



# ESPLOSIVI E SEVESO TER

## DISTANZE DI DANNO, MODELLI DELLE CONSEGUENZE E REGOLAMENTO TULPS: L'ESPERIENZA TOSCANA

**Roma, Istituto Superiore Antincendi: 13-15 settembre 2016**  
**Ingg. S. Baldacci, F. Marotta, D. Mogorovich, M. Mossa Verre**

# Esplosione (in fase solida)

---

- ✓ Decomposizione chimica, rapidissima e fortemente esotermica, che si sviluppa con la formazione di prodotti gassosi ad altissima temperatura e pressione e dà luogo:
- ✓ ad un improvviso aumento di pressione,
- ✓ rilascio energia termica
- ✓ rilascio di prodotti di reazione (fumi tossici, ricaduta sostanze tossiche sul terreno).
- ✓ produzione di frammenti



# Norme di riferimento

---

- ✓ Norme di sicurezza sul lavoro
- ✓ Norme di prevenzione incendi
- ✓ Norme attinenti la sicurezza pubblica; in particolare il Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza TULPS e il relativo Regolamento.
- ✓ Normativa sulle attività a rischio di incidente rilevante, ed in particolare il D.Lgs.105/2015 (Seveso ter)
- ✓ Norme di prodotto UE – tracciabilità degli esplosivi



# Esplosivi (Regolamento CLP, Annex I)



tale

2.1.1.2. Ai fini del presente regolamento, s'intende per:

- ✓ sostanza o miscela esplosiva, una sostanza solida o liquida (o una miscela di sostanze) che può, per reazione chimica, sviluppare gas a una temperatura, una pressione e una velocità tali da causare danni nell'area circostante. Le sostanze pirotecniche sono comprese in questa definizione anche se non sviluppano gas;
- ✓ sostanza o miscela pirotecnica, una sostanza o miscela di sostanze destinata a produrre un effetto calorifico, luminoso, sonoro, gassoso o fumogeno o una combinazione di tali effetti, a seguito di reazioni chimiche esotermiche automantenute non detonanti;
- ✓ esplosivo instabile, una sostanza o miscela esplosiva termicamente instabile e/o troppo sensibile per essere manipolata, trasportata e utilizzata in condizioni normali;
- ✓ articolo esplosivo, un oggetto contenente una o più sostanze o miscele esplosive;
- ✓ articolo pirotecnico, un oggetto contenente una o più sostanze o miscele pirotecniche;
- ✓ esplosivo intenzionale, una sostanza, una miscela o un articolo fabbricati con lo scopo di produrre un effetto pratico, esplosivo o pirotecnico.



# Definizione delle divisioni di rischio

## Divisioni Esplosivi non instabili ai sensi del Regolamento 1272/2008 (CLP)

| HD  | Effetti   |
|-----|---|
| 1.1 | Sostanze, miscele e articoli che presentano un pericolo di esplosione di massa  |
| 1.2 | Sostanze, miscele e articoli che presentano un pericolo di proiezione senza pericolo di esplosione di massa;  |
| 1.3 | Sostanze, miscele e articoli che presentano un pericolo di incendio con leggero pericolo di spostamento di aria o di proiezione o di entrambi, ma senza pericolo di esplosione di massa:<br>i) la cui combustione dà luogo a un considerevole irraggiamento termico;<br>ii) che bruciano gli uni dopo gli altri con effetti ridotti di spostamento di aria o di proiezione o di entrambi;                   |
| 1.4 | Sostanze, miscele e articoli che non presentano un pericolo significativo: — ... in caso di accensione o innesco: Gli effetti sono essenzialmente limitati al collo e di norma non danno luogo alla proiezione di frammenti di dimensioni significative o a distanza significativa. Un incendio esterno non deve causare l'esplosione praticamente istantanea della quasi totalità del contenuto del collo; |
| 1.5 | Sostanze o miscele molto poco sensibili che presentano un pericolo di esplosione di massa   |
| 1.6 | Articoli estremamente poco sensibili che non presentano un pericolo di esplosione di massa  |

## Divisioni di rischio ex DEPARTMENT OF DEFENSE – AMMUNITION AND EXPLOSIVES SAFETY STANDARD - 6055.9 STD (USA)

| HD  | Effetti  |
|-----|--|
| 1.1 | Detonazione di massa   |
| 1.2 | Produzione di schegge, rottami e frammenti, ma non esplosione di massa   |
| 1.3 | Incendio di massa (incendio violento) con minore pericolo di proiezione di frammenti e di sovrappressione in aria (rispetto alla HD 1.2) |
| 1.4 | Fuoco moderato, nessuna presenza di significativa sovrappressione o proiezione di frammenti  |
| 1.5 | Come 1.1, senza produzione di frammenti  |
| 1.6 | Come 1.3   |



# Procedura di classificazione, CLP

- ✓ Procedura di screening (solo per nuove sostanze o miscele sospette, NON per prodotti fabbricati con l'intenzione di produrre un effetto pirotecnico o esplosivo)
- ✓ Procedura di accettazione nella classe "esplosivi" (Cl. 1 per il trasporto)
- ✓ Procedura di assegnazione a una delle classi 1.1 – 1.6
- ✓ Si basa su procedure e metodi di prova UN Test Series 1, 2, 3, 4 (accettazione), UN Test Series 5, 6 e 7 (assegnazione) del Raccomandazioni delle Nazioni Unite sul trasporto di merci pericolose, Manuale delle prove e dei criteri.
- ✓ Logica decisionale Regolamento 1272/2008 CLP, Figure 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4 dell'Allegato I
- ✓ Guida all'applicazione dei criteri CLP (Guidance on the Application of the CLP Criteria, Version 4.1, June 2015, <https://echa.europa.eu/support/guidance> )



# Gli esplosivi nelle categorie della Seveso III

D.Lgs. 334/99

R2, R3, Classe 1 ADR,  
 Prodotti pirotecnici  
 Preparati esplosivi contenuti  
 in articoli

| Sostanze pericolose classificate come   | Quantità limite (tonnellate) della sostanza pericolosa ai sensi dell'articolo 3, paragrafo 5 ai fini dell'applicazione |                 |
|---|--|-----------------|
|   | degli articoli 6 e 7   | dell'articolo 8 |
| 4. <i>ESPLOSIVE</i> (cfr. nota 2)<br>sostanze, preparati o articoli assegnati alla UN/ADR 1.4   | 50   | 200             |
| 5. <i>ESPLOSIVE</i> (cfr. nota 2)<br>sostanze, preparati o articoli assegnati alle divisioni: UN/ADR: 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, o 1.6, ovvero classificati con frasi di rischio R2 o R3 | 10   | 50              |

R2 Rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti d'ignizione: sostanze e preparati, esclusi quelli elencati in appresso.

R3 Elevato rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti d'ignizione: sostanze e preparati particolarmente sensibili, come i sali dell'acido picrico o la pentrite.

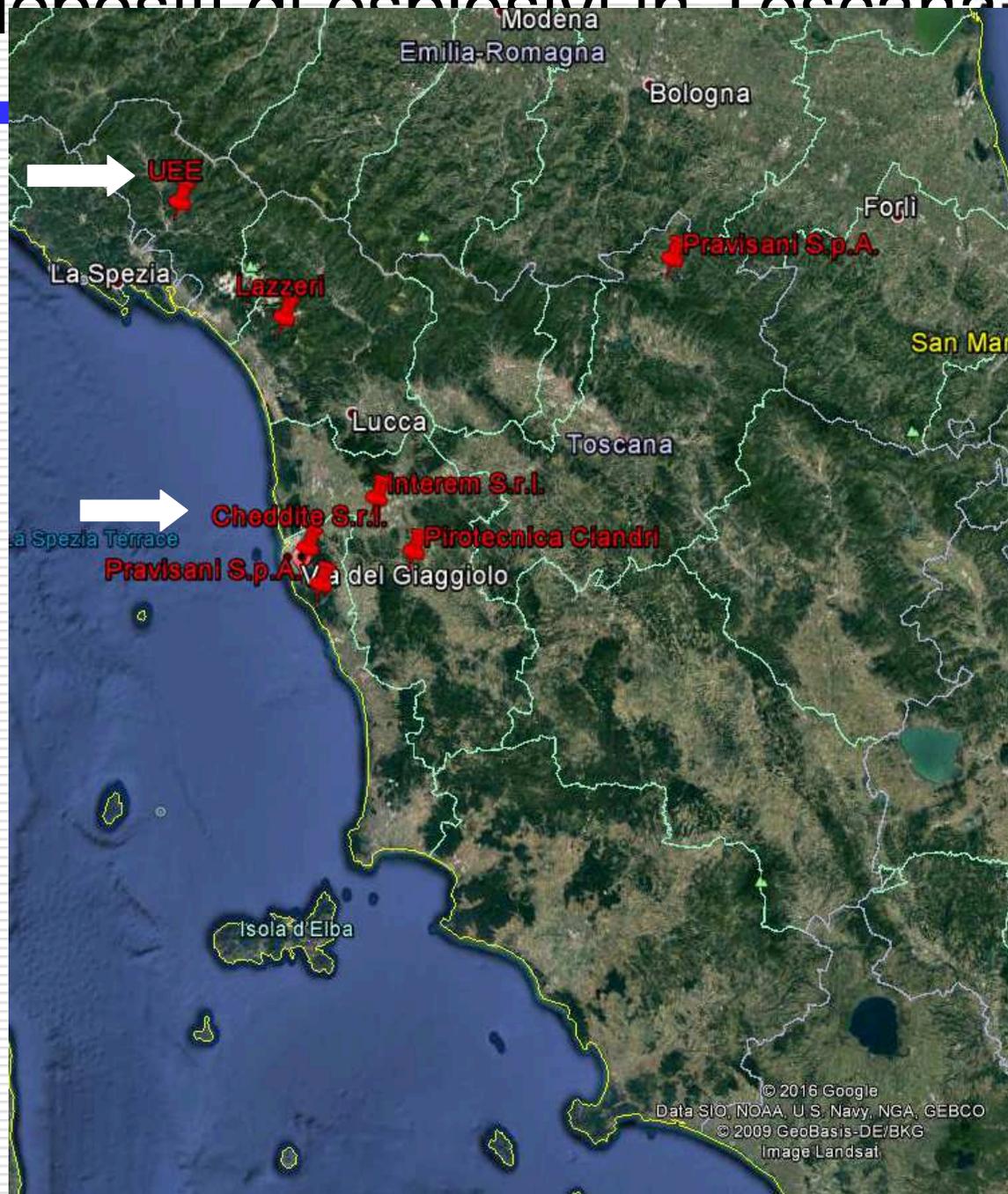
Articoli

| Colonna 1  | Colonna 2 | Colonna 3 |
|--|-----------|-----------|
| <b>Sezione «P» — PERICOLI FISICI</b>   |           |           |
| P1a ESPLOSIVI (cfr. nota 8)<br>— Esplosivi instabili; oppure<br>— Esplosivi, divisione 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 o 1.6; oppure<br>— Sostanze o miscele aventi proprietà esplosive in conformità al metodo A.14 del regolamento (CE) n. 440/2003 (cfr. nota 9) e che non fanno parte delle classi di pericolo dei perossidi organici e delle sostanze e miscele autoreattive | 10        | 50        |
| P1b ESPLOSIVI (cfr. nota 8)<br>Esplosivi, divisione 1.4 (cfr. nota 10)   | 50        | 200       |

D.Lgs. 105/2015



# Fabbricazione e depositi di esplosivi in Toscana



- ✓ n. 5 depositi
- ✓ n.2 fabbricazioni, indicate con freccia



# Depositi di esplosivi in Toscana

I depositi contengono materiale esplosivo appartenente alle seguenti categorie (ex divisione UN ADR 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 e 1.6):

|               |   |
|---------------|---|
| Categoria I   | ✓ polvere nera  |
| Categoria II  | ✓ TNT<br>✓ esplosivi polverulenti<br>✓ esplosivi tipo emulsioni costituiti dalla miscelazione di due fasi liquide (nitrati per comburenti e idrocarburi per combustibili), classificati esplosivi da mina tipo E<br>✓ gelatine (dinamiti) a base di nitroglicerina e/o nitroglicole classificati esplosivi da mina tipo A.<br>✓ esplosivi tipo slurry costituiti prevalentemente da nitrato ammonio e nitrato sodico, classificati esplosivi da mina tipo E |
| Categoria III | ✓ detonatori a carica primaria e secondaria sia ordinari che elettrici e nonel  |
| Categoria IV  |   |
| Categoria V   | ✓ micce a lenta combustione con anima di polvere nera<br>✓ micce detonanti con anima di pentrite.   |



# Fabbricazione sul territorio regionale

## Attività di fabbricazione:

- ✓ confezionamento miscele di nitrato ammonico e tritolo
- ✓ macinazione di tritolo, macinazione nitrato ammonico
- ✓ fusione di esplosivi per la preparazione delle miscele a caldo
- ✓ smilitarizzazione di proiettili di vario calibro e granate
- ✓ confezionamento cartucce da caccia e tiro

## Attività di deposito (ex div. UN ADR 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6)

- |  |  |
|--|--|
| ✓ esplosivi tipo slurry (nitrato ammonio e nitrato sodico), classificati esplosivi da mina tipo E      | TNT  |
| ✓ esplosivi tipo emulsioni, classificati esplosivi da mina tipo E                                      | T4   |
| ✓ gelatine (dinamiti) a base di nitroglicerina e/o nitroglicole classificati esplosivi da mina tipo A. | nitrato di ammonio   |
| ✓ polvere nera in granuli ed esplosivi pulverulenti  | Tetrile  |
| ✓ artifici pirotecnici di uso militare: illuminanti, fumogeni, traccianti, ecc.                        | munizionamento di vario calibro, cartucce da caccia e tiro |
|  | polveri di lancio e cariche di lancio                      |



# Depositi: Scenari incidentali

1. Esplosione di un locale deposito
  2. 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 Tulps 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.

Durante le verifiche ispettive e le istruttorie si procede alla valutazione delle conseguenze prodotte dal gestore. Esse dovrebbero riguardare:

- ✓ l'esplosione con le relative sovrappressioni,
- ✓ gli eventuali incendi susseguenti
- ✓ l'eventuale effetto domino
- ✓ gli effetti associati ai prodotti tox da combustione



# Fabbricazione: Scenari incidentali

- ✓ Esplosione Deposito:
  - ✓ incendio interno e/o esterno al deposito, fulminazione o caduta di un aereo
  - ✓ errori nelle operazioni di carico e scarico
  - ✓ presenza di materiale organico combustibile e innesco (deposito nitrato ammonico)
- ✓ Esplosione Area/Locale di lavorazione
  - ✓ Errore operatore, manovra errata
  - ✓ Surriscaldamento per fenomeni di attrito o malfunzionamento utilities e relativi sistemi di controllo, accumulo di polvere
  - ✓ Incendio interno/esterno, terremoto, fulminazione
- ✓ Proiezione di frammenti, dei reparti e depositi con esplosivi civili, determinazione dell'angolo di lancio e la distanza massima di proiezione dei frammenti:
  - ✓ Mescolatore esplosivo al tritolo (frammento lanciato: parte della apparecchiatura di miscelazione)
  - ✓ Deposito esplosivo civile (frammento lanciato: porta metallica, pezzo di manufatto metallico)
- ✓ Effetti del lancio accidentale di proiettili sui depositi limitrofi, con traiettoria ipotizzabile in relazione al tipo di proiettile ed alle modalità di stoccaggio e gli effetti domino per onda d'urto e lancio frammenti determinando la distanza per possibile innesco di nuova esplosione.



# Tipologie di depositi

- ✓ Casotti, depositi in grotta, locali magazzino terrapienati o igloo.
- ✓ Piccoli fabbricati (casematte o casotti), distanziati tra loro
- ✓ Segregazione tra tipologie di esplosivi, principalmente deflagranti e detonanti, e i detonatori.
- ✓ Movimentazione dei prodotti mediante carrelli manuali o meccanici per il carico e scarico delle casse o dei pallets contenenti esplosivo.
- ✓ Nei depositi non avviene né la fabbricazione, né il riconfezionamento, né infine la distruzione di esplosivi e detonatori.

# Fabbricazione e depositi di esplosivi in Toscana

## Misure di mitigazione adottate

- ✓ Requisiti tecnico – costruttivi: 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.
- ✓ Eliminazione sorgenti di innesco
- ✓ Realizzazione di terrapieni per limitare gli effetti esplosivi in alcune direzioni orizzontali.

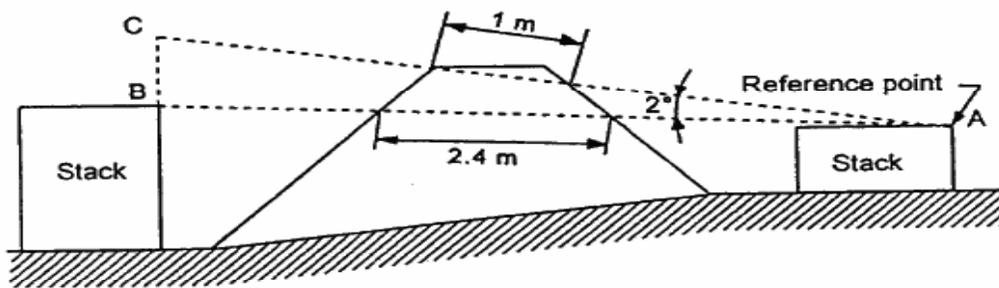
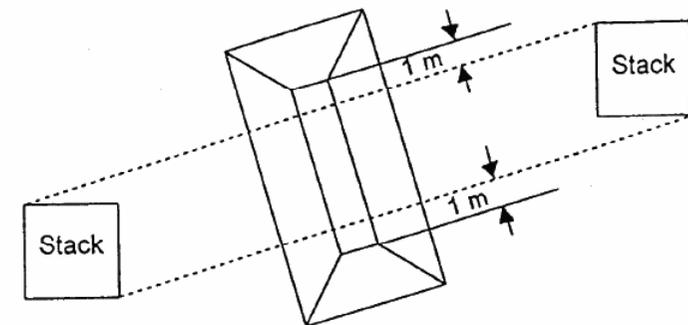


Figure 3 -IV Determination of Barricade Length

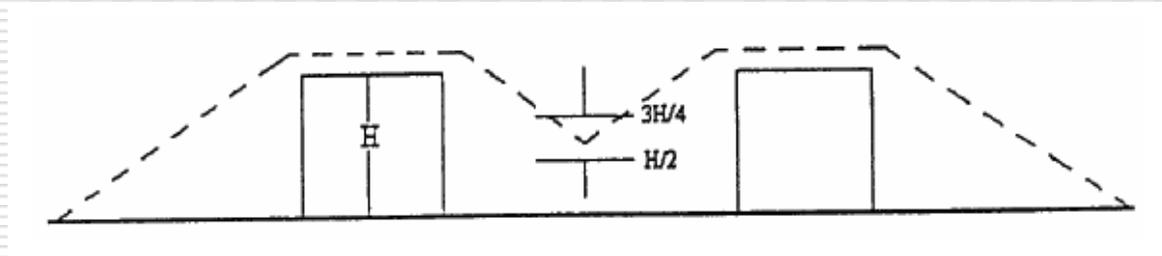


# Fabbricazione e depositi di esplosivi in Toscana

## Misure di mitigazione adottate

- ✓ Rispetto di distanze minime tra i vari depositi: 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.

- ✓ DEPOSITI SOTTERRANEI O INTERRATI (IGLOO)

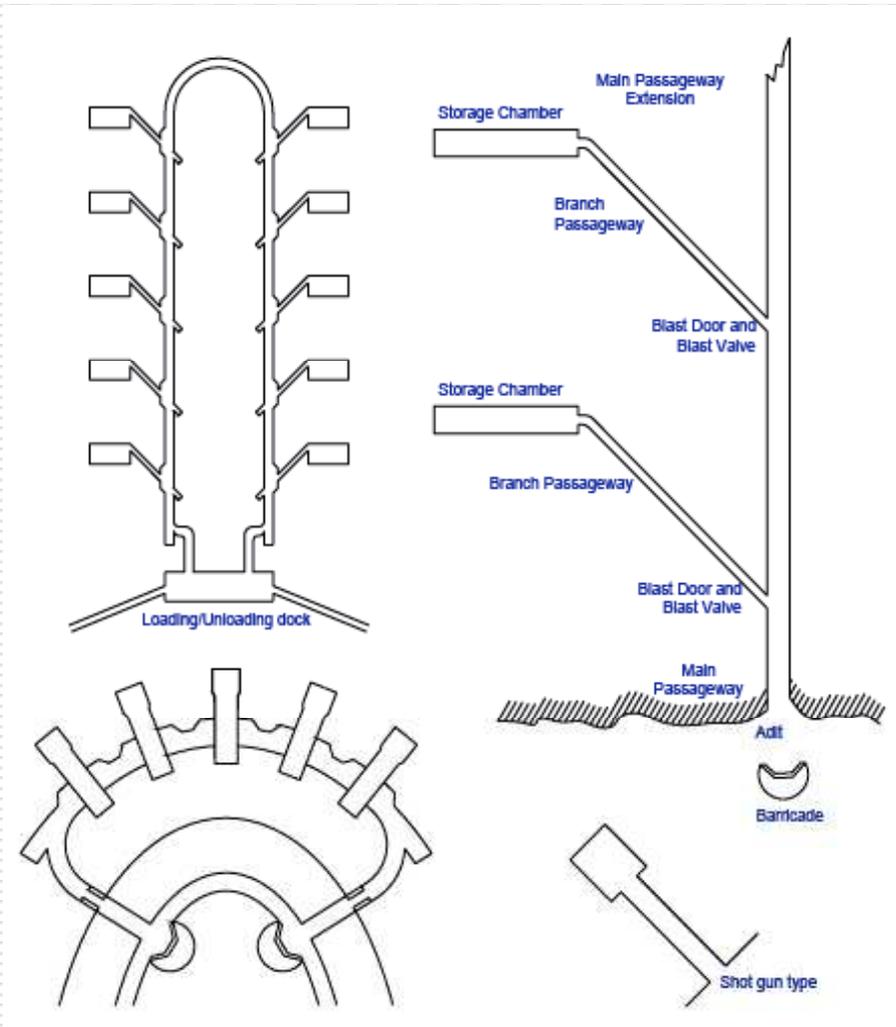


- ✓ Gallerie e camere in muratura ricoperte da terreno di riporto o scavate in roccia
- ✓ Protezione, al di sopra ed all'intorno, da un sufficiente spessore di terreno, tenuto conto della sua natura e della quantità e qualità degli esplosivi da immagazzinare.
- ✓ Limitazione dei quantitativi che possono essere immagazzinati nei depositi. La massima quantità di esplosivo netto che può essere immagazzinato in ciascun igloo non deve eccedere i 75.000 kg di sostanze o manufatti.



# Fabbricazione e depositi di esplosivi in Toscana

## Misure di mitigazione adottate

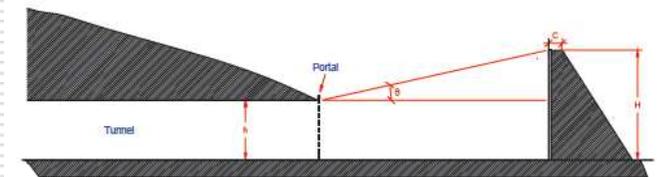


### RIDUTTORI DI SCOPPIO (BLAST TRAPS)

- ✓ Nelle grotte e nei locali sotterranei curve, incroci, ostacoli e variazioni di sezione possono essere utilizzati per ridurre il picco di sovrappressione e l'impulso positivo di esplosione in luoghi di passaggio. Efficienza dal 10% al 80% rispetto al passaggio straight-through, mentre altri riducono l'esplosione di ben l'80%

### BARRICATE

- ✓ Prevenire l'immediata propagazione dell'esplosione da frammenti di basso angolo di lancio ed elevata velocità iniziale.
- ✓ Le barricate danno solo una limitata protezione alla propagazione dell'esplosione prodotta frammenti, anche infuocati, lanciati con angoli elevati



# Misure di protezione ex TULPS-RETULPS

- ✓ Distanze di sicurezza
  - ✓ Individuazione di distanza di sicurezza da rispettare tra il deposito e gli elementi del territorio da proteggere (residenza, viabilità, infrastrutture)
  - ✓ La distanza è funzione del quantitativo e della tipologia di esplosivo, ma anche del tipo di bersagli
- ✓ Limite al quantitativo di esplosivo in un deposito (20000 kg di I o II categoria, 3000 kg di III categoria)



# Strumenti di prevenzione ex Normativa Seveso: D.Lgs. 334/99 e s.m.i.; D.Lgs. 105/2015

- ✓ Notifica
- ✓ Adozione di un Sistema di Gestione della Sicurezza PIR
- ✓ Analisi dei rischi (e predisposizione di rapporto di sicurezza per gli stabilimenti di soglia superiore)
- ✓ Disposizioni per la pianificazione territoriale
- ✓ Pianificazione dell'emergenza Esterna
- ✓ Le disposizioni sono state aggiornate nel tempo per tenere conto di incidenti occorsi :
  - ✓ Enschede
  - ✓ Tolosa



# Distanze di sicurezza: confronto tra normative

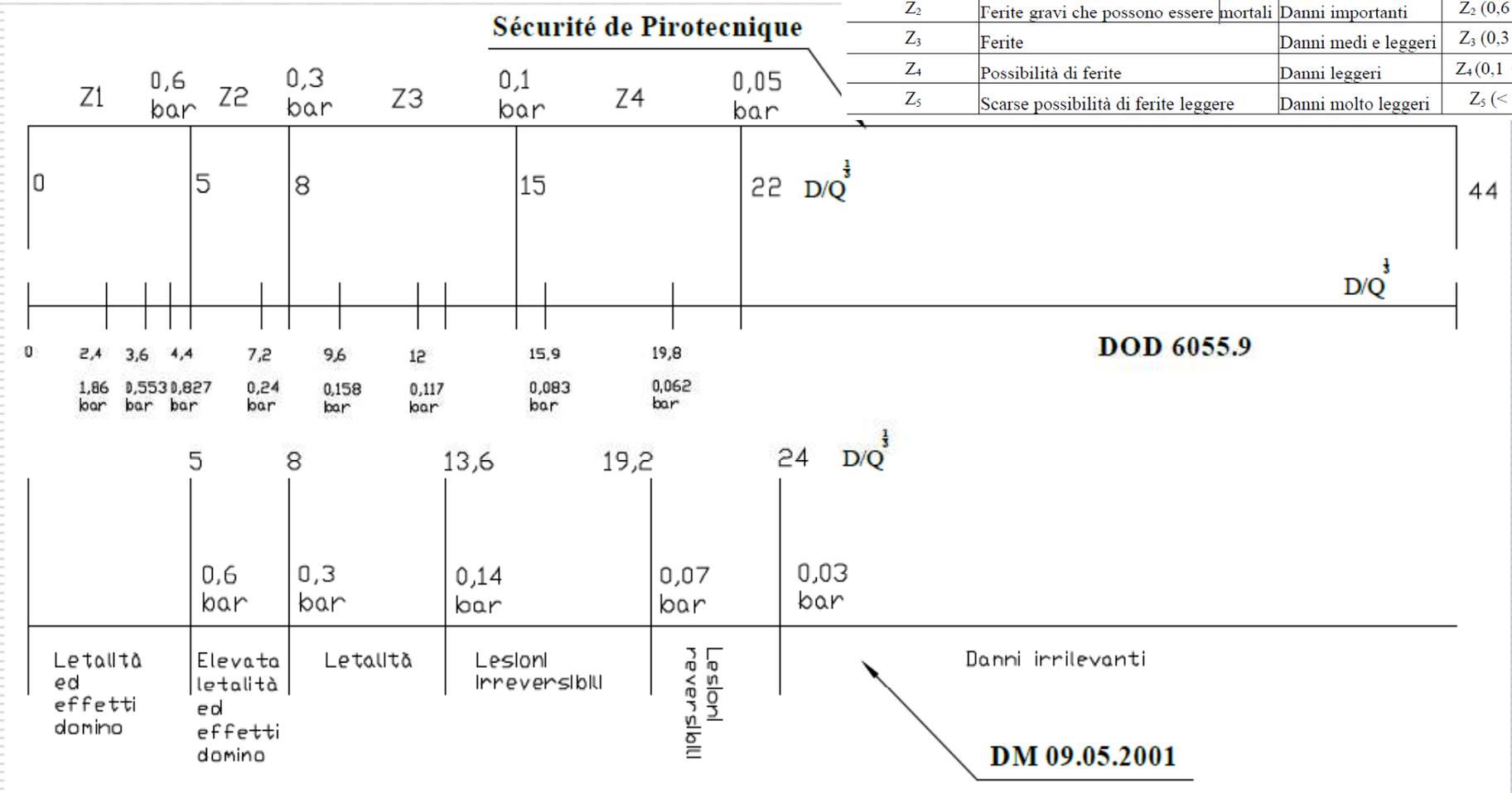
Danni attesi per le varie zone di rischio ex Art.9 – Sez.III, “Sécurité Pirotechnique” e Definizione dei valori di soglia e delle zone di rischio nel DM 09.05.2001 e dalle Linee Guida per la PEE

| <i>Zona di rischio</i> | <i>Danni a persone</i>                  | <i>Danni a cose</i>  | <i>Pressioni (bar)</i>          | <i>Zone di danno definite dal DM 09.05.2001 (bar)</i>       |
|------------------------|---|----------------------|---------------------------------|---|
| Z <sub>1</sub>         | Ferite mortali in più del 50% dei casi  | Danni molto gravi    | Z <sub>1</sub> (>0,6 bar)       | <b>1<sup>a</sup> zona.</b> Elevata letalità (0,6 ÷ 0,3 bar) |
| Z <sub>2</sub>         | Ferite gravi che possono essere mortali | Danni importanti     | Z <sub>2</sub> (0,6 ÷ 0,3 bar)  | <b>2<sup>a</sup> zona.</b> Inizio letalità. (0,14 bar)      |
| Z <sub>3</sub>         | Ferite                                  | Danni medi e leggeri | Z <sub>3</sub> (0,3 ÷ 0,1 bar)  | <b>2<sup>a</sup> zona.</b> Lesioni irreversibili (0,07 bar) |
| Z <sub>4</sub>         | Possibilità di ferite                   | Danni leggeri        | Z <sub>4</sub> (0,1 ÷ 0,05 bar) | <b>3<sup>a</sup> zona.</b> Lesioni reversibili (0,03 bar)   |
| Z <sub>5</sub>         | Scarse possibilità di ferite leggere    | Danni molto leggeri  | Z <sub>5</sub> (< 0,05 bar)     | <b>Effetti domino e danni alle strutture.</b> (0,3 bar)     |



# CONFRONTO FRA VALORI DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI

| Zona di rischio | Danni a persone                         | Danni a cose         | Pressioni (bar)                 |
|-----------------|---|----------------------|---------------------------------|
| Z <sub>1</sub>  | Ferite mortali in più del 50% dei casi  | Danni molto gravi    | Z <sub>1</sub> (>0,6 bar)       |
| Z <sub>2</sub>  | Ferite gravi che possono essere mortali | Danni importanti     | Z <sub>2</sub> (0,6 ÷ 0,3 bar)  |
| Z <sub>3</sub>  | Ferite                                  | Danni medi e leggeri | Z <sub>3</sub> (0,3 ÷ 0,1 bar)  |
| Z <sub>4</sub>  | Possibilità di ferite                   | Danni leggeri        | Z <sub>4</sub> (0,1 ÷ 0,05 bar) |
| Z <sub>5</sub>  | Scarse possibilità di ferite leggere    | Danni molto leggeri  | Z <sub>5</sub> (< 0,05 bar)     |



Confronto fra le varie normative per la PBO 1.1



# Distanze di danno stimate con metodi predittivi

Strumenti di analisi utilizzate negli RdS/Analisi dei rischi:

- ✓ Metodo del TNT equivalente
- ✓ Verifica delle distanze di sicurezza calcolate con TULPS/RETULPS
- ✓ In alcuni casi è emerso l'uso di modelli complessi (Multienergy, CFD):
  - ✓ Orografie complesse
  - ✓ Valori soglia standard non congruenti con DM 9 maggio 2001

## Risultati delle stime con modelli non congruenti con distanze TNT/TULPS

- ✓ Modelli calibrati per VCE e non per esplosivi solidi
- ✓ Uso Improprio dei terrapieni per la riduzione delle distanze
- ✓ Critica la scelta dei parametri di input dei modelli (CFD)

# Criticità emerse nelle attività di controllo presso stabilimenti sul territorio regionale

- ✓ Verifiche ispettive SGS, Criticità emerse nel triennio 2012 – 2015, rif. Lista di riscontro:
  - ❑ 2. Organizzazione e personale
  - ❑ 3. Identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti
  - ❑ 4. Controllo operativo
  - ❑ 6. Pianificazione di emergenza
- ✓ Gestione degli stabilimenti/depositi “dormienti”
  - ❑ In tali casi la Regione Toscana ha provveduto a sospendere le ispezioni fino a comunicazione del gestore da effettuarsi 2 mesi prima della nuova attivazione.
- ✓ Applicazione disomogenea della guardiania h24 e il sistema di videocontrollo, che è stato richiesto laddove non presente.
- ✓ Prevenzione da incendio esterno, cura delle “cesse”.



# Stabilimenti di smilitarizzazione di esplosivi ai fini del riutilizzo

- ✓ Smilitarizzazione: Trasformazione di armi da guerra in armi comuni da sparo, la fase essenziale è la modifica del congegno di scatto (da automatico a semiautomatico). Possono eseguirla solo i fabbricanti di armi da guerra e gli arsenali militari. Esame da Commissione per la catalogazione come arma comune da sparo.
- ✓ Disattivazione: Trasformazione di armi (da guerra o comuni) in oggetti di vendita libera
- ✓ Esplosivi militari: Avvio alla distruzione o, più spesso, estrazione dagli armamenti e miscelazione con altri materiali per ottenere esplosivi di uso civile come mine da cava.
- ✓ Esplosivo militare, anche se in disuso, detenuto all'interno dei stabilimenti, impianti o depositi militari, o trasportato è escluso dalla normativa Seveso e dalla normativa vigente in materia di rifiuti (D. Lgs. 152/2006 "Testo Unico Ambientale", Parte IV, art. 185).
- ✓ Al termine del processo di smilitarizzazione di esplosivi o munizioni militari, il materiale recuperato è soggetto alle disposizioni dei Regolamenti REACH e CLP per le sostanze destinate a essere immesse sul mercato in quanto tali, in miscela o all'interno di articoli
- ✓ Il pericolo associato alle sostanze pericolose non cambia siano esse classificate come esplosivi militari in disuso, rifiuti o materiali recuperati destinati all'immissione in commercio.

# Conclusioni

- ✓ Sono stati forniti elementi descrittivi, costruttivi e normativi che costituiscono la base tecnica per una verifica in ambito Seveso di questo tipo di stabilimenti.
- ✓ Sono stati forniti elementi che permettono la corretta classificazione di un esplosivo secondo il regolamento CLP e per un confronto tra le soglie di danno (livelli di sovrappressione) proposte dalle principali normative come quella francese e americana.
- ✓ Le valutazioni delle conseguenze fornite dai gestori o ricalcolate dai verificatori con modelli fisico-matematici di varia complessità non collimano con le distanze di sicurezza del Regolamento TULPS. Si sono proposte alcune riflessioni su come comportarsi in questi casi.