IL RECUPERO DEI VAPORI DI BENZINA NELLE FASI DI DEPOSITO E DISTRIBUZIONE DEL CARBURANTE : ANALISI DI SICUREZZA DEI TERMINALI DI CARICO/SCARICO ALLA LUCE DELLE INNOVAZIONI TECNICHE INTRODOTTE DAL DM 107/2000.

FERRONI L. - Scuola di Specializzazione in Sicurezza e Protezione – DINCE - Università degli Studi di Roma "La Sapienza" ,Corso Vittorio Emanuele n°244- 00186 ROMA - *luisa.ferroni@uniroma1.it*
INCORVAIA C.F. - IN-SI Srl via F.Imparato 192/198, Centro Mercato Due int. F1/F2, 80146 Napoli - *insisrl@tin.it*
SACCONE M.V., - Comando Provinciale VV.F Lucca - via Barbantini 869/b 55100 Lucca - *mavisax@yahoo.it*
SILVESTRI F.- Comando Provinciale VV.F. Arezzo – via degli Accolti n° 25 52100 Arezzo - *silvestri_franco@yahoo.it*

0. SOMMARIO

Il Ministero dell'Ambiente, ai sensi dell'art 4 , comma 1 , della legge 4 novembre 1997 n°413, in accordo con quanto stabilito nella direttiva n° 94/63/CE, ha emanato, con il Decreto 21 gennaio 2000 n°107, il regolamento per il controllo delle emissioni di vapori di benzina recante le norme tecniche per l'adeguamento degli impianti , dei veicoli e delle navi adibite al deposito, al carico ed al trasporto della benzina , nonché le procedure operative di carico/scarico.

L'ambito della normativa è notevolmente vasto e pertanto, nel prosieguo, vengono analizzate alcune possibili implicazioni del Decreto, sotto il profilo della sicurezza, con riferimento alle operazioni di caricamento autocisterne presso i depositi petroliferi, spesso localizzati nell'ambito delle attività soggette a rischio di incidente rilevante.

1. LE EMISSIONI EVAPORATIVE DEI COV

I danni generati sull'ambiente dalle attività antropiche legate all'industrializzazione ed allo sviluppo tecnologico, tangibili nelle modifiche del territorio, delle risorse non rinnovabili, degli ecosistemi, del clima, hanno avvicinato gli studiosi e gli intellettuali di tutto il mondo in un unanime monito a adottare in tempi brevissimi tutte le misure necessarie per la mitigazione del rischio ambientale, prima di arrivare ad un punto di non ritorno per la conservazione delle necessarie condizioni di vita sul pianeta terra.

Uno dei problemi nei confronti del quale si è cercato di adottare misure di prevenzione è stato quello delle emissioni evaporative dei composti organici volatili (COV), sostanze che se presenti oltre certe concentrazioni nell'atmosfera costituiscono un rischio rilevante per la salute umana e per l'ambiente (ad esempio alcuni composti volatili provenienti dalle benzine sono classificati tossici, cancerogeni o teratogeni).

Per avere una dimensione del problema si pensi che le perdite per evaporazione nelle varie fasi del processo di deposito, di trasporto e di distribuzione dei carburanti raggiungono le 500.000 tonnellate annue, pari al 5% circa delle emissioni antropiche di COV nella Comunità, concorrendo notevolmente all'inquinamento atmosferico, soprattutto nelle aree urbane.

E' evidente quindi che tutti gli interventi volti a contenere le emissioni di COV nelle fasi di deposito e movimentazione della benzina, avranno un'incidenza tutt'altro che trascurabile sul contenimento delle emissioni globali di COV.

2. IL CONTESTO NORMATIVO NAZIONALE

2.1 Il contesto preesistente

Nel contesto normativo italiano, tra le misure urgenti per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da benzene, va annoverata la legge n. 413/1997 che ha individuato alcuni interventi finalizzati al controllo delle emissioni dei vapori di benzina e precisamente:

- l'applicazione delle disposizioni stabilite dalla direttiva n. 94/63/CE (art. 4, comma 1);
- l'obbligo di equipaggiare i nuovi impianti di distribuzione del carburante con dispositivi di recupero dei vapori di benzina (art. 4, comma 2);
- le modalità e i termini per l'adeguamento degli impianti esistenti di distribuzione del carburante al recupero dei vapori di benzina (art. 4, comma 4);
- l'aggiornamento delle norme tecniche per l'omologazione dei dispositivi di recupero di vapori di benzina (art. 4, comma 5).

L'obbligo di equipaggiare i nuovi impianti di distribuzione del carburante con dispositivi di recupero dei vapori di benzina è entrato in vigore a decorrere dal 3 dicembre 1998; le modalità e i termini per l'adeguamento degli impianti esistenti di distribuzione del carburante al recupero dei vapori di benzina sono stati stabiliti, invece, con il D.M. 20 gennaio 1999, n. 76.

La trasposizione nell'ordinamento nazionale della direttiva n. 94/63/CE, per la parte che riguarda le norme tecniche per l'adeguamento al recupero dei vapori degli impianti di deposito presso i terminali, delle cisterne mobili nonché per il caricamento degli impianti di deposito presso le stazioni di servizio ha richiesto, invece, un tempo più lungo del previsto; infatti il D.M. 21 gennaio 2000, n. 107 è stato pubblicato con oltre due anni di ritardo rispetto alla data prevista ai sensi dell'articolo 4, comma 1 della legge n. 413/1997.

Il D.M. n.107/2000 ha fissato, ai sensi dell'articolo 4 comma 1 della legge n. 413/1997 e in accordo con quanto stabilito nella direttiva n. 94/63/CE, le norme tecniche per ridurre le perdite per evaporazione che si verificano nelle fasi di deposito e distribuzione della benzina: i requisiti tecnici per l'adeguamento e le nuove procedure operative, da applicarsi entro 10 anni dal recepimento del decreto, dovranno essere applicate agli impianti di deposito di carburante presso i terminali, alle operazioni di carico e scarico delle cisterne mobili nei terminali, alle cisterne mobili e al rifornimento delle installazioni di deposito delle stazioni di servizio.

L'emanazione del decreto risulta un importante passo nell'ambito della politica di controllo finalizzata alla riduzione globale delle emissioni dei composti organici volatili derivanti dall'evaporazione delle benzine e dei solventi.

Allo stesso tempo l'adozione del provvedimento, considerata la capillarità del sistema di distribuzione nazionale, comporterà importanti investimenti da parte delle aziende operanti nel settore, per i necessari interventi di adeguamento dei terminali e dei veicoli adibiti al trasporto delle benzine, nonché per la costruzione di impianti di recupero dei COV.

L'adozione degli interventi tecnici indicati dal Decreto potrebbe generare non pochi condizionamenti sulla sicurezza degli stabilimenti, considerato che i terminali e gli impianti di trattamento andranno ad innestarsi su un tessuto impiantistico preesistente e, sovente, nell'ambito di attività soggette ad incidente rilevante.

Si ritiene quindi indispensabile suggerire un approccio analitico ai problemi introdotti dalle nuove installazioni e procedure, indicando alcune problematiche che si sono presentate nella realizzazione degli adeguamenti di un impianto di deposito benzine esistente.

2.2. Le innovazioni introdotte dal decreto del Min. dell'Ambiente n°107/2000

Numerose sono le innovazioni tecniche ed impiantistiche introdotte dal decreto n°107/2000 - *Regolamento recante norme tecniche per l'adeguamento degli impianti di deposito di benzina ai fini del controllo delle emissioni di vapori:* innanzitutto il campo di applicazione, esteso ai sensi dell'art.1, agli impianti, ai veicoli, alle navi adibiti al deposito, al carico ed al trasporto di carburante da un terminale ad un altro o da un terminale ad un impianto distribuzione dei carburanti, nonché le procedure operative, le misure che devono essere adottate per il controllo delle perdite evaporative derivanti dal deposito della benzina e dalla sua distribuzione dai terminali alle stazioni di servizio.

In particolare sono stati introdotti:

1. i valori di riferimento per le perdite di benzina nelle fasi di carico, scarico e deposito;
2. i requisiti tecnici per l'adeguamento degli impianti di deposito e delle cisterne;
3. i requisiti tecnici per l'adeguamento delle procedure operative;
4. i valori limite di emissione dai dispositivi di recupero dei vapori.

L'ambito che introduce le maggiori innovazioni, da un punto di vista delle tecnologie da adottarsi, è quello relativo agli/alle:

- interventi di adeguamento dei depositi di carburanti presso i terminali;
- interventi di adeguamento delle cisterne mobili;
- modalità di caricamento e scaricamento delle cisterne mobili presso i terminali;
- modalità di caricamento degli impianti di deposito presso le stazioni di servizio;
- necessità di impianti di deposito dei vapori di benzina;
- necessità di impianti di recupero delle benzine dai vapori.

L'art. 6 del DM 107/2000 prevede, ad esempio, che le cisterne mobili, sia in fase di progettazione che di impiego soddisfino le prescrizioni seguenti:

a) i vapori devono essere trattenuti nella cisterna mobile dopo lo scarico della benzina;
b) le cisterne mobili che forniscono la benzina alle stazioni di servizio ed ai terminali siano progettate ed utilizzate in modo che i vapori di ritorno, provenienti dagli impianti di deposito presso gli impianti di distribuzione o dai terminali, devono essere raccolti e trattenuti nella cisterna. Il sistema di raccolta deve consentire la tenuta dei vapori durante le operazioni di movimentazione.
   Per i carri-cisterna questa prescrizione trova applicazione solo se essi forniscono benzina agli impianti

di distribuzione dei carburanti o a terminali in cui è utilizzato il deposito temporaneo di vapori.

c) salva l'emissione attraverso le valvole di sfiato previste dalla vigente normativa, i vapori menzionati alle lettere a) e b) siano trattenuti nella cisterna sino alla successiva operazione di caricamento presso il terminale;
d) la cisterne montate sui veicoli su veicoli-cisterna dovranno essere sottoposte a verifiche triennali della tenuta della pressione dei vapori e del corretto funzionamento delle valvole di sfiato.

I veicoli-cisterna collaudati dopo i sei mesi successivi alla data di entrata in vigore del decreto, devono essere predisposte per il caricamento dal basso secondo quanto previsto dallo specifico allegato III al decreto.

E' evidente che il trasporto di vapori di benzina in cisterna fino ai nuovi impianti di trattamento introduce diversi nuovi elementi di rischio, sia nell'ambito degli stabilimenti che per quanto attiene il traffico veicolare e su rotaie; di questi nuovi elementi di rischio si dovrà necessariamente tenere conto nelle valutazioni di sicurezza sia degli impianti che dei trasporti.

3. ANALISI DI SICUREZZA E COMMENTI SUGLI INTERVENTI PROPOSTI NEL DM 107/2000

3.1 Premessa

L'incidenza sulle condizioni di sicurezza delle operazioni alle baie di carico delle autocisterne, alla luce degli interventi previsti dal DM 107/2000, viene nel seguito analizzata sulla base dell'esperienza storica relativa agli incidenti interessanti i travasi di idrocarburi liquidi e delle esperienze maturate presso un terminale petrolifero dove l'ingegneria per l'adeguamento delle esistenti baie di carico alla nuova normativa è stata supportata da una specifica analisi di rischio.

Si premettono pertanto le informazioni di interesse.

3.2 Analisi storica

Durante le operazioni di carico e scarico, l'esperienza storica ha registrato numerosi incidenti con fuoriuscita di prodotto, e gravi conseguenze per l'uomo e per l'ambiente.

In un documento pubblicato dal NFS del Dipartimento per l'Energia degli Stati Uniti è riportata un'analisi statistica sugli incidenti registrati dall'ORPS, con sversamenti di sostanze pericolose, riassunta nella fig. n. 1.

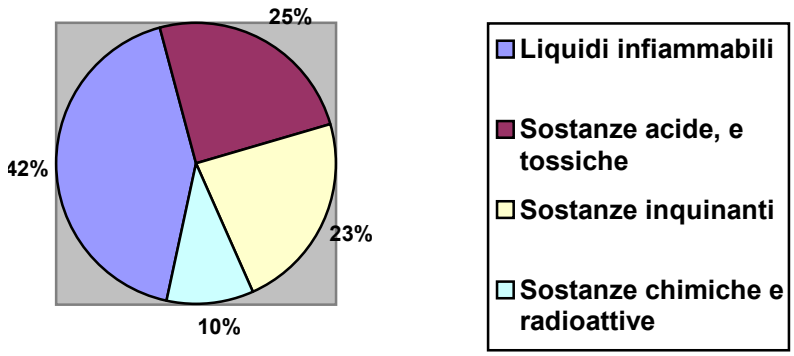

Fig. n. 1: Analisi storica – Sostanze coinvolte

Gli incidenti che coinvolgono carburanti ed altri liquidi infiammabili risultano preponderanti rispetto a quelli coinvolgenti altre sostanze pericolose , con una percentuale sul totale degli incidenti processati pari al 42%.

Tralasciando gli effetti dannosi di eventi incidentali con rilasci di benzina sull'uomo e sull'ambiente , in relazione all'entità ed alle modalità della perdita si possono verificare degli scenari incidentali, dovuti ai possibili inneschi delle atmosfere pericolose, quali flash-fire, pool fire, scoppi ed esplosioni, che potrebbero anche generare effetti domino dalle conseguenze catastrofiche.

Le cause dei rilasci, come riportato dal NFS , in genere sono diverse per ogni scenario incidentale, ma sono comunque riconducibili a (rif. fig. n. 2):

- errori umani;
- errori progettuali;
- errate procedure di lavoro;

- mancanza di procedure di controllo;
- difetti di materiali o parti.

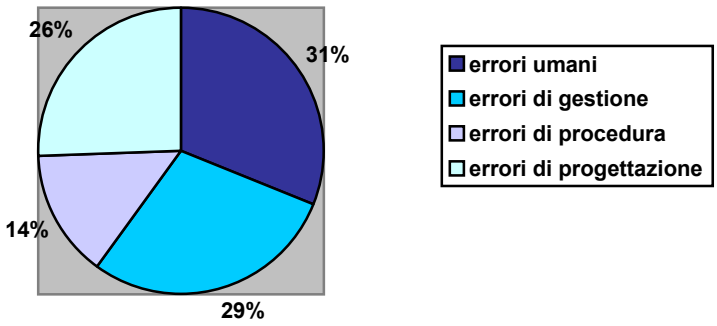

Fig. n. 2: Analisi storica – Cause di eventi incidentali

Tra gli errori umani vanno annoverati i seguenti:
- valvole lasciate aperte;
- mancato azionamento di valvole d'intercettazione;
- mancanza di apposizione di tappi ciechi sulle flange;
- aperture della valvola di drenaggio anziché di quella di carico;
- improprio collegamento di tubi a connessione rapida;
- inversione del flusso, con aspirazione da cisterne vuote;
- mancanza di messa e terra e/o collegamento equipotenziale;
- movimentazione accidentale dei veicoli durante le operazioni di trasferimento del prodotto;
- urti tra veicoli in movimento.

E' evidente che tutti i casi sopra annoverati, possono essere accomunati anche a carenze procedurali, quali.:
- omissioni nel controllare lo stato di chiusura delle valvole;
- carenze ispettive nel verificare la posizione delle valvole, del sistema di drenaggio delle cariche elettrostatiche prima e dopo le operazioni di trasferimento;
- mancanza di controllo e manutenzione per assicurare la funzionalità del sistema di travaso;
- mancanza di un sistema di controllo del traffico veicolare in area travaso;
- non conoscenza e/o mancato rispetto dei tempi tecnici necessari per effettuare talune operazioni.

Emerge chiaramente come carenze gestionali, la mancanza di un'attenta pianificazione delle attività di controllo e di manutenzione, la mancanza di una efficace attività di formazione ed aggiornamento professionale possano minare le condizioni di sicurezza.

Ai dati aggregati sopra esposti è inoltre utile esporre alcuni aspetti specifici connessi con le operazioni alle baie di carico ed in particolare:

- impianti di recupero vapori: sono di recente tecnologia e pertanto scarsi sono i riferimenti storici inerenti incidenti coinvolgenti tale tipo di impianto.
  E' comunque indubbio che l'interazione tra baia di carico ed impianto di recupero vapori è da analizzare in termini di sicurezza ed in merito si rinvia al successivo punto 3.3.
- cariche elettrostatiche: in merito è da sottolineare che quando un fluido si muove a contatto con materiali di natura diversa si carica elettricamente.
  Alti valori della portata e le turbolenze legate alla geometria del getto (tanto più alte nel caso del f*ree falling* (getto libero) o dello *splash filling* (caduta dall'alto)) contribuiscono alla crescita del carico elettrostatico.
  Nel caso di *splash filling si* genera inoltre una quantità maggiore di vapori che possono essere facilmente innescati, ad esempio, da una scintilla.
  A causa della differenza di potenziale tra il flusso entrante e la cisterna in travaso , si possono creare delle scariche elettrostatiche capaci di fornire al sistema, qualora nel campo di infiammabilità o di esplosività, l'energia necessaria ad innescare fenomeni combustivi.
  Con le attuali operazioni di carico dall'alto delle cisterne è necessario procedere all'apertura del duomo presente nella parte alta della cisterna per inserire in questo il braccio di carico.
  In mancanza di dispositivi di tenuta ai vapori, all'apertura del boccaporto si genera intorno allo stesso una nube nel campo d'infiammabilità.
  Inoltre l'introduzione del braccio dall'alto, richiede che lo stesso sia spinto fino a raggiungere il fondo cisterna ad evitare fenomeni di splash filling.

- switch loading: con il termine si intende il cambio di carico, che si verifica quando una cisterna, od un compartimento, in precedenza occupato da sostanze i cui vapori erano nel campo di sovrasaturazione, cioè con concentrazioni più alte del limite superiore di esplosività, si portano, per effetto del carico con sostanze la cui tensione di vapore è più bassa ed in grado di generare un alto carico elettrostatico, nel campo di esplosività.
  E' il caso ad esempio di una cisterna impiegata per il trasporto della benzina e poi caricata con diesel, quando all'interfaccia liquido vapore l'atmosfera può portarsi nel campo d'infiammabilità; in tal caso, se il drenaggio delle cariche elettrostatiche non è perfettamente funzionante, si può verificare la formazione di scintille con la possibilità d'innesco dell'atmosfera esplosiva (rif. foto in fig. n. 3).
  L'esperienza storica, purtroppo, è ricca di incidenti consimili nei quali si è verificata l'esplosione della cisterna.

Fig. n. 3 - Scoppio cisterna benzina a seguito di uno switch loading

3.3 L'impianto di recupero vapori

Gli impianti di trattamento dei composti volatili possono distinguersi in distruttivi e non distruttivi, di cui i secondi previsti dal DM 107/2000 per il recupero dei vapori di benzina.

Uno dei sistemi di recupero è quello per condensazione anche se poco usato per le benzine.

La condensazione, mediante raffreddamento o pressurizzazione, è particolarmente efficiente per i vapori di sostanze che hanno punto di ebollizione superiore a 40° ed alte concentrazioni (>5000 pM).

All'inizio dei processi di condensazione in genere il fluido si trova al di sopra del LSE portandosi, al crescere della percentuale condensata, all'interno del campo di esplosività.

Pertanto sono necessari sistemi di sicurezza per inertizzazione o una progettazione dell'impianto a prova di esplosione.

Un metodo molto impiegato per il trattamento dei vapori di benzina è quello mediante **adsorbimento con carboni**, processo attraverso il quale le molecole vengono appunto adsorbite dalla superficie del carbone.

In molti casi sono usati sistemi letti multipli.

Il primo letto esplica una funzione attiva mentre gli altri svolgono funzioni di riserva e di controllo : quando il primo letto risulta saturato, il flusso viene deviato direttamente al secondo letto e quello di riserva viene destinato a funzione di controllo.

Successivamente il letto saturato viene sottoposto a rigenerazione mediante lavaggio con flussi caldi di vapore, azoto od altro fluido inerte, che poi sono fatti condensare.

Nel caso di lavaggi con vapore d'acqua. il fluido viene successivamente fatto condensare e sfruttando le densità diverse dell'idrocarburo e dell'acqua , mediante un separatore è possibile separare le due sostanze.

La presenza di condensato è un importante parametro per verificare l'efficacia del sistema di recupero ma, da non sottovalutare nello studio delle condizioni di sicurezza del sistema.

Si possono verificare delle reazioni di ossidazione moderatamente esotermiche, in quanto il calore viene dissipato attraverso il letto fino a quando è presente un flusso di sostanza da trattare.

Quando il flusso viene interrotto per saturazione del letto, le reazioni possono continuare , con un

surriscaldamento del sistema che può portarsi al punto di autoaccensione.

Secondo uno studio condotto dalla SFPS, in un incidente su tre verificatisi nell'ambito delle aziende iscritte all'API e che hanno interessato gli impianti di recupero dei COV, sono stati coinvolti gli impianti contenenti i letti a carbone.

I letti possono inoltre subire fenomeni di surriscaldamento quando la portata entrante risulta troppo grande rispetto alla capacità di trattamento dell'impianto.

Analogamente il surriscaldamento del letto si verifica nel caso di innesco di miscele nel campo d'infiammabilità.

Contribuiscono a portare il sistema in condizioni critiche l'inadeguatezza dei sistemi di disattivazione dei carboni attivi e l'arresto del flusso.

Si ricorda che la presenza di un flusso entrante non solo contribuisce ad evitare pericolosi surriscaldamenti, ma tiene il sistema anche al disotto del limite inferiore di esplosività.

Per quanto sopra evidenizato, il sovrariempimento di una autobotte può essere un evento particolarmente dannoso per il sistema di recupero vapori, in quanto, un reflusso di idrocarburi liquidi nella linea di recupero vapori è tale da portare a saturazione i carboni attivi.

Un' ultima tipologia di trattamento è quella per **assorbimento,** mediante la quale in una torre di lavaggio e possibile far reagire il vapore contaminato di COV con un liquido solvente **.**

Le caratteristiche della torre sono tali da ottimizzare il contatto tra i vapori ed il solvente.

Attraverso l'assorbimento possono essere trattati COV con concentrazioni comprese tra 500 e 5000 ppm con efficienze dell'ordine del 95-98%.

3.4 I sistemi di sicurezza previsti dal DM 107/2000

L'Allegato III al DM 107/2000 prescrive specifiche misure e dispositivi per quanto attiene gli aspetti che seguono:

Specifiche sulle condizioni di caricamento

- Caratteristiche delle unioni del braccio di carico..
- Caratteristica delle unioni sul sistema di raccolta vapori.
- Portata di caricamento .
- Resistenza alle contropressioni del sistema di raccolta dei vapori.
- Caratteristiche delle cisterne montate su veicoli ed idonee al caricamento dal basso.

Specifiche sul collegamento della messa a terra e del rilevatore di dispersione/troppopieno del veicolo-cisterna (rif. fig. n. 4 e fig. n. 5)

- La torre di caricamento deve essere munita di un rilevatore di troppopieno che, collegato al veicolo cisterna, emetta un segnale di consenso all'operazione con logica d'interruzione in caso di guasto o malfunzionamento.
- Il caricamento è consentito se nessun sensore di troppopieno nei vari compartimenti rileva un valore elevato.
- Il veicolo-cisterna deve essere collegato al rilevatore collocato sulla torre di caricamento con un connettore elettrico industriale standard a 10 conduttori. Il collettore maschio deve essere montato sul veicolo-cisterna, mentre il collettore femmina deve essere fissato ad un cavo volante raccordato al rilevatore posizionato sulla torre.
- I rilevatori del livello installati sul veicolo-cisterna devono essere termistori a due fili , sensori ottici a due fili, sensori ottici a cinque fili o dispositivi equivalenti , semprechè il sistema sia di tipo fail-safe.
- I termistori devono avere un coefficiente negativo di temperatura.
- Il rilevatore collocato sulla torre di caricamento deve essere compatibile con i sistemi montati sul veicolo-cisterna.
- Il veicolo-cisterna deve essere collegato alla torre di caricamento attraverso il filo comune di terra dei sensori di troppopieno

Specifiche sul posizionamento dei collegamenti

- Distanza tra gli accoppiatori.
- Posizione del'accoppiatore per la raccolta dei vapori.

Specifiche sui blocchi di sicurezza

- Il caricamento è consentito solo quando il rilevatore combinato di messa a terra/troppopieno emette un segnale di autorizzazione.

- In caso di troppo pieno o di mancanza di messa a terra del veicolo-cisterna, il rilevatore montato sulla torre deve chiudere la valvola di controllo del caricamento.
- Il caricamento è consentito soltanto se il tubo per il recupero dei vapori è collegato al veicolo cisterna ed i vapori spostati possono liberamente fluire dal veicolo cisterna al sistema di recupero di vapori dell'impianto.

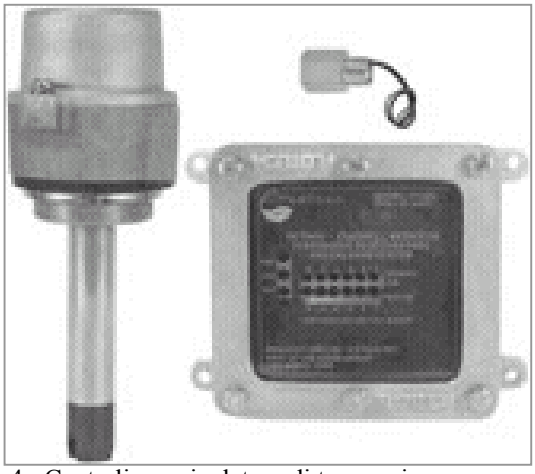

Fig. 4 : Centralina e rivelatore di troppopieno

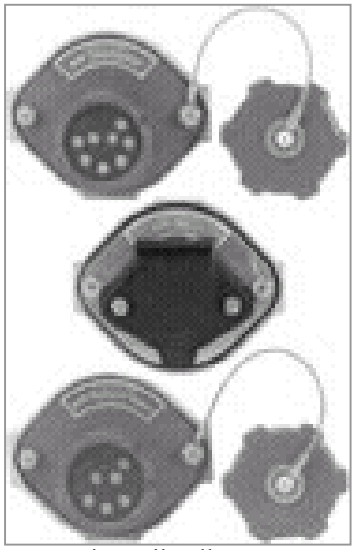

Fig. 5 : Esempi di connettori per il collegamento equipotenziale

Come si evince dall'elencazione di cui sopra, la normativa di legge definisce un elenco di misure impiantistiche e gestionali da adottare. In particolare, per quanto al seguito, è da evidenziare che le operazioni sono condizionate da tre differenti dispositivi di blocco ed in particolare il troppo pieno (blocco per guasto/ malfunzionamento; blocco per sovrariempimento); la messa a terra (blocco per mancanza di messa a terra dell'autocisterna) ed infine il blocco per mancato collegamento della linea di recupero vapori.

3.5 L'analisi di sicurezza delle attuali operazioni alle baie di carico

L'analisi di sicurezza orientata ai nuovi sistemi di caricamento dal basso non poteva prescindere dall'esperienza maturata inerente le attuali operazioni alle baie di carico.

Si sono pertanto analizzati i sistemi di sicurezza esistenti, valutata la loro affidabilità, verificato in che misura gli stessi fossero ancora efficaci alla luce delle future operazioni con il carico dal basso ed infine, tenuto conto di quanto previsto dalla normativa, quanto ancora fosse necessario al fine di raggiungere un adeguato grado di sicurezza delle operazioni.

Per quanto di interesse è stato rilevato che le misure impiantistiche di sicurezza delle baie di carico erano sostanzialmente da correlare al funzionamento della valvola regolatrice Multi-Step, così denominata in quanto assolve al compito di regolazione del flusso durante il caricamento, in funzione del quantitativo preimpostato dall'operatore sul predeterminatore di carico e della quantità effettivamente travasata, misurata

con un contatore volumetrico.

La stessa valvola Multi-Step agiva inoltre come dispositivo di blocco per sovrariempimento mentre il consenso all'apertura era condizionato :

- alla messa a terra dell'autocisterna;
- all'abbassamento del braccio di carico.

Inoltre, sempre sulla stessa Multi-Step, operava il comando del pulsante di emergenza alla baia.

Anche a voler assegnare alla citata valvola un rateo di guasto dell'ordine di 10^{-6}/h, quale quello riferito a valvole similari utilizzate in impianti nucleari, è indubbio che l'indisponibilità della stessa, valutata alla luce dei programmi di manutenzione in essere, era tale da non marginalizzare alcuni degli eventi più gravosi correlabili alle operazioni alle baie di carico.

Per quanto poi inerente l'impianto di recupero vapori, quello oggetto di studio era ad adsorbimento con carboni, gli interventi definiti sono risultati:

- miglioramento della strumentazione di controllo e di shut-down dell'impianto come risultante da uno studio HAZOP;
- predisposizione di impianti fissi antincendio acqua/schiuma di protezione dell'impianto recupero vapori, considerato la scarsa accessibilità dell'impianto del tipo package;
- inserimento sulla linea di ritorno vapori dalle baie di carico di un polmone con allarme/blocco per alto livello di liquido ad evitare che il sovrariempimento della cisterna potesse provocare l'invio di benzina liquida all'impianto.

3.6 Le risultanze delle analisi di sicurezza

Si riassumono nel seguito le conclusioni in merito all'analisi di sicurezza delle baie di carico con caricamento dal basso argomentando ogni singolo punto (rif. fig. n. 6):

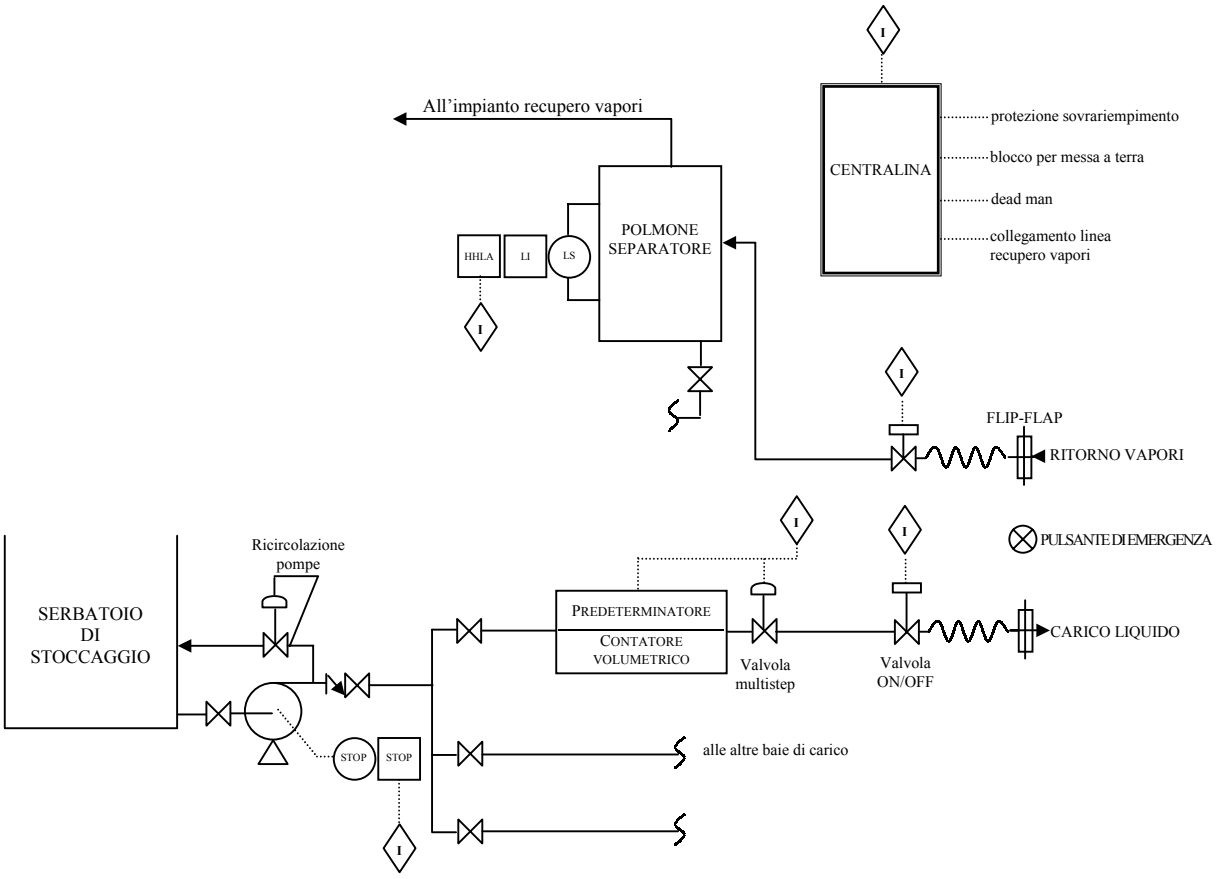

Fig. n. 6 : Schema di flusso travaso autocisterne

- Dispositivi antitraboccamento/messa a terra : alcune aziende specializzate nella fornitura di apparecchiature per i terminali di caricamento di prodotti petroliferi hanno già realizzato le apparecchiature che prevedono i dispositivi di sicurezza previsti dal DM 107/2000 e si interfacciano con i sistemi di gestione delle operazioni di carico (riconoscimento automezzo, comunicazioni dati per emissione bolle/documenti fiscali, etc).
  In particolare tali apparecchiature gestiscono :
  - i dispositivi/blocchi antitraboccamento;
  - il sistema di messa a terra dell'autocisterna;
  - il condizionamento delle operazioni di caricamento alla connessione della linea di recupero vapori.

  Inoltre tali apparecchiature possono essere interfacciate con dispositivo antistrappo e/o Dead-Man che arresta le operazioni per malore dell'operatore addetto al carico.
  È indicativo come le aziende evidenzino che le apparecchiature siano dotate di chiavi elettroniche di bypass per poter escludere uno o più blocchi. Infatti l'efficacia dei dispositivi di sicurezza dipende dall'interfaccia tra i dispositivi di sicurezza presenti sulle autocisterne e la logica di blocco residente alla baia di carico.
  È quindi evidente la necessità di definire misure gestionali atte ad assicurare che i dispositivi di sicurezza dell'autocisterna siano interfacciabili con quelli di terra (rif. Punto 3.4).
  La misura è ovvia per le autocisterne proprie ovvero della stessa società che gestisce il terminale di caricamento. Più complesso risulta il coordinamento per le autocisterne di altri operatori.
- Protezione antitrabboccamento autocisterne : i rilevatori di livello saranno installati sui veicoli cisterna e secondo norma dovrebbero essere del tipo fail-safe.
  In tale ottica è prevedibile che l'affidabilità di tali dispositivi sia migliore di quelli attualmente utilizzati, montati sui bracci di carico dall'alto.
  Ma mentre questi ultimi ricadono nella sfera di competenza del gestore del Terminale, l'affidabilità di quelli delle autocisterne dovrà essere garantita dal trasportatore.
- Organi di collegamento baia di carico/autocisterna : con il carico dall'alto, il collegamento baia di carico/autocisterna è realizzato con bracci rigidi; il carico dal basso prevede l'impiego di flessibili che storicamente mostrano affidabilità inferiore ai bracci rigidi.
  Salvo verifiche in merito all'affidabilità delle manichette, la frequenza di rilascio dagli organi di collegamento risulta superiore.
- Rischi di cariche elettrostatiche : con riferimento a quanto anticipato in merito al punto 3.2 è indubbio che il caricamento dal basso offre maggiori garanzie in quanto il flusso in ingresso, diffuso nel liquido, riduce le turbolenze locali e limita la formazione di nebbie/vapori.
- Intercettazione di rilasci : risultati sensibilmente migliori per l'intercettazione/contenimento dei rilasci sono conseguibili equipaggiando le baie di carico con valvole di radice ON/OFF separate dalle valvole multi-step e dotando le baie di carico di pulsanti di emergenza di fermo pompe.

4. CONCLUSIONI

Le modifiche apportate dal DM 107/2000 e la conseguente necessità di adeguare al caricamento dal basso le esistenti attrezzature, offrono l'occasione di migliorare sensibilmente la sicurezza delle operazioni alla baie di carico adottando specifiche misure impiantistiche di sicurezza, in aggiunta a quelle previste dalla normativa citata, ed in particolare:

- valvole ON/OFF d'intercettazione degli organi di collegamento baie di carico/autocisterne;
- pulsanti di emergenza con arresto pompe;
- polmone di accumulo liquido, con blocco per alto livello, inserito sulla linea di ritorno vapori all'impianto di recupero vapori.

Ulteriori misure impiantistiche suggerite riguardano:

- dispositivo dead man di blocco delle operazioni per mancata sorveglianza da parte del personale preposto;
- dispositivi FLIP-FLAP per l'intercettazione degli organi di collegamento in caso di partenza dell'autocisterna prima del completamento delle operazioni, ovvero dispositivi di blocco a fotocellule sul posizionamento dell'autocisterna.

Hanno comunque rilevanza ai fini della sicurezza le misure di carattere gestionale da adottare dal momento che la remotizzazione di taluni scenari incidentali dipende dalla funzionalità dei dispositivi di sicurezza delle autocisterne e dalla possibilità di interfacciare tali dispositivi all'impianto.

Infine è da sottolineare che l'analisi di rischio ha evidenziato ulteriori due elementi di attenzione:

- la cultura del personale operativo di un impianto di stoccaggio/caricamento di idrocarburi liquidi è carente per quanto inerente la gestione dell'impianto di recupero vapori, in quanto impianto di processo e pertanto "distante" dalle esperienze lavorative del personale.
  Una formazione/addestramento specifico del personale è pertanto auspicabile.

- l’adeguamento nel tempo al caricamento dal basso del parco autocisterne circolante richiede il contemporaneo funzionamento di baie di carico adatte al caricamento dall’alto e di baie di carico adatte al caricamento dal basso. La realizzazione di baie di carico “jolly” ovvero in grado di caricare cisterne dal basso e dall’alto può complicare notevolmente l’impiantistica delle baie ovvero richiedere baie di grandezza maggiorata in modo da ospitare, in due diverse posizioni, le autobotti con differenti sistemi di caricamento.

BIBLIOGRAFIA

[1] CAN/CGSB-3.1000- M91 – *Standard for Vapour control system in gasoline distribution network*

[2] Marina Penna - *Il recupero dei vapori di benzina nelle fasi di deposito e distribuzione del carburante* – Ambiente & Sicurezza

[3] U.S. Department of Energy NFS – Safety notices Issue N°96-01 – April 1996

[4] EPA - *Spill Prevention Requirements for Facilities Conducting Large Volume Trasfer Operations* – Compliance Assistence guides

[5] EPA - *SPCC Requirements and Pollution Prevention for Facilities Conducting Large Volume Trasfer Operations* – Compliance Assistence guides

[6] KRS – Air Pollution Control District – *Standards of Performance for Gasoline Transfer to New Service Station Storage Tanks (Stage I Vopor Recovery)- R*egulation 7.15

[7] KRS – Air Pollution Control District – *Standards of Performance for Gasoline Transfer to Existing Service Station Storage Tanks (Stage I Vopor Recovery)- R*egulation 6.15

[8] API – *Bottom Loading and Vapour Recovery for MC 306 – Tank Motor Vehiches* – Reccomended Practice 1004 Seventh Edition – November 1998

[9] U.S. Department of Energy- Nuclear and Facility Safety – *Chemical Spills During Loading* – Issue No. 96-01 – April 1996

[10] Van den Braken Anne Marie- *VOC Treatment* – Proc. Ann. Loss Prevention Symphosium – (2001)

[11] OFM Fire Code – www.gov.on.ca/OFM/guitec

[12] U.S Department of Trasportation – *Prohibiting Hazardous Material in External Piping of MC306/DOT406 – Cargo Tank Motor Vehiches* – DHM-20 January 1999

[13] DERISP – *Manuale per la prevenzione , la limitazione e la gestione del rischio industriale rilevante* - Dossier Ambiente n°. 26 giugno 1994

[14] Committee for Prevention of Disasters: "*Red Book – Methods for determining and processing probabilities*" – TNO/1997