



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)



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: i) la cui combustione dà luogo a un considerevole irraggiamento termico; 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) sostanze, preparati o articoli assegnati alla UN/ADR 1.4	50	200
5. <i>ESPLOSIVE</i> (cfr. nota 2) 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
Sezione «P» — PERICOLI FISICI		
P1a ESPLOSIVI (cfr. nota 8) — Esplosivi instabili; oppure — Esplosivi, divisione 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 o 1.6; oppure — Sostanze o miscele aventi proprietà esplosive in conformità al metodo 4.14 del regolamento (CE) n. 440/2009 (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) 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 ✓ esplosivi polverulenti ✓ esplosivi tipo emulsioni costituiti dalla miscelazione di due fasi liquide (nitrati per comburenti e idrocarburi per combustibili), classificati esplosivi da mina tipo E ✓ gelatine (dinamiti) a base di nitroglicerina e/o nitroglicole classificati esplosivi da mina tipo A. ✓ 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 ✓ 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 |
| | T4 |
| ✓ esplosivi tipo emulsioni, classificati esplosivi da mina tipo E | nitrato di ammonio |
| | Tetrile |
| ✓ gelatine (dinamiti) a base di nitroglicerina e/o nitroglicole classificati esplosivi da mina tipo A. | munizionamento di vario calibro,
cartucce da caccia e tiro |
| ✓ polvere nera in granuli ed esplosivi pulverulenti | polveri di lancio e cariche di lancio |
| ✓ artifici pirotecnici di uso militare: illuminanti, fumogeni, traccianti, ecc. | |

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.

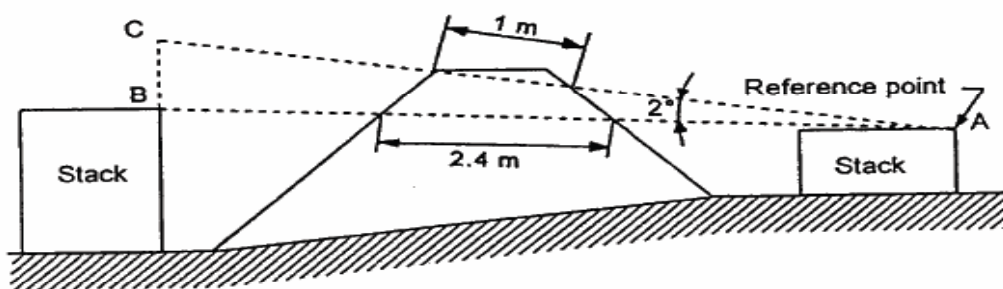
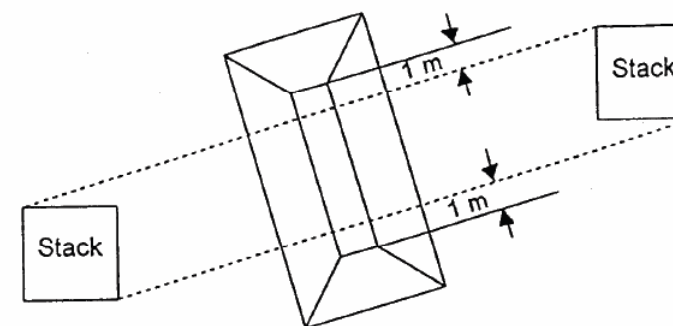


Figure 3 -IV Determination of Barricade Length

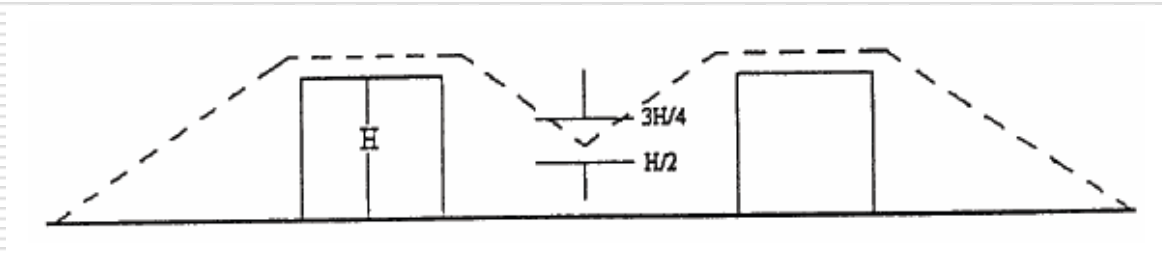


Fabbricazione e depositi di esplosivi in Toscana

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)

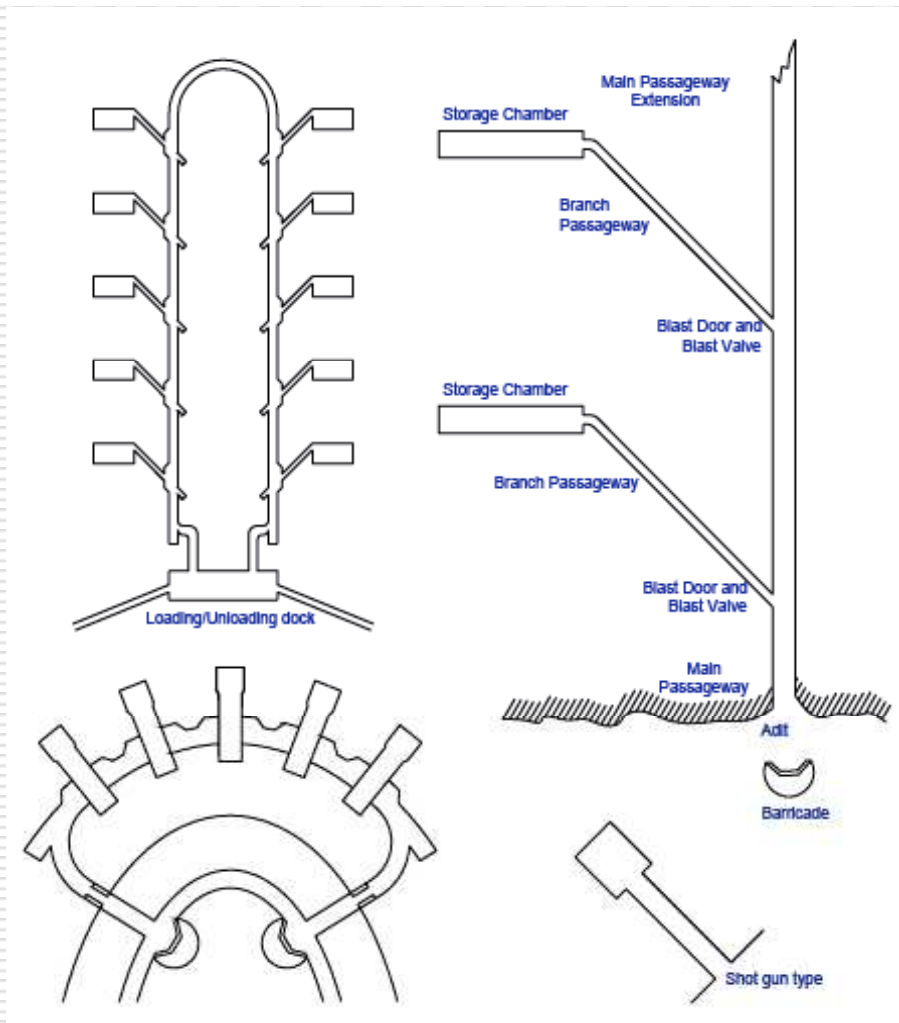


- ✓ Gallerie e camere in muratura ricoperte da terreno di riporto o scavate in roccia
- ✓ Protezione, al di sopra ed all'intorno, da un sufficiente spessore di terreno, tenuto conto della sua natura e della quantità e qualità degli esplosivi da immagazzinare.
- ✓ Limitazione dei quantitativi che possono 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

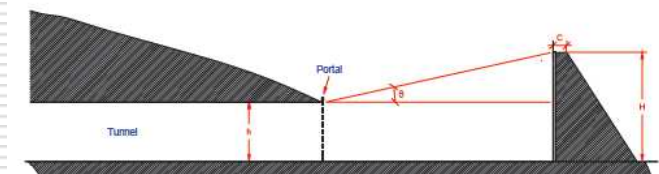


RIDUTTORI DI SCOPPIO (BLAST TRAPS)

- ✓ 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

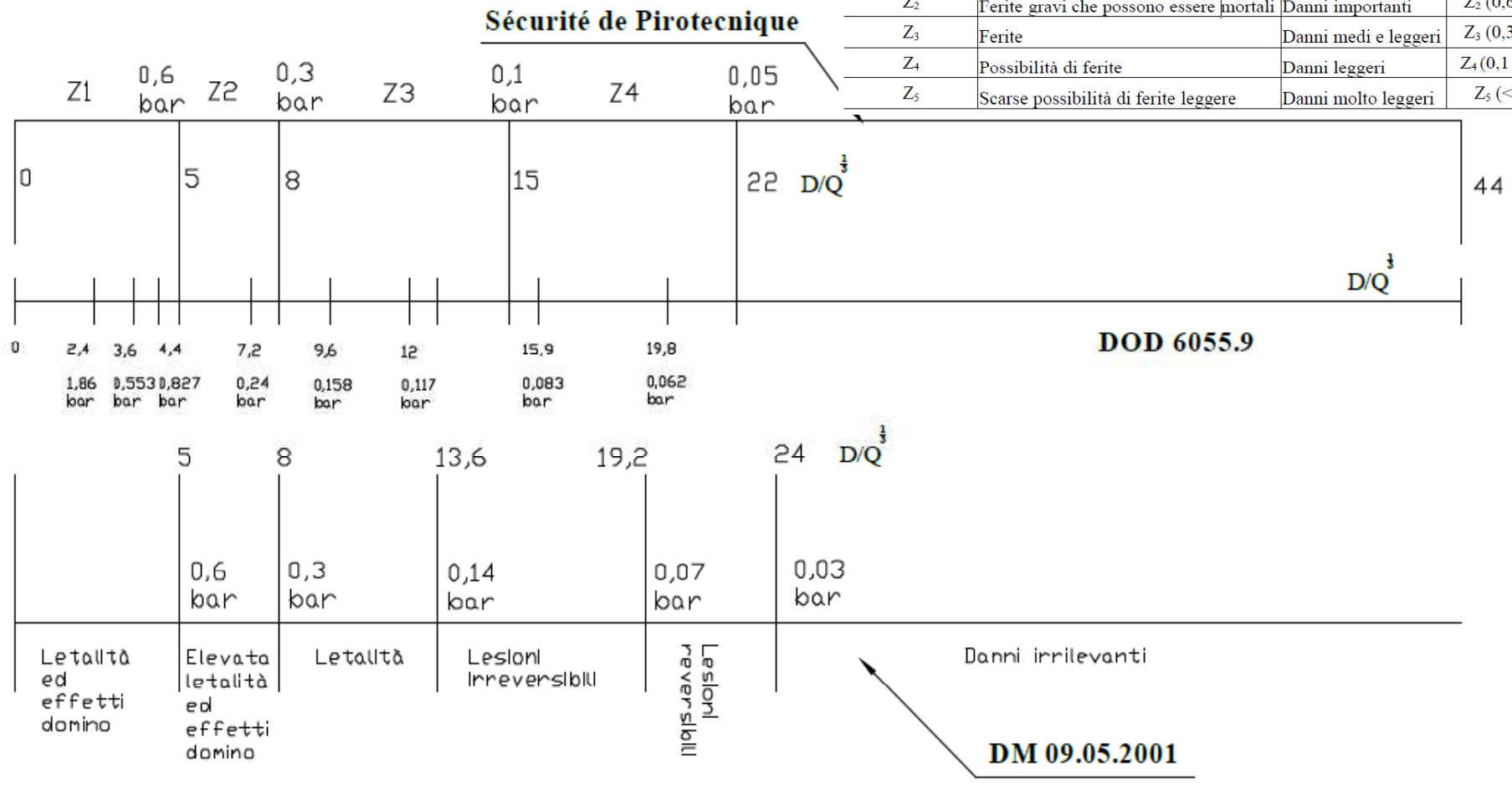
Distanze di sicurezza: confronto tra normative

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 ₁	Ferite mortali in più del 50% dei casi	Danni molto gravi	Z ₁ (>0,6 bar)	1^a zona. Elevata letalità (0,6 ÷ 0,3 bar)
Z ₂	Ferite gravi che possono essere mortali	Danni importanti	Z ₂ (0,6 ÷ 0,3 bar)	2^a zona. Inizio letalità. (0,14 bar)
Z ₃	Ferite	Danni medi e leggeri	Z ₃ (0,3 ÷ 0,1 bar)	2^a zona. Lesioni irreversibili (0,07 bar)
Z ₄	Possibilità di ferite	Danni leggeri	Z ₄ (0,1 ÷ 0,05 bar)	3^a zona. Lesioni reversibili (0,03 bar)
Z ₅	Scarse possibilità di ferite leggere	Danni molto leggeri	Z ₅ (< 0,05 bar)	Effetti domino e danni alle strutture. (0,3 bar)



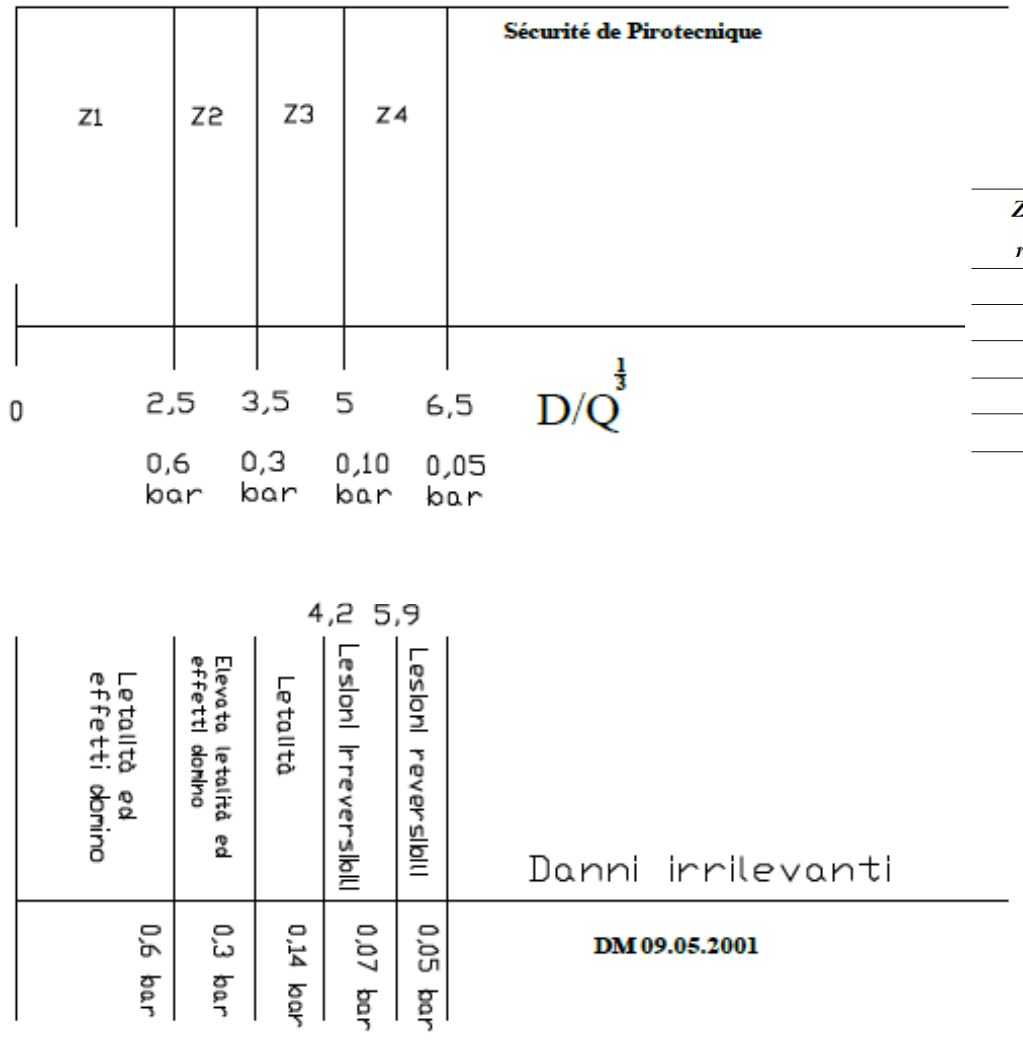
CONFRONTO FRA VALORI DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI



Confronto fra le varie norme relative per la P.D. 1/1



CONFRONTO FRA VALORI DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI



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

Confronto tra le varie norme per la DDT

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.