

ESPLOSIONE ED INCENDIO SU UNA NAVE CISTERNA IN FASE DI DISCARICA PRESSO UN TERMINALE PETROLIFERO: INTERVENTO DI SOCCORSO ED ANALISI DELLE MISURE DI SICUREZZA SULLE NAVI E SUI PONTILI.

Autori: Ing. Luciano Cadoni (Comandante provinciale dei Vigili del Fuoco di Sassari), Ing. Francesco Orrù, Arch. Francesca Conti, Ing. Luca Manselli, Dott. Giovanni Fresu, P.I. Antonio Foddai (Funzionari del Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Sassari).

Comando provinciale VV.F. Sassari, 07100 Sassari, piazza Conte di Moriana 1, 079/2831200.

1. SOMMARIO

I terminali a mare rappresentano punti particolarmente critici nell'ambito degli stabilimenti petrolchimici, in quanto i rischi legati alle operazioni di carico/scarico delle navi cisterna sono sicuramente elevati. Tuttavia, all'unità pontile forse non viene dedicata sufficiente attenzione, sia nella fase progettuale, compresa l'analisi dei rischi, che nella fase realizzativa con riferimento agli allestimenti di sicurezza. Sovente, infatti, si ritiene l'evento incidentale al pontile scarsamente probabile mentre le misure di protezione ordinariamente adottate, risultano sostanzialmente immutate da decenni.

La memoria contiene una descrizione dettagliata dell'incidente verificatosi il 1° Gennaio 2004 a Porto Torres in una petroliera ormeggiata al pontile liquidi della Syndial. Tale incidente, uno dei più gravi verificatosi negli ultimi anni nell'industria petrolchimica, evidenzia la necessità di rivedere lo stato dell'arte nella materia al fine di minimizzare i rischi associati a tali unità operative.

La dinamica del sinistro e le difficoltà nell'opera di controllo e spegnimento dell'incendio suggeriscono importanti riflessioni. Mentre il ripetersi di gravi incidenti su navi cisterna, pone tra l'altro il problema della professionalità del personale adibito a tale tipo di attività. La memoria si conclude con una serie di proposte che si augura possano costituire una utile base di partenza per ulteriori approfondimenti, mirati all'aggiornamento delle prescrizioni tecniche in attività del tipo di quella in esame.

2. DESCRIZIONE DELL'INCIDENTE

Il porto industriale nel quale si è verificato l'incidente è situato sulla fascia costiera ad ovest del centro abitato di Porto Torres. In attesa della realizzazione dei lavori di ampliamento del porto cittadino, il porto industriale svolge una duplice funzione: da una parte quella industriale, attraverso il pontile Syndial, (ex Enichem); dall'altra quella commerciale, attraverso il molo denominato ASI, ubicato a circa 500 metri ad est del precedente, dedicato allo scalo passeggeri, che in estate raggiunge circa diecimila unità al giorno.

Lungo i 1400 metri del pontile liquidi della Syndial si sviluppano oltre 40 condotte, destinate al trasporto di diversi prodotti. Il pontile è dotato di quattro piattaforme di carico e scarico e di diversi punti di attracco.

La mattina del 1° gennaio 2004 il bollettino delle condizioni meteo, rilevate dal S.A.R., nella fascia costiera di Porto Torres indicano la presenza di vento di bassa intensità, proveniente da ponente.

La nave cisterna Panama Serena, battente bandiera delle Bahamas, attraccata al pontile liquidi dello stabilimento Syndial dalla mattina del 31, sta ultimando le operazioni di scarico di benzine leggere (frazione C₆) presso la piattaforma "B", attracco n. 18, del pontile. I documenti della nave cisterna indicano solo un carico di benzene, ma la società Syndial ha in seguito precisato che il carico era misto. Il benzene sarebbe stato interamente scaricato in precedenza; nelle cisterne della nave sarebbero rimaste circa 200 tonnellate di benzine leggere.

Presso il medesimo pontile, all'ormeggio n. 13, è attraccata una petroliera dell'Agip non ancora in fase di scarico. Contemporaneamente, al pontile ASI sono ormeggiate le navi traghetto delle compagnie Tirrenia Navigazione e Grimaldi Lines che hanno ultimato lo sbarco dei passeggeri.

Alle ore 11.54 sulla nave cisterna Panama Serena si verificano alcune esplosioni e successivamente un incendio. Le esplosioni causano la devastazione del ponte di coperta e determinano una visibile inclinazione a dritta. Provocano, inoltre, ingenti danni alle strutture del pontile, alle tubazioni e agli impianti in corrispondenza del punto di attracco. L'incendio coinvolge il contenuto residuo della nave cisterna e l'hold-up della tubazione da 14" collegata alla manichetta di travaso strappata, a seguito dell'esplosione, dall'attacco alla nave. Dei quindici membri dell'equipaggio, tredici riescono a porsi in salvo mentre due risultano dispersi.

Le esplosioni si avvertono sia a Porto Torres sia a Sassari. Dalle due città, distanti 17 chilometri tra loro, è visibile la colonna di fumo nero sprigionata dall'incendio (foto n. 1). Immediatamente la petroliera dell'Agip ferma all'ormeggio n. 13, e i traghetti in sosta al pontile ASI si portano in rada.

Alle ore 11.57 arriva la richiesta di soccorso alla centrale operativa del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Sassari. Il Comando dispone l'immediato intervento del distaccamento di Porto Torres con due motobarche, di due squadre provenienti dalla sede centrale con i relativi mezzi per lo spegnimento. Pochi minuti dopo sono chiamate ad intervenire anche una squadra dal distaccamento VF di Alghero e altre due squadre, dal distaccamento VF aeroportuale di Alghero Fertilia, con un mezzo speciale aeroportuale.

I mezzi VF, terrestri e nautici, arrivati sul posto si dispongono tenendo conto dell'intensità dell'incendio e della direzione del vento.

Posizionati i mezzi, iniziano le operazioni di spegnimento effettuate con l'ausilio di quattro monitori del pontile, due fissi in quota e due mobili a terra, attivati dalle squadre di emergenza dell'Azienda e tre rimorchiatori antincendio privati, attivati dalla locale Capitaneria di Porto (foto n. 2).

Mentre l'incendio della nave cisterna è aggredito con la schiuma riversata dai mezzi terrestri e dalla prima motobarca, la seconda motobarca, assieme ai monitori e ai rimorchiatori privati, raffreddano con acqua nebulizzata le condotte del pontile e il fasciame della nave cisterna interessati dalle fiamme.

Contemporaneamente scatta il piano di emergenza esterna predisposto dalla Prefettura di Sassari, che vede coinvolti oltre ai Vigili del fuoco ed alle forze dell'ordine anche il Comune di Porto Torres. Il Prefetto di Sassari convoca immediatamente il C.C.S. che viene insediato, di fatto, presso il municipio di Porto Torres. La Capitaneria di Porto emette il provvedimento di chiusura del porto a qualsiasi attività di navigazione e commerciale.

Si ordina la chiusura di tutte le attività di servizio e l'evacuazione degli occupanti, presenti all'interno dell'area portuale. Nell'abitato di Porto Torres il Comando di Polizia Municipale attua i provvedimenti di competenza che consistono nel regolare il traffico e favorire l'afflusso dei mezzi di soccorso.

In attesa dell'esito degli accertamenti sulla composizione della nube sviluppata dall'incendio, eseguiti dal PMP su richiesta del Prefetto di Sassari, i cittadini sono invitati a rimanere nelle proprie abitazioni.

Il servizio "118" allestisce una postazione medica avanzata presso l'infermeria della Syndial e soccorre i membri dell'equipaggio.

Alle ore 17.30 circa, dopo circa 5 ore e trenta minuti, le fiamme sulla nave cisterna sono sotto controllo. Rimangono invece ancora imponenti quelle sulla piattaforma, alimentate dall'hold-up della tubazione delle benzine leggere del pontile. La tubazione, intercettata alla radice, ha un contenuto stimato in circa 80 mc che vengono lasciati bruciare, raffreddando il fascio tubero, senza spegnere le fiamme per scongiurare il pericolo di sviluppi incontrollati del fenomeno con possibili esplosioni (foto n. 3).

Intanto arrivano i primi confortanti risultati delle rilevazioni della composizione della nube condotte dal PMP. I quantitativi delle sostanze presenti non raggiungono limiti preoccupanti.

Alle ore 22.30. L'equipaggio delle motobarche VF ritrova il corpo di uno dei due marinai dispersi.

L'incidente mostra i suoi primi effetti la mattina del 2 gennaio. La nave cisterna Panama Serena è marcatamente devastata nella sua struttura.

Per tutta la notte la perdita dalla tubazione delle benzine leggere ha continuato ad alimentare l'incendio. Si stabilisce quindi di spazzare il prodotto dalla tubazione mediante immissione di acqua. L'operazione, molto delicata per il rischio di sviluppo delle fiamme, è condotta immettendo acqua, attraverso una manichetta flessibile da 70 mm, da un attacco posto a circa 350 m dall'incendio. La portata dell'acqua, circa 300 l/min, è controllata manualmente al fine di non incrementare ulteriormente l'incendio.



Foto n° 1



Foto n°2

Lo spiazzamento ha successo e, intorno alle 17.00 del 2 gennaio, l'incendio è quasi completamente spento. Improvvisamente, nonostante l'ingente raffreddamento operato dalle squadre di soccorso, si manifesta una violenta ripresa delle fiamme dovuta al cedimento della flangia di una tubazione di Cloruro di Vinile (VCM) da 6" che alimenta un impianto della Società EVC, coinsediata nello stabilimento Syndial.

La combustione del VCM forma, tra gli altri prodotti di combustione, anche acido cloridrico. Gli operatori sono quindi costretti a lavorare in turni brevi e con l'ausilio degli autoprotettori. Anche in questo caso, si decide di far bruciare in modo controllato il prodotto contenuto nella linea, stimato in circa 14 mc. Si evita così il rilascio in atmosfera del VCM che, come noto, è estremamente tossico oltre che infiammabile e cancerogeno. Le sostanze chimiche presenti sono rilevate continuamente utilizzando le strumentazioni in dotazione al Nucleo Regionale NBCR.

Analogamente all'intervento sulla perdita di benzine leggere, si predispone immediatamente un sistema di spiazzamento del VCM in fase liquida, con immissione controllata di azoto dalla radice del pontile. La scelta dell'azoto è obbligata essendo questo l'unico gas inerte presente nello stabilimento e in prossimità della radice del pontile. La distanza dal punto di rilascio è di circa 800 m. Il controllo di immissione si rende necessario giacché un'eccessiva vaporizzazione del VCM provocherebbe il congelamento della tubazione con il rischio della sua rottura. La pressione di immissione dell'azoto varia, quindi, da un minimo di 2 bar ad un massimo di 6 bar.

Intorno alle ore 10.00 del 4 gennaio, dopo circa 70 ore dall'inizio dell'emergenza, per esaurimento del combustibile, si spengono le ultime fiamme (foto n. 4).

Il bilancio dei danni ambientali è contenuto, grazie anche alla scelta di far bruciare in modo controllato i prodotti rilasciati. Mentre la Capitaneria di Porto e il PMP non registrano quantitativi evidenti di idrocarburi o altri inquinanti in mare né tracce di inquinanti né nell'aria né al suolo.

Intorno alle 10.00 del 5 gennaio, l'emergenza può considerarsi terminata, sono state intercettate tutte le possibili fonti di rilascio e verificata l'assenza di danni macroscopici alle condotte.

In presenza del magistrato inquirente e della polizia scientifica, si procede alla ricognizione del pontile e della nave. Mentre nello specchio d'acqua del porto continuano i controlli del nucleo sommozzatori VF che portano al ritrovamento del secondo marinaio disperso.

Alle 17.00 circa del 5 Gennaio termina l'intervento delle squadre terrestri ed alle ore 22.00, con provvedimento della Capitaneria, il porto è riaperto al traffico commerciale.

A causa dei notevoli danni, la ripresa delle attività industriali potrà avvenire solo nel mese di marzo, dopo la conclusione dei lavori di ripristino del pontile.



Foto n° 3



Foto n° 4

3. CARATTERISTICHE DELLA NAVE CISTERNA

Secondo quanto indicato nella documentazione di bordo, la nave cisterna Panam Serena, battente bandiera delle Bahamas, risulta costruita nel 2003. Lunga 118.37 m e larga 19 m, ha una stazza lorda di 6500 ton e uniformemente ai recenti criteri costruttivi è dotata di doppio scafo. Nelle sette cisterne avrebbe trasportato 8398.075 m³/ton di benzene. Ma, come detto al paragrafo precedente, la Syndial ha successivamente specificato che conteneva anche benzine leggere (frazione C₆).

La stessa documentazione indica che nella Panam Serena tutte le cisterne sono del tipo s.b.t. potevano quindi essere utilizzate per la zavorra segregata (fig. n. 1). Alcune cisterne del tipo s.b.t.p.l. sono collocate in posizione protetta. Risultano presenti anche cisterne del tipo c.b.t. impiegabili per la zavorra pulita. Infine risultano presenti due cisterne slops tanks, installate sui lati destro e sinistro della nave.

Sono presenti un impianto antincendio ad acqua e schiuma e un impianto ad azoto.

La Panam Serena risulta realizzata nell'ambito di una commessa per la costruzione di sofisticate navi cisterna denominate "Clipper leader", iniziata nel 2000 dalla Società Clipper. Quest'ultima per la costruzione delle navi si è appoggiata alla partner Yardimici Gemi S.A.'s, presso i cantieri navali di Tuzla (in Turchia). La serie "Clipper leader" viene realizzata secondo elevati standard tecnologici che consentono il trasporto di diversi tipi di oli e sostanze chimiche.

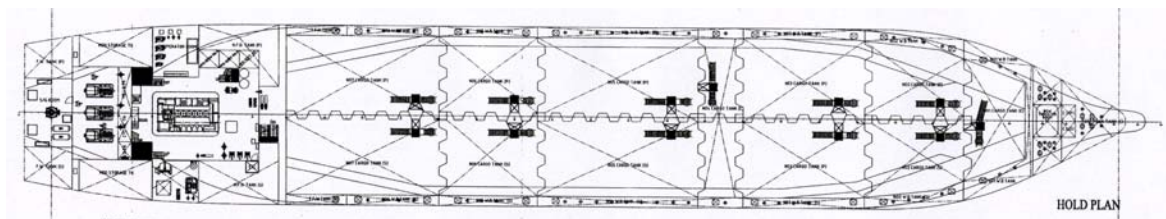


Figura n. 1 – La nave Panam Serena

4. CARATTERISTICHE DEL PONTILE

Il pontile liquidi, situato all'interno dello stabilimento Syndial di Porto Torres garantisce l'approvvigionamento di materie prime e prodotti intermedi nonché la spedizione di semilavorati e prodotti finiti. Esso serve le società Syndial, E.V.C. Italia e SASOL Italy, ubicate all'interno del complesso petrolchimico di Porto Torres oltreché il deposito costiero dell'AGIP Petroli ubicato in prossimità del polo petrolchimico. Tutte le aziende costituiscono attività a rischio d'incidente rilevante, soggette agli obblighi previsti dall'articolo 8 del D.Lvo. 334/99.

Il Pontile liquidi è ubicato tra il Pontile solidi dello stesso stabilimento, attualmente non utilizzato ed in passato adibito al trasporto di cloruro di sodio, e il pontile Asi, distante 500 metri ad est nel quale attraccano sia navi gasiere per il trasporto del GPL sia le navi passeggeri delle società Grandi Navi Veloci e Tirrenia.

Il pontile, lungo circa 1400 metri, è costituito da quattro piattaforme, denominate A, B, C ed E, unite tra loro e alla terraferma tramite strutture palificate e cassoni sulle quali vi è una strada per il transito di automezzi e il pipe-rack.

Le quattro piattaforme ospitano 8 punti di ormeggio per navi fino a 80.000 tonnellate. L'accosto 18, al quale era ormeggiata la Panam Serena, può accogliere navi petroliere, chimichiere e gasiere fino a 30.000 tonnellate di DWT ed è dotato di manichette flessibili e un braccio di carico per prodotti petroliferi. I terminali delle linee per il GPL e prodotti simili sono provviste di valvole motorizzate ed attacchi rapidi.

Le linee del Pontile liquidi sono ubicate su pipe-rack laterali alla carreggiata e sono sezionabili unicamente alla radice del pontile. Le linee sono dotate di strumenti per il controllo della pressione con indicazioni alla radice del pontile e registrazione dei valori anche presso la Sala Controllo.

Il Pontile liquidi è servito dalle seguenti linee:

- Acqua grezza da 8 pollici;
- Vapore a 2,1 ate da 6 pollici;
- Condense da 4 pollici;
- Acqua potabile da 3 pollici;
- Acqua demineralizzata da pollici;
- Azoto tecnico da 3 pollici;
- Aria strumenti da 2 pollici;
- Schiumogeno da 3 pollici;
- Acqua antincendio lato est da 10 pollici;
- Acqua antincendio lato ovest da 10 pollici;

Le linee dedicate ai diversi prodotti sono descritte nella figura 2.

L'impianto antincendio del pontile è equipaggiato da spingarde, monitori, versatori di schiuma e prese idranti alimentati da due collettori da 10". Entrambi i collettori sono alimentati dalla rete antincendio dello stabilimento da 12".

Nelle piattaforme "A", "B", "C" i due collettori sono interconnessi lungo la carreggiata, come anche la linea dello schiumogeno che è asservita da due serbatoi ubicati alla radice del pontile.

L'alimentazione acqua-schiumogeno è assicurata da gruppi miscelatori, ubicati alla radice del pontile e in ingresso alle piattaforme "A" "B" "C".

Nelle piattaforme "A", "C", "E" sono presenti: barriere di acqua nebulizzata a comando manuale, a protezione delle banchine; versatori di schiuma, a comando manuale, che garantiscono la copertura continua dello specchio d'acqua antistante l'ormeggio; monitori su palo, telecomandati a distanza, installati in posizione tale da garantire la copertura dell'intera area; sistemi a sprinkler, ad azionamento manuale, posti in corrispondenza delle maglie di aggancio di manichette e bracci di carico; strutture di supporto protette da ugelli di raffreddamento.

Nella piattaforma "B" sono presenti, oltre alle altre installazioni, monitori a comando manuale in luogo di quelli telecomandati.

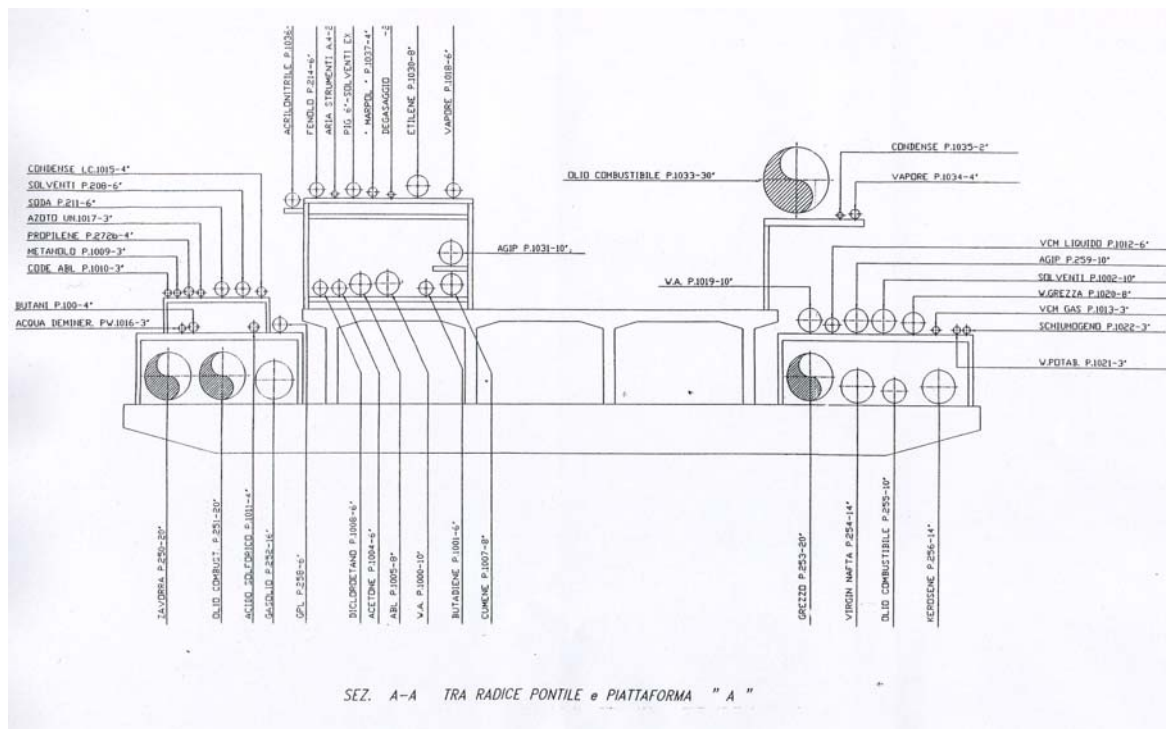


Figura 2 - Sezione del pontile liquidi dello stabilimento Syndial di Porto Torres

5. DINAMICA DELL'INCIDENTE E POSSIBILI CAUSE

Lo scenario che si presenta ad incendio domato consente di individuare facilmente i volumi all'interno dei quali si è verificata l'esplosione: tutti i vani di carico della nave risultano interessati, anche se in modo diverso, dagli effetti devastanti delle onde d'urto. In particolare, il ponte di coperta presenta effetti di lacerazione con linee di rottura che possono ricondursi, in qualche caso, alla distribuzione delle cisterne di carico.

Dalle foto è possibile individuare la cisterna n. 6 di sinistra, quella che al momento dell'incidente era in fase di scarica, che presenta gli effetti più gravi con l'apertura completa delle lamiere del ponte, mentre nelle restanti cisterne la rotazione delle lamiere è meno accentuata, fatta eccezione per quelle delle cisterne n. 2.

In realtà dalle testimonianze raccolte risulta che ci sarebbero state più esplosioni (alcuni dicono 3 altri 4) mentre tutti concordano con il fatto secondo cui l'ultima sia stata la più forte.

Come si è già detto in precedenza, essendo le operazioni di scarica in via di ultimazione, l'unica cisterna che presentava ancora prodotto al suo interno era proprio la n. 6 sinistra, mentre le restanti erano piene di vapori; supponendo ora che le prime esplosioni abbiano interessato le cisterne centrali con modesti effetti sulle strutture della nave potremmo ritenere che sia stata proprio l'esplosione della cisterna 6 a causare i danni più importanti: d'altra parte la cisterna 6 era l'unica nella quale la concentrazione dei vapori infiammabili, partendo da una situazione di atmosfera sovrassatura, ha certamente attraversato il campo di infiammabilità del prodotto.

Lo scenario dell'evento e l'analisi dei danni sulla struttura della nave, ci consente di affermare, pertanto, che si sono verificate una o più esplosioni confinate, di miscele di vapori di idrocarburi in aria (CVE) [1] [2], presenti all'interno delle cisterne della nave. Tuttavia, in mancanza di ulteriori elementi di riscontro, peraltro

in possesso della Magistratura che ha aperto un'inchiesta sull'incidente, è opportuno fare riferimento all'esplosione nella cisterna n. 6 che, con ragionevole certezza, è quella che ha causato i maggiori danni.

Dalla scheda di sicurezza della benzina leggera (fonte Saras), si deduce per la stessa un campo di infiammabilità in aria [2] [3], in condizioni normali, compreso fra 1.4 % (limite inferiore) ed 7.6 % (limite superiore).

Detti limiti, come noto, rappresentano la minima e la massima quantità di combustibile che può sostenere la propagazione della fiamma.

Considerando che il volume della cisterna n. 6 era pari a circa 1000 mc e che il quantitativo di prodotto liquido presente al momento dell'incidente era pari a circa 200 Tonn (circa 250 mc) si deduce che la quantità di vapori presente al momento dell'esplosione doveva essere compresa fra i seguenti estremi minimo e massimo:

$$V_{\min} = 750 \cdot 1.4\% = 1050 \text{ mc}$$

$$V_{\max} = 750 \cdot 7.6\% = 5700 \text{ mc}$$

Con tali valori di riferimento si potrebbe indagare sulle modalità di inertizzazione della cisterna e sui motivi che hanno portato alla presenza di vapori nel campo di infiammabilità, circostanza questa che dovrebbe essere per quanto possibile evitata; mentre in alcune navi ciò è reso non tecnicamente possibile con particolari sistemi di inertizzazione.

Tuttavia essendo in corso l'inchiesta giudiziaria, si evita di entrare nel merito della questione accennando semplicemente alla possibili cause dell'innesco.

Escludendo la volontarietà dell'azione, rimangono da analizzare due grandi categorie di cause [4]:

- Cause elettriche;
- Cause non elettriche.

Per quanto riguarda le cause elettriche possiamo adottare la seguente classificazione [4]:

- a) energia elettrostatica;
- b) fulmine;
- c) effetto joule;
- d) falso contatto;
- e) arco elettrico;
- f) corto circuito;
- g) sovraccarico.

Poiché al momento dell'incidente il cielo era sereno dobbiamo senz'altro escludere la causa b).

Per quanto riguarda l'impianto elettrico della nave, è da dire che lo stesso risultava certamente del tipo antideflagrante, mentre all'interno delle cisterne è da ritenere che al momento dell'esplosione non vi erano apparecchi in tensione. Si devono pertanto ragionevolmente escludere le cause f) e g).

Per quanto riguarda le cause a), c), d) ed e) le stesse non possono, a priori, essere escluse in quanto non si conoscono le reali condizioni di manutenzione dell'impianto elettrico; le custodie antideflagranti, infatti, se danneggiate, non assolvono più al loro scopo di evitare l'innesco della eventuale nube infiammabile.

Per quanto riguarda l'energia elettrostatica, occorrerebbe verificare se il collegamento equipotenziale con il pontile sia stato realizzato in modo corretto poiché, come noto, durante le operazioni di travaso si formano notevoli quantità di cariche elettrostatiche che devono essere drenate da un apposito impianto. Al riguardo, tuttavia, i pareri circa la reale efficacia di un tale impianto sono discordanti; alcuni infatti ritengono che realizzare tale collegamento possa, in molti casi, essere addirittura più pericoloso che non averlo.

Consideriamo in ogni caso una scarica elettrostatica, un falso contatto, l'effetto termico di riscaldamento di un conduttore oppure un arco elettrico, come cause di innesco possibili.

Indaghiamo ora sulle cause non elettriche, che possiamo classificare, per le navi cisterna, nel modo seguente [5] [6]:

- h) fiamme libere (comprese sigarette e fiammiferi);
- i) superfici calde di macchinari e tubazioni;
- j) scintille di attrito per urto o caduta di parti metalliche;
- k) impulsi di pressione;
- l) particelle incandescenti di scarichi di caldaia o motori;
- m) autocombustione.

La lettura delle singole voci, considerato che al momento del sinistro erano in corso le operazioni di scarica, ci porta ad individuare, come cause possibili dell'innesco, tutte quelle sopra elencate con esclusione della k) e della m) in quanto non attinenti.

Per quanto riguarda la presenza di fiamme libere sul ponte della nave o la possibile formazione di scintille, occorrerebbe verificare le testimonianze sia del personale di bordo della nave che quelle del personale

Sindyal del pontile.

A proposito delle fiamme libere, è bene ricordare che la temperatura della sigaretta accesa è di circa 290 °C senza tiraggio e di circa 430 °C con tiraggio [4]. Detta temperatura è pertanto superiore a quella di autoaccensione della benzina (280 °C) mentre l'apporto di energia è certamente superiore ai valori minimi richiesti per innescare la maggior parte delle miscele esplodibili [5].

Sulle petroliere il permesso di fumare è concesso a discrezione del Comandante solo per determinati locali e/o determinati periodi. In ogni caso il divieto di fumare ed usare fiamme libere è normalmente esteso a tutte le zone della nave salvo quelle espressamente autorizzate.

In ogni caso la possibilità di un innesco del genere è da attribuire comunque ad un errore umano, in quanto come già detto la regolamentazione vigente proibisce in modo categorico lo svolgimento di qualsiasi attività che provochi fiamme o scintille.

Per quanto concerne il fattore umano, può essere utile la consultazione della banca dati MHIDAS aggiornata al gennaio 2004, nella quale sono state rilevate le cause di 179 incidenti che hanno coinvolto petroliere, gasiere e navi cisterna trasportanti sostanze pericolose nel periodo 1950 – 2004 (fig. n. 3).

Dall'analisi comparativa di questi dati emergono i seguenti punti critici:

- Un aumento degli incidenti dovuti ad impatti tra navi o tra nave e pontili, anche in conseguenza del notevole aumento tra i due periodi di riferimento del traffico di sostanze pericolose.
- Nel quadro di una riduzione complessiva del peso “fattore umano” quale cause di incidenti è enormemente aumentato il numero di eventi riconducibile a errori nelle applicazione delle procedure in particolare durante le operazioni di carico e scarico.

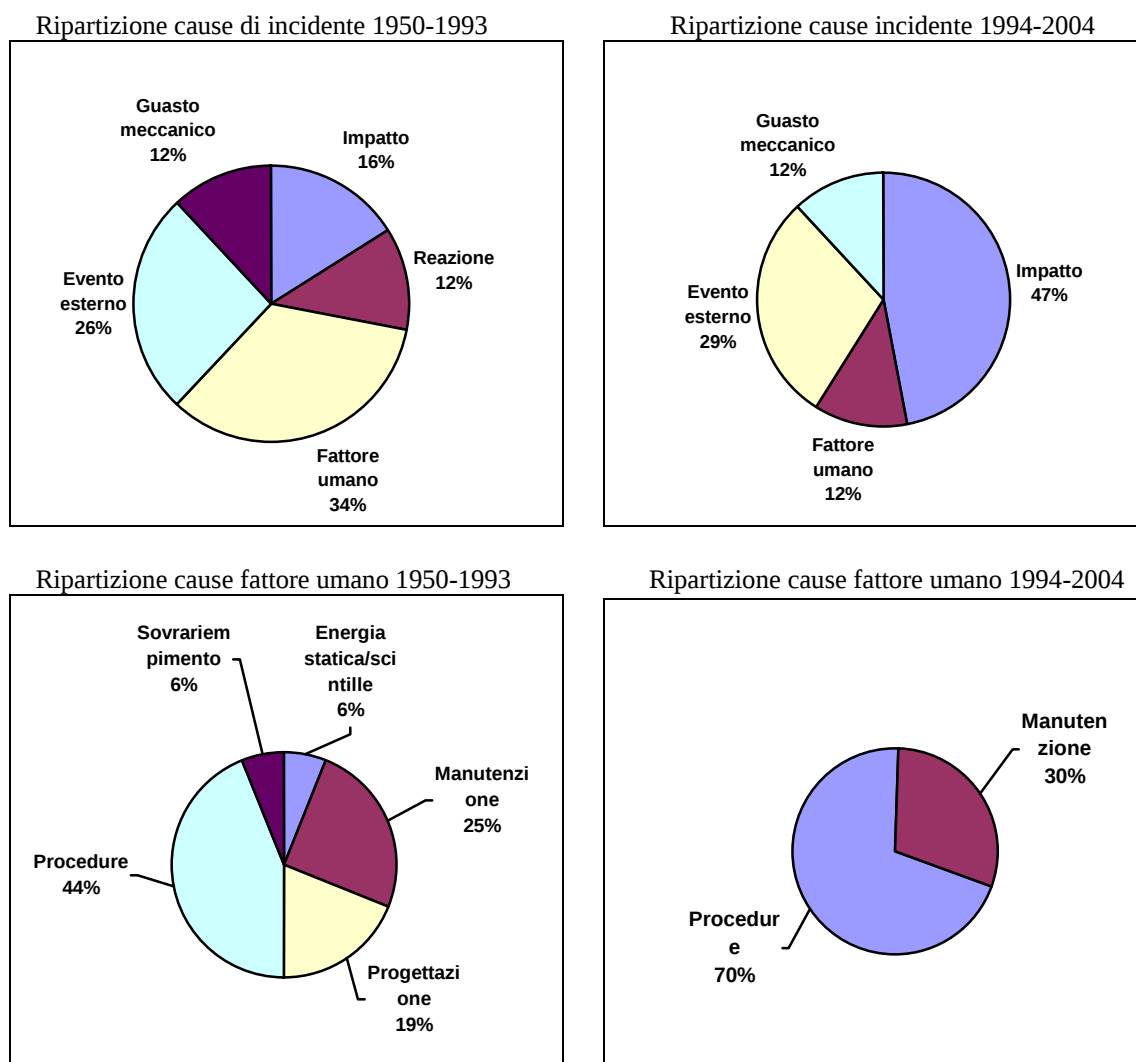


Figura 3 – Dati statistici relativi a incidenti che hanno coinvolto navi cisterna

Nonostante, pertanto, le rigide regole vigenti sulle navi cisterna che trasportano infiammabili, non possiamo escludere fra le cause possibili dell'esplosione, assieme a quelle derivanti dall'impianto elettrico, anche quelle delle fiamme libere, scintille e punti caldi riconducibili, in modo certo, a comportamenti non conformi alle procedure in essere.

Da quanto sopra esposto, si può tentare di ricostruire, anche se a grandi linee, la dinamica dell'esplosione. Durante le operazioni di scarica, che nel caso in esame si svolgevano mediante apposita manichetta flessibile, è normalmente presente una certa quantità di vapori infiammabili, vapori che interessano sia il ponte della nave che la porzione di pontile contenente la manichetta di travaso.

Durante tali operazioni, un errore operativo od una grave disattenzione degli addetti presenti sul posto, oppure il cattivo funzionamento di un componente elettrico dell'impianto, ha causato l'innesco della miscela di vapori infiammabili, che incendiandosi, ha propagato la fiamma all'interno di una o più cisterne di carico, causando la deflagrazione della nube di vapori contenuta nella cisterna n. 6.

Al riguardo la circostanza dell'innesco esterno, confermerebbe l'ipotesi iniziale di una emergenza in corso al momento dell'incidente, con il personale di bordo impegnato ad estinguere un principio d'incendio, e giustifica in modo plausibile la sequenza delle esplosioni che ha coinvolto diverse cisterne fino ad interessare la n. 6 con l'esplosione più devastante; l'ingresso della fiamma nelle cisterne può quindi essere avvenuta attraverso gli sfii.

I risultati dell'inchiesta giudiziaria scioglieranno tutti i dubbi e le incertezze sulla reale sequenza degli avvenimenti.

6. PRESCRIZIONI TECNICHE INERENTI I PONTILI E LE PROCEDURE DI SCARICO

I pontili per lo scarico di liquidi infiammabili o combustibili fanno generalmente parte di impianti industriali per la lavorazione e l'immagazzinamento di oli minerali. Tali stabilimenti, per la competenza antincendio, sono soggetti alle visite ed ai controlli da parte del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco oltre che al parere dei Comitati Tecnici Regionali per la Prevenzione Incendi.

Per la progettazione antincendio dei pontili le principali norme di legge attualmente in vigore sono le seguenti:

- D.M. Ministero dell'Interno 31 luglio 1934 "Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali e per il trasporto degli oli stessi";
- D. Leg.vo 17 agosto 1999, n. 334 "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose";
- D.M. Ministero dell'Ambiente 20 ottobre 1998 "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi liquidi facilmente infiammabili e/o tossici".

Le norme di sicurezza contenute nel decreto ministeriale del 1934 sono, a differenza di quelle contenute nelle disposizioni successive, di tipo prescrittivo. La parte riservata ai pontili è molto limitata (Titolo IV punto 61) ed in gran parte superata dall'evoluzione della tecnica. Gli aspetti, tuttavia, che si ritiene siano ancora validi riguardano: l'installazione di saracinesche ogni 250 m a partire dalla radice del pontile e lo svuotamento delle tubazioni al termine delle operazioni di movimentazione di liquidi delle categorie A e B.

Il decreto del ministero dell'ambiente ed il decreto legislativo stabiliscono, invece, metodi e criteri per analizzare e valutare il livello di rischio connesso con il funzionamento di tali impianti, alla luce dell'esperienza derivante dai numerosi e rilevanti eventi verificatisi nel passato, secondo un approccio non più deterministico ma di tipo analitico.

Esaminando i recenti lavori di un Comitato Tecnico Regionale, nel particolare settore dei pontili per lo scarico di liquidi combustibili, si può osservare che le seguenti prescrizioni si ripetono frequentemente:

- Verifica del dimensionamento dei livelli di protezione dal fuoco per le strutture di sostegno delle tubazioni, al fine di garantire la necessaria resistenza al fuoco per esposizione a livelli di irraggiamento superiori a 12,5 kw/mq, ovvero posizionamento di dette tubazioni in posizione protetta.
- Adozione di valvole automatiche di sezionamento di tipo fail-safe e fire-safe, comandabili localmente da zona sicura ed in remoto da sala controllo.
- Installazione di bracci metallici con snodi per fase liquida e/o gas in luogo delle manichette flessibili;
- Affidabile segnalazione in continuo delle variabili di processo (temperature, pressioni, portate) con possibilità di blocco automatico in sicurezza del processo di trasferimento e/o l'intercettazione delle pipe-line in tratte opportunamente dimensionate, ovvero in grado di allertare gli operatori, in caso di scostamento delle variabili da set / range prefissati.

- Realizzazione di opere atte a garantire una efficace protezione degli impianti, tubazioni e relative apparecchiature accessorie da urti, manomissioni, danneggiamenti, ivi compresa la problematica relativa alla circolazione dei mezzi.

La lettura attenta di tali prescrizioni fornisce utili elementi di valutazione per analizzare l'incidente di che trattasi e proporre conseguenti interventi migliorativi.

Per la progettazione e gestione dei terminali marini, vengono spesso utilizzate, come importante riferimento, le norme del "Nation Fire Protection Association", non obbligatorie in Italia ma certamente ad alto contenuto scientifico; in particolare la NFPA 30 "Flammable and Combustible Liquids Code". Nel Capitolo 5 di tale norma sono trattate le operazioni di gestione dei liquidi combustibili e specificatamente gli standard minimi di progettazione e le condizioni di esercizio di pontili che hanno come destinazione primaria il trasferimento di liquidi combustibili o infiammabili.

In particolare, le tubazioni, le saracinesche e gli accessori devono essere conformi, oltre a quanto previsto dal capitolo 3, anche alle seguenti caratteristiche:

[...]

- Non sono consentite unioni di tubazioni che si affidino alle caratteristiche di attrito dei materiali o mediante filettature.
- Le unioni snodabili sono consentite per essere usate nelle tubazioni alle quali sono connesse le manichette e bracci di carico, realizzate in modo tale che la resistenza meccanica del giunto non venga indebolita se il materiale costituente la guarnizione sia danneggiato, per esempio dal fuoco.

[...]

- Inoltre, le tubazioni utilizzate per liquidi di Classe I o Classe II devono essere adeguatamente collegate a terra. Se vengono riscontrate eccessive correnti vaganti, devono essere previste flange isolanti. [...] L'unione tra il pontile e la nave non deve essere richiesto.
- Dove è prevista una condotta idrica antincendio, i monitori e gli idranti devono essere posizionati in maniera tale da raggiungere con il getto ogni parte del pontile e delle condutture di carico e da due direzioni.

Il sistema di gas inerte/ventilazione, fondamentale per prevenire atmosfere esplosive all'interno delle cisterne di carico, deve rispondere a precise regole tecniche e pertanto non può essere discrezionale.

In appendice si riporta una sintesi delle prescrizioni concernenti il sistema di gas inerte/ventilazione in uso presso una primaria Società petrolifera ubicata presso lo stabilimento petrolchimico.

Appendice

- Le procedure dell'Armatore o suo delegato devono fornire le necessarie disposizioni per assicurare che l'impianto di gas inerte, l'attrezzatura associata, gli strumenti, gli allarmi, gli arresti d'emergenza gli analizzatori di ossigeno e i manometri siano sempre mantenuti in buone condizioni operative.
- Le procedure operative per il IGS devono essere disponibili a bordo e gli Ufficiali devono ricevere un addestramento idoneo. I registri dell'addestramento devono essere disponibili a bordo.
- La politica dell'Armatore o suo delegato deve prevedere di fornire opportune disposizioni per l'arresto delle operazioni di carico nel caso di malfunzionamento del IGS. Le operazioni possono essere riprese solo dopo la completa esecuzione delle riparazioni e solo dopo la conferma del corretto funzionamento dell'impianto e l'ottemperanza ai requisiti operativi tramite i tests del sistema.
- L'IGS deve essere capace di erogare il gas inerte nelle cisterne di carico con un contenuto di ossigeno non eccedente il 5% di volume. La percentuale massima di ossigeno permessa per volume nelle cisterne di carico è 8%.
- La politica dell'Armatore o suo delegato deve prevedere disposizioni per l'arresto delle operazioni di scarica nel caso in cui il contenuto di ossigeno del gas inerte, erogato nelle cisterne di carico, ecceda il 5% di volume. L'operazione potrà essere ripresa solo quando l'impianto sarà capace di erogare il gas con un contenuto di ossigeno minore del 5% di volume.
- Deve essere messa a punto una procedura per il rilevamento periodico del contenuto di ossigeno nelle cisterne di carico; nel caso che, durante i rilevamenti, il contenuto di ossigeno in alcune delle cisterne di carico superasse l'8% di volume, deve essere avviato l'impianto di gas inerte e il contenuto dell'ossigeno riportato ai valori ammessi. La documentazione dei risultati dei tests deve essere disponibile a bordo.
- Un giornale delle operazioni IGS deve essere disponibile a bordo e deve essere sempre tenuto aggiornato.

- Un manuale di gas inerte, riconosciuto dalla Società di Classifica, deve essere disponibile a bordo.
- La nave deve essere dotata di una valvola P/V indipendente per ogni cisterna e deve ottemperare a quanto prescritto dalla Solas II-2, norma 59, in riferimento alla protezione della pressione/depressione della cisterna.
- Devono essere eseguite regolarmente le visite d'accertamento, rilevamenti, controlli e tarature in ottemperanza ai requisiti alle procedure e istruzioni forniti della casa costruttrice. I risultati e i rilievi devono essere ufficialmente registrati.
- Se la ventilazione opera attraverso una valvola ad alta velocità devono essere disponibili i seguenti dati:
 - Valore di set della pressione di apertura (*opening pressure setting*).
 - Valore di set del vuoto (*vacuum pressure setting*).
 - Velocità della fuoriuscita di gas.
- Se la ventilazione opera attraverso un flusso libero lo sfiato deve essere alto minimo 6 metri.
- L'analizzatore di ossigeno fisso deve essere tarato prima dell'avvio dell'impianto di gas inerte; i registri di taratura devono essere disponibili a bordo.
- Il sistema di ventilazione delle cisterne di carico deve essere autorizzato e progettato per rilasciare i vapori lontano dall'area di coperta.

7. VALUTAZIONI TECNICHE DEDOTTE DALL'EVENTO

Alla luce di quanto sopra riportato, si propongono di seguito una serie di riflessioni e conseguenti accorgimenti tecnici dedotti dall'evento.

Il pontile era accessibile ai mezzi di soccorso, e tale circostanza ha permesso di utilizzare oltre i mezzi navali anche quelli terrestri.

Sia il pontile che le piattaforme devono essere quindi accessibili ai mezzi di soccorso, ed è preferibile che ci siano delle piattaforme di manovra che permettano la rotazione del mezzo per poter avanzare nella zona dell'incidente con la parte posteriore.

L'incendio della nave è stato estinto tramite i mezzi navali ed il mezzo terrestre, mentre sono stati utilizzati poco i monitori sia fissi che mobili.

I monitori e i versatori di schiuma devono avere necessariamente un comando a distanza e da posizione sicura; inoltre per poter operare meglio è necessario che siano presenti delle telecamere a copertura delle aree critiche della piattaforma che permettono di utilizzare al meglio i monitori e i versatori di schiuma.

Durante lo spegnimento dell'incendio sono state utilizzate delle spingarde mobili, manovrate dai soccorritori. Durante queste operazioni c'è stato un incremento dell'incendio che ha costretto i soccorritori in fondo al pontile in una posizione non sicura.

Occorre prevedere un percorso freddo utilizzabile come via di fuga dagli operatori.

L'incendio della nave è stato spento immediatamente, anche perché il quantitativo in gioco era relativamente modesto, ma oltre l'incendio della nave, se ne è sviluppato un altro che ha coinvolto la tubazione della benzina.

Occorre prevedere nelle manichette e/o bracci di carico/scarico delle valvole di sezionamento automatico del tipo break-away. Tale valvola deve consentire il blocco lato nave e lato piattaforma; inoltre occorre inserire delle valvole, a comando remoto, nella linea di alimentazione braccio/manichette nella piattaforma e alla radice del pontile.

L'incendio della tubazione della benzina è durato a lungo in quanto l'hold-up coinvolto era pari al quantitativo contenuto nella tubazione dalla piattaforma alla radice del pontile.

Occorre quindi prevedere la riduzione dell'hold-up, tramite l'inserimento di valvole di sezionamento a comando remoto (sistema ESD), da installarsi in funzione del diametro della condotta e del tipo di materiale coinvolto.

L'incendio della tubazione della benzina ha interessato anche altre tubazioni le quali venivano raffreddate con i monitori delle imbarcazioni.

Occorre prevedere un sistema di raffreddamento, tramite degli ugelli, dei fasci tuberi soprattutto quelli presenti nelle piattaforme e nelle loro vicinanze.

Inoltre deve essere previsto lo spiazzamento delle linee.

Per le linee che non possono essere tecnicamente spiazzate ovvero per le quali tale operazione non risulta funzionale (numero elevato di movimentazioni) deve essere previsto un opportuno sezionamento con valvole ON/OFF in modo che l'hold-up coinvolto dall'incendio sia relativamente modesto.

Durante tutta l'operazione di raffreddamento dei fasci tubieri si è monitorato, tramite strumenti portatili, i prodotti infiammabili ed i prodotti chimici.

E' opportuno inserire, in prossimità delle piattaforme, appositi sistemi di rilevazione incendi e di rilevazione sostanze esplosive (in particolare nei punti critici delle piattaforme, come i terminali di travaso, maglie, valvole di sezionamento); il segnale di allarme deve quindi essere inviato alla sala controllo. Tali impianti sono particolarmente utili anche in fase di prevenzione degli incendi o delle esplosioni e per l'azionamento dei sistemi di raffreddamento

L'esplosione ha provocato gravi danni ai fasci tubieri, infatti le condotte che hanno subito danneggiamenti sono state circa il 90% (tutte quelle che correvano parallelamente al pontile).

Occorre pertanto disporre il fascio tubero tenendo conto delle eventuali onde d'urto di esplosioni, oppure posizionare tale fascio in modo protetto.

L'incendio dei fasci tuberi ha coinvolto, in parte, anche la rete idrica antincendio.

Occorre quindi proteggere la linee antincendio, e prevedere doppia alimentazione con posizionamento sul lato destro e sul lato sinistro del pontile.

Il loro sezionamento e l'interscambiabilità deve avvenire con valvole comandate a distanza del tipo ON/OFF tipo "FIRE SAFE".

8. CONCLUSIONI

La dinamica del sinistro e le difficoltà nell'opera di controllo e di spegnimento dell'incendio hanno suggerito, come si è visto, importanti riflessioni, sia per quanto riguarda le misure di protezione che per quelle di prevenzione.

La mancanza di intercettazioni intermedie lungo l'oleodotto, ad esempio, ha determinato l'allungamento dei tempi dell'intervento di soccorso ed il collasso di altre condotte non interessate inizialmente dal sinistro; tale collasso, inoltre, è stato facilitato dalla mancanza di adeguati sistemi di raffreddamento delle linee.

Le conoscenze tecniche nello specifico settore dovranno pertanto essere in parte rivisitate anche alla luce dell'incidente di Porto Torres, mentre altre valutazioni hanno trovato piena conferma e validità come, ad esempio, quella relativa all'adozione di bracci di carico in luogo delle manichette di travaso e quelle relative alla presenza di valvole pneumatiche di intercettazione.

Per quanto concerne invece gli aspetti legati alla prevenzione, il ripetersi di gravi incidenti su navi cisterna durante questi ultimi anni, sia in navigazione che in sosta, pone il problema della professionalità del personale adibito a tale tipo di attività, più ancora della qualità delle navi che, come l'ultimo episodio evidenzia, riguarda anche navi nuovissime. Senza voler interferire con quella che sarà l'attività giudiziaria, sembra di poter confermare il fatto che in realtà è spesso il fattore umano che influisce in modo determinante sulla frequenza di accadimento di eventi così disastrosi.

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare vada alla Soc. Sindyal di Porto Torres, per aver messo a disposizione la documentazione tecnica relativa al proprio stabilimento e per la preziosa collaborazione, come pure alla Soc. Saras per aver messo a disposizione informazioni tecniche relative alle procedure di sicurezza adottate nel proprio stabilimento di Sarroch.

Un ringraziamento anche alla Soc. Tecsca per aver fornito i dati relativi agli incidenti sulle navi cisterna.

ELENCO SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

Ate: atmosfere
C.B.T.: Clenead ballast tanks
C.C.S.: Centro Coordinamento Soccorsi
CVE: Confined Vapour Explosion
D. Leg.vo: Decreto legislativo
D.m.: Decreto ministeriale
DWT: Dead weight
ESD:Emergency shut down
IGS: Inert Gas System
kw/mq: Chilowatt/metro quadrato
l/min: litri al minuto
m/sec: Metri/secondo
m: metri
Mc/h: Metri cubi/ora
Mc: metri cubi
MHIDAS: Major Hazard DAta Services
NFPA: Nation Fire Protection Association
P/V: pressione/volume
PMP: Presidio Multizonale di Prevenzione
S.A.R: Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna
S.B.T.: Segregad ballast tanks
S.B.T.P.L: Segregad ballast tanks protected location
Tonn.:tonnellate
VCM: Cloruro di vinile monomero

BIBLIOGRAFIA

- [1] M.Marchini, *Cenni sulla combustione – Le esplosioni*, Informazione (1993).
- [2] A.Cascarino, *Introduzione alla prevenzione incendi*, Vol. 1, pp.36-74, p.334 (1986).
- [3] G. Elifani, *La prevenzione incendi nella piccola e media industria*, EPC, p.37, p174 (1986).
- [4] M. D’Addato, *Corso di “Fire and explosion investigation”*, I.S.A. (1996).
- [5] I. Pasquon – G. Pregaglia, *Principi di chimica industriale, Rischi potenziali, sicurezza e protezione ambientale*, Vol.4, p.70, p.75, p.85, (1993).
- [6] SNAM S.p.a., *Norme di sicurezza-Settore trasporti marittimi*, III edizione (1977).