

# **DEPOSITI DI ESPLOSIVI: PIANIFICAZIONE DELL'EMERGENZA**

Dott. ing. Pier Nicola Dadone  
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Cuneo  
Corso De Gasperi 71, 12100 Cuneo

## **SOMMARIO**

Si intende esaminare la pianificazione dell'emergenza esterna dei depositi di esplosivi, che recenti modifiche normative (D.Lvo 17.8.99 n. 334 detto Seveso bis) hanno reso obbligatoria per molti di essi.

Dapprima si esamina la normativa di riferimento (in particolare Severo bis e Tulps), poi si valutano in termini scientifici e non deterministici i prevedibili effetti di un incidente (esplosione) in un deposito di esplosivi. In particolare si esaminano le relazioni presenti in letteratura scientifica per determinare la sovrappressione conseguente all'esplosione.

Successivamente si determinano delle aree di impatto e si valutano gli effetti dell'esplosione.

E' pertanto poi possibile determinare delle zone di pianificazione e delineare lo schema della pianificazione dell'emergenza.

Infine si esaminano i vari livelli di pianificazione dell'emergenza (piano di emergenza esterno, piano comunale, piano provinciale), le fasi operative, le attivazioni, le aree di emergenza, gli indicatori di evento, l'informazione alla popolazione.

## **INTRODUZIONE**

In Italia non si sono verificati negli ultimi venticinque anni incidenti consistenti in esplosioni di depositi di esplosivi (si sono invece verificati incidenti connessi a stabilimenti di esplosivi). Inoltre la tecnologia di fabbricazione degli esplosivi detonanti sta andando verso prodotti di grande stabilità e quindi di sempre più sicuro stoccaggio.

Tuttavia il verificarsi di incidenti connessi a stabilimenti, soprattutto di prodotti deflagranti, ha mantenuto viva la coscienza di non essere immuni dai rischi connessi alla presenza degli esplosivi (rischi rientranti nella più grande famiglia del rischio industriale).

Poiché recenti modifiche normative hanno reso obbligatoria in Italia ed in Europa per molti depositi di esplosivi la pianificazione dell'emergenza esterna, intendiamo qui esaminare gli aspetti più peculiari di tale pianificazione, nella speranza di essere di aiuto nel lavoro che andrà realizzato in Italia nei prossimi anni.

## **IL FENOMENO DELL'ESPLOSIONE**

L'esplosione è una combustione, ossia una reazione chimica tra un combustibile e un comburente sviluppante calore, caratterizzata da una velocità molto elevata del processo. Come conseguenza si ha:

- sviluppo rapido di calore
- sviluppo rapido di gas di combustione caldi, che creano un'onda di pressione nell'aria e in eventuali altri materiali (acqua, etc) che incontrano.

Le esplosioni non vanno confuse con gli scoppi, dovuti soltanto ad aumenti di pressione (es: scoppi di recipienti contenenti vapore) e non a reazioni chimiche di combustione.

Le esplosioni si possono dividere in:

- deflagrazioni, in cui la velocità di avanzamento della combustione all'interno del materiale esplosivo è inferiore alla velocità del suono (dal centimetro all'ettometro al secondo).
- detonazioni, in cui la velocità di avanzamento della combustione all'interno del materiale esplosivo è superiore alla velocità del suono (alcuni km al secondo).

L'esplosivo si può definire come una sostanza o miscuglio (liquido o solido) che per adatto innesco può dar luogo ad una esplosione. Vi sono molti tipi di esplosivi, divisibili in:

- esplosivi deflagranti, che nelle normali condizioni di impiego danno luogo ad una deflagrazione.
- esplosivi detonanti, che nelle normali condizioni di impiego danno luogo ad una detonazione.

Gli esplosivi detonanti sono più "potenti" degli esplosivi deflagranti, nel senso che gli esplosivi deflagranti hanno principalmente una azione di spinta, ossia il repentino sviluppo di gas crea una spinta sulle strutture che il fronte in espansione del gas stesso incontra. Invece gli esplosivi detonanti hanno principalmente una azione di frantumazione, ossia è l'onda d'urto vibratoria (similare a quelle sismiche) che agisce principalmente sulle strutture.

Tra gli esplosivi deflagranti il prodotto più comune è la polvere nera, utilizzata soprattutto per fabbricare cartucce di armi da fuoco, giochi pirici, fuochi artificiali.

Tra gli esplosivi detonanti si annoverano le dinamiti, il tritolo, le “gelatine” e numerosi altri esplosivi.

Un'altra differenza fondamentale tra esplosivi deflagranti e detonanti sta nel metodo di innesco, ossia nel modo di provocare l'esplosione. Gli esplosivi deflagranti, ossia principalmente la polvere nera, richiedono basse energie di attivazione, ovvero è sufficiente un fuoco oppure anche una scintilla creatasi accidentalmente per innescare l'esplosione. Tali prodotti sono rimasti invariati nel corso dei decenni, e molti incidenti (nella fabbricazione e nell'uso di fuochi artificiali, petardi ...) sono legati alla sensibilità di tali esplosivi.

Al contrario gli esplosivi detonanti, legati ad usi più professionali (cave, cantieri, etc) e genericamente più temuti per la loro potenza, sono stati oggetto di profonde modifiche nei decenni. Non sono più in commercio da decenni le ampole di nitroglicerina che esplodevano per semplice urto (famoso per chi conosce il film “Giù la testa” di Sergio Leone) oppure i candelotti di dinamite che esplodevano se finivano nelle fiamme. Attualmente tutti gli esplosivi detonanti in commercio richiedono energie di attivazione piuttosto alte, ottenibili solo con una “esplosione di innesco” generata da un apposito detonatore (che produce un'esplosione di ridotta entità ma a diretto contatto). Addirittura il metodo standard per distruggere, senza farli esplodere, i detonanti moderni, con opportune cautele, è il fuoco. L'evoluzione tecnologica inoltre va verso esplosivi detonanti con energie di attivazione sempre più alte, in modo da rendere estremamente difficile l'esplosione se non in presenza della corretta esplosione di innesco prodotta dal detonatore.

## I DEPOSITI DI ESPLOSIVI

Gli esplosivi, fabbricati in apposite fabbriche mediante processi chimici e meccanici di vario tipo, sono confezionati sotto varie forme (cartucce, pacchi, pezzi rigidi ottenuti per pressione o colata, fusti contenenti prodotti sciolti, etc) e quindi trasportati in depositi ubicati sul territorio.

Nei depositi gli esplosivi sono stoccati separando varie tipologie in base alla classificazione prevista dalla norma (il TULPS che esamineremo più avanti). Soprattutto, si separano con locali distinti gli esplosivi deflagranti dagli esplosivi detonanti dai detonatori.

Dai depositi vengono prelevati i quantitativi necessari per gli usi correnti (cave, lavori di scavo, effettuazione di fuochi artificiali, etc).

In Italia sono presenti alcune decine di depositi, sparsi in modo piuttosto uniforme sul territorio al fine di servire tutte le possibili utenze.

## LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme a cui fare riferimento in merito alla sicurezza dei depositi di esplosivi sono essenzialmente:

- le norme generali di sicurezza sul lavoro e prevenzione incendi
- norme attinenti la sicurezza pubblica; in particolare il Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza (TULPS), esaminato nel seguito.
- la normativa sulle attività a rischio di incidente rilevante, ed in particolare il D.Lvo 17.8.1999 n. 334 (cosiddetto Seveso bis), esaminato nel seguito.

## IL TULPS

Il Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza (TULPS), principalmente nell'allegato B del Regolamento, disciplina le caratteristiche dei depositi di esplosivi e le modalità di vigilanza pubblica operata tramite la Commissione Provinciale Esplosivi.

In particolare il capitolo IV “Condizioni da soddisfarsi nello impianto, o adattamento, di un fabbricato ad uso di deposito di materie esplosive” indica le misure di sicurezza da adottarsi nei depositi.

La misura di sicurezza più pregnante è l'imposizione di distanze tra il deposito ed una serie di presenze umane, quali abitati, strade pubbliche, ferrovie.

Si utilizza la formula

$$d = K \cdot \sqrt{C} \quad (1)$$

In cui

d    distanza in metri

K    coefficiente numerico che dipende dalla natura degli esplosivi e dal tipo di presenza umana considerato

C    quantità in kilogrammi di esplosivo

L'applicazione della formula permette di stabilire il quantitativo massimo di esplosivi collocabili in un certo luogo geografico caratterizzato da una serie di distanze da abitati grandi e piccoli, strade, ferrovie.

### **IL D.LVO 17.8.99 N. 334 (SEVESO BIS)**

Il Decreto Legislativo 17 agosto 1999, n. 334 "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose" (detto anche Seveso bis in quanto sostituisce quasi totalmente il DPR 18.5.88 n. 175, detto "Seveso"), introduce per i depositi di esplosivi di una certa rilevanza la disciplina prevista per le attività a rischio di incidente rilevante. In particolare l'allegato 1 parte 2 prevede due soglie:

- 1) depositi di sostanze esplosive con quantità pari o superiori a 10 tonnellate (se le sostanze rientrano nella definizione della nota 2a della norma) o 50 tonnellate (se le sostanze rientrano nella definizione della nota 2b della norma)
- 2) depositi di sostanze esplosive con quantità pari o superiori a 50 tonnellate (se le sostanze rientrano nella definizione della nota 2a della norma) o 200 tonnellate (se le sostanze rientrano nella definizione della nota 2b della norma)

Nel primo caso, meno gravoso, sono previsti una serie di adempimenti da parte del gestore del deposito, tra cui la redazione di un apposito documento di sicurezza e l'invio di informazioni alla Regione e al Prefetto.

Nel secondo caso, il più gravoso, si devono adempiere tutti gli atti previsti per le attività più pericolose. In particolare il gestore è tenuto a redigere un Rapporto di sicurezza (art. 8) e un Piano di Emergenza Interno (PEI)(art. 11), nonché trasmettere al prefetto e alla provincia tutte le informazioni utili per la elaborazione di un Piano di emergenza esterno (PEE)(art. 20).

Proprio questo ultimo aspetto è quello che interessa affrontare in questa sede.

Si evidenzia infine che la normativa sulle attività a rischio di incidente rilevante precedente all'emanazione del D.Lvo 334/99 non prevedeva i depositi di esplosivi, e pertanto i PEE per tali depositi sono da redigere ex novo.

### **TIPOLOGIA DEI DEPOSITI – L'EFFETTO DOMINO**

I depositi di esplosivi sono generalmente strutturati in piccoli fabbricati (casematte) distanziati tra loro e contenenti i tipi diversi di esplosivi, principalmente deflagranti e detonanti, e i detonatori.

Le movimentazioni dei prodotti avviene mediante carrelli manuali o meccanici per il carico e scarico delle casse o dei pallets contenenti esplosivo.

Non viene fatto generalmente uso di altri tipi di sistemi quali carroponti e paranchi.

Nei depositi non avviene né la fabbricazione, né il riconfezionamento, né infine la distruzione di esplosivi e detonatori.

I fabbricati di deposito sono robusti, con pareti solitamente in cemento armato, e copertura leggera per permettere lo sfogo verso l'alto di eventuali esplosioni.

Inoltre spesso si creano dei terrapieni per limitare gli effetti esplosivi in alcune direzioni orizzontali.

La finalità più importante è impedire che si verifichi l'effetto domino, ossia impedire che dall'esplosione di un fabbricato di deposito consegua la successiva esplosione degli altri. Pertanto vi sono anche distanze significative tra le varie casematte.

### **VALUTAZIONE DELL'AREA DI IMPATTO: METODO TNT**

Un aspetto cruciale della pianificazione dell'emergenza per i depositi di esplosivi (ed in generale per operazioni coinvolgenti esplosivi) è la valutazione delle conseguenze dell'esplosione di un ipotetico quantitativo di esplosivo.

Sono stati effettuati studi scientifici in merito alla relazione tra quantitativo di esplosivo, distanza e sovrappressione. Ogni studio risente di limitazioni relative al tipo di esplosivo usato, alle condizioni di confinamento, alle condizioni di innesco, ed altre ancora. La maggioranza degli studi sono riferiti all'impiego del tritolo, un esplosivo detonante di grande potenza.

La metodologia, detta del tritolo equivalente, consiste nel tradurre la massa di esplosivo considerata in massa di esplosivo tritolo (ossia trinitrotoluene, abbreviato TNT) mediante un fattore di resa  $\alpha$ . Tale passaggio spesso per gli esplosivi detonanti è omissivo, considerando un fattore di parità tra il tritolo e gli altri esplosivi detonanti. Diverso è il caso degli esplosivi deflagranti, dove occorre introdurre un fattore di resa  $\alpha$  inferiore all'unità. Non affrontiamo in questa sede tali aspetti relativi agli esplosivi deflagranti essendo i depositi di esplosivi attuali occupati in prevalenza da esplosivi detonanti, e quindi quasi sempre la massa di esplosivo più rilevante del deposito è quella della casamatta contenente il quantitativo maggiore di esplosivo detonante.

I numerosi studi mettono in relazione, mediante un diagramma frutto di prove sperimentali, oppure una formula empirica ottenuta in modo analogo:

- la massa di tritolo

- la distanza dal punto dell'esplosione
- la sovrappressione conseguente all'esplosione.

In realtà gli effetti di una esplosione sono una sovrappressione caratterizzata da una pressione massima, dalla velocità di aumento della pressione e dalla durata della stessa, come intuibile dalla tabella allegata, che illustra l'andamento della pressione in una detonazione e una deflagrazione (sono totalmente trascurati, per gli esplosivi veri e propri, invece altri aspetti come temperatura o irraggiamento).

Per le esplosioni di esplosivi deflagranti si considerano durate di sovrappressione molto variabili, da alcune decine a centinaia di millisecondi. Per esplosivi detonanti solidi si considerano tempi molto più brevi, di 1-15 millisecondi.

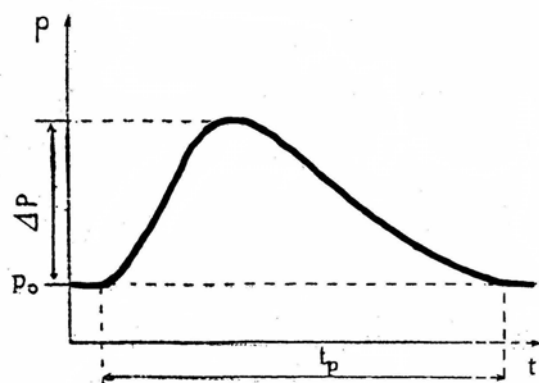


Figura 1. Deflagrazione.

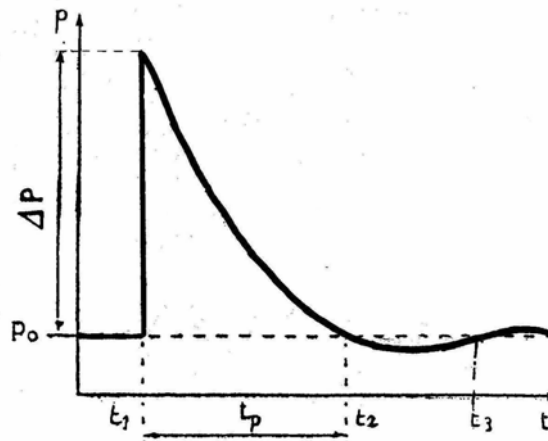


Figura 2. Detonazione.

Ne consegue che valutare l'effetto di una esplosione considerando unicamente la sovrappressione massima costituisce una semplificazione. Tuttavia tale semplificazione è quasi indispensabile, e comunque fatta a favore di sicurezza, basandosi su un altro risultato sperimentale, per cui "a parità di effetti sovrappressioni più alte sono richieste per durate inferiori" [8].

Vi sono diverse relazioni disponibili in letteratura, frutto di studi diversi sempre basati su esperimenti reali di esplosione. Ne citiamo tre.

La prima è di Hanna e Zabetakis (1968), frutto di esperimenti di esplosioni sotterranee [4].

$$P = 182 \cdot \left( \frac{Q^{\frac{1}{3}}}{R} \right)^{0,889} \quad (2)$$

dove

|   |                                                       |
|---|-------------------------------------------------------|
| P | pressione in kPa                                      |
| R | raggio in metri                                       |
| Q | quantitativo di esplosivo (tritolo equivalente) in kg |

La seconda, più recente (1980), è tratta dal Blaster's Handbook della ditta Du Pont [5].

$$P = 82 \cdot \left( \frac{Q^{\frac{1}{3}}}{R} \right)^{1,2} \quad (3)$$

Dove

|   |                                                           |
|---|-----------------------------------------------------------|
| P | pressione in psi (pound (libbre) square inch)             |
| R | raggio in piedi                                           |
| Q | quantitativo di esplosivo (tritolo equivalente) in libbre |

Tale formula, convertita in unità del Sistema Internazionale, diviene

$$P = 186 \cdot \left( \frac{Q^{\frac{1}{3}}}{R} \right)^{1,2} \quad (4)$$

dove

|   |                                                       |
|---|-------------------------------------------------------|
| P | pressione in kPa                                      |
| R | raggio in metri                                       |
| Q | quantitativo di esplosivo (tritolo equivalente) in kg |

Infine citiamo gli studi di Baker (1983) [6], che conducono alle seguenti relazioni.

$$Z = \frac{R}{Q^{\frac{1}{3}}} \quad (5)$$

| <b>Z</b> | <b>P</b> |
|----------|----------|
| 3,2      | 60       |
| 6,41     | 19       |
| 9,61     | 10       |
| 12,82    | 7        |
| 16,02    | 5,2      |
| 32,04    | 2,2      |
| 48,06    | 1,4      |
| 64,08    | 1        |

Tabella 1. Relazione di Baker tra distanza normalizzata Z e sovrappressione P.

dove

|   |                                                       |
|---|-------------------------------------------------------|
| P | pressione in kPa                                      |
| R | raggio in metri                                       |
| Q | quantitativo di esplosivo (tritolo equivalente) in kg |
| Z | distanza normalizzata                                 |

Per i nostri fini preferiamo utilizzare la formula Du Pont, poiché la formula di Hanna e Zabetakis, relativa a esplosioni sotterranee, non pare estendibile al nostro caso, mentre le relazioni di Baker sono comunque molto simili a quelle Du Pont, e con risultati di sovrappressione leggermente inferiori.

Molto importante, poi, è la valutazione dell'effetto dei terrapieni, che il Tulps tiene in grande conto nella valutazione delle distanze di sicurezza, permettendo che queste siano ridotte fino alla metà di quelle ottenibili dalla formula (1).

Purtroppo è difficile valutare analiticamente l'alterazione degli andamenti dei valori delle sovrappressioni calcolati con le formule prima citate quando sono presenti, come spesso accade, terrapieni vari di protezione. Un metodo proposto è il seguente: applicare una aliquota di riduzione delle pressioni calcolate analiticamente analoga a quella applicata dalla Commissione Provinciale Esplosivi nella valutazione delle distanze di sicurezza in relazione alla presenza dei terrapieni nel singolo deposito. Ne consegue che la sovrappressione calcolata può essere ridotta di un fattore massimo pari al 50%.

## VALORI DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI

Gli effetti della sovrappressione sui beni e sull'uomo sono influenzati da numerose condizioni al contorno, che rendono difforni i risultati ottenuti da studi diversi.

Come abbiamo detto prima, l'effetto principale di una esplosione è la creazione di una onda di pressione (immaginabile come una onda sonora di forma sferica) che si propaga nell'aria e che via via si riduce di intensità allontanandosi dal centro dell'esplosione. L'effetto dell'onda di pressione sugli uomini e sulle cose dipende da svariati fattori.

- l'onda di pressione risente molto degli effetti di confinamento (ad esempio, un'esplosione che avviene in un locale chiuso provoca lo sfondamento delle parti più deboli, come porte, finestre, coperture leggere).

- I pericoli per l'uomo spesso non sono legati all'effetto diretto dell'onda di pressione sul corpo, bensì ad effetti secondari, come la caduta di muri e di oggetti.
- La durata della sovrappressione. I valori utilizzati nel seguito sono relativi a durate elevate, dell'ordine di centinaia di millisecondi, conseguenti a deflagrazioni. Nel caso di detonazioni, a parità di sovrappressione massima, l'effetto da stimarsi è minore, in quanto di breve durata, come già detto in precedenza. Tuttavia tale aspetto è trascurato a favore di sicurezza.

La tabella seguente indica le relazioni tra sovrappressioni ed effetti su uomo e strutture in caso di esplosioni che utilizzeremo, come valutate in letteratura, in programmi di modellazione come il Sigem-Simma e come valutato dal Dipartimento della Protezione Civile, nel documento "Pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante" [7].

| <b>Sovrappressione (bar)</b> | <b>effetti</b>                                             |
|------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 0,6 bar                      | Elevata probabilità di letalità                            |
| 0,3 bar                      | Crollo di strutture o edifici, danni ai polmoni            |
| 0,2 bar                      | Danni strutturali gravi                                    |
| 0,14 bar                     | Inizio letalità                                            |
| 0,07 bar                     | Danni gravi a popolazione sana                             |
| 0,03 bar                     | Rottura significativa di vetri con proiezione di frammenti |

Tabella 2. Effetti su uomo e strutture (Sigem Simma e Dipartimento Protezione Civile)

E' bene precisare che si sono considerati gli effetti sulla cosiddetta popolazione, ossia su persone di ogni genere. In letteratura vi sono valori diversi per la sovrappressione sopportabile per un uomo. Differenze importanti sono dovute al fatto che se si considera personale professionale, addestrato all'uso di esplosivi e pronto all'evento, la sovrappressione sopportabile in tali condizioni supera anche il valore di 0,2 bar.

## SCENARI DI RISCHIO

Gli scenari di rischio in un deposito di esplosivi ovviamente dipendono dalle caratteristiche del singolo deposito, ma sono essenzialmente due:

- a) Esplosione di un locale deposito
- b) Incendio esterno ai locali deposito o altro evento che crei un pericolo di innesco di esplosione in uno o più locali deposito

Si è invece escluso lo scenario di esplosione di un locale deposito, che crei un effetto domino sugli altri locali deposito; ciò a seguito della considerazione che il Tulpas prevede una serie di misure per scongiurare tale evenienza: le casematte sono realizzate con strutture molto robuste, progettate per resistere alle spinte tipiche delle esplosioni, e sono terrapienate e/o distanziate congruamente tra loro.

I due scenari citati ovviamente risultano diversi tra loro e richiedono di essere adeguatamente sviluppati.

## ZONE DI PIANIFICAZIONE

Al fine di giungere alla pianificazione dell'emergenza è necessario tradurre le aree di impatto conseguenti all'applicazione del modello TNT nel caso dello scenario a), ossia esplosione di un locale deposito, in zone di pianificazione. A tal fine ci avvaliamo del documento del Dipartimento della Protezione Civile di titolo "Pianificazione dell'emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante" [7].

Tale documento definisce tre zone:

- Prima zona: zona di sicuro impatto
- Seconda zona: zona di danno
- Terza zona: zona di attenzione

La prima zona, di sicuro impatto, è definita come quella in cui in caso di esplosione si hanno effetti sanitari comportanti una elevata probabilità di letalità anche per le persone mediamente sane. E' ragionevole far corrispondere tale zona all'area in cui la sovrappressione di esplosione supera 0,6 bar, ossia corrispondente ad elevata probabilità di letalità. Tale zona è sicuramente di estensione modesta, probabilmente ricadente nel perimetro aziendale del deposito, con personale esposto costituito solo da dipendenti del gestore del deposito.

La seconda zona, di danno, esterna rispetto alla prima, è definita come quella in cui sono possibili danni a persone mediamente sane e possibili danni anche letali per persone maggiormente vulnerabili (neonati, bambini, malati, anziani, ecc.). E' opportuno far corrispondere tale zona all'area in cui la sovrappressione di esplosione è compresa tra 0,6 bar e 0,07 bar. Tale seconda zona comprende una vasta area esterna al perimetro del deposito, entro cui si possono avere situazioni di letalità. Vedremo nel seguito che non dovrebbe comprendere abitazioni, se i parametri del Tulpas sono stati rispettati.

La terza zona, di attenzione, è caratterizzata dal possibile verificarsi di danni non gravi. A questo punto si presenta il problema di stabilire quale sia la sovrappressione conseguente ad esplosione che si può ritenere non più capace di far danni a persone o cose.

Tale parametro non è di immediata determinazione, perché come abbiamo detto vi sono variabili di difficile determinazione. Conviene tuttavia assumere un parametro prudenziale. Si ritiene che questo possa essere la sovrappressione di 0,02 bar. Al di là di tale valore non dovrebbero esserci più conseguenze per le persone e per le cose (non dovrebbe più esservi la rottura di vetri o simili).

Si può pertanto definire la terza zona quella con sovrappressioni tra 0,07 e 0,02 bar.

## CONFRONTO TRA ZONE DI PIANIFICAZIONE E DISTANZE TULPS

Utile per i nostri fini è confrontare le distanze ottenute applicando il Tulps con le distanze ottenute con il metodo Tnt.

A tal fine si è considerato un deposito ipotetico, costituito da varie casematte, con una capacità complessiva superiore a 50 tonnellate. In particolare si è considerato una casamatta contenente 20 tonnellate di esplosivo detonante e si sono calcolate le distanze Tulps da vari tipi di presenza umana. Quindi si sono calcolate le varie distanze dalla casamatta a cui si hanno i valori di riferimento delle sovrappressioni corrispondenti alle zone di pianificazione. I risultati sono illustrati nelle tabelle.

| <b>Presenza umana</b>                                                                                                                                    | <b>K</b> | <b>Distanza in m</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|
| Strade statali, provinciali e ferrate, autostrade, fiumi e canali navigabili, case coloniche e private isolate                                           | 5        | 707                  |
| Opifici industriali e gruppi numerosi di casolari, chiese aperte al culto, monumenti dichiarati nazionali, centri abitati con popolazione fino a 500 ab. | 1<br>0   | 1414                 |
| Comuni e città con popolazione da 5001 a 10.000 ab.                                                                                                      | 1<br>2   | 1697                 |
| Comuni e città con popolazione superiore a 10.000 ab.                                                                                                    | 1<br>5   | 2121                 |

Tabella 3. Distanze Tulps in metri tra il locale deposito (20 ton detonanti) e luoghi abitati, strade pubbliche e simili

| <b>Zona di pianificazione</b>               | <b>Distanza in metri</b> |
|---------------------------------------------|--------------------------|
| Zona di sicuro impatto ( $P > 0,6$ bar)     | Da 0 a 70 m              |
| Zona di danno ( $0,6 > P > 0,07$ bar)       | Da 70 a 417 m            |
| Zona di attenzione ( $0,07 > P > 0,02$ bar) | Da 417 a 1185 m          |

Tabella 4. Zone di pianificazione per un locale deposito di 20 ton detonanti

Le tre zone molto grossolanamente, come ordine di grandezza, corrispondono alle tre zone in cui è idealmente suddiviso il territorio attorno al deposito:

- La zona entro il perimetro aziendale del deposito
- La zona sgombra da case ed altri manufatti attorno al deposito
- La zona abitata circostante il deposito.

Una ulteriore conferma si può ottenere confrontando:

- la distanza di sicurezza  $d$  ottenuta con la formula del Tulps utilizzando  $K=5$  (case isolate, etc) e quantità di esplosivo variabile
- la distanza  $R$  ottenuta con la formula Du Pont, imponendo  $p=0,07$  bar.

I risultati sono illustrati nella seguente tabella.

| <b>Quantità di esplosivo (tritolo equivalente) in kg</b> | <b>d (distanza di sicurezza Tulps per case isolate, etc) in m</b> | <b>R (distanza a cui <math>p=0,07</math> bar) in m</b> |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 10.000                                                   | 500                                                               | 331                                                    |
| 20.000                                                   | 707                                                               | 417                                                    |
| 30.000                                                   | 866                                                               | 478                                                    |
| 40.000                                                   | 1000                                                              | 526                                                    |
| 50.000                                                   | 1118                                                              | 567                                                    |

Tabella 5. Confronto tra distanza di sicurezza Tulps per case isolate e distanza a cui  $p=0,07$  bar per varie quantità di esplosivo

Si verifica che la distanza di sicurezza del Tulp è sempre superiore alla distanza a cui si hanno danni gravi alle persone, stabilito con sovrappressioni pari a 0,07 bar.

## **INDICATORI DI EVENTO**

Gli indicatori di evento sono l'insieme dei fenomeni precursori e dei dati di monitoraggio che permettono di prevedere il possibile verificarsi dell'evento. Nel caso in esame, i depositi di esplosivi, gli indicatori di evento sono pochi e limitati.

- Monitoraggio interno del deposito: guardiano (sempre presente), altri addetti, sistemi automatici anti-intrusione
- Monitoraggio esterno del deposito: l'osservazione dall'esterno del deposito da parte di personale esperto di esplosivi e conoscitore del deposito stesso può permettere di comprendere gli sviluppi di una situazione di emergenza.

## **LIVELLI DELLA PIANIFICAZIONE DELL'EMERGENZA**

La pianificazione dell'emergenza per i depositi di esplosivi si articola in vari livelli, come necessaria conseguenza dei vari livelli previsti dalla normativa vigente.

- Il Piano di Emergenza Interno (PEI), predisposto dal gestore del deposito
- Il Piano di Emergenza Esterno (PEE), predisposto prima dal prefetto, ed ora dal Presidente della Provincia (in Piemonte).
- Il Piano comunale di protezione civile, predisposto dal Sindaco
- Il Piano provinciale di protezione civile, predisposto prima dal prefetto, ed ora dal presidente della provincia.

Una corretta, ideale, pianificazione dell'emergenza non può che prevedere che i quattro piani enunciati siano tra loro armoniosamente coordinati.

## **PIANO DI EMERGENZA ESTERNO (PEI)**

Il piano di emergenza interno (PEI) di un deposito di esplosivi deve essere predisposto dal gestore del deposito in base agli scopi elencati dall'art. 11 del D.Lvo 334/99, mentre l'allegato IV parte 1 dello stesso D.Lvo elenca i dati e le informazioni che devono figurarvi.

Nel caso specifico dei depositi di esplosivi esistenti, i termini entro cui il gestore deve predisporre il PEI sono stabiliti dall'art. 11 comma 1 lettera b, dove è prescritto che per gli stabilimenti esistenti, non ancora soggetti al DPR 175 del 1998, il termine è di due anni dalla data di entrata in vigore del D.Lvo stesso, ossia entro l'ottobre 2001.

## **PIANO DI EMERGENZA ESTERNO (PEE)**

L'art. 20 comma 2 del D.Lvo 334/99 elenca gli scopi del PEE, mentre l'allegato IV parte 2 elenca i dati e le informazioni che devono figurarvi.

Per la redazione del PEE (come da circolare del Ministero degli Interni n. 994 028/S/22 del 27.6.2000) occorre trarre le notizie necessarie da tutte le fonti a disposizione: rapporto preliminare o definitivo, informazioni fornite dal gestore, PEI, e quant'altro.

In merito alla redazione del PEE l'art. 20 attribuisce al prefetto (d'intesa con le regioni e gli enti locali interessati) il compito di predisporlo, tuttavia specificando che tale disposizione resta in vigore fino all'attuazione dell'art. 72 del D. Lvo 112/1998. Pertanto la predisposizione dei PEE previsti dalla Severo bis rientra nella generale casistica dell'art. 72 del D.Lvo 112/98, che trasferisce tali competenze alle Regioni. Ad esempio in Piemonte a sua volta la regione ha trasferito la competenza alle province con la legge regionale 44/2000 e una successiva delibera della Giunta.

Nel caso dei depositi di esplosivi esistenti (con capacità maggiore a 50 ton) l'art. 11 comma 4 della Seveso bis prevede che il gestore trasmetta al prefetto e alla provincia le informazioni utili per l'elaborazione del PEE entro gli stessi termini del comma 1 sempre dell'art. 11, e pertanto entro due anni dall'entrata in vigore del d.Lvo stesso, ossia entro l'ottobre 2001.

## **PIANI COMUNALE E PROVINCIALE DI PROTEZIONE CIVILE**

Il piano comunale di P. C. deve necessariamente integrarsi con il PEI e il PEE per una serie di importanti motivi:

- Il piano comunale deve elencare tutte le aziende a rischio di incidente rilevante presenti sul proprio territorio, e pertanto anche i depositi di esplosivi.

- Le zone di pianificazione dei depositi di esplosivi hanno dimensioni dell'ordine di centinaia di metri. Pertanto rientrano nell'area di uno, al massimo due, comuni. Ne consegue che il tipo di emergenza che si prospetta coinvolge principalmente la realtà comunale.

E' opportuno infine che il Piano provinciale di P. C. tenga conto del PEE di un deposito di esplosivi per le eventuali conseguenze a livello provinciale di un incidente, e l'eventuale necessità di soccorso a livello provinciale.

## **TRACCIAMENTO ZONE DI PIANIFICAZIONE**

Il piano di emergenza esterno (PEE), ed a cascata il piano di emergenza interno ed il piano comunale (ed eventualmente quello provinciale) devono effettuare il tracciamento cartografico delle zone di pianificazione di cui si è parlato in precedenza.

Come già detto in precedenza, si ritiene opportuno individuare tre zone:

- prima zona, di sicuro impatto, corrispondente a valori di sovrappressione fino a 0,6 bar.
- seconda zona, di danno, corrispondente a valori di sovrappressione compresi tra 0,6 bar e 0,07 bar.
- terza zona, di attenzione, corrispondente a valori di sovrappressione compresi tra 0,07 bar e 0,02 bar.

Se il deposito di esplosivi, come immaginabile, rispetta le distanze stabilite dal Tulp, all'interno della prima zona non si troverà alcuna presenza abitata ad eccezione forse della casa del custode del deposito, e probabilmente non si uscirà dal perimetro aziendale.

La zona seconda invece sicuramente uscirà dal perimetro aziendale. Sempre se il deposito rispetta le distanze Tulp è prevedibile che non si trovino "strade statali, provinciali e ferrate, autostrade, fiumi e canali navigabili, case coloniche e private isolate".

La terza zona invece è probabile comprenda abitati isolati o raggruppati.

## **INFORMAZIONE ALLA POPOLAZIONE**

Il D.Lvo 334/99 prevede in generale che la popolazione sia informata dei rischi connessi alla presenza sul territorio di una azienda a rischio di incidente rilevante, nonché dei comportamenti da adottarsi per proteggersi. Nel caso specifico dei depositi di esplosivi gli aspetti più importanti dell'informazione alla popolazione sono:

- possibili effetti di una esplosione sul territorio circostante
- modalità di comunicazione di un eventuale ordine di evacuazione
- prime misure da adottarsi in caso di avvenimento di esplosioni. Poiché gli effetti di una esplosione non sono molto dissimili da quelli di un terremoto, in quanto in entrambi vi è l'elemento fisico della vibrazione, le misure da adottare per la popolazione sono simili (stare sotto un tavolo, lontano da finestre, oppure stare all'aperto lontano da strutture che possano proiettare materiali, etc).
- dove recarsi per ottenere soccorso nel caso di ferite riportate

## **FASI OPERATIVE DELL'EMERGENZA**

Le fasi operative dell'emergenza, per i depositi di esplosivi, non sono collegate a veri e propri fenomeni precursori o valori soglia, bensì a situazioni di pericolo che si possono determinare relative al deposito di esplosivi.

Si ritiene opportuno individuare due fasi: la fase di preallarme e la fase di allarme.

- Fase di preallarme. Da introdursi in casi di incendi esterni al deposito o altri eventi esterni al deposito che richiedano un opportuno intervento di difesa del deposito stesso. Qualora il fronte del fuoco raggiunga il perimetro aziendale del deposito, avendo di fronte alcune decine di metri prima di incontrare le casematte, con tutta probabilità non irraggia a sufficienza per innescare esplosioni. Tuttavia una serie di misure si rendono necessarie, quali: presenza rinforzata di operatori conto gestore o operatori tecnici quali Vigili del fuoco o di altro tipo in prossimità del deposito per la sua difesa.

- Fase di allarme. Da introdursi in caso di incendio interno al deposito, oppure di esplosione. In quest'ultimo caso è comunque difficile stabilire se è esplosa tutta la massa disponibile oppure una quantità iniziale di esplosivo, che fa temere una ulteriore esplosione. Pertanto qualora intervenga la fase di allarme la misura principale è l'evacuazione delle zone prima, seconda e terza definite in precedenza.

## **ATTIVAZIONI IN EMERGENZA**

Le attivazioni in emergenza rappresentano le immediate predisposizioni che devono essere attivate dai soggetti previsti nella pianificazione dell'emergenza.

Il PEI e il PEE devono prevedere, similmente a quelli delle altre aziende a rischio di incidente rilevante, i seguenti soggetti:

- Il gestore (tramite il custode o di eventuali altri operatori interni del deposito): qualora si verifichi una qualche situazione di emergenza, deve immediatamente attivare il sindaco, il prefetto, il presidente della provincia, il soccorso tecnico urgente (Vigili del Fuoco), il soccorso sanitario (118), le forze di polizia, la regione.
- Il sindaco, il presidente della provincia, il prefetto: conformemente alla normativa vigente di protezione civile provvedono a svolgere i rispettivi compiti.

## DELIMITAZIONE AREE A RISCHIO

Il PEE e gli altri piani con esso coordinati devono indicare le aree a rischio da delimitare, che nel caso specifico sono le zone prima, seconda e terza individuate in precedenza, rappresentate come tre aree concentriche di forma circolare attorno al deposito.

Il PEE deve prevedere in caso di allarme, sia nel caso si tema avvenga l'esplosione sia nel caso una esplosione sia avvenuta e non si sappia se altre ne seguiranno le seguenti misure necessarie:

- le tre aree siano evacuate.
- Nel caso di esplosione, prima del ritorno nelle aree prima, seconda e terza è necessario il controllo da parte di personale esperto e abilitato, a conoscenza della situazione del deposito. Potrebbe essere anche necessario il recupero di materiali inesplosi da parte di persona sempre abilitata.
- E' opportuno prevedere comunque il tempo di almeno mezz'ora (similmente al tempo di sicurezza previsto dal Tulp per mine inesplose) a partire dall'esplosione prima di iniziare le operazioni di rientro (dapprima rientro personale esperto e abilitato, quindi rientro della popolazione). In merito al soccorso a persone colpite dall'esplosione, durante la prima ora dall'esplosione stessa, non è pertanto possibile garantire un intervento in sicurezza.

Un aspetto che emerge è che le tre zone di pianificazione presentano misure da attuarsi in emergenza simili. Le tre zone individuate ai fini pianificatori risultano utili soprattutto per dare un ordine di priorità alle operazioni di evacuazione e di soccorso.

Un elemento di differenziazione è che la terza zona, in quanto in essa non sono prevedibili danni gravi alle persone, può essere utilizzata da personale addestrato e protetto (timpani, organi vitali).

## VIABILITÀ, SERVIZI ESSENZIALI, SOCCORSO SANITARIO

Nel PEE è indispensabile valutare come le aree prima, seconda e terza interagiscano con le vie di comunicazione e con i servizi essenziali sparsi sul territorio. In relazione a tale interferenza è necessario:

- Prevedere blocchi stradali a monte di strade entranti nell'area terza, e percorsi alternativi.
- Prevedere alternative ad eventuali servizi essenziali che potrebbero risultare interrotti in conseguenza di una esplosione in quanto rientranti in aree di impatto tali da comprometterne la funzionalità (ad esempio, una linea elettrica ad alta tensione potrebbe prevedibilmente essere interrotta qualora avvenisse un'esplosione e la linea elettrica stessa rientrasse in un'area di sovrappressione superiore a 0,3 bar).

In caso di esplosione occorre prevedere un soccorso sanitario adeguato, finalizzato al ricevimento di un numero di persone che può essere modesto o elevato, ma comunque caratterizzato da:

- Quasi totalità di traumatizzati per caduta di oggetti, muri, o per taglio
- Variabilità della gravità del trauma, da molto grave a modestissimo

E' pertanto opportuno prevedere un centro medico avanzato che provveda, in zona sicura ovviamente, esterna alla terza area, ad una prima selezione dei pazienti, in modo da indirizzare poi correttamente gli stessi verso ulteriori destinazioni, oppure, nel caso di lieve entità, provvedere alla loro cura e dimissione.

## AREE DI EMERGENZA

Le aree di emergenza sono le aree destinate, in caso di emergenza, ad uso di protezione civile:

- **Aree di attesa.** Sono luoghi di prima accoglienza per la popolazione nell'immediato, durante l'emergenza. Nel caso in esame pare opportuno individuare nella pianificazione d'emergenza una o più aree di attesa in una zona di territorio sicuramente esterna all'area a rischio, ma comunque nello stesso comune, in un raggio di qualche Kilometro dal deposito, al fine di accogliere le persone eventualmente costrette a lasciare le proprie case in modo rapido ed inaspettato.
- **Aree di ammassamento dei soccorritori e delle risorse.** Rappresentano i centri di raccolta di uomini e mezzi per il soccorso della popolazione. Possono opportunamente essere quelle già previste a livello comunale per le altre emergenze di P.C.
- **Aree di ricovero della popolazione.** Sono i luoghi in cui saranno installati i primi insediamenti abitativi o le strutture in cui si potrà alloggiare la popolazione colpita. Possono sicuramente essere quelle previste a livello comunale per le altre emergenze di P.C.

## **C.C.S., C.O.M., C.O.C.**

Il Centro Coordinamento Soccorsi (CCS) gestisce gli interventi a livello provinciale. Nel caso dei depositi di esplosivi pare improbabile la sua costituzione, data la limitata area territoriale influenzata da tale emergenza. Potrebbe essere opportuno costituirlo qualora il numero di morti, feriti e danni creati fosse elevato.

Il Centro Operativo Misto (COM) gestisce l'intervento sul territorio di più comuni, e pare essere l'organo di coordinamento delle strutture di protezione civile più adeguato per il tipo di emergenza studiato. Si consideri che il deposito può essere realizzato in comuni di modeste dimensioni, scarsamente attrezzati.

Il Centro Operativo Comunale (COC), presieduto dal sindaco, provvede alla direzione dei soccorsi e dell'assistenza della popolazione del comune. La sua attivazione è indispensabile.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] G. Berta, *L'esplosivo strumento di lavoro*, Italesplosivi, Milano, pp. 18-72 (1996)
- [2] R. Mancini, *Nuovo Colombo - Manuale dell'ingegnere*, Hoepli, Milano, pp. C366-C378 (1990)
- [3] Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, *il Metodo Augustus*, in *DPC informa*, n. 4 (1997)
- [4] Hanna, Zabetakis, *Bureau of Mines report of investigation 7147* (1968)
- [5] *Blaster's Handbook*, Du Pont (1980)
- [6] W. E. Baker, P. A. Cox, P. S. Westine, J. J. Kulesz, R. A. Strehow, *Explosion hazards and evaluation*, Amsterdam, pagg. 206 e segg. (1983)
- [7] Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, *Pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante, linee guida* (1993)
- [8] C. Ortolani, *Casi di combustioni accidentali*, CittàStudiEdizioni, Milano, pp. 181-184 (1997)