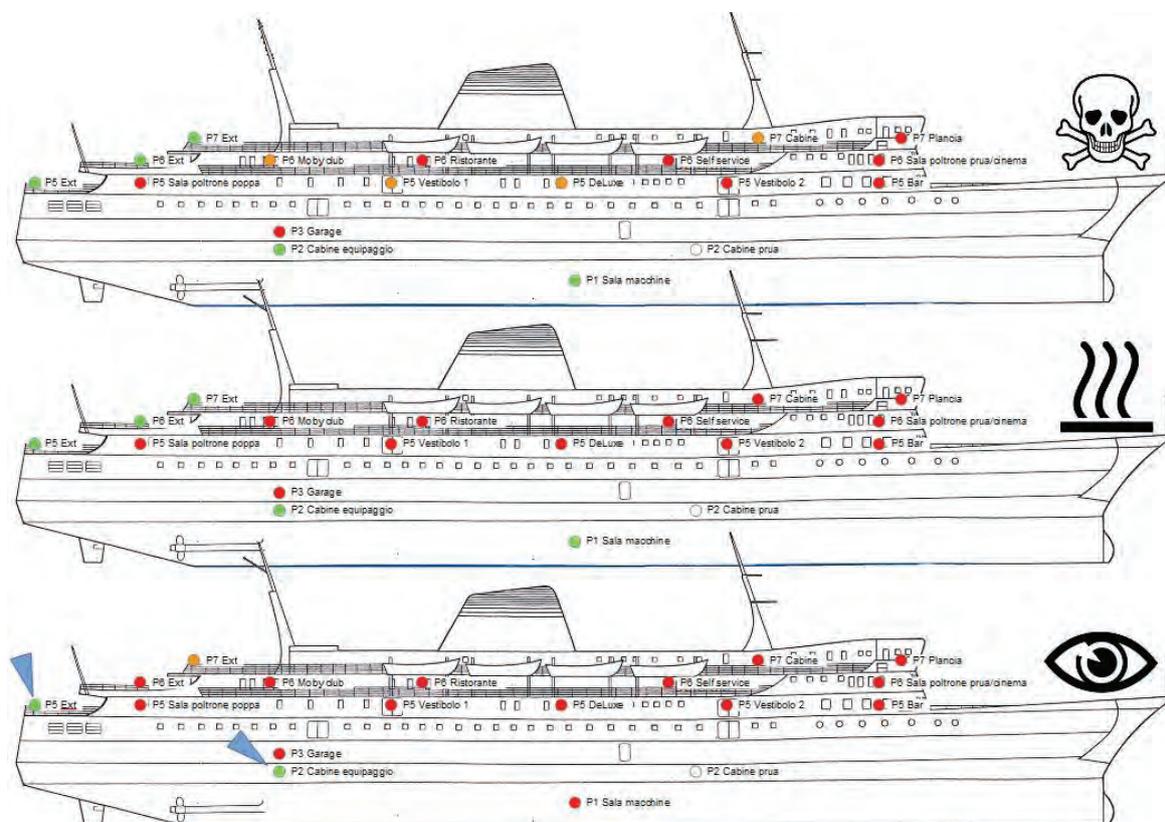


Fig. 5 – Sintesi delle condizioni ambientali rilevate nei punti notevoli del traghetto esaminati.

Nella fig. 5 sono riassunte le situazioni riscontrate nei vari punti di controllo in relazione ai valori di FED, temperatura e visibilità restituiti dal programma di calcolo FDS; in essa, solo i punti indicati in verde rappresentano bassa criticità, mentre quelli in arancione ed in rosso presentano elevata ed elevatissima criticità.

Si ritiene doveroso esporre che lo studio effettuato presenta notevoli incertezze nei dati di input. A distanza di tanto tempo e senza più la disponibilità del relitto, non è stato possibile reperire fonti di informazioni certe in merito ai seguenti elementi:

- non sono noti con precisione la forma geometrica e la potenza termica del focolare, nonché la qualità dei prodotti di combustione generati dallo stesso;
- non si conosce lo stato di apertura/chiusura dei serramenti interni a bordo nave, che determinano il passaggio più o meno rapido da un locale all'altro delle fiamme, nonché del fumo e dei gas di combustione;
- non sono perfettamente note le condizioni di ventilazione degli ambienti, in particolare delle caratteristiche dimensionali e dello stato di funzionamento dell'impianto di ventilazione;

- non sono perfettamente noti i materiali dei rivestimenti, di coibentazione, le suppellettili interne, i combustibili, che partecipano alla propagazione dell'incendio ed alla produzione dei suoi effluenti;
- non è nota la quantità di greggio penetrata nel garage a seguito dell'impatto;
- non è nota la tipologia delle finestrate e le loro tipologie di montaggio; questo dato ha un significativo impatto sulla soluzione del problema della rottura efficace delle chiusure vetrate (si rammenta che tale effetto consente che i materiali combustibili presenti negli ambienti laterali del traghetto possano essere direttamente lambiti dal fumo e gas caldi di combustione) e, dunque, sui tempi di ingresso dell'incendio dal mare a bordo;
- non è nota la resistenza al fuoco effettiva di materiali non classificati, come le pareti combustibili che, a partire dal fasciame esterno, separano gli ambienti circostanti dal salone De Luxe; questa caratteristica ha impatto sui tempi di propagazione delle fiamme, nonché del fumo e dei gas di combustione nei vari locali;
- non sono noti la posizione iniziale ed i successivi movimenti degli occupanti a bordo.

## CONCLUSIONI

Nel valutare le presenti conclusioni si deve tener conto dapprima delle incertezze precedentemente evidenziate che, quindi, non consentono di poter dare indicazioni perentorie sui presumibili tempi di incapacitazione delle persone.

In relazione a quanto richiesto dalla Commissione nelle varie audizioni si reputa, dunque, ragionevole esporre quanto segue.

### 1. APPROFONDIRE I PROBABILI MECCANISMI DI PROPAGAZIONE DELL'INCENDIO VERSO IL SALONE DE LUXE

La via più probabile d'innescò dell'incendio nel salone De Luxe è dovuta alla rottura delle finestrate di vetro causata dall'incendio della superficie del mare, al successivo innescò degli ambienti limitrofi (cabine lusso, duty free, ecc.) e, infine, alla propagazione verso gli ambienti centrali del traghetto. Già nelle prime fasi, l'impianto di ventilazione meccanica offre un contributo significativo alla propagazione di fumo e gas di combustione in molti ambienti del traghetto.

Si ritiene che, in ogni caso, l'incertezza sulla resistenza al fuoco degli elementi non classificati per tale caratteristica non possa superare un intervallo di tempo di 15 min, proprio per la definizione del livello minimo di resistenza al fuoco dei materiali classificati.

Il tempo d'ingresso delle prime fiamme nel salone De Luxe si potrebbe, dunque, ritenere ragionevolmente non superiore a 30÷35 min dall'innesco dell'incendio esterno, pari alla teorica massima resistenza al fuoco delle due separazioni (fasciame e parete interna) interposte tra l'incendio esterno ed il salone De Luxe.

## 2. VALUTARE QUANTITATIVAMENTE GLI EFFETTI DELL'INCENDIO SUGLI OCCUPANTI

Durante l'incendio all'interno del traghetto, la squadra di emergenza interna ha presumibilmente svolto quanto era possibile fare in un evento catastrofico del genere; infatti, può presumersi che:

- sia stata tentata un'azione di spegnimento nel salone De Luxe dove le tubazioni flessibili antincendio sono state trovate distese e pronte all'impiego;
- si sia provato ad aprire un varco per portare le persone nelle zone più vivibili di poppa in quanto molti componenti della squadra antincendio sono stati rinvenuti proprio nella zona di poppa del ponte imbarcazioni.

Si è, tuttavia, rilevato che nella maggior parte degli ambienti interni, dopo la propagazione dell'incendio, sono state raggiunte in breve tempo condizioni ambientali che potevano comportare l'incapacitazione delle persone.

Si ripete che solo due posizioni apparivano più protette a lungo dagli effetti dell'incendio.

Le condizioni ambientali in sala macchine si presume che si siano deteriorate più lentamente, sebbene inesorabilmente, rispetto agli altri locali.

Si ritiene anche importante precisare che, per poter stimare in modo sufficientemente attendibile il tempo di sopravvivenza delle persone che si trovano all'interno di un determinato ambiente durante un incendio, è necessario conoscere, con un buon grado di approssimazione, la variazione delle condizioni ambientali nello spazio e nel tempo e, in particolare, dei valori di temperatura dell'aria e della concentrazione delle varie sostanze nocive che vengono generate dai vari combustibili coinvolti nell'incendio, nonché la durata di permanenza delle persone nell'ambiente contaminato.

Occorre, infatti, ribadire che la concentrazione del fumo e gas di combustione nel luogo incendiato varia nello spazio e nel tempo e, quindi, le persone nel movimento di allontanamento, o di permanenza, sono sottoposte ad atmosfere deleterie che variano in continuazione.

Nel caso in esame, l'unico dato certo è la posizione finale delle vittime mentre si possono solamente immaginare quali siano stati i percorsi compiuti dalle persone nel loro tentativo estremo

di salvataggio a decorrere dall'inizio dell'incendio; inoltre, sono noti anche i valori di concentrazione di carbossiemoglobina e di acido cianidrico rilevati sulle vittime.

Bisogna, al riguardo, notare che da molto tempo in letteratura viene indicato che i valori di concentrazione di acido cianidrico nel sangue di una persona, rilevati subito dopo una inalazione mortale di fumo e gas di combustione provocata da un incendio, sono mediamente almeno il doppio di quelli misurati dopo alcuni giorni dall'esposizione; pertanto, considerato che gli esami sui corpi delle vittime non sono stati subito eseguiti, ne consegue che, a seguito dell'incendio, la quantità di acido cianidrico accertata nel corpo delle vittime e comunicata dai medici legali potrebbe essere sensibilmente minore di quella che effettivamente è stata assorbita dalle persone durante l'evento con conseguente riduzione dei tempi di sopravvivenza presunti.

Alla luce delle suesposte considerazioni, nel caso in cui si ipotizzi che una persona fosse rimasta ferma, sin dall'inizio dell'incendio, all'interno del salone De Luxe, in considerazione dei presumibili valori di temperatura e concentrazione delle varie sostanze nocive che potevano riscontrarsi nell'aria inalata, ottenute con l'ausilio del citato programma di calcolo, potrebbe affermarsi che l'effetto di incapacitazione, considerata anche la descritta incertezza nei risultati ottenuti, possa essere avvenuto entro breve tempo dalla comparsa delle prime fiamme nel salone De Luxe.

E' assai presumibile, però, che molte persone abbiano potuto avere tempi di incapacitazione maggiori in relazione alle traiettorie percorse e alle cautele adottate (ad esempio, procedendo cercando di mantenere, quanto più possibile, la testa in basso e proteggendo con un fazzoletto le vie respiratorie) durante l'intervallo di tempo di esposizione alle concentrazioni variabili di fumo e gas di combustione; tuttavia, deve evidenziarsi che, tali persone affinché potessero essere salvate dovevano essere in grado di rendere la loro presenza percepibile ai soccorritori e che per svolgere tale azione dovevano molto probabilmente percorrere zone del traghetto che erano fortemente interessate dalla presenza di fumo e gas di combustione.

Si ritiene opportuno fornire, infine, di seguito degli elementi di riflessione che possono rivelarsi utili qualora la Commissione intenda svolgere delle considerazioni sull'attività dei soccorritori.

Preliminarmente occorre notare che l'intenso calore che potrebbe emanare una nave incendiata non agevola la fase di avvicinamento e la complicata salita a bordo dei soccorritori.

Le condizioni, poi, in cui opera un soccorritore all'interno di una nave con un incendio che si trova in fase avanzata di sviluppo sono estremamente difficoltose, quasi impossibili, per i seguenti motivi:

- le condizioni ambientali, quali l'elevata temperatura dei locali e la visibilità minima;

- la complessità degli ambienti in cui si articola il traghetto;
- la mancata conoscenza dei luoghi e, soprattutto, dell'ambiente preciso dove dirigersi per portare soccorso nel caso che le persone da soccorrere non abbiano potuto segnalare la loro presenza;
- il significativo peso delle attrezzature e dell'equipaggiamento per la protezione delle vie respiratorie che all'epoca era di circa 15 kg per ogni operatore;
- la limitata durata della riserva d'aria contenuta nelle bombole degli autorespiratori che, tenuto conto delle condizioni ambientali e dell'attività fisica da attuare, può ragionevolmente stimarsi al massimo in 25 min;
- le condizioni fisiche in cui si trovano le persone alle quali portare soccorso (era assai prevedibile che molte persone potessero già trovarsi in uno stato di incapacitazione).

Un intervento che appare possibile sarebbe stato il salvataggio di occupanti che autonomamente si fossero portati in zone esterne a poppa.

Non può, però, nemmeno altresì escludersi che quelle persone per le quali, per i motivi precedentemente esposti, l'effetto di incapacitazione è intervenuto con maggiore ritardo, qualora fossero state in grado di notare rapidamente la presenza dei soccorritori, avrebbero potuto tentare almeno di attuare forme estreme di salvataggio, dettate dall'istinto di sopravvivenza, lanciandosi in mare.

I sottoscritti Consulenti si rendono disponibili, come peraltro rappresentato nel corso delle audizioni, ad approfondire qualunque ragionevole scenario che la Commissione ritenga puntualmente di indicare.

Ritenendo di aver assolto l'incarico affidato, si rassegna la presente relazione tecnica redatta in piena fede.

Roma, 07/12/2017

I Consulenti della Commissione

Prof. Ing. Antonio La Malfa



Dott. Ing. Emanuele Gissi

Dott. Ing. Salvatore La Malfa



## ***Raggruppamento Carabinieri Investigazioni Scientifiche***

### **Alla Commissione Parlamentare d’inchiesta sulle cause del disastro del traghetto “Moby Prince”**

#### **Relazione tecnica n. 2869/2016 del RIS di Roma**

inerente la ricostruzione di alcuni passaggi decisivi del disastro avvenuto la notte del 10 aprile 1991 nella rada di Livorno, mediante l’esame di: documentazioni audiovideo, registrazioni di comunicazioni radio e tamponi di tracce esplosive.

Roma, 30 novembre 2017

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INCARICO</b> .....	pag. 3
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEI REPERTI</b> .....	pag. 4
	2.1 Reperti per il Laboratorio di Fonica .....	pag. 4
	2.2 Reperti per i Laboratori di Fonica e di Audiovideo .....	pag. 5
	2.3 Reperti per il Laboratorio di Esplosivi .....	pag. 6
<b>3</b>	<b>SOMMARIO DELLE OPERAZIONI SVOLTE</b> .....	pag. 7
	3.1 Nastri in bobina <i>Ampex196</i> .....	pag. 7
	3.2 Registrazione c.d. "Bobinone" .....	pag. 7
	3.3 Video "D'Alesio" .....	pag. 7
	3.4 Video "Canu/Giglio" .....	pag. 8
	3.5 CD audio 180/1 Lato A e B .....	pag. 8
	3.6 Reperti di materiale esplosivo .....	pag. 8
<b>4</b>	<b>LUOGHI DEGLI EVENTI</b> .....	pag. 9
<b>5</b>	<b>ANGOLO D'IMPATTO TRA LE NAVI</b> .....	pag. 10
<b>6</b>	<b>ANALISI VIDEO D'ALESIO</b> .....	pag. 10
	6.1 Caratteristiche del materiale video .....	pag. 10
	6.2 Strumentazione utilizzata .....	pag. 12
	6.3 Estrapolazione fotogrammi dal video D'Alesio .....	pag. 12
	6.4 Esame ed estrapolazione delle immagini relative alle imbarcazioni coinvolte .....	pag. 22
	6.5 Correlazione tra le "evidenze del video D'Alesio" e i "riscontri documentali delle imbarcazioni coinvolte" .....	pag. 26
<b>7</b>	<b>ANALISI VIDEO CANU/GIGLIO</b> .....	pag. 29
	7.1 Caratteristiche del materiale video .....	pag. 29
	7.2 Estrapolazione fotogrammi dal video Canu/Giglio .....	pag. 30
	7.3 Analisi effettuate .....	pag. 33
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	pag. 35



## 1. INCARICO

La Commissione Parlamentare d'inchiesta sulle cause del disastro del traghetto Moby Prince ha richiesto in data 9 marzo la collaborazione del Raggruppamento Carabinieri Investigazioni Scientifiche formulando i seguenti quesiti:

1. *Si chiede di ricostruire cronologicamente – attraverso l'esame della documentazione audio acquisita dalla commissione, c.d. “**Bobinone**” – tutte le comunicazioni radio da chiunque lanciate nell'area della rada del porto di Livorno dalle ore 20:00 del 10 aprile alle ore 03:00 del mattino seguente con particolare attenzione alla fascia oraria 22:00 – 24:00.*
2. *In particolare, si chiede di ricostruire cronologicamente tutte le comunicazioni radio, partite nell'ultimo arco temporale suindicato, della petroliera Agip Abruzzo alla fonda nella rada di Livorno.*
3. *Si richiede se siano presenti tracce audio in lingua francese o inglese che interloquiscono o meno con l'autorità marittima. Si chiede altresì di dare conto del segnale di “may day” lanciato dal traghetto. In caso positivo si chiede di ricostruire cronologicamente il tracciato suddetto.*
4. *Si chiede di indicare – attraverso l'analisi di tutta la documentazione video e fotografica che sarà fornita dalla Commissione e in particolar modo attraverso l'esame del c.d. “**video D'Alesio**” – il preciso posizionamento delle navi coinvolte nell'incidente.*
5. *In particolare dall'analisi del “**video D'Alesio**”, si chiede di indicare, ove possibile, se la sagoma fra l'Agip Abruzzo e la terraferma sia quella del traghetto Moby Prince o di altra nave, da alcuni indicata nella Gallant II.*
6. *Si chiede se dalle immagini video e fotografiche acquisite sia possibile stabilire l'orientamento della prua dell'Agip Abruzzo.*
7. *Analoga analisi si chiede di compiere su altra documentazione video, c.d. “**video Canu**”, registrato da uno dei passeggeri all'interno del traghetto prima della tragedia, che sarà trasmesso dalla Commissione.*
8. *Si chiede, infine, un riscontro sui **tamponi di tracce esplosive**, attualmente conservati presso gli uffici giudiziari di Livorno al fine di valutare se a bordo del traghetto avvenne un'esplosione diversa da quella documentata dalla perizia Mariperman. Tali tamponi saranno richiesti all'autorità giudiziaria di Livorno dopo l'analisi del materiale cartaceo condotta dal collaboratore della Commissione maggiore Paride Minervini.*

## 2. DESCRIZIONE DEI REPERTI

Di seguito vengono descritti i reperti a disposizione in relazione al laboratorio interessato e alla data di arrivo presso il Ris di Roma.

### 2.1. Reperti per il Laboratorio di Fonica

Il giorno 1° marzo 2017 la Procura della Repubblica presso il Tribunale di Livorno, per il tramite della P.G. del Comando Provinciale Carabinieri di Livorno, metteva a disposizione di questo R.I.S. i seguenti reperti contenuti in un plico chiuso con nastro adesivo e sigillato mediante spago e piombino:

- 1) Una bobina audio-magnetica marca AMPEX196, da 1 pollice (1”), contrassegnata dal Nr.1, 295, recante, nella parte retrostante, un’etichetta adesiva sulla quale sono riportate 12 annotazioni, relative a date e orari di riferimento;
- 2) Una bobina audio-magnetica marca AMPEX196, da 1”, contrassegnata dal Nr.2, recante, nella parte retrostante, un’etichetta adesiva sulla quale sono riportate 9 annotazioni, relative a date e orari di riferimento;
- 3) Una bobina audio-magnetica marca AMPEX196, da 1”, contrassegnata dal Nr.3, recante, nella parte retrostante, un’etichetta adesiva sulla quale sono riportate 8 annotazioni, relative a date e orari di riferimento;
- 4) Una bobina audio-magnetica marca AMPEX196, da 1”, contrassegnata dal Nr.4, recante, nella parte retrostante, un’etichetta adesiva sulla quale sono riportate 9 annotazioni, relative a date e orari di riferimento;
- 5) Una bobina audio-magnetica marca AMPEX196, da 1”, contrassegnata dal Nr.5, recante, nella parte retrostante, un’etichetta adesiva sulla quale sono riportate 9 annotazioni, relative a date e orari di riferimento;
- 6) Una bobina audio-magnetica marca AMPEX196, da 1”, contrassegnata dal Nr.6, recante, nella parte retrostante, un’etichetta adesiva sulla quale sono riportate 10 annotazioni, relative a date e orari di riferimento;
- 7) Una bobina audio-magnetica marca AMPEX196, da 1”, contrassegnata dal Nr.7, recante, nella parte retrostante, un’etichetta adesiva sulla quale sono riportate 8 annotazioni, relative a date e orari di riferimento;
- 8) Una bobina audio-magnetica marca AMPEX196, da 1”, contrassegnata dal Nr.8, recante, nella parte retrostante, un’etichetta adesiva sulla quale sono riportate 8 annotazioni, relative a date e orari di riferimento;
- 9) Un contenitore di cartoncino bianco, aperto, contrassegnato dal Nr.10, con all’interno un nastro in bobina (**c.d. Bobinone**) privo di marca da ¼ di pollice. In una facciata del contenitore è presente una sigla autografa non meglio identificata, a mo’ di sigillo – mentre nell’altra facciata è presente una piccola etichetta adesiva recante la scritta Allegato 1B Nastro magnetico di IPL Livorno.

## 2.2. Reperti per i Laboratori di Fonica e di Audiovideo

Il 24 maggio 2017 personale di questo Reparto ha provveduto a prelevare, presso la Commissione Parlamentare d'inchiesta, i seguenti reperti riguardanti audiovisivi anche amatoriali per lo svolgimento delle operazioni:

### (Reperti Lab. Fonica)

- 1) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 147/9 – Riportante l'annotazione: “Riproduzione da videocassetta VHSC *–illegibile–* dal cadavere (Giglio Alessandra “Parziale” ‘8’ ”);
- 2) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 232 – Riportante l'annotazione: “Riproduzione della cassetta VHSC appartenente a Canu Angelo e Giglio Alessandra ‘9’ ”;
- 3) Una memoria di massa di tipo CD-R denominata 180/1 – Riportante l'annotazione: “Audiocassetta lato A”;
- 4) Una memoria di massa di tipo CD-R denominata 180/1 – Riportante l'annotazione: “Audiocassetta lato B”;

### (Lab. Audiovideo)

- 1) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 147 – Riportante l'annotazione: “Videocassetta D'Alesio”;
- 2) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 147/2 – Riportante l'annotazione: “Video 8 D'Alesio”;
- 3) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 147/5 – Riportante l'annotazione: “Copia Betacam D'Alesio”;
- 4) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 147/6 – Riportante l'annotazione: “Azione Miglioramento”;
- 5) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 147/7 – Riportante l'annotazione: “CAD110 VHSC Giglio” (Contrariamente a quanto indicato dalle annotazioni il contenuto del disco si riferisce al c.d. “Video D'Alesio”);
- 6) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 222 – Riportante l'annotazione: “Network Forensic Working Copyoff”;
- 7) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 233 – Riportante l'annotazione: “DOC F 21-1-97 Perizia”;
- 8) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 234 – Riportante l'annotazione: “doc perizia D'Alesio”;
- 9) Una memoria di massa di tipo DVD-R denominata 235 – Riportante l'annotazione: “Moby Prince Videocassetta D'Alesio ed elaborazione dell'ing. Giovanni Mignona”;
- 10) Una memoria di massa di tipo CD-R < non contraddistinta da numerazione > – Riportante l'annotazione: “Annotazione scatola A Foto Perizie.”

### 2.3. Reperti per il Laboratorio di Esplosivi

In data **29 luglio 2017**, personale della P.G. di Livorno consegnava a questo Reparto nr. 2 plichi non perfettamente chiusi e sigillati:

**Plico n. 1 costituito da una scatola di cartone chiuso con nastro adesivo e spago disposto a croce riportante indicazioni che ne indicano il contenuto<sup>1</sup>:**

- 1) Rep. 1 - Busta aperta che dicesi contenere materiali isolati dal sacco C2;
- 2) Rep. 2 - Busta spillata che dicesi contenere materiali isolati dal sacco F2;
- 3) Rep. 3 - Busta aperta che dicesi contenere materiali isolati dal sacco F1;
- 4) Rep. 4 - Sacco trasparente aperto d. c. materiali isolati dal sacco B;
- 5) Rep. 5 - Busta aperta d. c. frammento metallico fuso derivante dai residui del sacco B;
- 6) Rep. 6 - Busta chiusa d. c. materiali isolati dal sacco E;
- 7) Rep. 7 - Busta chiusa che dicesi contenere materiali isolati dal sacco C2;
- 8) Rep. 8 - Busta aperta trasparente d. c. oggetti lato A dopo pulizia e lato E motore;
- 9) Rep. 9 - Busta chiusa d. c. materiali prelevati dal sacco D;
- 10) Rep. 10 - Busta chiusa d. c. materiali prelevati dal sacco A;
- 11) Rep. 11 - Busta aperta d. c. materiali prelevati dal sacco C;
- 12) Rep. 12 - Sacco aperto nero contrassegnato 9D;
- 13) Rep. 13 - Sacco aperto nero di plastica contrassegnato 6D interfono;
- 14) Rep. 14 - Sacco chiuso nero di plastica contrassegnato 2D;

**Plico n. 2 costituito da un plico in cartone chiuso con nastro adesivo e spago costituito da una scatola di cartone riportante indicazioni che ne indicano il contenuto<sup>1</sup>:**

- 15) Rep. 1 - Busta chiusa con spille d. c. materiali isolati dal sacco 10D;
- 16) Rep. 2 - Busta chiusa con spille d. c. rep. 1 D eliche di prua;
- 17) Rep. 3 - Busta chiusa con spille d. c. rep 3D e 4D prelevati su bidone, 5D prelevato su griglia locale eliche di prua ore 13.25;
- 18) Rep. 4 - Busta chiusa con spille d. c. reperti 6D, 7D 8D, eliche di prua;
- 19) Rep. 5 - Busta trasparente chiusa con spille d. c. materiale sul motore eliche;
- 20) Rep. 6 - Busta trasparente chiusa con spille d. c. lato G;
- 21) Rep. 7 - Busta trasparente chiusa a pressione con rondellina di plastica bianca dentata;
- 22) Rep. 8 - Busta trasparente chiusa d. c. montante motore lato E;
- 23) Rep. 9 - Busta trasparente chiusa con spille d. c. motore lato F supporto motore;
- 24) Rep. 10 - Busta bianca chiusa con filo di ferro d. c. reperti F trattati;
- 25) Rep. 11 - Scatola cartone chiusa con nastro adesivo d. c. 11D n. 4 provette contenenti liquido organico prelevato nel locale eliche di prua.

<sup>1</sup> I reperti non sono stati aperti e il contenuto non è stato verificato.



### 3. SOMMARIO DELLE OPERAZIONI SVOLTE

#### 3.1. Nastri in bobina *Ampex196*

Per quanto attiene gli 8 nastri in bobina marca *AMPEX mod.196* da 1", si rappresenta che non è stata richiesta, nel merito, alcuna attività tecnica.

I nastri sono stati riconsegnati, così come richiesto, alla Commissione Parlamentare.

#### 3.2. Registrazione c.d. "Bobinone"

Il nastro in bobina c.d. "Bobinone" è privo di marca ed è del tipo da ¼".

Per rispondere ai quesiti n. 1, 2 e 3, è necessaria la riproduzione delle registrazioni in esso contenute.

L'attività in parola richiede specifica strumentazione impiegata all'epoca dei fatti<sup>2</sup> necessaria per la lettura e decodifica dei dati<sup>3</sup>.

Le ricerche effettuate, dirette a reperire un esemplare dell'apparato, hanno dato esito negativo e, pertanto, si è proceduto alla riconsegna del nastro, così come richiesto, alla Commissione Parlamentare.

#### 3.3. Video "D'Alesio"

Le operazioni tecniche condotte sulle diverse versioni del video D'Alesio (contenute in n. 9 reperti DVD e n. 1 reperto CD-R) hanno previsto:

- ispezione dei reperti;
- lettura dei dati (elementi e proprietà dei file);
- visione delle sequenze del video "D'Alesio", operando in gruppo;
- visione fotogramma per fotogramma delle scene d'interesse, operando in gruppo;
- applicazione di "filtri" per evidenziare i particolari;
- estrazione dei fotogrammi di interesse;
- formulazione delle ipotesi;
- confronto tra le diverse versioni di una stessa sequenza al fine di verificare informazioni visive di carattere saliente;
- ripetizione delle operazioni di visione al fine di consolidare gli elementi significativi raccolti;
- esame delle immagini salienti del video, congiuntamente a elementi di documentazione fotografica delle imbarcazioni coinvolte, acquisite dagli atti d'indagine o dalla stampa coeva agli eventi;
- analisi delle evenienze/evidenze emerse.

Si evidenzia che le differenti versioni dei filmati in reperto, copie degli originali acquisiti nel corso delle operazioni giudiziarie, riproducono lo stesso evento. Tuttavia, tra di essi, i

<sup>2</sup> Marca Philips mod. XM11 di limitata diffusione, non più in produzione/commercio da anni.

<sup>3</sup> Time code.



filmati differiscono per molteplici fattori tra cui: durata, velocità di riproduzione, tipo di filtraggio impiegato in acquisizione, etc.

### 3.4. Video “Canu/Giglio”

Sono a disposizione per le analisi audio richieste, n. 2 memorie di massa: il DVD-R Reperto 147/9 con annotazione “VHSC Giglio” e il DVD-R 232 con annotazione “VHSC Canu Giglio”.

Gli accertamenti delegati hanno riguardato il file denominato VTS\_01 contenuto nella cartella “147-9 DVD4 VHSC Giglio” e si riferisce alle riprese audio-video eseguite all’interno del traghetto Moby Prince prima dell’avvenuto disastro.

Le operazioni tecniche condotte hanno previsto:

- ispezione dei reperti;
- lettura dei dati (elementi e proprietà dei file);
- visione delle sequenze del video “Canu/Giglio”, operando in gruppo;
- ascolto dell’audio nelle varie sequenze;
- estrazione della traccia audio;
- studio delle evoluzioni in frequenza dei fenomeni acustici rilevati;
- formulazione delle ipotesi;
- verifica sperimentale di quanto ipotizzato.

Anche per i due video Canu/Giglio valgono le stesse considerazioni formulate in calce al § 3.3.

### 3.5. Cd audio 180/1 Lato A e B

Per quanto attiene i n. 2 CD-R audio, riportanti rispettivamente le annotazioni “Audiocassetta lato A” e “Audiocassetta lato B”, si rappresenta che non è stata richiesta, nel merito, alcuna attività tecnica.

I supporti ottici sono stati riconsegnati, così come richiesto, alla Commissione Parlamentare.

### 3.6. Reperti di materiale esplosivo

Dalla lettura della relazione tecnica del dr. Massari, incaricato dalla Procura della Repubblica presso il Tribunale di Livorno, risulta che tutti i reperti, attualmente a disposizione, furono, all’epoca dei fatti, lavati con ‘acetone’ al fine di estrarne e concentrarne le eventuali tracce di esplosivo presenti.

Questa procedura, di prassi ancora oggi adottata, ‘rimuove’ dai reperti eventuali tracce presenti, rendendoli non più utili ad una ulteriore verifica analitica. Per tale motivo, i reperti in parola non sono stati analizzati.

I plichi non sono stati aperti e, pertanto, non si è proceduto alla verifica del loro contenuto.

#### 4. LUOGHI DEGLI EVENTI

Il 10 aprile 1991, il traghetto Moby Prince, in servizio di linea tra Livorno e Olbia, lascia il porto di Livorno alle 22:00 circa.

Alcuni minuti dopo, al largo del porto, a pochi chilometri dalla costa, il traghetto entra in collisione con la nave petroliera Agip Abruzzo, secondo quanto riportato negli atti processuali.

Rispetto al luogo del disastro:

- il video “D’Alesio” si riferisce alle riprese, dell’evento, avvenute dalla terrazza dell’abitazione della famiglia D’Alesio, sita in Livorno, Viale di Antignano 99, tra i quartieri di Ardenza e Antignano, sulla strada antistante il mare;
- il video “Canu/Giglio” si riferisce alle riprese, girate dalla famiglia omonima all’interno della nave “Moby Prince”, prima nei locali comuni e infine nella cabina, antecedentemente all’impatto tra le due navi.



Immagine 1 - luoghi degli eventi

## 5. ANGOLO D'IMPATTO TRA LE NAVI

La sentenza del Tribunale di Livorno del 31 ottobre 1998, nel procedimento n. 66/95 RG, riconosce, di fatto, un angolo d'impatto di circa  $75^\circ$  prua Agip Abruzzo - poppa Moby ovvero  $105^\circ$  prua - prua tra la Moby Prince e l'Agip Abruzzo.

Riportiamo un estratto da pagina 390: “...una rotta del Moby Prince di  $195^\circ$  e un allineamento dell'Agip Abruzzo intorno ai  $300^\circ$ ....”.

La seguente figura (immagine nr. 2) riporta l'angolo approssimativo d'impatto.

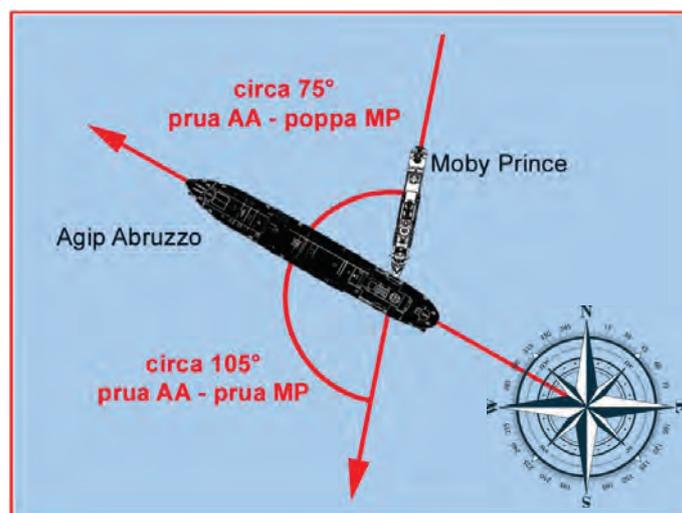


Immagine 2 - posizione delle navi e angolo d'impatto secondo la sentenza

## 6. ANALISI VIDEO D'ALELIO

### 6.1. Caratteristiche del materiale video

Il c.d. video “D'Alesio” è una sequenza registrata su di una videocassetta precedentemente impiegata per una registrazione a tema familiare (viaggio turistico).

Da un esame preliminare della sequenza di interesse, si evidenzia che:

- ha una durata di 5 minuti complessivi, di cui 2 circa relativi a immagini dirette dell'incendio;
- inizia circa 5 minuti dopo l'impatto tra l'Agip Abruzzo e il Moby Prince, ciò si evince dalle comunicazioni radio tra il Comandante dell'Agip Napoli e la Capitaneria di Porto; in tale frangente, a seguito dell'impatto con il Moby Prince nella parte poppiera, l'Agip Abruzzo, ancorata a prua, effettua una rotazione dell'asse prua-poppa di alcuni gradi verso nord;
- è girata in **orario notturno**;

- al centro dell'inquadratura **la scena d'interesse** è ripresa in lontananza, con dominanza del bagliore delle fiamme sullo sfondo scuro;
- l'inquadratura è spesso traballante (soprattutto nella parte iniziale);
- sono presenti disturbi video;
- le luci della strada alterano la visione sull'intero specchio di mare (inquinamento luminoso);
- la traccia audio riporta i commenti di D'Alesio e di un'altra persona presente e le comunicazioni della ricetrasmittente attiva sul canale portuale.

Il livello di dettaglio della sequenza video è apparso limitato con la presenza di disturbi imputabili a diversi fattori (intrinseci ed estrinseci) che hanno influito sulla qualità finale.

I fattori intrinseci sono:

- caratteristiche del sistema di ripresa (di tipo analogico su nastro magnetico);
- degradazione del nastro originale (videocassetta) a causa delle naturali *alterazioni fisico/chimiche* del materiale in funzione del tempo;
- deterioramento del nastro originale (videocassetta) per *usura meccanica* nella lettura per contatto con la testina (si ritiene probabile che l'*originale* su nastro abbia subito numerose visioni nel corso del tempo).

I fattori estrinseci sono:

- registrazione su nastro già utilizzato per altro video (sovraincisione);
- distanza di ripresa;
- condizioni di luminosità ambientale;
- tecnica di ripresa (es: mancato uso del cavalletto, messa a fuoco apparentemente automatica, ecc.).

Come già specificato, tra i reperti sono presenti nr. 10 versioni integrali della sequenza (in alcuni casi elaborati dai vari tecnici nel corso del tempo e delle fasi processuali) della durata di circa 5 minuti con diversi livelli di qualità (definizione, livello di disturbo, elaborazione mediante filtri, data della realizzazione della copia in formato digitale, specifiche di campionamento, ecc.).

Data la considerevole mole del materiale a disposizione è apparso opportuno selezionare, tra quelle disponibili, la sequenza integrale di migliore qualità.

Ferma restando la sostanziale identità delle sequenze integrali disponibili, quella contenuta nel reperto 222 è apparsa la più idonea per l'evidenziazione degli elementi utili in quanto:

- si presenta come una delle versioni più nitide e con disturbi relativamente ridotti;
- i particolari evidenziabili trovano comunque riscontro nelle altre sequenze;
- risulta acquisita sincronizzando la velocità di lettura della testina rispetto al segnale video ("tracking").

## 6.2. Strumentazione utilizzata

Per lo svolgimento dell'analisi delle immagini video si utilizza, di norma, il software *Amped Five*. Trattasi di un'applicazione per il miglioramento e l'analisi forense di immagini e filmati durante le indagini: un singolo strumento per analizzare fotografie, migliorare filmati di sorveglianza e intelligence con un flusso di lavoro compatibile con le esigenze tipiche dell'ambito forense.

L'applicazione presenta, tra le altre cose, la possibilità di:

- caricare immagini e filmati in una moltitudine di formati;
- ottimizzare particolari d'interesse;
- generare report di elaborazione.

Finalità dell'*Amped Five* è quella di fornire una soluzione unica per elaborare e analizzare immagini e filmati in maniera accurata.

Tale software è stato impiegato, nel caso di specie, per il miglioramento del filmato attraverso il filtro “omomorfico” che regola separatamente il contrasto secondo frequenza (dettagli di un'immagine) e secondo le aree di luminosità.

Copia del video elaborato con il metodo descritto è stata consegnata presso la Segreteria della Commissione in data 21 novembre 2017.

## 6.3. Esame del video ed estrapolazione dei fotogrammi dal video D'Alesio

Prima di entrare nel merito dell'accertamento tecnico, è opportuno fare una premessa, la stessa enunciata nel corso dell'audizione del 10 ottobre 2017, davanti al Comitato di Presidenza, relativa agli accertamenti preliminari condotti.

L'esame riguarda un filmato, sicuramente eccezionale se non altro perché è l'unico che riprende il disastro, che tuttavia si presenta di scadente qualità per le molteplici ragioni esposte in precedenza.

Non si può nascondere che dalle iniziali visioni del contenuto della registrazione non emergeva il benché minimo elemento che potesse “chiarire” la dinamica dei fatti.

Gli scriventi, tuttavia, hanno condotto sia interventi di filtraggio, mirati al miglioramento della qualità della ripresa, che, soprattutto, attività di visione ripetuta, innumerevoli volte, dell'intero filmato, dei singoli fotogrammi estrapolati e, in alcuni casi, degli ingrandimenti effettuati. Tale attività, prolungata nel tempo e sviluppata in modo critico, ha consentito, progressivamente, di individuare elementi oggettivi (come vedremo in seguito: sviluppo e posizione dei fuochi, profili, andamento del fumo...) da cui, con processi logico-deduttivi, formulare le ipotesi prevalenti e, di conseguenza, rigettarne altre non compatibili.

L'attribuzione di significatività ai particolari (elementi oggettivi) è stata operata in funzione sia della nitidezza che della persistenza delle immagini riscontrate nel corso dei diversi fotogrammi che si susseguono.

Ferma restando l'opportunità e la necessità da parte della Commissione di visionare comunque integralmente il filmato, di seguito sono riportati alcuni fotogrammi e realizzati alcuni ingrandimenti che saranno oggetto di valutazione per la formulazione dell'ipotesi sulla dinamica degli eventi.

- **Fotogramma 1204** (immagine 3) - la scena dell'incendio al centro dell'inquadratura con a sinistra un lampione dell'illuminazione stradale;



Immagine 3 - **Fotogramma 1204** - l'incendio al centro dell'inquadratura e il lampione a sx

- **Fotogramma 1216** (immagine 4) - il chiarore del lampione che produce "inquinamento luminoso" e influisce negativamente sulla qualità di registrazione;



Immagine 4 - **Fotogramma 1216** - nonostante il lampione dell'illuminazione stradale sia fuori inquadratura, il chiarore resta visibile a sx e influisce negativamente sulla qualità di registrazione (inquinamento luminoso).

- “profili scuri” visibili alla base del chiarore prodotto dalle fiamme, osservati in tempi diversi. Per agevolarne la visione, si è provveduto a suddividere lo spazio interessato all’evento con una linea rossa.

Da notare come tra i profili:

- alcuni di essi sono pressochè persistenti (vds. immagini da 5 a 14 - ellisse di color rosso);
- altri sono mutevoli nel corso di più fotogrammi (rettangolo di color bianco).



Immagine 5 - **Fotogramma 1666** - profili scuri a destra e sinistra dell'incendio principale



Immagine 6 - **Fotogramma 3576** - profili scuri a destra e sinistra dell'incendio principale



Immagine 7 - **Fotogramma 3576** - ingrandimento del fotogramma



Immagine 8 - **Fotogramma 2279** - ingrandimento del fotogramma



Immagine 9 - **Fotogramma 2538** - ingrandimento del fotogramma

Immagine 10 - **Fotogramma 3605** - ingrandimento del fotogrammaImmagine 11 - **Fotogramma 4600** - ingrandimento del fotogramma (zoom dell'operatore): è evidente la natura "gassosa" delle colonne scure (profili)Immagine 12 - **Fotogramma 1204** - ingrandimento del fotogramma



Immagine 13 - **Fotogramma 1216 (particolare ingrandito):**  
 È riconoscibile un chiarore a Sx che evidenzia il profilo scuro;  
 Il profilo scuro appare di natura “non mutevole”.



Immagine 14 - **Fotogramma 1204** - ingrandimento del fotogramma

- due punti distinti e separati, da cui originano prevalentemente le fiamme, che vengono denominati “Fuoco 1” e “Fuoco 2” (immagini da 15 a 18);



Immagine 15 - **Fotogramma 2193** - punto di fiamma in basso (Fuoco 1).





Immagine 16 - Fotogramma 2203 - punto di fiamma in alto (Fuoco 2)



Immagine 17 - Fotogramma 2266: punto di fiamma in basso a Dx (Fuoco 1); punto di fiamma in alto a Sx (Fuoco 2).

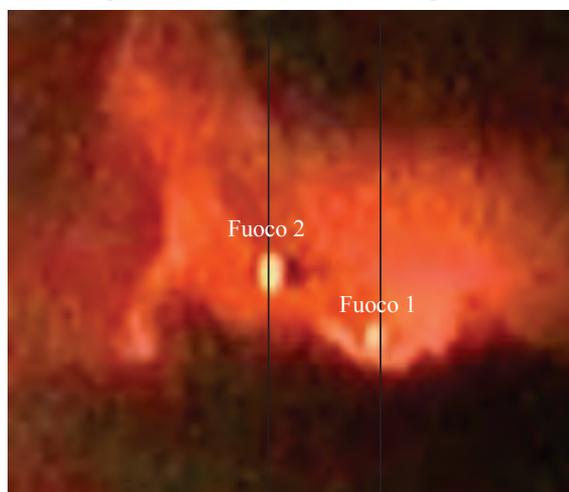


Immagine 18 - Fotogramma elaborato: sono evidenziati i due punti di fiamma

- le immagini dei fotogrammi che seguono (da 19 a 21) evidenziano che il fumo sembrerebbe:
- sottoposto all'azione di una brezza che lo sospinge da dx verso sx (rispetto all'inquadratura) (cfr. tratteggio A);
  - condizionato, nella dinamica, dalla presenza di un ostacolo (cfr. tratteggio B).



Immagine 19 - Fotogramma 4600 (zoom dell'operatore)



Immagine 20 - Fotogramma ingrandito ed elaborato:  
andamento del fumo con evoluzione da destra verso sinistra dell'inquadratura.



Immagine 21 - **Fotogramma 1913**: è nuovamente evidente l'andamento caratteristico del fumo

- il riflesso dei diversi bagliori sullo specchio d'acqua tra le fiamme e il punto di ripresa del video “D’Alesio” - terrazza dell’abitazione (immagini 22 e 23);



Immagine 22 - **Fotogramma 2835**: riflesso della fiamma sullo specchio di mare tra l'osservatore e l'incendio.



Immagine 23 - Fotogramma 4271: riflesso del bagliore dell'incendio sullo specchio di mare.

Gli elementi oggettivi fin qui riscontrati, si possono così riassumere:

- esistono due fuochi distinti, in posizioni differenti;
- non è visibile alcuna imbarcazione tra i fuochi e la terraferma;
- si rileva un profilo scuro persistente a sx dei fuochi;
- si riscontrano colonne e volute di fumo spinte da un vento da dx verso sx, alcune delle quali (quelle a sx di fuoco 1) condizionate, nella loro evoluzione, dalla presenza di ostacoli materiali.

Nei fotogrammi nr. 24 e nr. 25 sono descritti gli elementi in parola.



Immagini 24 e 25 - Fotogrammi 2226 (Dx) – 2416 (Sx): Sintesi degli elementi significativi



#### 6.4. Esame ed estrapolazione delle immagini relative alle imbarcazioni coinvolte

Per interpretare al meglio gli elementi individuati nel video D'Alesio e riportati al § 6.3, è necessario esaminare le navi coinvolte con particolare riferimento alla loro morfologia, prima e dopo l'evento.

Sono state pertanto ricercate le evidenze fotografiche inerenti:

- il profilo generale delle due navi:

“Moby Prince”



Immagine 26 - prospetto risalente a data antecedente il disastro

“Agip Abruzzo”



Immagine 27 - prospetto di prua risalente a data antecedente il disastro



Immagine 28 - prospetto di poppa risalente a data antecedente il disastro

- il profilo generale della Gallant II:



Immagine 29 - prospetto di prua della Gallant II



Immagine 30 - prospetto di poppa della Gallant II

- i particolari dei danni a prua della "Moby Prince" dopo l'impatto;



Immagine 31 - Moby Prince: Prospetto della prua



Immagine 32 - Moby Prince: Asimmetria della prua

- la falla triangolare sulla murata di dritta della nave "Agip Abruzzo" provocata dalla Moby Prince a seguito dell'impatto;



Immagine 33 - Agip Abruzzo: Falla sulla murata di dritta - area di impatto

- l'esplosione di una seconda cisterna della "Agip Abruzzo" in posizione poppiera, a sinistra della falla, avvenuta il successivo 13 aprile 1991;

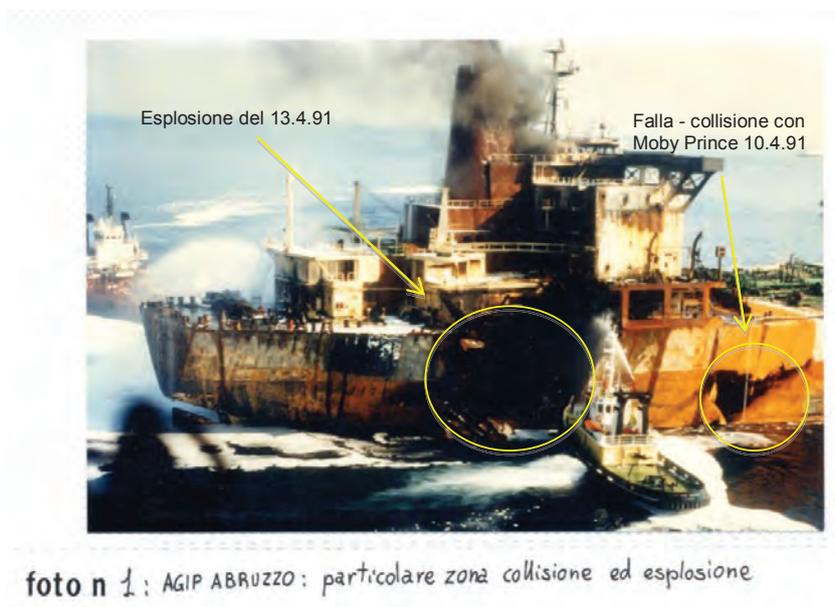


Immagine 34 - Agip Abruzzo

- i segni dell'incendio, con particolare riguardo a quelli presenti sulla murata di dritta nei pressi della falla e sul ponte principale della nave "Agip Abruzzo";



Immagine 35 - Agip Abruzzo: segni dell'incendio

In base alle evidenze fotografiche è possibile notare che:

- la prua della “Moby Prince” presenta danni maggiori sulla destra e una deviazione/deformazione verso sinistra, rispetto all’asse della nave (immagini 29 e 30);
- la falla provocata dal traghetto sulla dritta-poppiera dell’Agip Abruzzo ha una forma a triangolo scaleno con il vertice con angolo minore rivolto verso la prua della petroliera (immagine 35 - cerchio giallo, il vertice è in alto a destra);
- sia la deformazione della prua della Moby Prince (immagini 31 e 32) sia l’asimmetria del triangolo corrispondente alla falla dell’Agip Abruzzo (immagine 35) sono compatibili con un angolo d’impatto prua-prua superiore ai 90° supportando, di fatto, quanto riportato nella sentenza del Tribunale di Livorno laddove si sostiene che l’angolo di impatto (prua-prua) è pari a circa 105°.

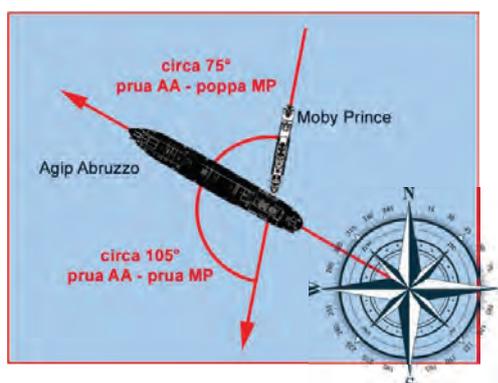


Immagine 36 - ricostruzione angolo impatto

#### 6.5. Correlazione tra le “evidenze del video D’Alesio” e i “riscontri documentali delle imbarcazioni coinvolte”

Dall’esame incrociato delle evidenze riscontrate nel § 6.3 e nel § 6.4, si possono riassumere alcuni elementi oggettivi come il riscontro:

- di un angolo d’impatto, tra le due navi, in linea con quanto espresso in sentenza, maggiore di 90° e, verosimilmente, di 105° prua-prua;
- di **due aree** di sviluppo delle fiamme:
  - «**Fuoco 1**» con fiamme caratterizzate da notevole persistenza, intensità, vivacità, frequenza ed estensione (incendio principale);
  - «**Fuoco 2**» con una fiamma occasionale (visibile nel video almeno 3 o 4 volte), di breve durata, con sviluppo esclusivamente verticale, caratterizzata da intensità ed estensione relativamente contenuti rispetto a Fuoco 1;

- di riflessi occasionali dell'incendio (scie o bagliori) sulla superficie del mare che fanno ritenere che tra le fiamme e l'osservatore non via sia presente alcuna imbarcazione;
- della presenza di un profilo scuro (immagine 37 - ovale), che rimane invariato nei diversi fotogrammi (cfr. 6.3), alla sinistra dell'incendio.



Immagine 37 - profilo scuro, immutato nel corso della ripresa, racchiuso nell'ovale e posizione di Fuoco 1 e di Fuoco 2

In relazione a quanto sopra è possibile dedurre quanto segue:

- l'area «Fuoco 1», sicuramente più importante di quella «Fuoco 2» a causa della copiosa fuoriuscita di petrolio infiammato, si può verosimilmente collocare in corrispondenza di quella compresa tra la falla dell'Agip Abruzzo, il ponte di prua della Moby Prince e la superficie dell'acqua sottostante;
- l'area «Fuoco 2», collocata a sinistra e più in alto rispetto a quella «Fuoco 1», si può ragionevolmente localizzare al di sopra della linea del ponte di coperta dell'Agip Abruzzo, nella zona poppiera; è verosimile che Fuoco 2 possa essere il prodotto di una fuoriuscita di sostanze gassose p.e. da una valvola di sicurezza;
- la posizione del Fuoco 1 (come già accennato, più in basso e a destra di Fuoco 2) e la circostanza che sia visibile nel filmato è in linea con l'ipotesi di impatto descritto in sentenza, di fatto escludendo, quindi, l'ipotesi contraria che vedrebbe l'Agip Abruzzo, in posizione diametralmente opposta, con la prua verso sud-est e, di conseguenza, la Moby Prince con la prua verso nord;

- la visuale sullo spazio di mare ripreso **al margine sinistro** dell'inquadratura appare compromessa dall'inquinamento luminoso provocato dal lampione presente sul lungomare;
- la **conformazione del fumo** sviluppato evidenzia la presenza di brezza/vento che spira da destra verso sinistra e suggerirebbe la presenza di una struttura solida, avvolta dalla coltre di fumo, a sinistra del Fuoco 1 (murata di dritta dell'Agip Abruzzo) e del Fuoco 2 (zona poppiera/ponte dell'Agip Abruzzo);
- il **profilo scuro**, visibile immediatamente **a sinistra** dell'incendio, presenta una morfologia, di fatto, non mutevole nel corso della ripresa. Tale profilo, valutato anche alla luce degli altri elementi emersi ("Fuoco 1", "Fuoco 2 e "conformazione del fumo") si ritiene debba attribuirsi alla poppa dell'Agip Abruzzo;
- i **profili scuri**, visibili immediatamente **a destra** dell'incendio (area «Fuoco 1»), osservati nel corso della ripresa, al contrario, presentano morfologie mutevoli nel tempo e in alcuni casi una caratteristica di semitrasparenza, tanto da ritenerli riconducibili a colonne o volute di fumo (e non a sagome di imbarcazioni);
- ancora **più a destra** delle fiamme, le condizioni di luminosità ambientale e il disturbo video non hanno permesso d'individuare particolari significativi.

## 7. ANALISI VIDEO CANU/GIGLIO

Il video “Canu/Giglio” è contenuto nei reperti n. 232 e n. 147/9.

Nel video VTS\_01 della cartella 232 sono presenti, in successione:

- la ripresa “Canu/Giglio” della durata di circa 3’52”;
- la ripresa, della durata di circa 44’55”, afferente i festeggiamenti di un matrimonio.

Nel video VTS\_01 della cartella 147/9 vi è presente la sola ripresa “Canu/Giglio” della durata di circa 4’30”<sup>18</sup>. Si precisa che questa versione contempla una parte iniziale di circa 38”, non presente nella versione della cartella n. 232.

La ripresa che si andrà a esaminare si riferisce a quella di durata maggiore pari a 4’30”<sup>18</sup> (cartella 147/9). Il c.d. “video Canu” riguarda le riprese audio-video eseguite all’interno del traghetto Moby Prince, con particolare riferimento all’audio degli ultimi secondi di registrazione.

### 7.1. Caratteristiche del materiale video

A un esame preliminare sono evidenti i seguenti elementi:

- la registrazione ha una durata, come già indicato, di 4’30” complessivi; si compone, di fatto, di quattro riprese, e ha le caratteristiche riportate in figura;



Immagine 38 - caratteristiche video Canu/Giglio

- la ripresa audio/video è girata in più ambienti chiusi all’interno del traghetto Moby Prince;
- la qualità e la risoluzione video sono piuttosto scadenti, così come il relativo audio compresso;
- nel corso del susseguirsi degli eventi registrati (cfr. figura seguente) si osservano disturbi video, rispettivamente di “sfarfallio” (riconducibili a mancanza di sincronismi di riga e di quadro) e di segnale audio (parlato, musica e rumore) generalmente disturbato e a volte frammentato e distorto.



Nome	Inizio
▼ VTS_01_1-147-9 Audio Estratto.wav	
1^ ripresa	00:00:00:00
segnale audio distorto	00:00:15:24
segnale audio distorto	00:00:21:00
segnale audio distorto	00:00:26:00
2^ ripresa	00:00:28:12
3^ ripresa	00:01:48:07
segnale audio distorto	00:03:02:00
segnale audio distorto	00:03:09:00
segnale audio distorto	00:03:46:24
4^ ripresa	00:03:56:20
segnale audio distorto	00:04:16:04

Immagine 39 - eventi registrati

Come per il video D'Alesio, è necessario considerare i seguenti fattori che incidono negativamente sulla qualità finale. Alcuni dei quali intrinseci come, per esempio, il sistema di ripresa (di tipo analogico su nastro magnetico) e altri esterni come, per esempio, quelli introdotti dal tempo trascorso dalla ripresa a oggi, quali deterioramento del nastro originale (videocassetta) per usura meccanica nella lettura per strisciamento (si ritiene probabile che l'originale su nastro abbia subito numerose visioni nel corso del tempo). Ulteriori deterioramenti della ripresa video potrebbero verosimilmente essere stati generati dall'esposizione a temperature elevate.

## 7.2. Estrapolazione fotogrammi dal video Canu/Giglio

Nell'ultima ripresa (la quarta), quella di interesse, che va da 3'56"20<sup>4</sup> a fine registrazione (4'30"18), si rilevano:

### (Parte video)

Per la parte video, si riportano alcuni fotogrammi relativi alla sequenza girata in cabina.

<sup>4</sup> Codice di tempo a 25 fps (fotogrammi per secondo)



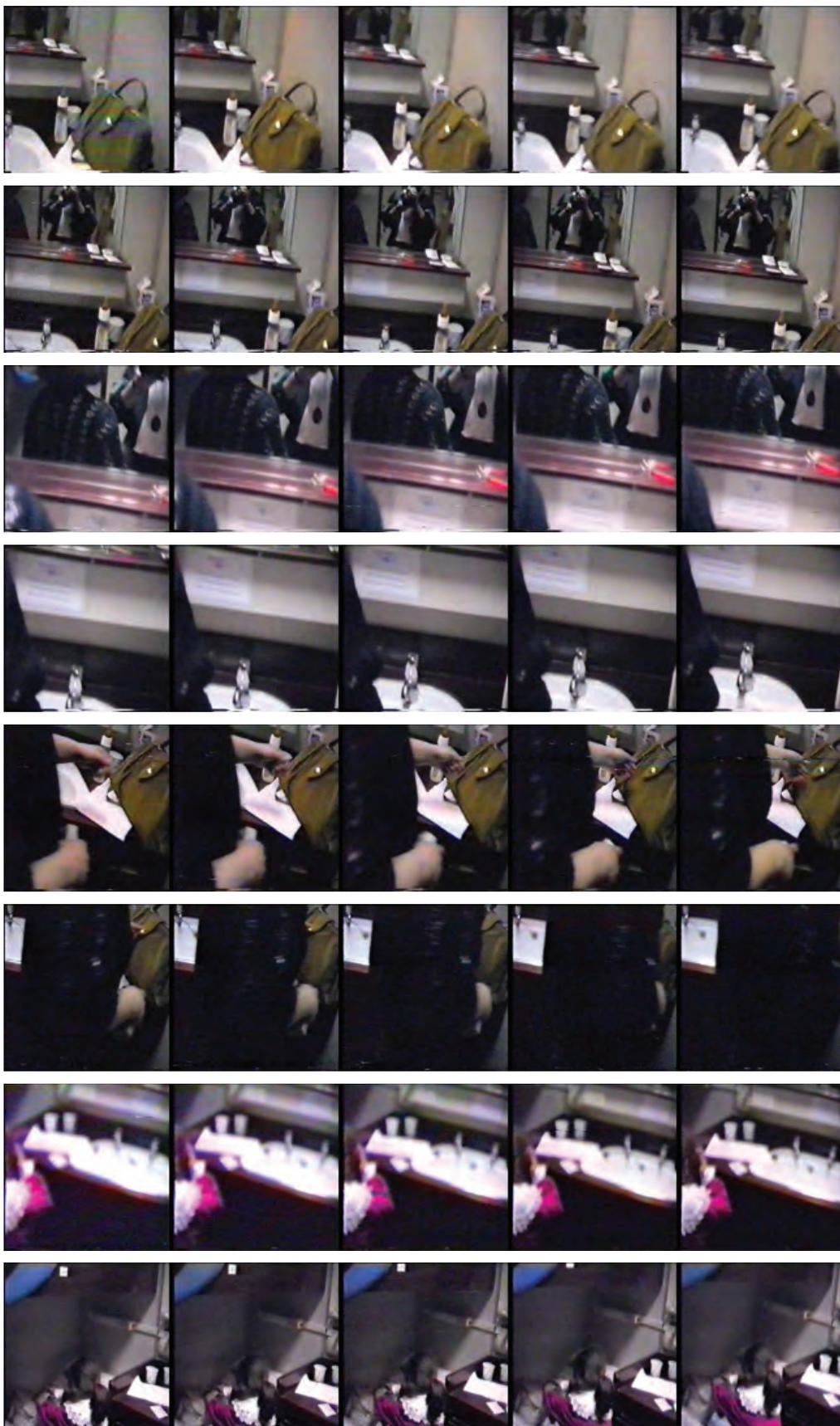




Immagine 40 - alcuni fotogrammi della 4^ ripresa

L'oggetto di quest'ultima ripresa video, anch'essa interessata dai problemi qualitativi prima accennati (cfr. § 7.1), è l'interno della cabina della nave. L'operatore dapprima inquadra un lavabo (3'56"22<sup>5</sup>) accanto al quale si notano, tra le altre cose, una borsa e un biberon per poi volgere l'obiettivo in direzione dello specchio (3'58"16). Riprende poi una donna (4'00"20) che da' le spalle allo specchio stesso, due bambine (4'13"01) e i letti a castello: prima quello inferiore (4'14"12) e poi quello superiore (4'16"00) dove è appoggiato uno zaino. A questo punto i disturbi del video aumentano sensibilmente e la ripresa finale è riferita sempre allo zaino, questa volta inquadrato parzialmente (4':18"18). Da 4'22"08 a 4'30"18 il quadro del video in riproduzione è completamente nero.

#### **(Parte audio)**

Nell'ultima ripresa del file si rilevano: inizialmente una sorta di cantilena, molto breve, della bambina più piccola (da 3':59"03 a 4':00"03); poi intervengono, parlando, la bambina più grande (da 4':00"20 a 4':05"19), la donna (da 4':06"00 a 4':06"08), l'uomo (da 4':08"02 a 4':08"17) e infine si rileva un rumore cupo, variabile nel tempo, della durata di circa 6 secondi (da 4':16"04 a 4':22"08) che diminuisce di intensità, fino ad annullarsi, su cui si è concentrata l'attenzione al fine di determinarne la natura.

<sup>5</sup> Codice di tempo a 25 fps



### 7.3. Analisi effettuate

Per l'analisi del video Canu/Giglio è stato impiegato il software Adobe Audition CS6 che ha permesso di visualizzare sia la parte video che quella audio nella forma spettrale.

In relazione all'analisi condotta, emergono i seguenti elementi: in tutte le riprese contenute nel file esaminato, già di base qualitativamente scadenti per risoluzione video e per compressione audio, si evidenziano ulteriori problematiche relativamente alla riscontrata irregolare velocità di trascinamento del nastro. Tale evenienza può essere riconducibile a difetti della videocamera (alimentazione/motore) ovvero al supporto utilizzato (cassetta). Mutamenti del parametro velocità durante la registrazione determinano variazioni innaturali dello sviluppo in frequenza (p.e. cfr. immagine 41) con la conseguente comparsa, in fase di ascolto, di fenomeni di distorsione.



Immagine 41 - A titolo di esempio - Tono a 1 KHz e relative armoniche - nel primo tratto (A) la frequenza -rappresentata dalle linee giallo-arancioni- decresce a seguito di un rallentamento della velocità per poi tornare a crescere (B) e a stabilizzarsi una volta raggiunta la velocità preesistente al punto A.

Nelle porzioni dove le irregolarità della velocità di scorrimento si manifestano, come già accennato, il parlato, la musica e, più in generale, i rumori dell'ambiente, sono distorti a causa delle variazioni di frequenza che l'evento determina.

Si indica, a titolo di esempio, il passaggio audio a 3'52"05 della ripresa in esame dove si è provveduto, al fine di facilitarne la lettura, a tratteggiare in bianco le parti di segnale in cui la frequenza ha subito gli effetti dovuti all'irregolare velocità di avanzamento del nastro. Nell'immagine 42, che mostra lo spettro del segnale (nel dominio della frequenza), in ascissa è rappresentato lo sviluppo temporale e in ordinata la frequenza; il maggior grado di luminosità indica maggior energia sonora (intensità).

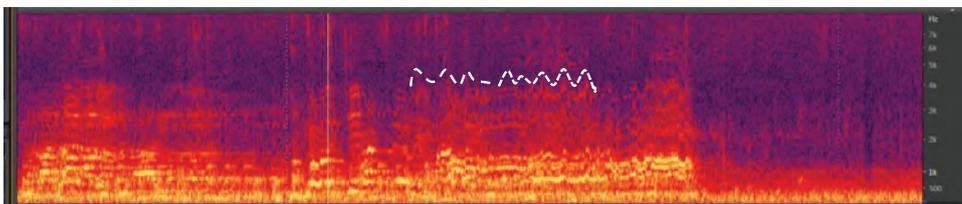


Immagine 42 - A 3'52"05 del video - la zona tratteggiata indica uno sviluppo irregolare in frequenza che determina distorsioni del segnale

La rappresentazione spettrale che segue (immagine 43), invece, evidenzia la parte finale del “video Canu”. In questo frangente è possibile riscontrare una prima porzione di segnale in cui la velocità di registrazione rallenta sensibilmente (da 4'16"04) (tratto A) seguita da un'altra porzione (da 4'18"02) in cui il parametro torna a normalizzarsi (velocità nominale) (tratto B) per poi (a circa 4'19"00) diminuire progressivamente fino ad arrestarsi (4'22"08) (tratto C).

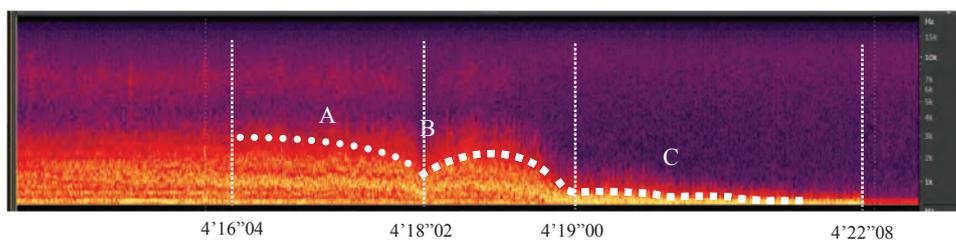


Immagine 43 - Parte finale video - la zona tratteggiata indica variazioni di velocità di scorrimento del nastro (A= diminuzione - B= ripresa - C= arresto)

## CONCLUSIONI

In esito ai quesiti posti dalla Commissione Parlamentare d'inchiesta sulle cause del disastro del traghetto Moby Prince e in relazione alle attività svolte sul materiale in reperto, si rappresenta quanto segue.

### **Video c.d. “D’Alesio”**

La qualità delle immagini, la realtà notturna e la distanza dal punto di ripresa, hanno reso questo tipo di analisi piuttosto complessa. Tuttavia, è stato possibile identificare alcuni elementi che hanno permesso di supportare ulteriormente una delle iniziali ipotesi, non solo rinforzandola come maggiormente probabile, per la coincidenza di più fattori ma, per contro, abbattendo la probabilità delle restanti ipotesi che non risultano in grado di spiegare i fenomeni emersi.

Pertanto, sulla base della visione e dell'interpretazione globale degli elementi raccolti da:

- esame del Video, con particolare riferimento: al “profilo scuro non mutevole”, presente al limite sinistro dell'incendio; alla presenza di “due aree d'incendio” distinte e separate (*Fuoco 1* e *Fuoco 2*, quest'ultimo più in alto e a sinistra del precedente); alla dinamica e al profilo del fumo;
- documentazione agli atti del Processo e, in particolare: alla stima dell'angolo d'impatto tra le navi, ai fascicoli fotografici e sopralluoghi, alle immagini delle imbarcazioni, prima e dopo l'evento;
- documentazione fotografica da fonti aperte;

è plausibile ritenere che, durante la realizzazione del video in parola, le imbarcazioni coinvolte fossero ancora “incastrate” tra loro e, rispettivamente, disposte:

- l'Agip Abruzzo (a sinistra dell'inquadratura del video) con la poppa orientata nel quadrante sud-est e, quindi, la prua in quello Nord-Ovest;
- la Moby Prince con la prua approssimativamente verso Sud.

In relazione a quanto sopra, a prescindere dall'esatta angolazione e soprattutto dalla distanza e dalle proporzioni, le immagini che seguono vogliono fornire un'idea di massima sulla prospettiva di ripresa.

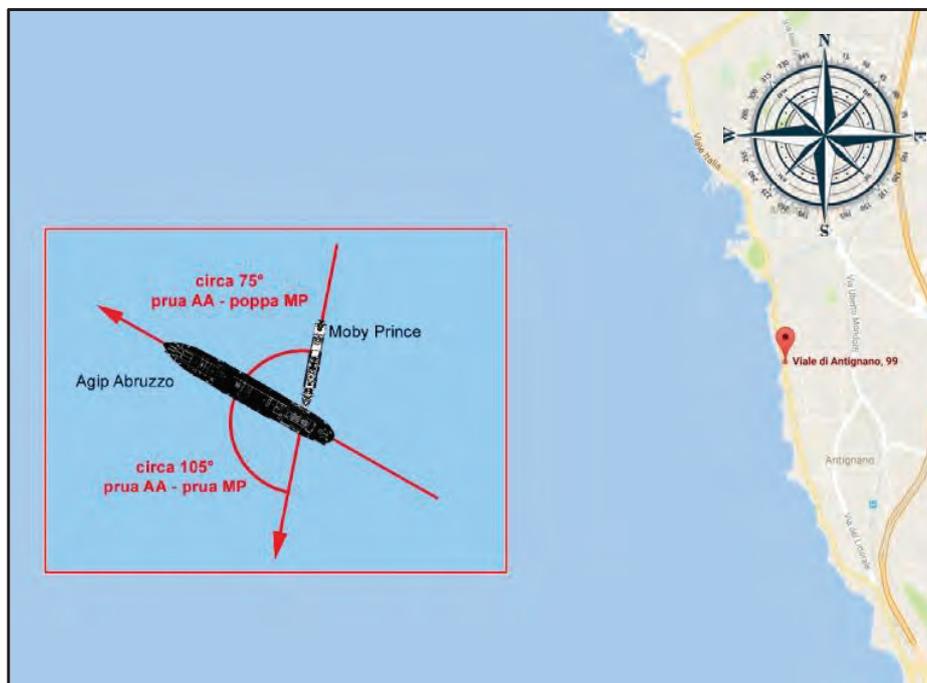


Immagine 44 – punto di ripresa e prospettiva stimata sulle navi in fase di impatto



Immagine 45 - posizione navi in fase di impatto - pur non restituendo l'esatta angolazione delle due navi rispetto all'osservatore, la ricostruzione vuole fornire un'idea di massima sulla posizione delle navi rispetto al punto di ripresa.

Non appaiono ulteriori imbarcazioni visibili interposte nel tratto di mare tra il luogo del disastro e colui che riprende.

Non sono stati osservati profili o sagome riconducibili alla nave Gallant 2 o ad altre navi.

### **Video c.d. Canu/Giglio**

Gli accertamenti esperiti sulla registrazione audiovideo, basati su prove di ascolto e analisi strumentale (spettro del segnale audio), hanno consentito di stabilire che l'effetto acustico rilevabile negli ultimi secondi della registrazione, da alcuni ritenuto come il prodotto di un'esplosione ovvero di un impatto violento, è **invero** da attribuire alla decelerazione della velocità di scorrimento del nastro, dapprima occasionale, poi progressiva fino al suo arresto.

### **Registrazione c.d. "Bobinone"**

Non è stato possibile esaminare il nastro in bobina da ¼ di pollice, c.d. "Bobinone", per irreperibilità dello specifico registratore impiegato all'epoca dei fatti (Philips XM11). Solo attraverso tale strumentazione sarebbe stato possibile "leggere" le registrazioni e decodificarne i dati temporali.

### **"Tamponi di tracce esplosive"**

Non si è dato corso all'attività analitica diretta a evidenziare l'eventuale presenza di tracce di esplosivo sui c.d. tamponi, utilizzati per il repertamento all'interno della sala motori di manovra della Moby Prince, in quanto, come si evince dalla "Consulenza Tecnica Massari" presente in atti, gli stessi reperti, attualmente a disposizione, risultano già essere stati "lavati con acetone" per gli esami di laboratorio a suo tempo condotti e, pertanto, non più idonei per nuove analisi.

Mar. Magg. Antonio Natale

LgTen. c.s. Simone Cesare

Magg. inv. sc. Claudio Ciampini

Ten. Col. inv. sc. Davide Zavattaro

Gen. B. Luigi Ripani





# Ministero dell'Interno

DIPARTIMENTO DELLA PUBBLICA SICUREZZA

DIREZIONE CENTRALE ANTICRIMINE  
DELLA POLIZIA DI STATO  
SERVIZIO POLIZIA SCIENTIFICA225/C/2017/69258-U/9D-FO-99111/IV-4<sup>a</sup> Acc. 28672

Roma, 11/10/2017

OGGETTO: Commissione parlamentare di inchiesta sulle cause del disastro della Moby Prince. Trasmissione relazione tecnica e reperti

ALLA **COMMISSIONE PARLAMENTARE D'INCHIESTA SULLE  
CAUSE DEL DISASTRO DEL TRAGHETTO MOBY PRINCE**  
Ufficio di SegreteriaSEDE

Con riferimento all'oggetto, si trasmettono la relazione tecnica redatta da personale della Sezione Indagini Elettroniche della IV Divisione di questo Servizio e il relativo reperto contenente nr.9 nastri magnetici unitamente a un Floppy Disk per Personal Computer.

IL DIRETTORE DEL SERVIZIO  
Carnevale



# Ministero dell'Interno

DIPARTIMENTO DELLA PUBBLICA SICUREZZA

DIREZIONE CENTRALE ANTICRIMINE  
DELLA POLIZIA DI STATO  
SERVIZIO POLIZIA SCIENTIFICA  
DIVISIONE IV  
SEZIONE INDAGINI ELETTRONICHE



**RELAZIONE TECNICA**  
**ACCERTAMENTO FONICO**

Ufficio Richiedente: Commissione Parlamentare di inchiesta sulle cause del disastro del traghetto  
Moby Prince

Procedimento Penale nr. 1/2017 |

**INDICE**

<b>1. Incarico .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Oggetto dell'accertamento.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Elenco del materiale in esame .....</b>	<b>3</b>
<b>4.Descrizione del materiale in esame .....</b>	<b>3</b>
<b>5.Attività Effettuate.....</b>	<b>9</b>

Procedimento Penale nr. 1/2017

### 1. Incarico

In data 26 Giugno duemiladiciassette nell'Ufficio di Segreteria della Commissione Parlamentare di inchiesta sulle cause del disastro del traghetto Moby Prince, a personale di questo Ufficio venivano consegnate nr. 9 bobine di nastro magnetico unitamente ad un Floppy Disk per Computer, provenienti dagli uffici giudiziari di Livorno in copia unica.

### 2. Oggetto dell'accertamento

Verificare il contenuto supporti magnetici reperati.

### 3. Elenco del materiale in esame

- Nr. 1 Bobina di nastro magnetico da 1¼ di pollice di marca Philips.
- Nr. 8 Bobine di nastro magnetico da 1 pollice, nr. 7 di marca Ampex nr. 1 di marca Scotch.
- Nr. 1 Floppy Disk da 5 ¼.

### 4. Descrizione del materiale in esame

1. Nr. 1 custodia di cartone marca Philips con impressa una dicitura su targhetta bianca "Allegato 1 B Nastro magnetico di IPL Livorno" e il nr. 10 con pennarello Blu, contenente nr. bobina di nastro magnetico da 1¼ di pollice di marca Philips (Reperto Foto 1, 2 e 3).

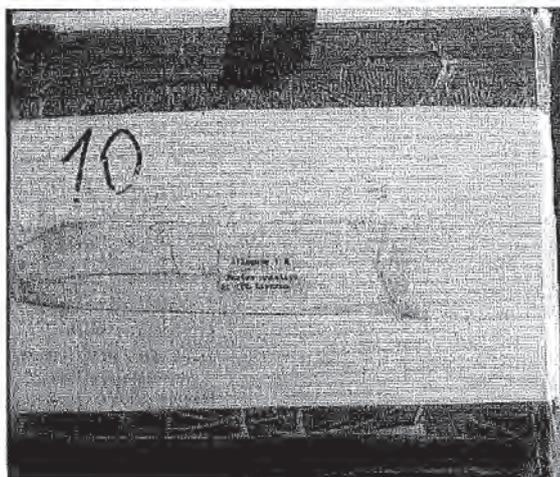


Foto 1

Procedimento Penale nr. 1/2017

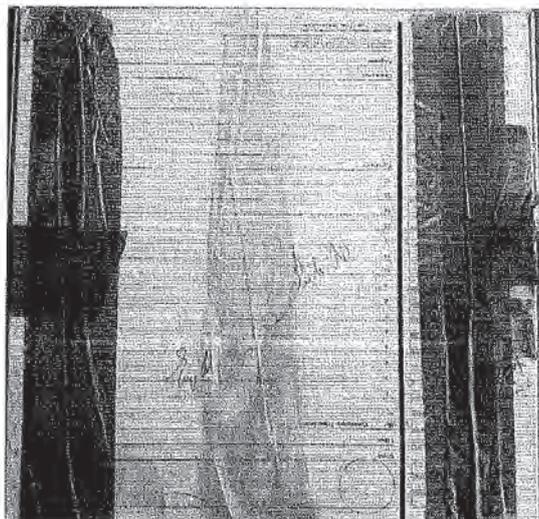


Foto 2

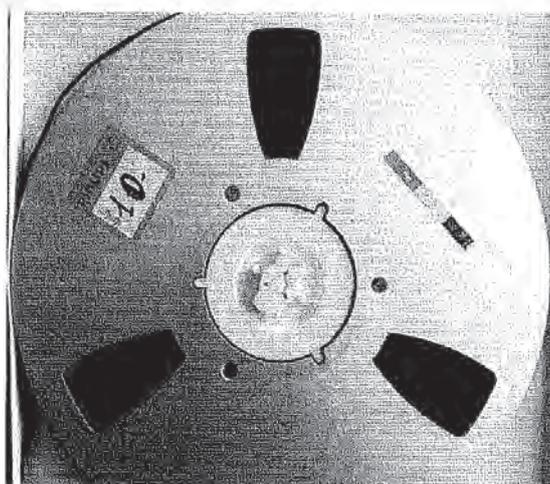


Foto 3

Procedimento Penale nr. 1/2017

2. Nr. 1 custodia Ampex 196 etichettata con il Nr.1 con impressa una etichetta circolare bianca su cui sono apposti dei riferimenti temporali scritti a penna "dal 10.3.90 ore 13.03 al 10.4.91 ore 07.00", contenente nr. 1 bobina di nastro magnetico da 1 pollice di marca Ampex mod. "0,5 MIL IMPROVED LOGGING 706" (Reperto foto 4).

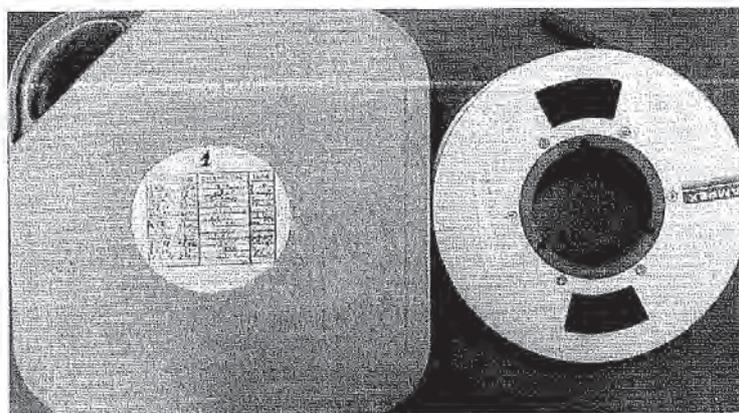


Foto 4

3. Nr. 1 custodia Ampex 196 etichettata con il Nr.2 con impressa una etichetta circolare bianca su cui sono apposti dei riferimenti temporali scritti a penna "dal 20.7.90 ore 07.00 al 10.4.91 ore 07.00", contenente nr. 1 bobina di nastro magnetico da 1 pollice di marca Ampex mod. "0,5 MIL IMPROVED LOGGING 706" (Reperto foto 5).

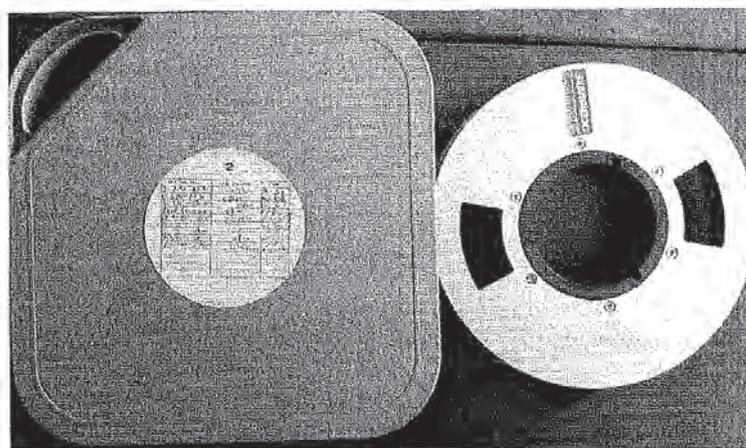


Foto 5

Procedimento Penale nr. 1/2017

4. Nr. 1 custodia Ampex 196 etichettata con il Nr.3 con impressa una etichetta circolare bianca su cui sono apposti dei riferimenti temporali scritti a penna "dal 22.8.90 ore 07.00 al 10.4.91 ore 07.00", contenente nr. 1 bobina di nastro magnetico da 1 pollice di marca Ampex mod. "0,5 MIL IMPROVED LOGGING 706" (Reperto foto 6).

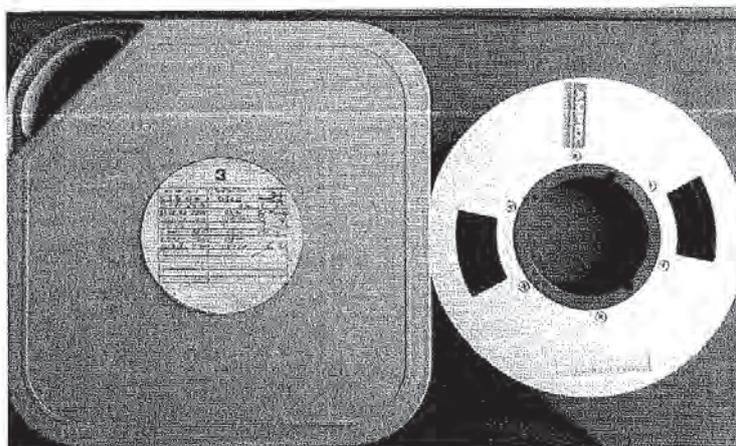


Foto 6

5. Nr. 1 custodia Ampex 196 etichettata con il Nr.4 con impressa una etichetta circolare bianca su cui sono apposti dei riferimenti temporali scritti a penna "dal 20.7.90 ore 17.36 al 10.4.91 ore 07.00", contenente nr. 1 bobina di nastro magnetico da 1 pollice di marca Ampex mod. "0,5 MIL IMPROVED LOGGING 706" (Reperto foto 7).

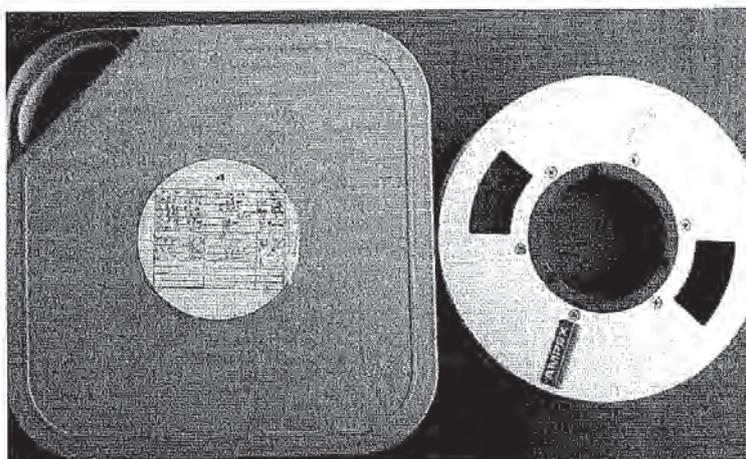


Foto 7

Pag 6 di 10

Procedimento Penale nr. 1/2017

6. Nr. 1 custodia Ampex 196 etichettata con il Nr.5 con impressa una etichetta circolare bianca su cui sono apposti dei riferimenti temporali scritti a penna "dal 20.7.90 ore 07.00 al 10.4.91 ore 07.00", contenente nr. 1 bobina di nastro magnetico da 1 pollice di marca Ampex mod. "0,5 MIL IMPROVED LOGGING 706" (Reperto foto 8).

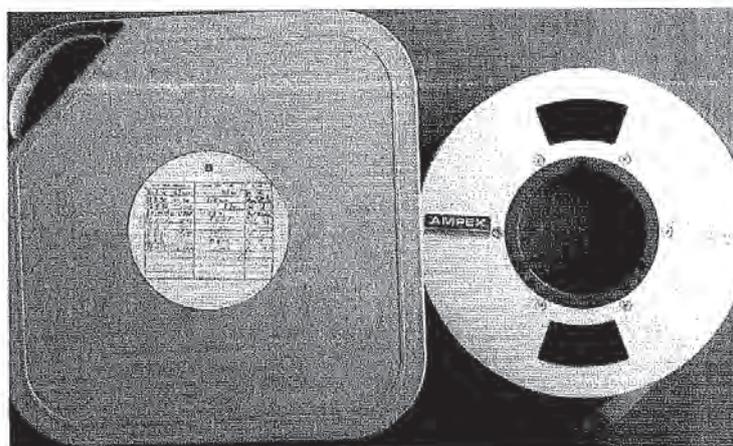


Foto 8

7. Nr. 1 custodia Ampex 196 etichettata con il Nr.6 con impressa una etichetta circolare bianca su cui sono apposti dei riferimenti temporali scritti a penna "dal 18.1.90 ore 16.10 al 10.4.91 ore 07.00", contenente nr. 1 bobina di nastro magnetico da 1 pollice di marca Ampex mod. "0,5 MIL IMPROVED LOGGING 706" (Reperto foto 9).

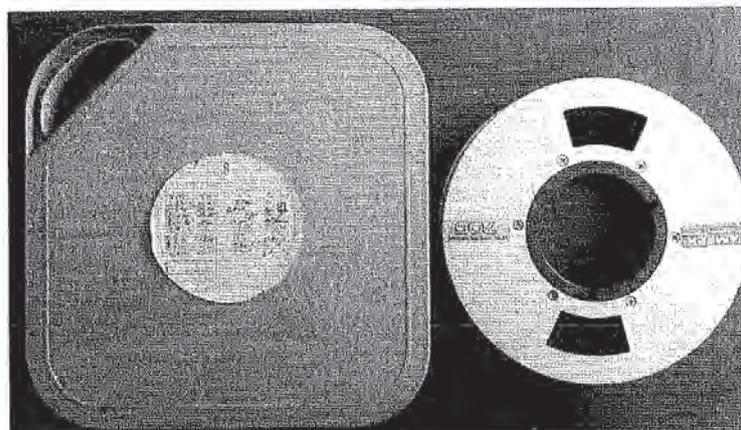


Foto 9

Pag 7 di 10

Procedimento Penale nr. 1/2017

8. Nr. 1 custodia Ampex 196 etichettata con il Nr.7 con impressa una etichetta circolare bianca su cui sono apposti dei riferimenti temporali scritti a penna "dal 22.8.90 ore 07.00 al 10.4.91 ore 07.00", contenente nr. 1 bobina di nastro magnetico da 1 pollice di marca Scotch (Reperito foto 10).

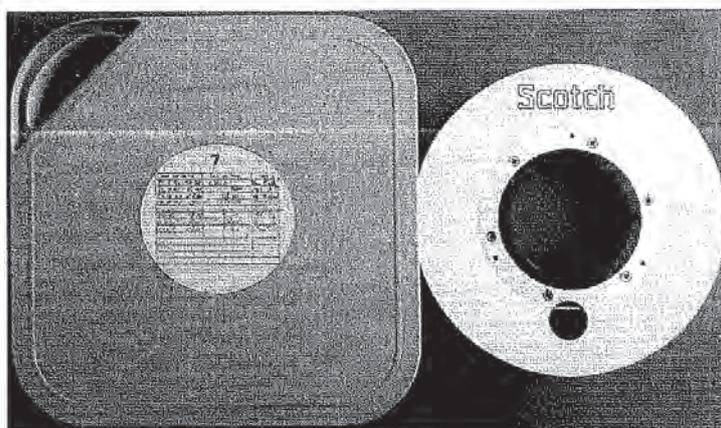


Foto 10

9. Nr. 1 custodia Ampex 196 etichettata con il Nr.8 con impressa una etichetta circolare bianca su cui sono apposti dei riferimenti temporali scritti a penna "dal 22.8.90 ore 07.00 al 10.4.91 ore 07.00", contenente nr. 1 bobina di nastro magnetico da 1 pollice di marca Ampex mod. "0,5 MIL IMPROVED LOGGING 706" (Reperito foto 11).

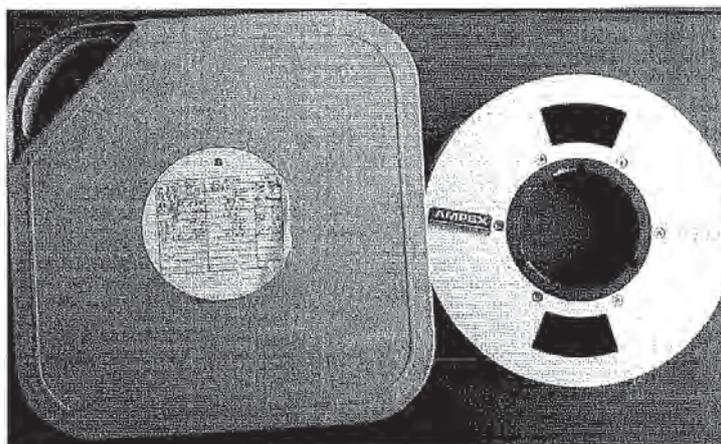


Foto 11

Procedimento Penale nr. 1/2017

10. Nr.1 custodia di carta 3M diskettes con impresso con pennarello Blu il nr.11 contenente nr.1 Foppy Disk da 5 ¼ con etichetta bianca recante la dicitura a penna blu "LOG REGISTRAZIONE COLLISIONE MOBY PRINCE",



Foto 12

## 5. Attivita effettuate e Conclusioni

### BOBINA DA 1 ¼ DI POLLICE

Dall'analisi dei documenti messi a disposizione dalla Commissione è stato individuato il registratore utilizzato per effettuare la registrazione della bobina di cui al punto 1., un Registratore XMN 11 della Philips. Tale dispositivo può incidere il nastro magnetico utilizzando 11 piste, di cui una utilizzata per i riferimenti temporali.

Dopo ricerche effettuate anche presso gli uffici della RAI e di molteplici studi di registrazione, l'Istituto Centrale per i Beni Sonori ed Audiovisivi del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo ci informava che era in possesso di un registratore in grado di leggere le incisioni. Dal 5 al 7 luglio, nei locali della Discoteca di Stato sita in via Michelangelo Caetani 32, con l'ausilio del tecnico messo a disposizione dalla struttura Sig. Quaresma Bruno, **veniva effettuata la copia delle comunicazioni radio incise sul nastro in questione relativamente alle comunicazioni antecedenti e susseguenti il disastro della Moby Prince su nr. 1 DVD**, già trasmesso alla Commissione.

Procedimento Penale nr. 1/2017

**BOBINA DA 1 POLLICE**

Questa varietà di nastri, ormai in disuso per le registrazioni audio, ha avuto un notevole successo sia per la qualità estremamente elevata del suono analogico sia per la possibilità di utilizzare più piste su cui incidere strumenti musicali differenti durante le incisioni musicali in sala di registrazione. La ricerca, focalizzata su questa tipologia di attività (studi di registrazioni, sale di incisione musicale), ha portato questo Ufficio ad individuare il Sig. Alessandro MOLINARO della "Analog Planet" sita in Bereguardo (PV), quale possessore di numerosi registratori per nastri da 1 pollice.

Dall'analisi dei nastri in questione (dal punto 2. al punto 9. della descrizione del materiale) presso il citato studio di registrazione e restauro sono emersi alcune evidenze; i nastri:

- **Non hanno lo spessore dei classici nastri audio;**
- **Contengono degli impulsi e dei suoni probabilmente non riconducibili a registrazioni audio ma a segnali radar;**
- **Poiché sono stati registrati da molti anni perdono ossido di ferro ad ogni ascolto, di conseguenza sarebbe opportuno effettuare, prima della lettura, un trattamento in forno per fissare l'ossidazione.**

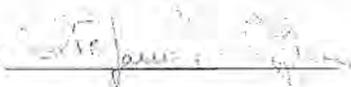
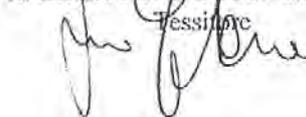
**FLOPPY DISK**

Non è stato possibile leggere il contenuto del dischetto magnetico di cui al punto 10) della "Descrizione del Materiale" in quanto obsoleto e molto probabilmente smagnetizzato.

Roma 10 ottobre 2017

Il Sostituto Direttore Tecnico della Polizia di Stato

Stefano DELFINO

VISTO  
IL DIRETTORE DELLA SEZIONE  
Tessitore

**Relazione per la Commissione parlamentare di inchiesta sulle cause del  
disastro del traghetto Moby Prince del Senato della Repubblica**

Prof. Francesco Saverio Romolo (\*)

Roma, 14 dicembre 2017

(\*) Il professore ha fornito il seguente contributo su richiesta dell'Ufficio di Presidenza della Commissione, a fronte delle indicazioni del RACIS.

---

**PROF. FRANCESCO SAVERIO ROMOLO**

PRESSO SEZIONE DI MEDICINA LEGALE

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

VIALE REGINA ELENA 336 - 00161 ROMA

TELEFONO UFF. 0649912581

E-MAIL [FRANCESCO.SAVERIO.ROMOLO@UNIROMA1.IT](mailto:FRANCESCO.SAVERIO.ROMOLO@UNIROMA1.IT)

---

**INCARICO**

---

Il giorno 11 ottobre 2017 sono stato convocato per un'audizione dalla Commissione parlamentare di inchiesta sulle cause del disastro del traghetto Moby Prince del Senato della Repubblica. La convocazione faceva riferimento al lavoro per il quale avevo ricevuto incarico dal dr. Massimo Mannucci e dal dr. Antonio Giaconi della Procura della Repubblica presso il Tribunale di Livorno, in relazione al procedimento penale N. 9627/06 R.G. mod. 44, insieme al dr. Ian Cullis, della QinetiQ iX, Ministry of Defence, Fort Halstead (Regno Unito), che era stato, tra l'altro, consulente tecnico dell'accusa nel processo per l'attentato avvenuto nei cieli di Lockerbie, che il 21 dicembre 1988 provocò l'esplosione del volo Pan Am 103.

L'audizione si è tenuta il giorno 17 ottobre 2017.

Il giorno 18 ottobre 2017, con nota prot. N. 842 della stessa Commissione, mi è stata chiesta una copia delle diapositive ed una sintesi della perizia esplosivistica.

---

## INTRODUZIONE

---

Le indagini nei casi di esplosione sono particolarmente difficili, a causa della complessità dei fenomeni coinvolti, che rendono problematico individuare elementi utili alla ricostruzione degli eventi.

Per questo motivo è fondamentale il metodo seguito: le attività devono iniziare individuando la sede dell'esplosione, se presente. È poi necessario documentare gli effetti dell'esplosione (per esempio danni strutturali, segni di deformazione, effetti termici, frammentazione) ed esaminare non solo il cratere, se presente, ma anche tutte le strutture ed i veicoli coinvolti<sup>1</sup>.

In uno dei testi più noti sulle indagini forensi nei casi di esplosioni è precisato “Una volta sul sito, si procederà ad un’osservazione e valutazione sistematica dell’intera scena del crimine”<sup>2</sup>. È opportuno porsi una serie di domande in successione:

1. “L’esplosivo indica una **sede dell’esplosione diffusa** o una sorgente puntiforme?”
2. Il danno è indicativo di esplosivo ad alto potenziale o no?”
3. Sono presenti **componenti riconducibili all’ordigno esplosivo** e dove sono rispetto alla sede dell’esplosione?”
4. Che tipo di **danno o variazione di colore sono presenti sulle superfici esposte all’esplosione?**
5. Qual è la **natura, le dimensioni e la distribuzione dei frammenti** prodotti dall’esplosione?”
6. A quale distanza massima sono stati proiettati i frammenti più lontani dalla sede dell’esplosione?”<sup>3</sup>

E’ possibile quindi discriminare il tipo di esplosivo coinvolto mediante valutazione del danno, focalizzando l’attenzione “su tre effetti primari di un’esplosione:

- pressione;

---

<sup>1</sup> U.S. Department of Justice, A Guide for Explosion and Bombing Scene Investigation, 2000, p.30.

<sup>2</sup> A. Beveridge, Ed. Forensic Investigation of Explosions, Taylor & Francis Ltd 1998, p.105.

- calore;
- frammentazione”<sup>3</sup>.

Esiste infatti una vera e propria disciplina denominata “blast diagnostics”, riferita alla valutazione degli effetti dei diversi esplosivi sui materiali<sup>4</sup>.

In un altro noto testo sull’esame della scena del crimine si fa notare che nel caso di un’indagine sulla scena di un’esplosione una delle domande fondamentali per l’investigatore è: “Che materiali sono stati usati per realizzare l’ordigno?”<sup>5</sup>. Per rispondere a tale domanda “la sede dell’esplosione dovrebbe essere attentamente esaminata per cercare materiale inesplosivo ed involucri che possono indicare il tipo di esplosivo coinvolto utilizzato”<sup>6</sup>. “Una ricerca degli elementi del **meccanismo di attivazione** dell’ordigno dovrebbe essere fatta. Elementi quali temporizzatori, batterie, porzioni di filo, fusibili, resti di detonatori e simili possono fornire informazioni circa l’attivazione dell’ordigno”<sup>6</sup>.

È opportuno far notare che durante le indagini sull’esplosione che ha ucciso il giudice Borsellino, alle quali ha partecipato anche il dott. Alessandro Massari, è stata “recuperata sul terreno” una porzione di scheda riconducibile ad un “telecomando TELCOMA”<sup>7</sup>, che verrà riconosciuta come uno degli elementi facenti parte del meccanismo d’attivazione dell’ordigno esplosivo in Via D’Amelio.

<sup>3</sup> A. Beveridge, Ed. Forensic Investigation of Explosions, *Taylor & Francis Ltd* 1998, p.106.

<sup>4</sup> A. Beveridge, Ed. Forensic Investigation of Explosions, *Taylor & Francis Ltd* 1998, p.110.

<sup>5</sup> Barry A.J. Fisher, *Techniques of crime scene investigation*, CRC press, 7<sup>th</sup> edition 2004, p.325.

<sup>6</sup> Barry A.J. Fisher, *Techniques of crime scene investigation*, CRC press, 7<sup>th</sup> edition 2004, p.328.

<sup>7</sup> Sentenza della Corte di Assise di Appello di Caltanissetta del 18/03/2002, N. 5/02 Reg. Sent, N. 31/99 Reg. Gen., N.2430/93 Reg. N.R. contro Riina Salvatore + altri, p.36, 777, 788, 1429.

---

## VALUTAZIONI ESPLOSIVISTICHE

---

### PREMESSA

Per comprendere la sequenza di eventi che hanno provocato l'esplosione avvenuta sulla Moby Prince è opportuno premettere alcune considerazioni esplosivistiche ed esaminare alcune immagini.

Un'esplosione è un fenomeno provocato da una repentina liberazione di energia. Tale liberazione può essere provocata da esplosivi come le polveri da lancio o il trinitrotoluene, detto anche tritolo (TNT), o da una miscela tra vapori infiammabili ed aria. La produzione di energia dovuta ad un'esplosione chimica è rapidissima e quindi inizialmente molto localizzata. Questa energia localizzata è poi dissipata da un'onda esplosiva e dalla propulsione di frammenti e materiali circostanti. Quando un'onda esplosiva colpisce una superficie, la superficie ferma l'onda, provocando un incremento di pressione ed un'inversione del verso di propagazione: l'onda è quindi riflessa. È l'incremento della pressione, chiamata pressione riflessa, a spingere la superficie. Se la superficie non è forte abbastanza, la pressione riflessa la deforma e può giungere a provocarne il cedimento. Per onde d'urto molto forti in aria la pressione riflessa può raggiungere un valore di otto volte la pressione incidente. Questa breve introduzione sulle esplosioni e sulle onde d'urto è utile a chiarire che è possibile la differenziazione degli effetti prodotti dall'esplosione di un esplosivo commerciale o militare rispetto a quelli prodotti dall'esplosione di una miscela di vapori infiammabili ed aria.

### USS Cole

Poiché l'oggetto della presente relazione tecnica è l'esplosione a bordo di un traghetto, è utile mostrare cosa accade quando una carica di esplosivo militare ad alto potenziale detona all'esterno o all'interno di una nave.

Un esempio utile a comprendere i danni provocati da un'esplosione all'esterno di una nave è quello del cacciatorpediniere USS Cole della marina degli Stati Uniti, colpito il 12 ottobre del 2000 da un attacco suicida realizzato con un'imbarcazione carica di esplosivo, la cui esplosione ha provocato la morte di 17 membri dell'equipaggio, 39 feriti e danni evidenti lungo la fiancata (vedere Figura 1).