

Nubi non confinate

Premessa

Il rilascio nell'ambiente di quantità importanti (almeno alcune migliaia di chilogrammi) di gas o vapori infiammabili da recipienti o condotte, può comportare il rischio di incidenti gravi.

Il rilascio di gas o vapori può riguardare:

- gas compressi;
- gas liquefatti compressi;
- gas liquefatti a bassa temperatura;
- vapori ad elevata temperatura di liquidi ad alta temperatura di ebollizione.

Il rilascio di gas compressi non provoca, generalmente, situazioni di alto rischio per le limitate quantità di sostanza liberate che non danno luogo a grandi volumi di miscela esplosibile.

I gas liquefatti sotto pressione, come il GPL, per la rottura di un contenitore, provocano una ebollizione istantanea, con possibilità di una esplosione fisica e la rapida fuoriuscita di grandi quantitativi di miscela liquido-vapore, raffreddamento del fluido, elevata turbolenza e miscelazione con l'aria con formazione di una nube esplosibile.

Se la densità della miscela è minore di quella dell'aria la nube si può allontanare nell'atmosfera ed essere innescata anche lontano dal rilascio. Se la miscela è più densa dell'aria, la nube permane al suolo, si allarga e, se non è però trattenuta da vasche di contenimento, può innescarsi a distanza.

Situazioni pericolose si hanno ancora nello spandimento di gas liquefatti sull'acqua. In questo caso infatti l'elevata capacità termica dell'acqua porta a rapida evaporazione il gas liquefatto con formazione di nubi esplosibili.

1. Metodo del TNT equivalente

Le conseguenze dell'esplosione di una nube non confinata (UVCE) sono stimabili con il metodo comunemente indicato come "TNT (trinitrotoluene) equivalente". La massa equivalente d'esplosivo TNT è calcolata con la relazione:

$$W_{\text{TNT}} = M E_c \eta / 4690,$$

dove W_{TNT} è il peso di TNT equivalente espresso in kg; M è il peso in kg di sostanza presente nella nube; E_c è il calore di combustione di 1 kg di sostanza, espresso in kJ/kg; 4690 kJ/kg è l'energia liberata dall'esplosione di 1 kg di TNT; η è il fattore di resa o efficienza dell'esplosione (compresa tra 0.01 e 0.1).

La relazione tra sovrappressione, distanza dall'epicentro dell'esplosione e quantità di TNT equivalente è ricavabile dalla figura 1.

Il metodo del TNT equivalente fornisce risultati accettabili nelle zone lontane dai bordi della nube, mentre sovrastima la sovrappressione nelle zone prossime o nella nube stessa. L'errore può essere corretto modificando come indicato in figura 1 il diagramma e limitando a 100 kPa la sovrappressione all'interno della nube [1].

Le informazioni ricavabili sono approssimate per diversi motivi: la difficoltà nella valutazione del fattore di resa, le differenze tra l'esplosione del TNT e quelle di una nube di vapori (nel primo caso gli effetti dirompenti sono superiori). La presenza di ostacoli può generare turbolenze che accelerano le reazioni e possono causare la detonazione di parte della nube.

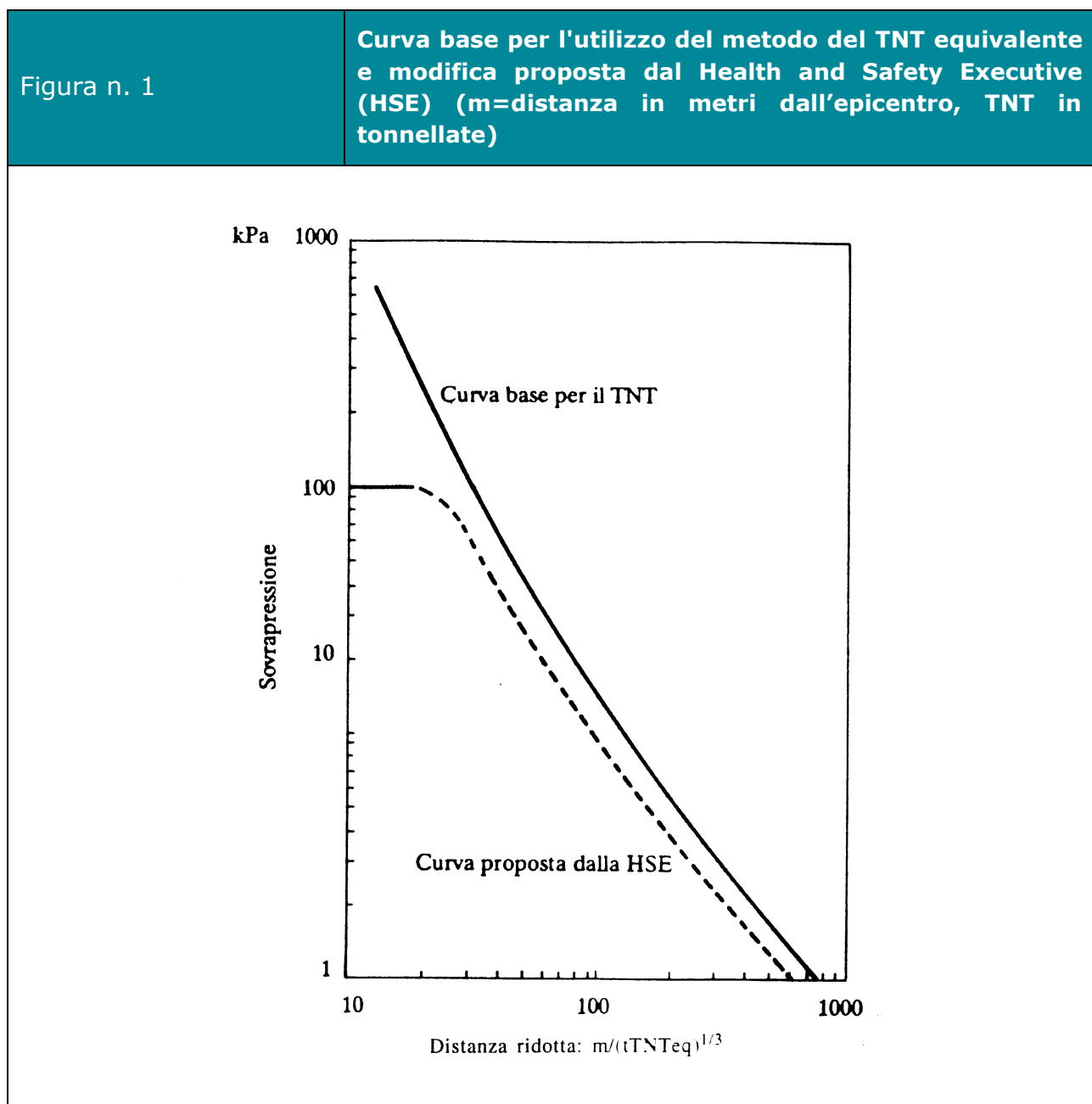
Per applicare il modello del TNT equivalente occorre:

- valutare la massa di infiammabile nella nube;
- stimare la quantità di TNT equivalente alla nube;
- stimare il valore della distanza scalata corrispondente ad un valore di sovrappressione prescelto;
- stimare la distanza corrispondente a quella sovrappressione.

Con il metodo del TNT equivalente si può calcolare la velocità dell'onda d'urto, in aria: $U = c_0 \sqrt{(1+6p_0/7P)}$, dove c_0 = velocità del suono in aria; P = pressione ambiente davanti al fronte d'onda (atm assolute) p_0 = pressione di picco. Il metodo del TNT equivalente è basato su una serie di ipotesi poco realistiche in ambiente industriale. In particolare, appare poco sostenibile la rappresentazione che viene fatta del fenomeno esplosivo, limitato a UCVE.

Le esplosioni che possono verificarsi in ambienti industriali, e nelle aree congestionate degli impianti di processo in modo prevalente, sono caratterizzate dal manifestarsi di una o più nubi esplosive parzialmente confinate dalle strutture degli impianti stessi, e delle quali devono essere considerate l'estensione, la consistenza e i modi di propagazione delle onde esplosive in modo più realistico che quello della semplice origine puntiforme e simmetria sferica.

Allo scopo sono stati elaborati modelli teorici ed empirici diversi, spesso ottenuti da sofisticate elaborazioni di modelli termofluidinamici.



Bibliografia

- [1] A.A. V.V. Health and Safety Executive, Second Report of the Advisory Committee on Major Hazards, 1979.

Data di chiusura del documento:

16 gennaio 2017

Conoscere il rischio

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori. La Contarp è la struttura tecnica dell'Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione.

Per informazioni

contarp@inail.it