



**COMANDO DELLE FORZE OPERATIVE
TERRESTRI
- COMANDO GENIO -**

SOP

**PROTEZIONE DI PERSONE, ATTIVITÀ E BENI
IN CASO DI DETONAZIONE IN CAMPO APERTO
DI ORDIGNI ESPLOSIVI ED ESPLOSIVI IN GENERE**

2014

INFORMAZIONI NON CLASSIFICATE CONTROLLATE

Nota: questa pagina è il retro della "Frontespizio".

INFORMAZIONI NON CLASSIFICATE CONTROLLATE



**COMANDO DELLE FORZE OPERATIVE
TERRESTRI
COMANDO GENIO**

ATTO DI APPROVAZIONE

Approvo il presente documento SOP **"PROTEZIONE
DI PERSONE, ATTIVITÀ E BENI IN CASO DI
DETONAZIONE IN CAMPO APERTO DI ORDIGNI
ESPLOSIVI ED ESPLOSIVI IN GENERE"**, Ed. 2014.

Roma, 27 GEN. 2015

**IL COMANDANTE DEL GENIO
E ISPETTORE DELL'ARMA DEL GENIO
Gen. B. Pietro TORNABENE**

Nota: questa pagina è il retro dell' Atto di Approvazione.

AVVERTENZE

FATTE SALVE LE ESIGENZE DI SERVIZIO/UFFICIO E/O ISTITUTO, NESSUNA PARTE DI QUESTO DOCUMENTO PUÒ ESSERE RIPRODOTTA IN QUALSIASI FORMA A STAMPA, FOTOCOPIA, MICROFILM, SCANSIONE DIGITALIZZATA O ALTRI SISTEMI, SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELL'ORIGINATORE

L'EDIZIONE DELLA SOP È AGGIORNATA AL MESE DI **NOVEMBRE 2014.**

Nota: questa pagina è il retro delle Avvertenze.

REGISTRAZIONE DELLE AGGIUNTE E VARIANTI

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Nota: questa pagina è il retro delle Aggiunte e Varianti.

INDICE

PREMESSA	pag.	1
-----------------------	------	---

PARTE PRIMA

PROCEDURE GENERALI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO DOVUTO A DETONAZIONI IN CAMPO APERTO

CAPITOLO I

INTRODUZIONE

1. Generalità	pag.	5
2. Quadro normativo di riferimento	"	6
3. Scopo	"	7
4. Ciclo delle Lezioni Apprese	"	7

CAPITOLO II

DETONAZIONE IN CAMPO APERTO E SCENARIO

1. Generalità	"	9
2. Evento di detonazione	"	9
3. Caratterizzazione dello scenario	"	9
4. Effetti e conseguenze	"	10
5. Sicurezza e rischio	"	11
6. Misure di protezione	"	12
7. Distanze scalate "K" e relazione "QD"	"	15
8. Gestione del rischio e decisione	"	18
9. Fase esecutiva	"	21

CAPITOLO III

PROCEDURE

1. Generalità	"	23
2. Sviluppo temporale degli eventi	"	24
3. Istruzioni	"	29

**PARTE SECONDA
ELEMENTI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO**

**CAPITOLO IV
ELEMENTI PER L'ANALISI DEL RISCHIO**

1. Generalità	"	37
2. Effetti della detonazione.....	"	37
3. Sovrappressione esplosiva	"	38
4. Frammentazione	"	39
5. Categorie di AE	"	41
6. Classificazione di munizioni	"	42
7. Stima degli effetti	"	42
8. Effetti incrementali	"	45

**CAPITOLO V
ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

1. Generalità	"	47
2. Conseguenze su persone	"	47
3. Reazioni strutturali e materiali	"	49

**CAPITOLO VI
ELEMENTI PER IL TRATTAMENTO DEL RISCHIO**

1. Generalità	"	53
2. Distanze di sicurezza finali	"	53
3. Misure di protezione di natura tecnica	"	53
4. Lavori di protezione	"	56

**CAPITOLO VII
AVVERTIMENTI**

1. Metodologia	"	73
2. <i>Ammunition and Explosives</i> (AE).....	"	74
3. Costruzioni.....	"	76

ALLEGATI

Allegato "A"	Categorizzazione di AE
Appendice A-1	Elenco (non esaustivo) del munizionamento classificato come " <i>Extremely Heavy-Cased</i> "
Appendice A-2	Elenco (non esaustivo) del munizionamento classificato come " <i>Robust</i> "
Appendice A-3	Elenco (non esaustivo) del munizionamento classificato come " <i>Non Robust</i> "
Appendice A-4	Rapporto di efficacia di alcuni esplosivi di impiego militare con il TNT
Appendice A-5	Rapporto di efficacia di alcuni esplosivi di produzione industriale con il TNT
Appendice A-6	Rapporto di efficacia di alcuni miscugli esplosivi artigianali (HME) con il TNT
Appendice A-7	AE a frammentazione – Lavori di protezione con sacchetti di sabbia
Allegato "B"	Calcolo delle distanze di sicurezza relative alla propagazione dell'onda di sovrappressione e alla proiezione della frammentazione
Tabella B-1	Picco massimo dell'onda di sovrappressione prodotta in relazione al NEWQD
Tabella B-2	MFD-H e HFD da applicare in relazione al NEWQD
Tabella B-3	Picco massimo dell'onda di sovrappressione prodotta in relazione al diametro di AE

Tabella B-4	MFD-H e HFD da applicare in relazione al diametro di AE
Tabella B-5	MFD-H e HFD da applicare in relazione al NEWQD con case preintagliati e/o a frattura prestabilita
Tabella B-6	MFD-H e HFD da applicare in relazione al diametro di AE con case preintagliati e/o a frattura prestabilita
Tabella B-7	Riepilogo distanze di sicurezza
Allegato "C"	Conseguenze di detonazioni
Tabella C-1	Valori dell'onda di sovrappressione per determinati valori del fattore K
Tabella C-2	Potenziati lesioni (in percentuale) a carico di personale esposto
Tabella C-3	Effetti dell'onda di sovrappressione sull'apparato uditivo umano (non protetto)
Tabella C-4	Effetti dell'onda di sovrappressione su specifici materiali e strutture
Tabella C-5	Probabilità di rottura dei vetri con conseguente produzione di schegge volanti
Tabella C-6	Effetti <i>ground shock</i> sulle strutture
Tabella C-7	Effetti <i>ground shock</i> sugli esseri umani
Tabella C-8	Effetti previsti per AE rinvenuti sotto la superficie del terreno

Allegato "D"	Facsimile relazione tecnica di bonifica da ordigni esplosivi residuati bellici (inizio attività)
---------------------	--

**RIFERIMENTI
ABBREVIAZIONI E SIGLE**

PREMESSA

La presente SOP fornisce le procedure per determinare le distanze di sicurezza e gli elementi per valutare le ulteriori misure di protezione da implementare per l'esecuzione degli interventi di bonifica da ordigni esplosivi. L'esigenza è dettata dalla mutata percezione in materia di sicurezza e da standard più restrittivi adottati in ambito internazionale.

La SOP è principalmente indirizzata al personale qualificato nel settore EOD (*Explosive Ordnance Disposal*) e ai comandanti ai vari livelli dell'Arma del Genio, a qualsiasi titolo coinvolti nella pianificazione, organizzazione ed esecuzione di attività di bonifica da ordigni esplosivi ed esplosivi in genere (*Ammunition and Explosives, AE*), e, per la parte di interesse¹, al personale specializzato artificiere. Essa:

- implementa le linee guida riportate nella pubblicazione NATO A-1-1-4 "*Protection of personnel and properties*", contenuta nel NEPS (NATO EOD Publications Set, STANAG 2369 ed.3, 2010);
- implementa gli aggiornamenti di natura tecnica apportati dalle pubblicazioni NATO e ONU che fanno riferimento alle più moderne metodologie utilizzate in ambito internazionale fondate su studi ed esperienze nel settore;
- definisce gli aspetti generici relativi alla pianificazione e organizzazione di un intervento EOD, non trattati specificamente nella SOP "*Tecniche e procedure per la condotta di Explosive Ordnance Disposal (EOD)*", ed.2014 di Comando delle Forze Operative Terrestri - Comando Genio.

La trattazione si divide in due parti: la prima definisce il

¹ Limitatamente alla determinazione dello sgombero per ordigni convenzionali in dotazione non regolamentati da specifica Ordinanza Tecnica con peso netto della carica fino a 6,99 Kg di TNT equivalente.

reale contesto in cui si sviluppa un comune intervento di bonifica da AE mentre la seconda fornisce un approfondimento sugli elementi da considerare nella pianificazione e preparazione di un intervento.

Non sono ivi trattati:

- fenomeni complessi come detonazioni di ordigni ed esplosivi in ambienti confinati (es. interrati);
- interventi su ordigni a caricamento CBRN o relativi effetti;
- problematiche di tipo logistico (trasporto, accantonamento, ecc.).

Il Centro di Eccellenza C-IED, istituzione di riferimento per gli specifici argomenti trattati e custode della presente pubblicazione, è permanentemente disponibile a svolgere attività di consulenza tecnica a favore degli organi sovraordinati aventi titolo, di tutti i reggimenti del genio impiegati giornalmente nelle attività di bonifica in Italia e all'estero e di tutto il personale specializzato/qualificato nel delicato settore della bonifica del territorio dagli ordigni esplosivi residuati bellici e dagli esplosivi in genere.

PARTE PRIMA

**PROCEDURE GENERALI PER LA GESTIONE DEL
RISCHIO DOVUTO A DETONAZIONI IN CAMPO
APERTO**

Nota: questo è il retro del titolo della PARTE PRIMA.

CAPITOLO I

INTRODUZIONE

1. GENERALITÀ

La bonifica finale del terreno da ordigni esplosivi, convenzionali o improvvisati, e dagli esplosivi in genere, costituisce solo l'ultima delle fasi di un intervento EOD, sebbene la più delicata, nel contrasto alla specifica minaccia. Un intervento di bonifica - in Te.Op. o sul territorio nazionale - è reso possibile dalla conoscenza di principi generali, norme (nazionali o internazionali) ed elementi di situazione relativi allo scenario reale.

Infatti, dalla sintesi di questi elementi dipende la possibilità di gestire i rischi derivanti dagli effetti di eventuali detonazioni, accidentali o intenzionali, cui sono esposti persone, attività e beni. Laddove le distanze di separazione dalla potenziale detonazione siano inferiori alle distanze di propagazione di tali effetti, deve essere adottato un metodo di misurazione del rischio (*Quantitative Risk Assessment, QRA*), sperimentato e impiegato a livello internazionale per determinare le necessarie misure di protezione.

Nella presente trattazione, l'abbreviazione AE (*Ammunition & Explosives*) proposta nel NEPS (NATO EOD *Publications Set*) - sebbene ancora non presente nel glossario NATO - comprende gli ordigni esplosivi convenzionali (*Explosive Ordnances, EO*), gli ordigni esplosivi convenzionali inesplosi (*Unexploded Explosive Ordnances, UXO*), gli ordigni esplosivi residuati bellici (*Explosive Remnants of War, ERW*), gli ordigni esplosivi rinvenuti in depositi campali o frutto di sequestri (*Captured Enemy Munitions, CEM*) nell'ambito di operazioni militari, i dispositivi esplosivi improvvisati

(*Improvised Explosive Devices*, IED) e gli esplosivi in genere.

Il personale del genio, gli operatori EOD e il personale specializzato artificiere, nell'ambito della bonifica in operazioni militari e sul territorio nazionale, devono confrontarsi con gli effetti potenziali di AE o, comunque, di tutti gli esplosivi di impiego militare, di produzione commerciale e artigianale.

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Lo strumento dottrinale e normativo della NATO nello specifico settore dell'identificazione e della successiva bonifica di munizionamento aereo, subacqueo e terrestre – costituito dal NEPS (NATO EOD *Publications Set*, STANAG 2369 ed. 3) - si è recentemente evoluto, modificando sostanzialmente l'approccio agli interventi di bonifica da AE, sulla scorta di più moderne metodologie basate su studi ed esperienze condotte a livello internazionale. A fondamento di tale metodologia emerge un approccio basato sulla gestione del rischio.

Il NEPS è distribuito sotto forma di supporto multimediale classificato (*Mobile Field Kit*, MFK), condizione che ne limita di fatto un'agevole fruizione. Per converso, la normativa nazionale in vigore dal dopo guerra non soddisfa più gli standard comunemente accettati. Pertanto, la presente SOP fornisce anche un compendio dei concetti e dei principi su cui poggia la struttura normativa del NEPS, descritti segnatamente nella pubblicazione NATO A-1-1-4 "*Protection of personnel and properties*", cui si rimanda per i necessari approfondimenti.

3. SCOPO

La SOP fornisce al personale operante nel settore, i criteri e le procedure per minimizzare gli effetti di detonazioni in campo aperto (accidentali e intenzionali) e di mitigare potenziali conseguenze su persone, attività e beni durante interventi di bonifica da AE adottando le più opportune misure di protezione.

In prima istanza ciò si sostanzia con la stima delle distanze di propagazione degli effetti (onda di sovrappressione e frammentazione) di una detonazione e le relative contromisure da adottare (es. evacuazione).

4. CICLO DELLE LEZIONI APPRESE

Gli argomenti trattati non esauriscono la materia per propria natura articolata, complessa e, soprattutto, dipendente da una quantità tale di variabili da determinare un evidente grado di incertezza. A tal proposito, le lezioni apprese sia a livello nazionale sia a livello internazionale saranno fondamentali per un continuo e indispensabile aggiornamento.

I comandanti dell'Arma del Genio, il personale qualificato EOD e gli artificieri di reparto sono vivamente esortati a contribuire a tale ciclo tramite l'invio al Comando Genio – Centro di Eccellenza C-IED di schede Osservazioni e di relazioni tecniche di inizio e di fine attività (facsimile in Allegato "D"), al fine di migliorare tali procedure, oltretutto a far maturare un bagaglio di esperienze di elevata connotazione tecnica da condividere in ambito internazionale.

Nota: questo è il retro dell'ultima pagina del Capitolo I INTRODUZIONE.

CAPITOLO II

DETONAZIONE IN CAMPO APERTO E SCENARIO

1. GENERALITÀ

Nel presente capitolo viene definito il comune scenario di riferimento, sono brevemente descritti i principi fisici che regolano gli effetti di una detonazione ed è identificato l'approccio basato sul rischio in relazione allo sviluppo temporale degli eventi compresi sia nella fase di pianificazione sia nella fase di esecuzione dell'intervento.

2. EVENTO DI DETONAZIONE

La detonazione in campo aperto rappresenta l'evento cardine della trattazione.

Questo può distinguersi in:

- detonazione **accidentale**, evento imprevisto;
- detonazione **intenzionale**, evento pianificato.

Tale distinzione comporta diverse Analisi, Valutazione ed eventuale riduzione del rischio tramite Trattamento.

Ciò si sostanzia nella scelta di parametri per il calcolo delle distanze di sicurezza da applicare nei differenti scenari.

3. CARATTERIZZAZIONE DELLO SCENARIO

Lo scenario di riferimento relativo a una detonazione è genericamente caratterizzato da:

- sito di potenziale di esplosione (*Potential Explosion Site*, PES) di AE e relativa distanza di propagazione degli effetti (*Quantity-Distance*, QD) che è principalmente funzione della quantità di esplosivo;
- sito esposto (*Exposed Site*, ES) ai potenziali effetti, ovvero luogo in cui si trovano persone, attività e beni

da proteggere.

L'evento, complesso e articolato, deve necessariamente comprendere anche le forze di intervento (in particolare, forze di primo intervento e unità specialistiche) operanti sotto il comando e il controllo di una **Autorità**.

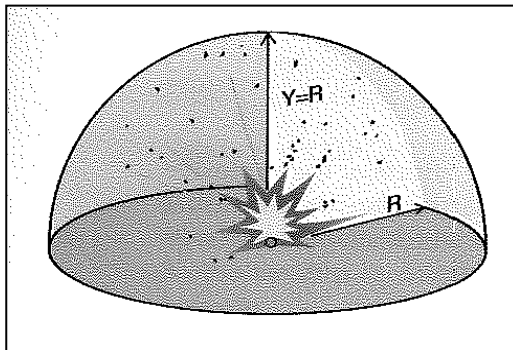
4. EFFETTI E CONSEGUENZE

Gli effetti (termomeccanici) di una detonazione si propagano dal PES e perturbano, con un rilascio istantaneo di energia e gas ad alta pressione, una porzione di spazio irregolare, approssimabile in un primo momento a un volume semisferico (fig. 1), che può:

- a. presentarsi completamente sgombero, cioè senza potenziali conseguenze (distanza di separazione PES-ES maggiore di QD);
- b. contenere oggetti esposti (ES), mobili o immobili, prefigurando quindi potenziali conseguenze (distanza di separazione PES-ES minore di QD).

Tali effetti sono definibili in termini di:

- picchi di pressione;
- numero e densità di frammenti potenzialmente letali;
- radiazione termica;
- onda sismica.



- **Fig. 1** - Zona di pericolo dell'esplosione

Gli effetti principali trattati e le relative distanze di propagazione sono:

- onda di sovrappressione (*Blast Overpressure Distance*, BOD);
- frammentazione primaria dell'involucro dell'ordigno:
 - distanza di propagazione massima (*Maximum Fragmentation Distance*, MFD), distinta in verticale (MFD-V) e orizzontale (MFD-H);
 - distanza di propagazione pericolosa (*Hazardous Fragmentation Distance*, HFD).

IMPORTANTE

Per gli scopi della presente trattazione, si fa riferimento alla forma di esplosione che sviluppa la maggiore energia, la detonazione, capace di generare a sua volta effetti secondari come incendi, demolizioni o ulteriori esplosioni che possono provocare danni anche più estesi.

5. SICUREZZA E RISCHIO

La relazione tra i concetti di "Sicurezza" (S) e "Rischio" (R) può essere rappresentata nella forma:

$$\mathbf{S = 1 - R}$$

Tale rappresentazione consente di percepire che il Rischio, per quanto ridotto, permane in una quantità residuale e che la Sicurezza non è mai assoluta.

Una definizione di Rischio più adeguata alla presente trattazione considera due fattori concorrenti: la *probabilità* (o frequenza) che un evento si verifichi e le potenziali *conseguenze*.

Tali fattori sono di seguito descritti:

- probabilità: occorrenza di un particolare tipo di evento, definibile quantitativamente (frequenza) o qualitativamente (in modo descrittivo e in base a

- giudizio tecnico di personale qualificato, documentazione disponibile, metodologia di approccio, standard adottati, tecniche e procedure scelte, ecc.);
- conseguenze: risultati *indesiderati* che derivano dagli effetti della detonazione e dall'entità del potenziale danno a persone, attività e beni diversamente esposti (in relazione alla distanza dal sito di esplosione, al posizionamento di AE sul terreno, alla disponibilità di ripari e protezioni per il personale, ecc.).

Dall'impossibilità di soddisfare la prima condizione definita nel precedente paragrafo (distanza PES-ES minore della distanza QD), ovvero di disporre di un'area completamente sgombera per l'intero raggio di propagazione degli effetti della detonazione, deriva la necessità di individuare soluzioni sostenibili per ridurre conseguenze e danni a oggetti esposti (protezione di beni o attività di valore/critici ed evacuazione di aree, spazi aerei e/o specchi di mare, ecc.). Tale tipo di approccio, definibile come "processo di Gestione del Rischio", si rende necessario nella condizione in cui si prefigurino danni o conseguenze e risulta tanto più preciso quanto maggiore è la disponibilità di dati relativi allo scenario e agli AE.

6. MISURE DI PROTEZIONE

Le misure di protezione consistono nelle azioni da intraprendere per proteggere persone, attività e beni (proprietà, strutture, ambiente, ecc.) dai pericoli derivanti dalla detonazione di AE prima che le attività EOD abbiano inizio, riducendo gli effetti o le conseguenze di una eventuale esplosione.

La determinazione, la progettazione, l'approvazione e l'implementazione di misure di protezione adeguate,

prima fra tutte la stima di distanze di sicurezza, costituiscono gli strumenti per prevenire conseguenze derivanti dagli effetti della detonazione.

Le misure di protezione, tutte finalizzate a ridurre conseguenze ed effetti, possono essere distinte in:

- distanze di sicurezza;
- misure di controllo generiche;
- misure di controllo tecniche.

c. Distanze di sicurezza

Le distanze di sicurezza - stimate secondo i principi QD (vds. para. seguente) ed eventualmente aggiustate in fase di Trattamento del Rischio (vds. Cap. VI) - prevedono l'evacuazione del personale e di tutte le attrezzature e gli equipaggiamenti rimovibili.

Esse determinano come necessaria una separazione tra il PES e lo/gli ES che fornisca un adeguato livello di protezione a persone, attività e beni dagli effetti di un'esplosione, nelle prime fasi considerata accidentale, e nella seconda fase considerata intenzionale.

d. Misure di controllo generiche

Possano includere:

- scelta delle modalità di evacuazione;
- l'impiego di dispositivi di protezione individuale e collettiva;
- la segnalazione della "zona pericolosa"², la gestione del traffico veicolare e del movimento delle persone;
- l'accesso ad aree circoscritte;
- la quantificazione e differenziazione del personale

² Zona entro la quale persone, animali o manufatti possono subire danni conseguenti agli effetti delle esplosioni (Pub. n. 6521 "Impiego degli esplosivi" di SME - Ispettorato Arma del Genio. Ed. 1994).

esposto in:

- (1) **essenziale** (specialisti);
- (2) **di supporto** (forze di primo intervento, Forze dell'Ordine, rappresentanti di agenzie erogatrici di servizi e personale non coinvolto direttamente nell'intervento);
- (3) **popolazione**.

e. Misure di controllo tecniche

Possono includere:

- uso di particolari tecniche da parte degli operatori EOD (es. fornelli "a cielo aperto" per direzionare gli effetti della detonazione);
- l'effettuazione di lavori di protezione (es. copertura, puntellamento, trinceramento, barracamento, ecc.) con il fine di proteggere costruzioni e installazioni fisse (vds. Cap. VI).

IMPORTANTE

È possibile ridurre le distanze di sicurezza in ragione dei lavori di protezione implementati ma al momento della redazione della prima definizione della SOP non sono disponibili modelli matematici che ne permettano il calcolo per ordigni con peso netto di esplosivo (*Net Explosive Weight*, NEW) superiore a 6,99 kg (Appendice A-7).

f. Classificazione

Le misure di protezione possono essere classificate:

- (1) in base all'oggetto da proteggere:
 - (a) personale (essenziale, di supporto e popolazione);
 - (b) attività e beni immobili.
- (2) in base alla costituzione:
 - (a) naturali o topografiche;

- (b) artificiali o tecniche a seguito di costruzione/allestimento di appositi:
 - i. lavori di protezione speditivi (sacchetti a terra, cestoni tipo *Hesco Bastions*, ecc.);
 - ii. lavori di protezione appositamente progettati o *engineering controls* (vds. Cap.VI).
- (3) in base all'evento previsto:
 - (a) detonazione accidentale, fino all'inizio dell'intervento;
 - (b) detonazione intenzionale, durante l'esecuzione dell'intervento e tenendo conto di:
 - i. tecnica di bonifica ("in basso ordine" o "in alto ordine") da eseguire;
 - ii. procedure di messa in sicurezza (*Render safe procedures*, RSP).

7. DISTANZE SCALATE "K" E RELAZIONE "QD"

I principi utilizzati per la determinazione degli effetti delle detonazioni, di seguito descritti come "Distanze Scalate" e "Quantità-Distanza", sono direttamente collegati ai concetti di Rischio e Sicurezza. Tali principi servono a determinare il raggio di propagazione degli effetti della detonazione secondo i parametri descritti dettagliatamente nel Cap. IV (BOD, HFD e MFD). La determinazione di tali distanze e la rilevazione degli ES definiscono in quale delle due condizioni descritte al precedente para. 4 ("a" e "b") ricade la situazione.

a. Distanza Scalata K

Il parametro K è un fattore specifico in grado di approssimare un effetto, tipicamente la sovrappressione esplosiva. Per quest'ultima esso è introdotto dalla legge di scala per l'onda di

sovrappressione che ne determina la "crescita in ragione della radice cubica del peso di una carica". Tale legge fisica stabilisce che onde esplosive simili sono prodotte a *distanze scalate* identiche - ovvero - che gli effetti di due cariche esplosive - di geometria simile e di medesima sostanza, miscela o miscuglio, ma di dimensioni differenti - fatte detonare nella stessa atmosfera sono fra loro in rapporto di scala. Gli standard QD relativi all'esplosione utilizzano questa legge, per i valori vds. Tabella B-7.

La formula comunemente usata è:

$$D = K * C^{1/3} \quad (\text{EQN})$$

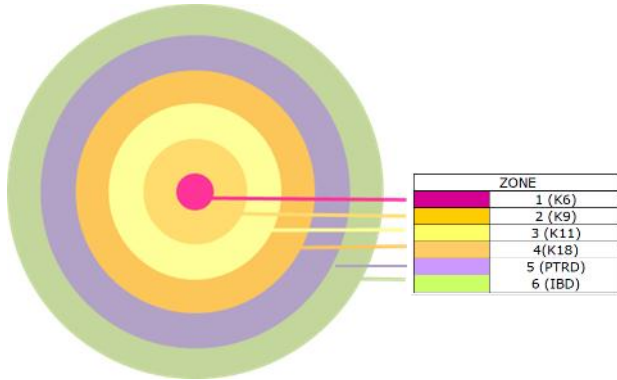
dove:

- D è la distanza in [m];
- K è un fattore moltiplicativo o *distanza scalata* in $[m/Kg^{1/3}]$ dipendente dal rischio assunto o permesso;
- C è uguale al NEW/NEWQD in [Kg] peso netto dell'esplosivo.

Le distanze scalate (fig. 2) possono comparire nella forma K19,84 e K130,16 a significare K=19,84 e K=130,16.

Esempio: *due cariche cilindriche con rapporto L/R simile rispettivamente di 1000Kg e 10Kg di esplosivo militare tipo Minol2 presenteranno un determinato K, ovvero effetti analoghi, a distanze differenti (fig. 2).*

Per ottenere il valore di K rispetto a una determinata distanza (es. PES-ES) basterà applicare la formula inversa: $K = D / C^{1/3}$.



- **Fig. 2** – Esempio di andamento del rischio in relazione al fattore *K*

Ci sono esempi in cui la sovrappressione non è in rapporto di scala con la radice cubica del peso di esplosivo (es. alcune geometrie di carica presentano un andamento dell'onda di sovrappressione non conforme a EQN per $K < 7$).

Parametri o fattori che incidono, variando tale rapporto, includono:

- composizione chimica dell'esplosivo convenzionale (di impiego militare o di produzione commerciale) o non convenzionale (*Home Made Explosives*, HME);
- stato fisico dell'esplosivo convenzionale (di impiego militare o di produzione commerciale) o non convenzionale (HME) rispetto, ad esempio, alla temperatura ambientale;
- posizione dell'esplosivo, a contatto (con la superficie) o non a contatto (in aria);
- geometria della carica esplosiva;
- involucro (*case*), se presente, della carica esplosiva;
- punti di innesco/di origine dell'attivazione.

b. Relazione Quantità – Distanza

La relazione Quantità - Distanza (QD) risulta il cardine dell'approccio esposto. Le distanze minime di propagazione degli effetti, proporzionali al tipo e alla quantità di AE, forniscono un riferimento per stimare il livello di protezione e si basano, essenzialmente, sui concetti di *rischio permesso* (distanza minima alla quale non si aspettano conseguenze rilevanti) e di *rischio assunto*, su decisione dell'apposita Autorità, uguale o minore del rischio permesso (in quest'ultimo caso è ipotizzabile registrare conseguenze rilevanti).

I parametri QD producono valori relativi a:

- andamento dell'onda di sovrappressione;
- distanza di massimo pericolo alla quale le persone possono soffrire lesioni anche letali per effetto della frammentazione,

che, tenendo conto della distanza tra PES e ES, consentono di stimare il potenziale danno a persone, attività e beni, rispetto agli eventi di detonazione già definiti:

- detonazione accidentale, definita dalla distanza maggiore tra HFD e BOD [K19,84] (riferita alla IBD o distanza minima da un edificio abitato);
- detonazione intenzionale, definita da K130,16 per la BOD e da MFD-H e MFD-V.

8. GESTIONE DEL RISCHIO E DECISIONE

L'approccio basato sul rischio permea tutta l'attività di studio e pianificazione dell'intervento che, normalmente, inizia con la comunicazione del rinvenimento di AE.

A tale processo possono concorrere più entità sotto il coordinamento di una Autorità definita responsabile per la risoluzione dell'incidente. In questo caso

l'organizzazione EOD può, quindi, esprimere parte delle funzioni necessarie a sviluppare il processo e supportare l'Autorità con valutazioni tecniche relative a determinati aspetti della minaccia.

Spesso, nell'ambito di operazioni militari, il personale EOD si trova a dover sviluppare l'intero processo autonomamente pur non avendo a disposizione tutti gli strumenti di analisi e valutazione necessari. Per questo motivo vengono di seguito descritte tutte le fasi previste dal processo di gestione del rischio.

a. Pre-allertamento

Con il pre-allertamento, dovuto alla comunicazione di rinvenimento o al rinvenimento stesso, ha inizio il processo di gestione del rischio che, come prima misura di protezione, prevede una evacuazione riferita a una *distanza di sicurezza di emergenza* per una detonazione accidentale. La stima di tale distanza dipende dalle informazioni ricevute in merito al tipo di AE rinvenuto.

b. Analisi del Rischio (AE e Scenario)

Ogni intervento rappresenta un caso unico quindi occorre procedere all'analisi delle sorgenti di rischio e alla generazione di stime quantitative o qualitative.

c. Valutazione del Rischio

Una volta determinata la specifica minaccia, tramite elaborazione e confronto di informazioni derivanti dall'analisi devono essere formulati i principi QD applicabili e valutate le potenziali conseguenze di una detonazione sugli ES coinvolti. La valutazione comprende tutti i contributi tecnici disponibili dei quali l'Autorità definita responsabile deve tenere debita

considerazione al fine di avviare il processo decisionale.

d. Trattamento del Rischio

È finalizzato alla riduzione del rischio tramite il confronto di più opzioni di controllo e la stima del rischio residuo. In questa fase si considerano le possibili opzioni di controllo di natura tecnica (inclusi appositi lavori) per la protezione degli ES al fine di mitigare gli effetti dell'esplosione e i relativi rischi residui. Ulteriori elementi sono delineati nel Cap. V.

IMPORTANTE

È possibile ridurre le distanze di sicurezza in ragione dei lavori di protezione implementati ma al momento della redazione della prima definizione della SOP non sono disponibili modelli matematici che ne permettano il calcolo per ordigni con NEW superiore a 6,99 kg (Appendice A-7).

e. Decisione

All'Autorità definita responsabile per la soluzione dell'incidente spetta la decisione finale relativa alla gestione dell'evento, alla definizione delle *distanze di sicurezza finali* da adottare in base alle misure di protezione scelte e alla determinazione del personale giudicato essenziale alla condotta della specifica missione. Normalmente, tale decisione scaturisce dal confronto fra rischio accettabile e le risorse a disposizione.

f. Comunicazione

Una capillare e continua divulgazione agli aventi causa delle informazioni inerenti all'organizzazione e alla condotta dell'intervento, con particolare riferimento ai rischi connessi in termini di conseguenze e probabilità,

oltreché di tutte le misure di protezione adottate, rappresenta un fattore ulteriore di mitigazione del rischio.

9. FASE ESECUTIVA

La fase esecutiva consiste nella preparazione e nella condotta dell'intervento di bonifica e si suddivide in:

- a.** compilazione della relazione tecnica di inizio attività;
- b.** implementazione delle misure di protezione di natura tecnica (lavori di protezione) o di mitigazione scelte;
- c.** esecuzione delle tecniche di bonifica e/o delle procedure di messa in sicurezza³ previste per ciascun manufatto esplosivo e bonifica finale da AE con conseguente ripristino delle normali condizioni ambientali;
- d.** valutazione dei danni;
- e.** raccolta campioni quali potenziali prove legali, laddove previsto;
- f.** bonifica finale dell'area di intervento;
- g.** bonifica ambientale dell'area di intervento;
- h.** ripristino dell'area d'intervento;
- i.** compilazione di una relazione tecnica di fine attività (facsimile in Allegato "D");
- j.** comunicazione di fine attività alla Autorità definita responsabile.

³ Tali argomenti sono specificamente trattati dalla pubblicazione SOP "Tecniche e procedure per la condotta di Explosive Ordnance Disposal (EOD)", ed.2014.

Nota: questo è il retro dell'ultima pagina del Capitolo II DETONAZIONE IN CAMPO APERTO E SCENARIO.

CAPITOLO III

PROCEDURE

1. GENERALITÀ

In questo paragrafo si provvede a fornire una descrizione sintetica delle fasi da seguire per la definizione delle *distanze di sicurezza finali* sia per l'onda di sovrappressione sia per l'effetto di frammentazione, attività che preludono alla fase esecutiva.

Il rinvenimento di AE per i quali si considera la detonazione accidentale - secondo il principio del "*peggior caso possibile*" - avvia un processo di pianificazione suddiviso in tre fasi cui è subordinata la fase esecutiva della bonifica.

La prima fase prevede che, alla ricezione di un preavviso di allertamento, sia immediatamente stimata una ***distanza di sicurezza di emergenza*** al fine di ridurre il rischio, ancorché di una quantità indefinita a causa dell'assenza di specifiche informazioni tecniche.

La seconda fase, che ha inizio con la ricognizione, comprende l'attenta valutazione di tutti gli elementi di analisi relativi a AE, PES e ES, prevede la determinazione delle ***distanze di sicurezza iniziali***.

Infine, la terza fase prevede che siano elaborati successivi aggiustamenti per la determinazione delle ***distanze di sicurezza finali***, che tengono conto delle scelte relative a:

- tecniche di bonifica e/o delle procedure di messa in sicurezza (RSP) necessarie per l'eliminazione della minaccia,
- misure di protezione di natura tecnica - per persone, attività e beni - disponibili e applicabili.

2. SVILUPPO TEMPORALE DEGLI EVENTI

Generalmente, lo sviluppo temporale relativo alla risoluzione dell'incidente (fig. 3) ha inizio con il rinvenimento di AE e si conclude con la bonifica finale. Di seguito vengono elencati gli eventi che normalmente si susseguono nell'ambito delle fasi descritte.

Evento atteso	Rischio		Fase	Gestione Rischio
	Probabilità	Conseguenze		
Detonazione accidentale	Red	Yellow	1	Rinvenimento AE
				<i>Warning</i>
				Distanza Sicurezza Emergenza
	Yellow	Green	2	Analisi Rischio (ricognizione e identificazione AE, PES e ES)
				Valutazione Rischio
				Distanza Sicurezza Iniziale
	Red	Green	3	Trattamento Rischio
				Distanza Sicurezza Finale
				Decisione
	Detonazione Intenzionale	Red	Green	4
Comunicazione				
Esecuzione				
Ripristino condizioni				

Legenda	Red	Sconosciuto/considerevole
	Yellow	Conosciuto/non accettabile
	Green	Conosciuto e accettabile

- **Fig. 3** - Sviluppo temporale relativo alla risoluzione dell'incidente

a. 1^FASE

- (1) comunicazione di rinvenimento (pre-allertamento);
- (2) stima iniziale sulla scorta delle informazioni disponibili (diametro, volume, involucro preintagliato, ecc.);
- (3) assegnazione/conferma della categoria all'incidente;
- (4) determinazione delle *distanze sicurezza di emergenza* per detonazione accidentale (per le modalità di dettaglio vds. Allegato "B");

b. 2^FASE

- (1) ricognizione e inizio del processo di gestione del rischio;
- (2) **analisi del rischio:**
 - (a) identificazione AE e stato del rinvenimento: identificazione *certa* dell'esplosivo o del tipo di ordigno rinvenuto e dei relativi sistemi di attivazione/innesco con relativo stato di armamento e potenziale pericolosità;
 - (b) segnalazione della zona pericolosa: verificata l'esistenza di AE, le dimensioni, il tipo, il caricamento e la profondità di rinvenimento, deve essere immediatamente interdetta e segnalata la zona pericolosa; utilizzare picchetti, nastro di segnalazione e cartelli per identificare la posizione dell'ordigno e circoscrivere l'area di pericolo;
 - (c) identificazione certa del caricamento esplosivo (tipo e relativo peso netto, NEW) dell'ordigno e di tutte le parti contenenti esplosivo (artifici primari e artifici secondari):

- in caso di colpo completo, identificazione certa dell'esplosivo da lancio (*Net Propellant Weight*, NPW) contenuto nel bossolo / sacchetto;
 - in caso di munizionamento/esplosivo di produzione anglosassone procedere all'equivalenza libbre / chilogrammi (1 libbra = 0,454 kg) ;
- (d) misurazione dello spessore dell'involucro (*case*), laddove ritenuto necessario e in assoluta sicurezza;
- (e) definizione della quantità di carica di brillamento, in caso di applicazione di tecniche di bonifica "in alto ordine" o delle mini/micro cariche o cariche lineari da taglio in caso di applicazione di tecniche di bonifica "in basso ordine" ;
- (f) definizione del rapporto di equivalenza (*Explosive Equivalent Weight*, EEW) dei singoli esplosivi identificati/impiegati con TNT, attraverso la consultazione delle tavole di riferimento in Allegato "A";
- (g) somma delle quantità di esplosivo in base ai rapporti di equivalenza precedentemente calcolati;
- (h) sviluppo dei modelli di simulazione e/o impiego tavole di riferimento in Allegato "B";
- (i) identificazione PES e ES e ulteriori sorgenti di rischio;
- (j) analisi del sito di rinvenimento (PES), delle condizioni ambientali, della configurazione dell'area esposta al rischio (ES) ;
- (k) stima iniziale degli effetti degli AE secondo i principi QD;

- (l) stima dei parametri per detonazione accidentale (per le modalità di dettaglio vds. Allegato "B"):
 - BOD, in caso di AE sprovvisto di involucro;
 - HFD, in caso di AE provvisto di involucro;
- (m) stima probabilità/frequenza;
- (3) **valutazione del rischio**;
 - (a) stima approfondita dei danni potenziali ES;
 - (b) determinazione delle *distanze di sicurezza iniziali* PES-ES per detonazione accidentale;

c. 3^FASE

- (1) **trattamento del rischio**:
 - (a) valutazione delle opzioni e del relativo rischio residuo;
 - (b) posizionamento dei lavori di protezione di natura tecnica: verificati l'esistenza di AE, le sue dimensioni, il tipo, il caricamento e la profondità di rinvenimento, può essere stabilito il raggio del cratere che può formarsi come conseguenza dell'eventuale esplosione (Tabella C-8);
 - (c) determinazione delle *distanze di sicurezza finali* per la detonazione intenzionale:
 - MFD-H, in base all'involucro (vds. Allegato "B");
 - MFD-V, in base all'involucro;
 - (d) determinazione delle *distanze di sicurezza finali* opportunamente "aggiustate", in caso di contenitori/proietti/teste da guerra preintagliati oppure a frattura prestabilita;
 - (e) sviluppo dei modelli di simulazione e/o impiego tavole di riferimento in Allegato "B";
 - (f) scelta delle tecniche di bonifica/procedure di

- messa in sicurezza (RSP) da eseguire per la bonifica finale da AE;
- (g) determinazione delle *distanze di sicurezza finali* opportunamente "aggiustate" in caso di detonazione intenzionale di AE impilati/accantonati/rinvenuti nello stesso punto o nelle immediate vicinanze e di quanto stabilito al punto precedente;
- (h) Allestimento di eventuali lavori di protezione ad una distanza superiore di almeno 1 metro rispetto al raggio dell'ipotetico cratere in relazione alla quantità di NEW;

IMPORTANTE

È possibile ridurre le distanze di sicurezza in ragione dei lavori di protezione implementati ma, al momento della redazione della prima definizione della presente pubblicazione, non sono disponibili modelli matematici che ne permettano il calcolo.

- (2) Definizione delle *distanze di sicurezza finali* (aggiustate), da comunicare alla Autorità designata, per l'onda di sovrappressione e per l'effetto di frammentazione;
- (3) eventuale ri-assegnazione della categoria all'incidente;
- (4) **decisione** e assunzione del rischio residuo;
- (5) **implementazione delle misure di sicurezza,**
- (6) **comunicazione.**

d. 4^FASE (ESECUTIVA)

Fase esecutiva (comprendente tutte le attività secondarie finalizzate al ripristino della situazione di normalità anche in termini di sicurezza ambientale).

3. ISTRUZIONI

a. Analisi del rischio

Si elencano alcuni elementi da tenere sempre in considerazione per **l'analisi di AE**:

- (1) il tipo, la quantità e il funzionamento dei manufatti esplosivi rinvenuti (convenzionali o improvvisati, a caricamento ordinario oppure contenente HME, trappole esplosive, cariche di demolizione), le condizioni di rinvenimento, la divisione di pericolosità (*Hazard Divisions*, HD);
- (2) il tipo, la quantità e il funzionamento dei sistemi di attivazione/innesco e le condizioni di rinvenimento (non armato, parzialmente armato, armato);
- (3) il tipo di caricamento, il rapporto di equivalenza con il TNT, la determinazione del NEWQD di AE se applicabili a un ordigno singolo o a più ordigni simili e se di diversa tipologia, gli effetti calcolabili attraverso modelli di simulazione per detonazione (accidentale e intenzionale) in termini di propagazione dell'onda di sovrappressione e di frammentazione primaria e secondaria;
- (4) il tipo, la geometria, lo spessore e la densità del materiale costituente il contenitore di esplosivo/involucro esterno dell'ordigno ed eventuale presenza di frammentazione aggiuntiva (*case a frattura prestabilita o preintagliato, ecc.*).

Alcuni elementi da tenere sempre in considerazione per **l'analisi dello Scenario**:

- (5) sito di rinvenimento (PES): configurazione e ulteriori fattori incrementali del rischio (es. presenza documentata o probabile di ordigni nelle immediate vicinanze, posizione topografica, ecc.);
- (6) configurazione (mappa topografica,

aerofotogrammetria, foto satellitari, ecc.) dell'area esposta al rischio (ES1+ ES2+..+ESn) in seguito alla determinazione di QD;

- (7) individuazione di ulteriori sorgenti di rischio (es. gasdotti, strade trafficate, depositi di sostanze combustibili/merci pericolose, ecc.).

Ulteriori elementi sono delineati nel Cap. IV.

b. Valutazione del rischio

Una volta determinata la specifica minaccia, devono essere formulati i principi QD applicabili e gli ES coinvolti, in termini di:

- (1) tipo di oggetto esposto (persone, attività e beni) e relativa reazione alla sollecitazione esterna;
- (2) conseguenze previste per effetto delle tecniche di bonifica e/o procedure di messa in sicurezza impiegabili per la risoluzione dell'evento;
- (3) conseguenze previste sugli oggetti esposti, per effetto della sollecitazione esterna (resilienza, intesa come capacità di recupero delle strutture);
- (4) stima finale dei danni potenziali riferiti agli effetti primari su ES⁴ senza adozione di misure di protezione;
- (5) valutazione della necessità di interdizione aerea: infatti, quando la situazione lo richieda, occorrerà interdire agli aeromobili lo spazio sovrastante l'area interessata, richiedendo l'emissione dell'avviso agli aeronaviganti (*Notice To Airmen*, NOTAM) secondo le procedure previste. Nelle situazioni in cui gli effetti previsti dall'esplosione dell'ordigno siano di entità poco rilevante, non è

⁴ Un esempio di strumento funzionale a tal scopo è fornito dal foglio di calcolo ASAP del DDESB allegato alla TP23, disponibile al link:
<https://www.ddesb.pentagon.mil/documents/TechnicalPapers.aspx>

necessario inoltrare la specifica richiesta; ma prima di avviare l'esecuzione delle previste tecniche di bonifica/procedure di messa in sicurezza sarà incombenza dell'operatore responsabile effettuare un controllo visivo dell'area sovrastante il PES.

- (6) assegnazione della categoria all'incidente (A, B, C, D), come previsto dallo STANAG NATO 2143 Ed. 6 – AEODP 10(B).

Ulteriori elementi sono delineati nel Cap. V.

c. Trattamento del rischio

Di seguito, sono elencati alcuni criteri da adottare al fine di salvaguardare le persone, le attività e i beni in caso di detonazione in campo aperto di AE:

- (1) studio, comprensione e osservazione di tutti gli standard di sicurezza previsti, i requisiti definiti e le precauzioni che possono essere applicate alla propria professione;
- (2) implementazione delle distanze di sicurezza;
- (3) impiego di protocolli operativi di coordinazione del rischio che possano identificare, valutare, e gestire i rischi associati agli AE per gli oggetti esposti;
- (4) gestione delle operazioni su AE con l'impiego di principi propri dell'ingegneria civile quali sequenza delle operazioni, selezione dell'equipaggiamento, o limitazioni del processo;
- (5) adozione di controlli per l'accesso del personale nelle aree definite come pericolose;
- (6) eliminazione o riduzione di potenziali sollecitazioni esterne, non volute, ad AE (incendi, variazioni di temperatura non ideali, impatti, esposizione a cadute da scarica elettrostatica, e controllo dei

- rischi per AE derivanti da radiazione elettromagnetica - HERO⁵);
- (7) applicazione di tecniche di bonifica e procedure di messa in sicurezza, attrezzature, equipaggiamenti ed esplosivi ed incendiivi che potrebbero attivare AE in un modo "non previsto" rispetto alla loro costruzione originale;
 - (8) il personale tecnico giudicato dall'Autorità come "essenziale" per l'assolvimento dello specifico compito che si trova all'interno dell'area di massimo pericolo per l'effetto di frammentazione (HFD) deve evitare costantemente il contatto visivo diretto con il PES;
 - (9) le persone che si trovano all'interno o nelle immediate vicinanze di edifici devono tenersi lontano da muri perimetrali e finestre;
 - (10) la distruzione controllata di propellenti/esplosivi deflagranti provvisti di involucro può causare effetti significativamente maggiori rispetto a quelli previsti;
 - (11) **umentare le distanze di sicurezza finali del 33%** (moltiplicare il valore riportato dalle Tabelle in Allegato "B" per 1,33) in caso di detonazione intenzionale di AE impilati/accantonati/rinvenuti nello stesso punto o nelle immediate vicinanze;
 - (12) **umentare le distanze di sicurezza finali del 33%** (moltiplicare il valore riportato dalle Tabelle in Allegato "B" per 1,33) in caso di detonazione intenzionale di AE attivati - per la bonifica - con metodi diversi da quelli originariamente previsti. Metodi di innesco di AE diversi da quelli appositamente progettati possono produrre

⁵ Vds. NEPS / Pub. A-1-1-13 "Electrical Grounding Procedures".

frammenti dell'involucro più grandi che tendono a mantenere una configurazione aerodinamica tale da permetterne la proiezione a distanze maggiori;

(13) **umentare le distanze di sicurezza finali** (facendo riferimento ai valori riportati nelle Tabella B-5 e Tabella B-6 o, in caso di dubbio, del 33%) in caso di detonazione intenzionale di AE con case a frattura prestabilita ovvero preintagliati in quanto possono produrre una maggiore densità d'area di dispersione/proiezione di frammenti;

(14) usare massima cautela quando si procede alla segnalazione di un'area in cui sia sospettata la presenza di AE interrati e soprattutto quando è sconosciuto il tipo di funzionamento della spoletta o dei sistemi di attivazione/innesco (es. conficcare un palo nel terreno o procedere a un'azione analoga nel punto in cui sia stata stimata la presenza dell'ordigno inesplosivo potrebbe attivarne la spoletta/accenditore/sistema di innesco e/o causarne la detonazione);

(15) dopo la formazione iniziale, i possibili "camuffamenti" (vds. Cap.V, s/para. 3.b) possono risultare saturi di gas tossici ad alta pressione; in tal caso, se il "camuffamento" fosse aperto in maniera accidentale, i gas potrebbero fuoriuscire rappresentando un serio pericolo per il personale nelle immediate vicinanze. Laddove non sussista più il rischio di rilascio di gas tossici, al contrario, la parte di terreno che ricopre il camuffamento, sia esso totale o parziale, dovrebbe essere scavata/rimossa e nel corso dei lavori di ripristino, rinforzando il cratere con apposite costruzioni in legno per prevenirne il possibile cedimento sotto il

peso di personale e/o veicoli.
Ulteriori elementi sono delineati nel Cap. VI.

PARTE SECONDA
ELEMENTI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO

Nota: questo è il retro del titolo della PARTE SECONDA.

CAPITOLO IV **ELEMENTI PER L'ANALISI DEL RISCHIO**

1. GENERALITÀ

Nel presente capitolo sono trattati gli elementi per l'Analisi del Rischio legati ai potenziali effetti principali di propagazione dell'onda di sovrappressione e di frammentazione relativi a una detonazione.

2. EFFETTI DELLA DETONAZIONE

Gli effetti primari di una detonazione in un PES che investono il sito esposto (fig. 4) sono fortemente dipendenti dalla distanza di separazione e si sostanziano in:

- a.** effetti dell'onda di sovrappressione;
- b.** effetti dovuti alla proiezione dei frammenti o frammentazione, distinguibile in:
 - (1) primaria dovuta alla conformazione, allo spessore e alla densità del materiale costituente l'involucro di AE e alla *brisanza*, caratteristica propria del composto, della miscela o del miscuglio esplosivo;
 - (2) non primaria, se presenti elementi di AE aggiuntivi proiettabili;
 - (3) secondaria costituita da detriti generati per effetto dell'onda di sovrappressione sull'ambiente e da quest'ultima trasportati a distanze variabili in base a pressione atmosferica, densità e rigidità delle superfici di rimbalzo, tipo di terreno, eccetera.

Altri effetti della detonazione sono il calore (*fireball*) e l'onda sismica che decrescono molto più velocemente con conseguenze più circoscritte, sebbene non trascurabili, pertanto non sono forniti criteri per la stima.

3. SOVRAPPRESSIONE ESPLOSIVA

a. I principali parametri per determinare i danni provocati dall'onda di sovrappressione dai quali dipende la reazione di materiali e di strutture sono:

- (1) fase dell'onda (positiva o negativa);
- (2) picco di pressione, in [psi] o [kPa];
- (3) impulso, in [kPa*ms], prodotto della pressione media per il tempo di esposizione (durante la fase positiva).

b. Il tipo di riflessione dell'onda di sovrappressione esplosiva, primaria o secondaria, dipende da:

- (1) onda di sovrappressione incidente;
- (2) superficie di riflessione (regolarità, composizione);
- (3) angolo di incidenza;
- (4) condizioni atmosferiche (pressione/quota, ecc.);
- (5) strutture/oggetti investiti.

Le conseguenze variano dalle lesioni a persone site in prossimità di superfici riflettenti (riflessione primaria) a danni maggiori per la generazione di fenomeni complessi (riflessione secondaria e/o somma delle riflessioni).

EFFETTO		CONSEGUENZE		
Frammentazione Primaria				
Frammentazione Non Primaria				
Frammentazione Secondaria				
Onda di Sovrappressione				
Radiazione Termica				
Onda sismica				
DISTANZA PES-ES		100 m	1Km	3Km
LEGENDA	Rilevante	Apprezzabile	Non rilevante	

- Fig. 4 - Esempio di relazione Effetti - Conseguenze
(per AE Heavy Cased, NEW = 100 Kg TNT)

4. FRAMMENTAZIONE

Sono di seguito analizzati i diversi tipi di frammentazione.

a. Frammentazione primaria di AE

I frammenti "primari" sono associati alle caratteristiche del materiale costituente l'involucro di AE e sono caratterizzati da:

- dimensioni;
- velocità (iniziale fino a 2500 m/s);
- distribuzione spaziale dei frammenti.

b. Frammentazione non primaria di AE

I frammenti che possono essere definiti "non primari" (es. spolette, codoli, alette di impennaggio, ganci di sospensione con relative barre di rinforzo), in quanto parti aggiunte all'involucro originale, sono quantitativamente minori ma significativamente più pesanti e con velocità iniziali più alte e, di conseguenza, capaci di raggiungere e di essere letali a distanze maggiori. Dalle caratteristiche dell'involucro, e quindi della quantità e qualità dei frammenti, dipendono le distanze di proiezione orizzontale (MFD - H) e verticale (MFD - V).

c. Casi particolari

In relazione a quanto sopra esposto, i seguenti casi particolari rappresentano eccezioni e come tali soggetti a ulteriori considerazioni da parte del personale qualificato:

- (1) frammentazione "primaria" prodotta da AE multipli nella condizione di impilati/ammassati ovvero rinvenuti in una zona circoscritta data dal raggio del cratere eventualmente prodotto (Tabella C-8);

- (2) attivazione di AE con metodi diversi da quelli originariamente previsti per il loro funzionamento (es. esecuzione delle tecniche di bonifica ovvero delle procedure di messa in sicurezza previste per ciascun manufatto esplosivo);
- (3) frammentazione "non primaria" (anche *frammenti canaglia* o *rogue fragments*) prodotta da AE multipli nella condizione di impilati/ammassati ovvero rinvenuti in una zona circoscritta data dal raggio del cratere eventualmente prodotto;
- (4) Tizzone o *Firebrand*, frammento o detrito inerte/esplosivo rovente la cui energia si trasmette all'ambiente;
- (5) Frammentazione secondaria.

d. Frammentazione secondaria e detriti

I frammenti secondari sono normalmente associati a materiali a contatto o in prossimità delle cariche esplosive. Tali frammenti sono proiettati ad opera dell'onda di sovrappressione (onda d'urto uguale alla somma dell'onda diretta e dell'onda retrograda) o dalla combinazione di quest'ultima e del relativo impatto sull'ambiente esterno. Le velocità di frammenti secondari e detriti sono normalmente minori e di conseguenza non risultano essere diffusi alle distanze massime raggiunte dai frammenti di natura primaria/non primaria degli AE. Inoltre, per gli AE, i principali pericoli possono includere anche la proiezione di frammenti di vetro che possono generare lacerazione della pelle, penetrazione o ferite da punta, a loro volta dipendenti da:

- (1) area della lastra di vetro;
- (2) tipo di vetro (ricotto ovvero temperato);

- (3) densità e dimensione dei frammenti rispetto all'angolo d'incidenza dell'onda;
- (4) velocità e angolo d'impatto.

5. CATEGORIE DI AE

Nello specifico settore della bonifica dagli ordigni esplosivi e dagli esplosivi in genere, gli AE rinvenuti sono diversamente categorizzati, soprattutto in base alle caratteristiche dell'involucro che, in alcuni casi, ne può determinare anche la funzione:

- a.** AE che presentano un diverso rapporto tra il peso dell'esplosivo contenuto (NEW) e il peso totale (inclusi peso involucro e NEW)⁶.

Le caratteristiche dell'involucro (*case*) consentono di categorizzare gli AE come:

- (1) *EXTREMELY HEAVY-CASED* (cfr. Appendice A-1):
rapporto peso della carica esplosiva/peso della munizione inferiore al 60% e/o spessore del *case* superiore a 2 cm;
- (2) *ROBUST* (cfr. Appendice A-2):
rapporto peso della carica esplosiva/peso della munizione tra il 60% e l'80% e/o spessore del *case* compreso tra 1 e 2 cm;
- (3) *NON-ROBUST* (cfr. Appendice A-3) v:
rapporto peso della carica esplosiva/peso della munizione superiore all'80% e/o spessore del *case* uguale o inferiore a 1 cm.

- b.** AE con involucro preformato e preintagliato, progettati per facilitare la rottura del *case* e produrre frammenti di dimensioni specifiche (Tabella B-5 e Tabella B-6).

⁶ Le percentuali qui riportate sono omogeneamente definite come [Peso Totale/Case] mentre i riferimenti NATO citano alternativamente [NEW/Case], [Case/NEW], [NEW/Peso totale], [Charge/Weight ratio].

6. CLASSIFICAZIONE DI MUNIZIONI

In prima istanza rimane valida la classificazione di munizioni in funzione degli effetti, condivisa da ONU⁷ e NATO⁸, nelle rispettive divisioni di pericolo⁹ (*Hazard Divisions* - HD) e relative sottodivisioni:

- a.** HD 1.1: pericolo di esplosione di elevata gravità;
- b.** HD 1.2: pericolo di proiezione, ma non di esplosione di elevata gravità;
- c.** HD 1.3: pericolo di incendio, minore pericolo di esplosione e/o proiezione;
- d.** HD 1.4: nessuno pericolo significativo;
- e.** HD 1.5: sostanze insensibili (basso pericolo di esplosione);
- f.** HD 1.6: elementi non sensibili (nessun pericolo di esplosione).

7. STIMA DEGLI EFFETTI

Le relazioni QD sono calcolate stimando i parametri che seguono.

a. Blast Overpressure Distance (BOD)

La distanza di sovrappressione è associata all'effetto meccanico massimo (potenza) prodotto dalla detonazione degli esplosivi. Si tratta di una relazione tra il valore di picco della sovrappressione e la distanza che può essere raggiunta dal PES, rispetto alle normali condizioni di pressione atmosferica.

Il BOD, nella determinazione delle *distanze di sicurezza iniziali*, è il primo valore che deve essere

⁷ IATG 01.50 "UN explosive hazard classification system and codes" ed.2, 2012.

⁸ Pub. AASTP-3 "Manual of NATO safety principles for the hazard classification of military ammunition and explosives" ed.1, 1995 (STANAG 4123).

⁹ HD in sistema con *Compatibility Group* (CG), consentono di stimare il contenuto massimo di AE in un deposito munizioni ed esplosivi.

calcolato; in un secondo momento, in base al tipo di AE rinvenuto, dovrà essere aggiustato attraverso la stima del QD di frammentazione (HFD) di AE.

Il valore è applicabile sia alle detonazioni accidentali sia a quelle intenzionali (Tabella B-1 e Tabella B-2).

b. Hazardous Fragmentation Distance (HFD)

La distanza di massimo pericolo alla quale le persone possono soffrire lesioni anche letali per effetto della frammentazione.

Il valore è applicabile sia alle detonazioni accidentali sia a quelle intenzionali e può essere stimato sia in base a NEWQD di un singolo AE (Tabella B-3), sia in base al suo diametro (Tabella B-4).

c. Maximum Fragmentation Distance - Horizontal (MFD-H)

La massima distanza che può essere raggiunta dai frammenti primari sul piano orizzontale (MFD-H) calcolata per ogni categoria di AE.

La MFD-H è normalmente associata agli scenari di detonazione intenzionale.

Il suo valore può essere stimato sia in base a NEWQD di un singolo AE (Tabella B-3), sia in base al suo diametro (Tabella B-4).

d. Maximum Fragmentation Distance - Vertical (MFD-V)

La massima distanza che può essere raggiunta dai frammenti primari sul piano verticale (MFD-V) calcolata per ogni categoria di AE.

La MFD-V è normalmente associata agli scenari di detonazione intenzionale.

La MFD-V rappresenta il valore di riferimento per l'interdizione dello spazio aereo a determinazione del NOTAM.

e. *Net Explosive Weight Quantity Distance (NEWQD)*

Il NEWQD espresso in [Kg] è la quantità totale di esplosivo (AE) rinvenuto ed è usato per determinare la relazione QD.

Nell'ambito delle attività di bonifica, il NEWQD è uguale al reale peso dell'esplosivo (identificato dall'abbreviazione NEW) contenuto in AE.

Come valore finale di NEWQD deve essere assunta la somma delle quantità di tutte le parti esplosive identificate e delle eventuali cariche di brillamento utilizzate (in caso di detonazione intenzionale) dopo aver definito i singoli rapporti di equivalenza (EEW) con TNT.

f. *Explosive Equivalent Weight to TNT (EEW TNT)*

L'equivalente di un materiale energetico è il necessario peso di un esplosivo standard (nello specifico, il TNT) che produce un'onda di sovrappressione di uguale magnitudo.

Per gli scopi relativi alla relazione QD, non è raccomandata una riduzione nel NEW/NEWQD in TNT equivalente minore di 1,00.

Per i valori relativi agli esplosivi di impiego militare si rimanda all'Appendice A-4.

Per i valori relativi agli esplosivi di produzione industriale si rimanda all'Appendice A-5.

Per i valori relativi agli esplosivi di produzione artigianale (HME) si rimanda all'Appendice A-6.

8. EFFETTI INCREMENTALI

Rispetto ai criteri esposti per la stima degli effetti devono essere considerati alcuni fattori che influiscono sugli effetti dell'onda di sovrappressione e quindi sulla capacità di proiettare frammenti, a detrimento della sicurezza.

a. Geometria della carica

Di importanza critica per il personale qualificato chiamato a risolvere gli eventi oggetto della presente trattazione è lo studio dell'incremento degli effetti in relazione alla conformazione geometrica delle cariche esplosive, in particolare per quelle di geometria cilindrica o scatolare (parallelepipedo).

Cambiando semplicemente la conformazione di una carica da sferica, o semisferica, a cilindrica, si può registrare un significativo incremento degli effetti dell'esplosione che può influenzare direttamente tutti i suoi parametri.

Le cariche esplosive di forma cilindrica o scatolare generano tipicamente ampiezze d'onda di sovrappressione secondarie che sono confrontabili o addirittura superano l'onda di sovrappressione principale.

Infine, è opportuno menzionare che la maggior parte di AE incontrati dal personale qualificato nello specifico settore presentano forme delle cariche esplosive - a torta (in riferimento alle mine) e/o cilindrica (in riferimento ai proiettili di artiglieria e alle bombe da mortaio) - la cui efficacia varia al variare del rapporto lunghezza-diametro (L/D).

b. Effetti incrementali dell'involucro

Per AE provvisti di involucro la stima degli effetti e i relativi parametri sono assolutamente differenti rispetto alle cariche esplosive definibili "nude" e non sono più solo funzione della distanza e del peso della carica, ma in questo caso divengono funzione anche di altre variabili che includono il peso del case, la geometria e le proprietà dello specifico materiale come la durezza, la densità e lo spessore.

AE con involucro più pesante (HEAVY CASED) tendono a creare EEW maggiori rispetto ad AE con involucro leggero di spessore medio (ROBUST) che a loro volta produrranno EEW maggiori rispetto a cariche "nude" o con involucro di spessore minimo (NON ROBUST).

Inoltre, AE con involucri pesanti (maggiore effetto proiettivo) tendono a frammentarsi in parti più minute ovvero più pesanti capaci di percorrere una distanza maggiore rispetto a AE con involucro leggero (maggiore effetto dirompente).

CAPITOLO V

ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

1. GENERALITÀ

Nel presente capitolo sono forniti gli elementi e i valori di riferimento su cui si basano i modelli di calcolo per la stima approssimativa di danni a persone (Tabelle C-2, Tabella C-3 e Tabella C-7) e strutture (Tabella C-4 e Tabella C-6).

2. CONSEGUENZE SU PERSONE

Le onde di sovrappressione sono la causa di circa il 20% delle lesioni a carico delle persone, la restante parte, di gran lunga maggiore, è dovuta a ferite provocate da frammenti primari e secondari o dai traumi per effetto dell'impatto del corpo umano contro corpi rigidi.

I parametri direttamente dipendenti dal fenomeno di detonazione che influenzano la gravità delle lesioni sono, per esempio, la durata della fase positiva e la riflessione dell'onda di sovrappressione (le onde riflesse subite dal corpo sono significativamente più intense dell'iniziale onda incidente - da 2 a 9 volte).

a. Gli elementi relativi alla gravità delle lesioni registrabili sul corpo umano includono:

- (1) posizione, in prossimità di superfici riflettenti o in spazi confinati o chiusi;
- (2) dotazioni o equipaggiamento per la protezione individuale (riflessioni d'onda tra le superfici interne dell'equipaggiamento e le superfici esterne del corpo) o collettiva;
- (3) orientamento, riconducibile alla posizione assunta

al momento della detonazione: in piedi, seduta, prona, supina, con volto rivolto in alto o lateralmente rispetto alla linea di pressione del fronte d'onda;

- (4) costituzione, condizione fisica (statura, muscolatura, salute, ecc.) e genere.
- b.** Generalmente, la gravità delle lesioni (Tabella C-2 e Tabella C-3) da esplosione è funzione della distanza di separazione ES - PES:
- (1) conseguenze di natura "esplosiva", rispetto alla pressione:
 - (a) lesioni all'udito (il sistema uditivo è altamente sensibile alla sovrappressione generata dal fenomeno di esplosione);
 - (b) gruppi di organi non appartenenti al sistema uditivo (la letalità è principalmente dovuta al coinvolgimento di più organi):
 - laringe, trachea, polmoni, tratto GI (1° gr.);
 - fegato e milza (2° gr.);
 - reni, pancreas e cistifellea (3° gr.).
 - (c) lesioni addominali;
 - (d) lesioni ai polmoni;
 - (e) lesioni da trauma cerebrale (*Blast-induced Traumatic Brain Injury*, TBI):
 - da penetrazione (*Penetrating Traumatic Brain Injury*, PTBI);
 - da impatto (*Closed-head Traumatic Brain Injury*, CTBI);
 - indotti da traumi da esplosione (*Blast-induced Traumatic Brain Injury*, BTBI);
 - (2) conseguenze per proiezione di frammenti (causa più comune di morte);
 - (3) conseguenze terziarie (urti contro oggetti);

- (4) conseguenze quaternarie (bruciature, inalazioni).
- c. I valori standard (Tabella C-7) che possono essere assunti senza la comparsa di alcuna conseguenza sono di seguito riportati:
- (1) Onda di sovrappressione: [0,2 psi] ovvero circa [1,4kPa], pressione a cui non si assumono conseguenze per il sistema uditivo umano;
 - (2) Frammentazione (in caduta):
 - (a) Energia residua: un "frammento pericoloso" ha un'energia all'impatto uguale o maggiore a [79 joule];
 - (b) Densità: un frammento pericoloso ogni [55,7 m²], in maniera approssimativa è equivalente all'1% di probabilità che una persona di media statura sia colpita.
 - (3) Frammentazione di vetri: il pericolo di registrare lesioni ovvero essere colpiti direttamente da frammenti prodotti a seguito della rottura vetri è previsto a una distanza scalata dal PES di [K19,84], ma è improbabile oltre [K130,16] (Tabella C-5).

3. REAZIONI STRUTTURALI E MATERIALI

Le strutture convenzionali sono generalmente progettate per sopportare specifici carichi (neve, vento, ecc.) per cui le reazioni ai danni di strutture, componenti strutturali, o dei materiali (Tabella C-4 e Tabella C-6), dipendono da:

- magnitudo dell'onda di sovrappressione sul terreno;
- ubicazione e orientamento della struttura rispetto al PES;
- progetto, metodi e qualità costruttive;
- categoria di AE.

Di seguito una breve descrizione degli effetti di

un'esplosione, principali cause di danni strutturali.

a. Shock sismico

Una detonazione vicino o sopra la superficie si può tradurre in una limitata dissipazione orizzontale d'energia nel terreno, con una vibrazione che si può propagare per profondità e distanze considerevoli.

I fattori caratteristici includono:

- (1) velocità di propagazione della vibrazione;
- (2) velocità di picco delle particelle di terreno (*Peak Particle Velocity*, PPV) e frequenza in Hertz (Hz);
- (3) fattori dipendenti dal sito che influenzano la vibrazione sismica, tra i quali:
 - (a) confinamento, relazione tra la carica esplosiva, la grandezza o il tipo di sovraccarico (nelle munizioni è determinato principalmente dall'involucro);
 - (b) accoppiamento, ovvero il tipo di contatto (completo o parziale) tra carica e terreno che determina il trasferimento d'energia della carica esplosiva a contatto;
 - (c) decadimento dell'intensità di vibrazione, dipendente dalla distanza e dalle proprietà del terreno in termini di assorbimento dell'energia.

Le *conseguenze* delle vibrazioni generate da un'esplosione sono principalmente dipendenti dal peso della carica e dalla distanza della struttura considerata. Altri fattori sono l'accoppiamento carica-terreno (che può essere mitigato con opere di trinceramento), le discontinuità del terreno e l'accoppiamento terreno-costruzione. La **PPV** è generalmente accettata come il criterio migliore per

valutare i danni su strutture (Tabella C-6). Essa è definita come la velocità con cui una particella si muove avanti e indietro al massimo tasso di oscillazione ed è normalmente misurata in [mm/s].

b. Formazione dei crateri

La dimensione e la forma di un cratere generato a seguito di un'esplosione dipendono da:

- (1) quantità e tipo di esplosivo in funzione del mezzo di propagazione (roccia o suolo): la maggiore efficacia si ha per la detonazione di AE che hanno velocità di sviluppo del fronte dell'onda esplosiva più bassa;
- (2) posizione di AE, relativa all'interfaccia aria-suolo, al di sopra o al di sotto della superficie: la maggiore efficacia si ha per cariche posizionate a una profondità approssimativa [K0,2] (AE parzialmente interrati) e [K0,8] (AE completamente interrati);
- (3) natura del terreno (terra di riporto, roccia, ecc.).

La presenza di un cratere deve essere sempre associato alla formazione di eventuali *Camoufflets* (camuffamenti). La formazione di *Camoufflets* parziali si ha tra [K0,8] e [K1,2]. *Camoufflets* completi (senza la presenza di fori d'entrata) si formano tipicamente a profondità in distanza scalata maggiori o uguali a circa [K1,4].

La Tabella C-8 fornisce un ausilio per una stima di potenziali crateri e relativi *camoufflets* riportando valori approssimativi in funzione del NEW.

Nota: questo è il retro dell'ultima pagina del Capitolo V ELEMENTI PER L'ANALISI DEL RISCHIO.

CAPITOLO VI

ELEMENTI PER IL TRATTAMENTO DEL RISCHIO

1. GENERALITÀ

In questo capitolo sono forniti gli elementi per il trattamento del rischio, ovvero come perseguirne la riduzione del rischio quando ritenuto non accettabile. Tale risultato si consegue agendo sugli effetti o sulle conseguenze di una detonazione (fig. 5).

2. DISTANZE DI SICUREZZA FINALI

Le *distanze di sicurezza finali* in caso di detonazione intenzionale stabilite secondo gli appropriati parametri QD (BOD, MFD-H e MFD-V) offrono definiti livelli di protezione a tutto il personale (essenziale, di supporto e popolazione) anche nel caso di evento imprevisto o inatteso (peggior caso possibile).

Queste, tuttavia, in alcuni casi possono presentarsi non applicabili e, per poter essere ridotte al di sotto dei valori QD, devono tenere conto delle misure di protezione di natura tecnica da implementare e della loro qualità. Ciò avviene soprattutto nelle zone più densamente abitate quando si debba ridurre l'area da evacuare.

3. MISURE DI PROTEZIONE DI NATURA TECNICA

In particolare, per la protezione delle persone possono essere considerate le seguenti misure.

a. Protezione da frammentazione ad alta velocità con bassa angolazione

Tra i metodi più efficaci sono inclusi:

- (1) barricamenti oppure barriere naturali;

- (2) bonifica di AE in fornelli non ricoperti (“a cielo aperto”) con carica di brillamento posta nella parte superiore, con lo scopo di mitigare la produzione dell’onda sismica e abbassare la distanza di proiezione di frammenti ad alta velocità e bassa angolazione sul piano orizzontale e verticale.

b. Protezione da frammentazione per effetto della caduta dall’alto

Metodi come tettoie o ripari (OHP) consentono di ridurre le conseguenze per frammenti proiettati ad alta angolazione e con bassa velocità per ricaduta ma con energia residua pericolosa [79 joule].

IMPORTANTE

Sebbene non sempre sia richiesto agli operatori addetti alla bonifica da ordigni esplosivi di eseguire tali lavori, è importante che essi ne conoscano l’impiego e le modalità di realizzazione per stabilire quale fra quelli citati sia più opportuno applicare in un determinato contesto operativo.

In molti casi, infatti, l’operatore è chiamato a prestare opera di consulenza e di supervisione dei lavori effettuati da altro personale.

DETONAZIONE - RIDUZIONE DEL RISCHIO												
Gestione Rischio	EFFETTO		FRAMMENTAZIONE			SOVRAPPRESSIONE		TERMICO	SISMICO	CRATERIZZAZIONE		
			Non Primaria	Primaria	Secondaria	K(19,8-130,18)	K(0-19,8)					
			PERSONALE				BENI					
			Popolazione/ Supporto		Essenziale Ambiente		Strutture					
MISURE PROTEZIONE												
Analisi	Evacuazione	Distanze	Emergenziale (<QD)		Peggioramento effetto		Influente		Poca influenza			
Valutazione			Iniziale (QD: BOD(K19,8)/HFD)		Influente		Influente		Poca influenza			
Decisione			Finale (QD: BOD (130,18)/MFD-H, MFD-V)		Influente		Influente		Poca influenza			
Trattamento			Ventilazione		Peggioramento effetto		Peggioramento effetto		Influente		Poca influenza	
			Barricamento		Influente		Influente		Influente		Poca influenza	
			Camera Espansione		Poca influenza		Influente		Influente		Poca influenza	
			Copertura		Peggioramento effetto		Influente		Peggioramento effetto		Peggioramento effetto	
			Nastratura vetri		Influente		Influente		Influente		Poca influenza	
Puntellamento		Influente		Influente		Influente		Poca influenza				
Trinceramento		Influente		Influente		Influente		Poca influenza				

Legenda	Ininflente	
	Poca influenza	
	Influente	
	Peggioramento effetto	

- Fig. 5 - Matrice funzionale per la riduzione del rischio

4. LAVORI DI PROTEZIONE

I lavori di protezione rappresentano misure di protezione di natura tecnica (*engineering controls*) utili a mitigare gli effetti dell'onda di sovrappressione e della frammentazione (Appendice A-7) al fine di ridurre l'esposizione al pericolo di persone, attività e beni. Una volta progettati e approvati rappresentano un riferimento su cui basare la pianificazione, l'organizzazione e l'esecuzione dell'intervento.

Si effettuano per evitare danni alle strutture a causa dell'esplosione accidentale o intenzionale di AE non rimovibili. Se necessario, possono essere realizzati anche per ridurre l'area di evacuazione.

I principali lavori di protezione da allestire, singolarmente o in combinazione fra loro, sono:

- barricamento;
- trinceramento;
- puntellamento;
- ventilazione;
- copertura;
- camera di espansione;
- nastratura dei vetri;
- fornello ricoperto (o tamponato).

La scelta del lavoro più idoneo da effettuare è conseguenza di una serie di valutazioni le cui linee generali sono di seguito riportate. È anche possibile considerare l'implementazione di più lavori di protezione (fig.5) evitando il verificarsi di un vicendevole contrasto.

a. Considerazioni preliminari

Prima di progettare i lavori di protezione, è necessario valutare le distanze fino a cui gli effetti di un'esplosione possono causare danni a persone, beni e attività. Per effettuare questa valutazione i principali punti da considerare sono:

- (1) tipo e dimensioni di AE;
- (2) rapporto tra il peso dell'involucro e la carica esplosiva di AE;
- (3) tipo di esplosivo;
- (4) posizionamento di AE (giacente in superficie o situato in profondità nel terreno):
 - (a) se posto in profondità, devono essere ulteriormente valutati i seguenti parametri:
 - i. composizione del suolo;
 - ii. umidità;
 - iii. limitazioni per l'accesso all'ordigno, dovute per esempio a presenza di fondamenta, condutture, gallerie o altre opere murarie;
 - (b) se situato in superficie:
 - i. presenza nelle immediate vicinanze di strutture che possano convogliare o schermare gli effetti dell'esplosione;
 - ii. esame del piano di rinvenimento di AE rispetto alle strutture da proteggere.

Una volta accertato che la struttura da proteggere si trovi entro la zona pericolosa ma al di fuori dell'area coinvolta dalla formazione del probabile cratere, si può procedere con la progettazione di un lavoro di protezione adeguato¹⁰.

In analogia alla detonazione di AE interrati, tutti i lavori di protezione che comportano un confinamento di AE con terreno o altro materiale (copertura, camera di espansione e fornello tamponato) riducono gli effetti più pericolosi di frammentazione primaria e sovrappressione ma, per contro, tendono a far aumentare gli effetti di tipo sismico. Le numerose

¹⁰Tranne la "copertura", i lavori di protezione non sono consigliati se situati entro l'area del probabile cratere.

variabili in gioco rendono difficile una stima della riduzione degli uni e del conseguente aumento degli altri anche da parte di personale esperto. Sono disponibili modelli di predizione della propagazione dell'effetto sismico ma non sono trattati in questa sede. Tali lavori risultano verificati sperimentalmente solo nel caso della camera di espansione per la distruzione di singoli AE fino a un NEW di 6,99 di TNT (vds. Appendice A-7).

b. Barricamento (pareti di protezione)

Consiste nella realizzazione di barriere/pareti usate principalmente per arrestare la frammentazione primaria ad alta velocità e bassa angolazione ma non per quelli ad elevata angolazione. Può anche agire come misura di controllo per la riduzione della frammentazione secondaria. Le dimensioni dipendono dalla distanza minima possibile dal PES e dagli angoli verticali e orizzontali in direzione del ES da proteggere. I seguenti criteri influiscono sulla funzionalità dell'opera:

- posizione: più vicino possibile al PES valutando anche il raggio del potenziale cratere;
- altezza: in modo da "coprire" un angolo di almeno due gradi (c.d. "regola dei due gradi") superiore rispetto alla linea che unisce AE e ES;
- lunghezza: almeno due volte la lunghezza del ES.

Per quanto riguarda la riduzione della sovrappressione questa è verificata nella misura del 50% solo nel caso in cui il posizionamento è prossimo al ES rispettando però le seguenti condizioni:

- posizione: ad almeno due volte l'altezza della barricata dal ES;
- altezza: uguale o superiore a quella del ES;

- lunghezza: almeno due volte la lunghezza del ES
- Generalmente, le pareti di protezione sono costruite con sacchetti di sabbia (asciutta) o moduli tipo *Hesco Bastion* da posizionare in modo da evitare la corrispondenza di moduli e di giunture.

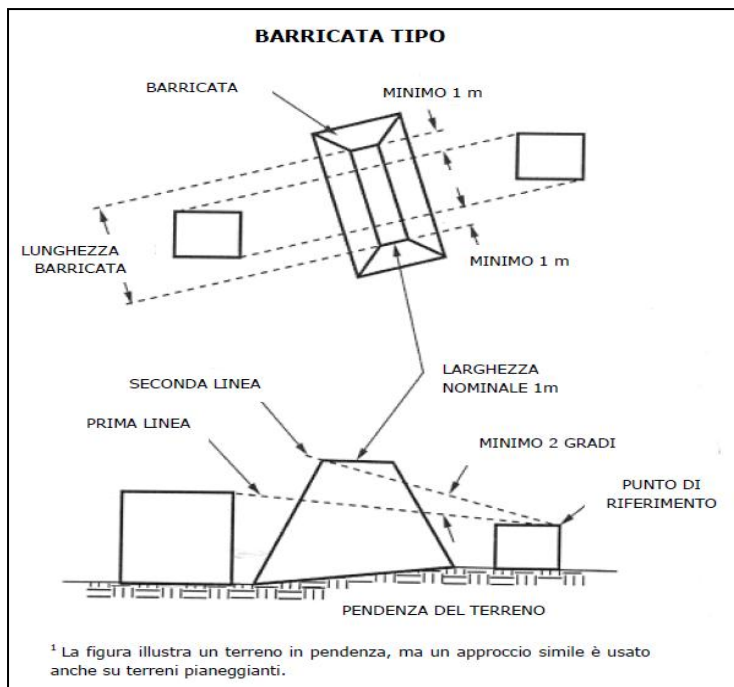


Fig. 6 - *Barricamento*

Il materiale (fibre sintetiche, plastiche resistenti o materiali innovativi) da riempire che dà la forma alla barriera dovrebbe essere resistente e leggero in modo da non contribuire significativamente al rischio di frammentazione secondaria.

I materiali per la realizzazione di grandi barricate di terra devono contenere materiale di riempimento ragionevolmente coerente quale sabbia o argilla e

devono essere liberi da materie pericolose (tossiche), rifiuti, detriti, e pietre. Il terreno di riempimento dovrebbe essere compattato e preparato per garantire l'integrità strutturale. Un'opzione ideale è una combinazione di fornello aperto e barricata laddove il terreno del fornello scavato diviene parte de materiale per riempire la barricata. Normalmente, a meno che non sia disponibile una quantità di materiale terroso per costruire una barricata di forma trapezoidale come mostrato in (fig. 6) può essere necessario l'uso di forme improvvisate per mantenere lo spessore di consistenza dal fondo alla cima.

Come indicazione generale, la base deve essere più larga rispetto alla sommità e la superficie laterale rivolta verso la struttura da proteggere deve avere un'inclinazione (fig. 7).

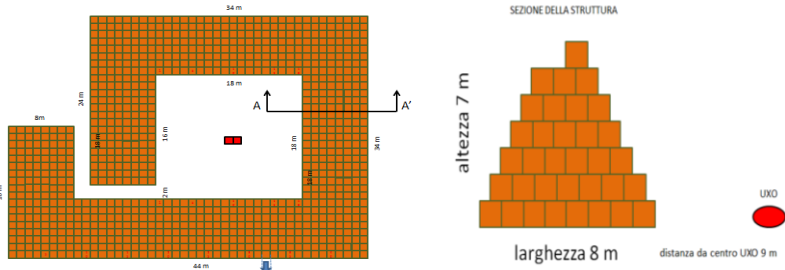


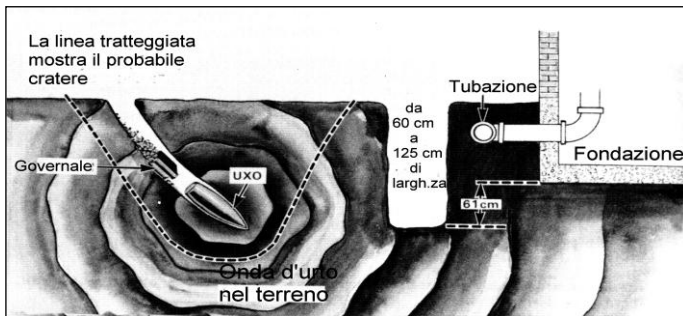
Fig. 7 – Esempio di Barricamento

In casi eccezionali, quando è importante procedere con rapidità e quando le vibrazioni generate dallo svolgimento dei lavori sono state giudicate non sufficienti a determinare l'eventuale attivazione degli organi sensibili, la barriera di protezione può essere realizzata con macchine movimento terra. In questo caso risulterà meno compatta e il terreno "sciolto" implicherà un assestamento secondo una conseguente

pendenza detta di "naturale declivio". Pertanto, per essere efficace, deve avere una maggiore larghezza rispetto ad una parete costruita con sacchetti di sabbia. Se il terreno necessario per la costruzione dell'opera è prelevato nel luogo appropriato, la buca conseguente può costituire un ulteriore misura di protezione di natura tecnica del tipo trinceramento/ventilazione

c. Trinceramento (scavi di protezione)

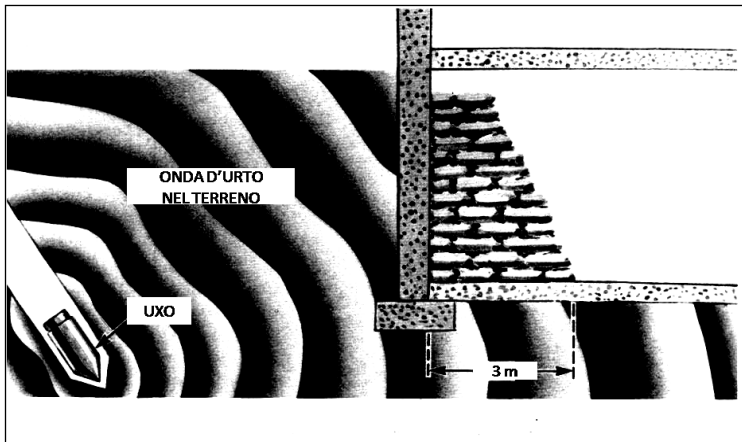
I trinceramenti (fig. 8) sono realizzati per proteggere le strutture sotterranee (fondazioni di edifici o altre opere murarie) situate all'esterno dell'area del probabile cratere prodotto dall'onda sismica. Lo scavo deve essere effettuato il più vicino possibile all'oggetto da proteggere e, ovviamente, al di fuori del raggio del potenziale cratere. La parte inferiore della trincea deve essere almeno 0,6 m più profonda rispetto alla linea di giunzione tra AE e la parte più bassa della struttura da proteggere. La larghezza dello scavo può essere delle dimensioni convenienti per la sua realizzazione (da 60 a 125 cm) ma non ci devono essere puntellamenti trasversali che costituiscano elemento di trasmissione dell'onda d'urto nel terreno.



- **Fig. 8** - *Trinceramento*

d. Puntellamento (sostegni di rinforzo)

Consiste nel rinforzare, generalmente impilando sacchetti di sabbia, fondazioni e muri di edifici per renderli più resistenti all'onda sismica sotterranea prodotta dall'eventuale detonazione di AE (fig. 9). La struttura di rinforzo dovrebbe essere larga alla base, al livello del suolo, non meno di 3 m e rastremarsi in sommità fino ad una larghezza di 1,2-1,5 m. Tale struttura tuttavia non deve estendersi fino a toccare il solaio poiché in questo caso trasmetterebbe l'onda di sovrappressione piuttosto che assorbirla.



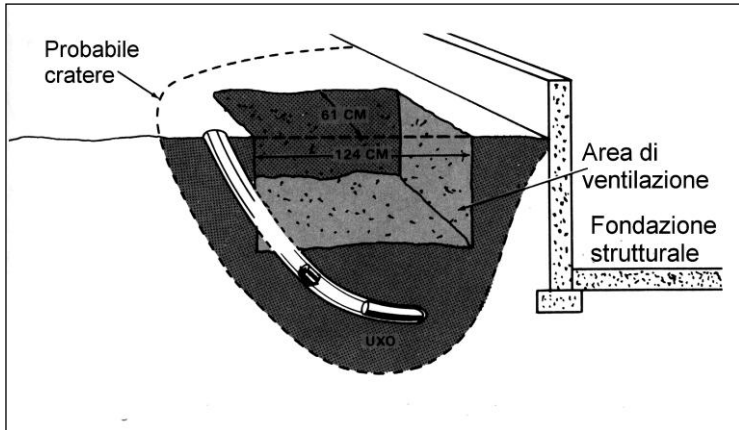
- **Fig. 9** - Puntellamento

e. Ventilazione (aperture di sfogo dei gas)

In caso di AE interrati, è possibile ridurre al minimo gli effetti sismici asportando una quantità sufficiente di terreno al di sopra dell'effettiva minaccia che permetta lo sfogo dei gas prodotti al momento dell'esplosione (fig. 10). Se può essere accettato un **incremento degli effetti dell'onda di sovrappressione in aria**, è possibile realizzare una vasta apertura scavando il

terreno dalla superficie verso l'ordigno (dall'alto verso il basso). L'applicazione di questo metodo è consigliata quando siano minacciate strutture nel sottosuolo come fondazioni di ponti, fondazioni di dighe, ferrovie sotterranee, eccetera.

Le attrezzature impiegate per guadagnare l'accesso ad AE possono essere utilizzate per realizzare l'apertura di sfogo dei gas (ventilazione). In ogni caso, l'impiego di materiali per lo scavo di pozzi è consentito soltanto dopo che l'operatore EOD, abbia accertato che l'AE non sia in grado di esplodere per effetto delle vibrazioni.



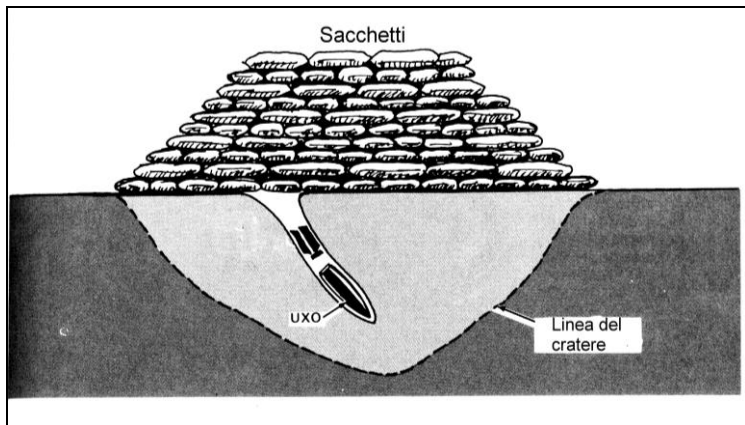
- **Fig. 10** - Ventilazione

La ventilazione rappresenta un intervento difficile e pericoloso. Non dovrebbe essere mai utilizzato in aree ove l'esplosione, la frammentazione primaria e secondaria possono costituire una seria minaccia. Una accurata stima della posizione interrata del UXO è essenziale. Infatti, nelle operazioni EOD in cui viene realizzato l'accesso all'UXO questo costituisce

automaticamente un'adeguata ventilazione. In talune circostanze l'UXO può essere distrutto in sito nella stessa apertura di ventilazione.

f. Copertura (terrapieni di protezione)

Questo tipo di lavoro (fig. 11) induce un comportamento opposto a quello raggiunto con le "aperture di sfogo" (ventilazione), dal momento che determina la riduzione al minimo possibile degli effetti dovuti all'onda di sovrappressione in aria, alla proiezione di schegge e di detriti, ma comporta un **aumento degli effetti dell'onda sismica nel terreno**. Consiste nell'ammassare terreno o sacchetti di sabbia o moduli *Hesco Bastions* creando una copertura a forma di cono posta esattamente sopra il luogo di rinvenimento di AE. La possibilità della proiezione a notevole distanza di materiali costituenti queste coperture suggerisce che, per la loro realizzazione, non siano usati assi di legno, mattoni e altro materiale simile.



- **Fig. 11** - Copertura

Nell'effettuare la verifica dell'avvenuto brillamento, si deve inoltre tenere presente l'eventualità che nel terreno possano essersi formate sacche di monossido di carbonio, gas notoriamente letale.

g. Camera di espansione (recinti di protezione)

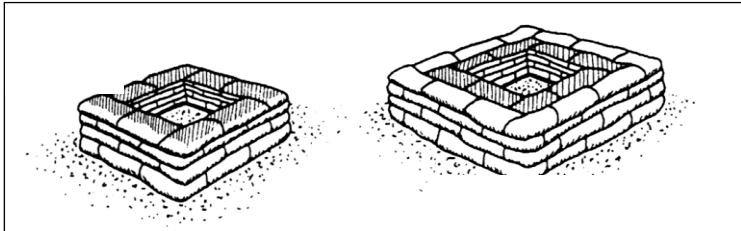
Consiste in una combinazione dei metodi di copertura e barricamento (fig. 12), impiegata per limitare gli effetti dell'onda di sovrappressione nell'aria e della proiezione di schegge e detriti.

I sacchetti devono essere disposti con cura senza lasciare spazi tra di loro per impedire il passaggio di frammenti metallici. Le pareti devono avere un'altezza tale da convogliare le schegge verso l'alto e secondo una direzione tale da evitare l'impatto con elementi della struttura da proteggere. Il posizionamento di AE deve prevedere una separazione minima dal materiale di copertura (vds. Fig. 14).

Per AE singolo contenente esplosivo fino ad un massimo di 6,99 kg si può far riferimento a quanto riportato in Appendice A-7, considerando:

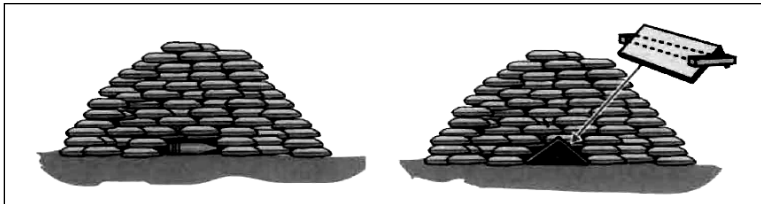
- uno strato mai inferiore a due file di sacchetti sovrapposti;
- di mantenere una distanza AE- sacchetti mai inferiore ai 15 cm;
- un muro internamente verticale ed esternamente con una pendenza orizzontale-verticale di 1:6;
- sacchetti posizionati in modo compatto e sfalsato rispetto alle giunture verticali;
- ogni strato di muro posto in opera deve correre in direzione perpendicolare a quello sottostante;
- posizionando la carica di brillamento solo dopo che i muri laterali hanno superato il livello della distanza di 15 cm;

- posizionando quindi un pannello di legno (spessore minimo 2 cm) di dimensioni che superino di almeno 30cm l'apertura da chiudere;
- coprendo il pannello con sacchetti sfalsati rispetto alle giunture orizzontali per uno spessore uguale all'altezza dei muri perimetrali.

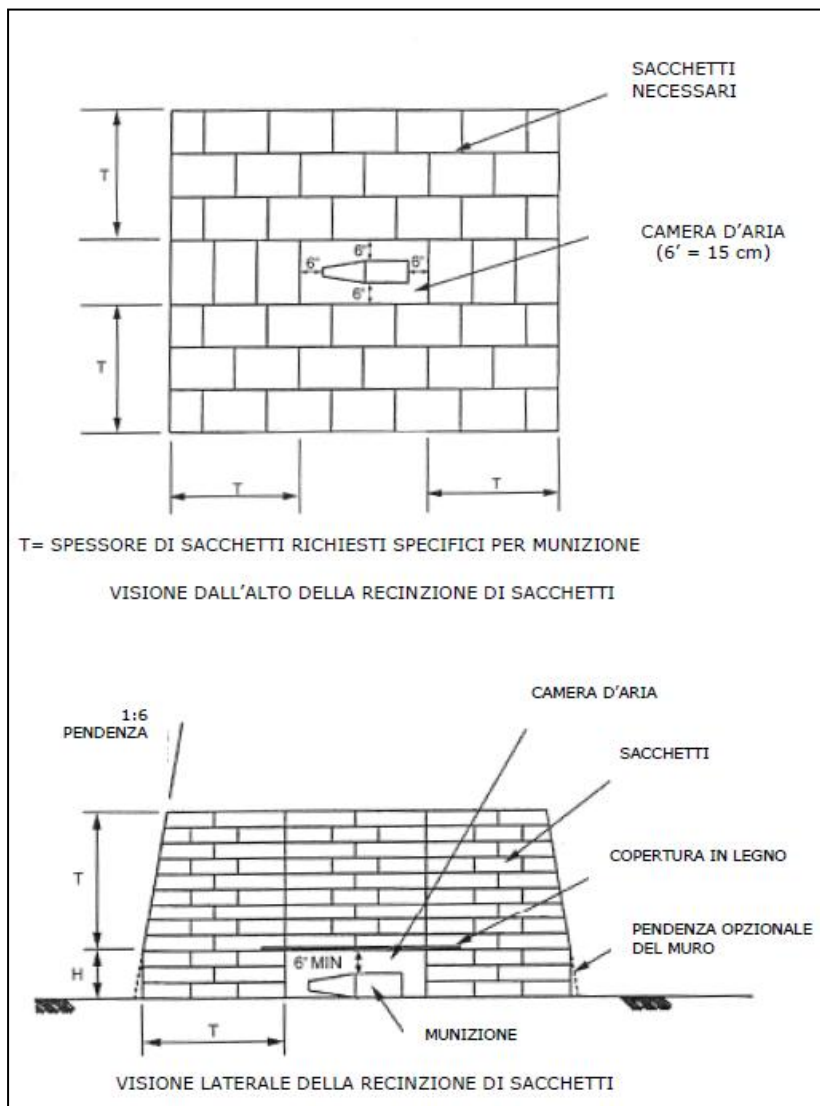


- **Fig. 12** – Camera di espansione (parziale)

Un metodo ancora più semplice per ottenere una camera di espansione completa consiste nell'adoperare tavole in legno per costituire una copertura a forma piramidale collocata direttamente sull'ordigno (fig. 13 e fig. 14).



- **Fig. 13** – Camera di espansione (completa)



- **Fig. 14** - Camera di espansione completa (dettaglio)

h. Nastratura dei vetri

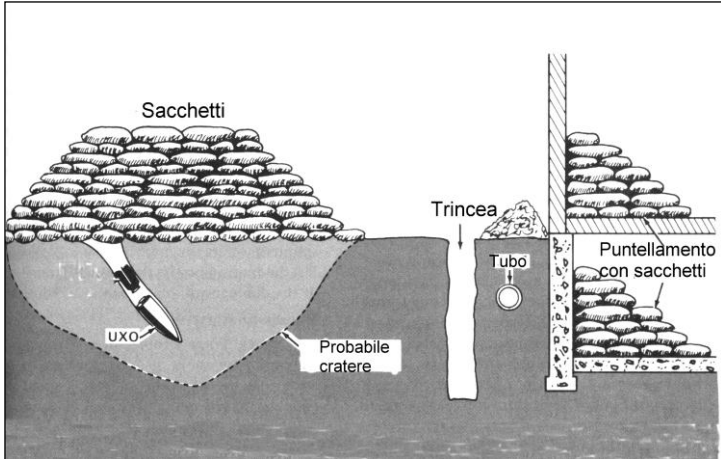
L'onda di sovrappressione causa spesso la rottura dei vetri (assunta fino a K130,16) delle finestre e la proiezione di frammenti con possibile coinvolgimento e ferimento di personale. Per evitare tale inconveniente, è opportuno aprire le finestre situate nell'area interessata e apporre strisce di nastro adesivo sui vetri (fig. 15).



Fig. 15 – Nastratura di vetri)

i. Combinazione di vari sistemi di protezione

In particolari situazioni, è richiesta la contemporanea applicazione di vari metodi di protezione (fig. 16 e fig. 17).



- **Fig. 16** – *Combinazione di vari metodi*



- **Fig. 17** – *Combinazione di vari metodi*

j. Distruzione di AE in fornelli ricoperti o tamponati

Il fornello tamponato consente di contenere sia gli effetti di sovrappressione sia quelli di frammentazione con una efficacia dipendente dalle modalità di posa in opera e dalla natura del terreno. Per contro, presenta gli svantaggi di innescare fenomeni complessi, a causa del confinamento carica-terreno, e di incrementare l'effetto sismico, che ha una propagazione più ampia dell'onda di sovrappressione in quanto aumenta in ragione della radice quadrata del NEW ($C^{1/2}$ o $C^{0,5}$).

È applicabile nei casi di ritrovamento di AE per cui si renda necessaria la distruzione in sito e l'area di sgombero sia limitata e, comunque, se possibile, previa valutazione degli effetti sismici e delle potenziali conseguenze su persone e beni da parte di esperti.

Nel caso sia necessario predisporre un fornello tamponato occorre considerare:

- vincoli ambientali sul territorio nazionale: il peso netto di esplosivo totale (NEW) equivalente in TNT non deve mai superare:
 - 150 Kg in caso di AE multipli (distruzione in massa);
 - un AE equivalente a una bomba d'aereo tipo GP 2000 libbre (circa 500 Kg TNT) in caso di AE singolo (fig. 18);
- scelta del sito di distruzione:
 - che permetta un aumento dell'effetto sismico;
 - dove la natura del terreno contribuisca a ridurre l'effetto sismico;
 - che sia lontano da aree in pendenza per evitare smottamenti, frane o scivolamenti;
 - possibilmente oggetto di valutazione preventiva da parte di esperti.

Per le modalità di allestimento si rimanda alla SOP "Tecniche e procedure per la condotta di Explosive Ordnance Disposal (EOD)", ed.2014.

La Tabella C-8 risulta un ausilio per una stima approssimativa circa gli effetti della detonazione di AE rinvenuti a diverse profondità; si evidenzia, però, che nel caso di fornelli tamponati, il materiale di riporto potrebbe non soddisfare le condizioni considerate nella tabella. A tal scopo, è consigliabile prevedere una camera d'aria minima intorno all'ordigno in modo da interrompere l'accoppiamento carica-terreno e ridurre la propagazione sismica (es. fig.14).

EFFETTO		CONSEGUENZE		
Frammentazione Primaria				
Frammentazione Non Primaria				
Frammentazione Secondaria				
Onda di Sovrappressione				
Radiazione Termica				
Onda sismica				
Craterizzazione				
DISTANZA PES-ES		100 m	1Km	3Km
LEGENDA	Rilevante	Apprezzabile	Non rilevante	

- Fig. 18 -

Esempio di relazione Effetti - Conseguenze per AE Heavy Cased, NEW = 500 Kg TNT interrato alla profondità di 5m (tipo Bomba GP 2000Lb).

Nota: questo è il retro dell'ultima pagina del Capitolo VI ELEMENTI PER IL TRATTAMENTO DEL RISCHIO.

CAPITOLO VII

AVVERTIMENTI

1. METODOLOGIA

a. Unità di misura

- (1) Le unità di misura utilizzate nei modelli matematici definiti nella presente SOP sono le unità del sistema metrico decimale.
- (2) In particolare, i valori di K originariamente in [ft/lb^{1/3}] (sistema anglosassone) sono stati trasformati in [m/kg^{1/3}] tramite il coefficiente divisore [2,52].

b. Costanti di riferimento per il rischio

Come emerso, nella fase di Trattamento del Rischio, si perviene a una sua riduzione fino a livelli considerati accettabili.

In alcuni Paesi le soglie o costanti di rischio sono misurate per mezzo di metodologie condivise (QRA) e stabilite da norme di legge rispetto a:

- perdite in termini di vite umane o lesioni;
- valore assegnato a beni o attività.

Tali metodologie fanno riferimento a costanti calcolate anche sulla base di un fattore "esposizione" che risulta rilevante per tempi non sempre confrontabili con quelli relativi a interventi EOD.

Nella fattispecie, il livello di rischio "misurato" per la circostanza (rischio permesso) potrà di volta in volta essere valutato e accettato dall'Autorità designata (rischio assunto).

c. Utilizzo di ausili

Come anticipato, il NEPS è distribuito in forma digitale

ed è composto da un pacchetto contenente, oltre a tutti i supporti normativi, alcune applicazioni informatiche che costituiscono un ausilio per il calcolo immediato degli effetti di una detonazione in campo aperto, sulla base di specifici modelli di simulazione.

IMPORTANTE

Tali applicativi, in analogia alla Tabella B-4, consentono anche di stimare AE non riconosciuti semplicemente a partire dalle dimensioni; tale pratica **è assolutamente vietata** dalla normativa nazionale ai fini della conduzione dell'intervento ed è accettabile solo per ottenere una stima iniziale delle *distanze di sicurezza di emergenza* fino al puntuale e definitivo riconoscimento di AE.

Come detto, tali programmi si basano su modelli di simulazione che prevedono condizioni standard preimpostate difficilmente corrispondenti a quelle riscontrabili nelle situazioni reali, quindi i risultati ottenuti devono essere considerati solo come ausilio nelle fasi iniziali di analisi del rischio per procedere poi a una successiva elaborazione e interrelazione coi dati provenienti dall'analisi dello scenario.

2. Ammunition and Explosives (AE)

a. Munizioni

Particolare enfasi deve essere posta nella pianificazione della fase di rimozione della spoletta/sistema di innesco ovvero nell'esecuzione delle tecniche di bonifica in basso ordine.

In tali situazioni, anche se non si fa riferimento alla tipica detonazione in campo aperto, devono essere sempre adottate le precauzioni di sicurezza come nel

caso di detonazione intenzionale, predisponendo tutte le misure ampiamente descritte nei capitoli precedenti.

b. IED

Premesso che le distanze di sicurezza minime per gli IED sono stabilite nello STANAG 2370 / AEODP-03(C) (para. 107) e riportate nella SOP "*Tecniche e procedure per la condotta di Explosive Ordnance Disposal (EOD)*" ed.2014, la procedura esposta è applicabile agli IED con gli accorgimenti di seguito descritti se i risultati sono a favore della sicurezza.

- (1) In caso di interventi su IED è impiegabile la BOD per gli effetti di sovrappressione esplosiva.
- (2) Anche i parametri HFD e MFD-H sono applicabili, assumendo che la minaccia IED consista in AE di origine militare, o sia ragionevolmente assimilabile ad essi, ovvero se la minaccia è situata in un veicolo o in una struttura non progettata per contenere gli effetti di una detonazione.

IMPORTANTE

- (3) I parametri HFD e MFD-H non sono applicabili per raggi relativi alla proiezione di frammenti di veicoli o componenti di veicoli (VBIED). Infatti, alcuni frammenti possono assumere una configurazione ottimizzata a più bassa resistenza aerodinamica con conseguenti proiezioni a distanze maggiori di quelle previste. Inoltre, il comportamento di certi componenti di veicoli quali sospensioni, cerchi, paraurti, e parti di ritenzione associate, quali dadi e bulloni, può essere assimilato a quello dei frammenti non primari. In funzione del veicolo, grandi veicoli IED (es. rimorchi per cisterne o autocisterne, betoniere e camion della spazzatura)

possono avere componenti addizionali ottimizzate e componenti pesanti (es. cilindri idraulici), se confrontati a una tipica berlina.

- (4) Ogni minaccia richiede un'analisi del pericolo e del rischio caso per caso.

In aggiunta alla BOD appropriata possono offrire una protezione immediata:

- barriere e/o ripari interposti, naturali o artificiali, di tipo, dimensioni, e costruzione tali da resistere a effetti di sovrappressione (collasso parziale o totale e pericolo di proiezione e caduta vetri);
- muri esterni resistenti alla perforazione di frammenti o frantumazione (fenomeno di *spalling* ovvero proiezione di frammenti della superficie interna del muro eventualmente senza penetrazione del muro).

3. COSTRUZIONI

In aree fortemente antropizzate, è possibile che gli ES siano rappresentati da costruzioni che non rispettano gli standard di progettazione vigenti o da costruzioni abusive.

Le reazioni potenziali di tali strutture risultano di difficile valutazione anche da parte di esperti nel settore dell'ingegneria civile¹¹, se ne dovrà quindi tenere conto nella scelta delle relative misure di protezione.

Nella seguente tabella n. 1 (cfr. Tabella C-4) si riportano, a titolo esemplificativo, i valori di K e i corrispondenti valori di pressione in relazione ai presumibili danni per costruzioni comuni (non rinforzate).

¹¹ cfr. D.M. 2008 *Norme tecniche per le costruzioni*, s/para 3.6.2 "ESPLOSIONI": ai fini della progettazione non sono considerati effetti di esplosioni esterne all'edificio.

INFORMAZIONI NON CLASSIFICATE CONTROLLATE

K	Pressione [KPa]	Danni presumibili
>19,84	<6,2	nessun danno
15,87-19,84	8,3-6,2	5%
11,9	11,7	10
9,52	15,8	20%
7,14	24	50%
4,36	55,3	Danni - distruzione totale
3,57	82,7	ingenti danni- distruzione totale
2,38	186,1	distruzione totale
~1	800	crollo maggior parte edifici

Tabella n.1 (fonte NEPS, pub. A-1-1-4)

Nota: questo è il retro dell'ultima pagina del Capitolo VII AVVERTIMENTI.

ALLEGATI

Nota: questa pagina è il retro della copertina Allegati.

ALLEGATO "A"
CATEGORIE DI AE

Appendice A-1

**Elenco (non esaustivo) del munizionamento categoria
"Extremely Heavy-Cased"**

Projectiles	
M1911, 8-IN	Mk 29, 3-IN/50, (AP)
M97, 20-MM	Mk 3 Mod 7,3-IN
Mk 14, 16-IN	Mk 3 Mods 2-5, 16-IN, (AP)
Mk 14, 8-IN (Common)	Mk 5 Mods 1-6, 16-IN, (AP)
Mk 19, 8-IN (AP)	Mk 6 Mod 6, 4-IN
Mk 20 Mods 0-4, 6-IN (Naval)	Mk 8 Mods 1-8, 16-IN, (AP)
Mk 21, 8-IN (AP)	Mk II, 37-MM
Mk 22, 14-IN	
Chemical	
LIVENS, 8-IN	M360, 105-MM
M1, 75-MM	M375, 81-MM
M110, 155-MM	M426, 8-IN
M122, 155-MM	M60, 105-MM
M15, (grenade)	Mk 2, 75-MM
M2/M2A1, 4.20-IN	STOKES, 4-IN
M302, 60-MM	
Black Powder	
Mk 2 Mod 0, (Common 1-Pounder)	Mk I, 4.7-IN (anti-aircraft – gun model 1918)
British Shrapnel, 6-IN	Mk I, 4.7-IN (anti-aircraft – gun model 1917)
Cannonball, 10-IN (C)	Mk I, Shrapnel, 75-MM
Cannonball Shell, 11-IN (Civil War Era)	Mk III, QF, 1 Pounder
Cannonball, 32-LB (Civil War Era)	Mortar, 13-IN (Civil War Era)
Cannonball, 8-IN (Civil War Era)	Parrot, 100-LB (Civil War Era)
Cannonball, 9-IN	Polygonal Cavity Shell, 12-LB (Civil War Era)
Cannonball, Columbiad, 8-IN (Civil War Era)	Projectile, 32-LB (Civil War Era)
Mk I Shrapnel, 155-MM	Shrapnel, 12-LB (Civil War Era)
Mk I, 37-MM	Shrapnel, 3.8-IN
Fuzes	
M423, (PD)	M427, (PD)

Appendice A-2

Elenco (non esaustivo) del munizionamento categoria "Robust"

Bombs	
AN-M65A-1, 1,000-LB (Comb-B)	Mk 3 Mod 0, 500-LB, 11.75-IN (Tiny Tim)
AN-M65A1, 1,000-LB (TNT)	Mk 40 Mod 0, (Bullpup B)
BLU-109 (PBXN-109)	Mk 81 Mod 1, 250-LB, (H-6)
BLU-109 (Tritonal)	Mk 81 Mod 1, 250-LB, (Tritonal)
BLU-110, (PBXN-109)	Mk 82 Mod 1, 500-LB, (H-6)
M41,20-LB, FRAG (Comp-B)	Mk 83, 1000-LB, (H-6)
M82, 90-LB, FRAG	Mk 84, 2000-LB, (H-6)
M83, 4-LB, FRAG	Mk 84, 2000-LB, (Tritonal)
Mk 13 Mod 2, GP, 100-LB	
Projectiles	
M940, 20MM, MPT-SD	M49A2, 60-MM
British Naval, 4.5-IN	M49A3, 60-MM
Chinese, 57-MM (unknown model)	M49A5, 60-MM
M1, 105-MM	M56A4, 20-MM
M101, 155-MM	M650, 8-IN
M103, 8-IN	M657, 152-MM
M106, 8-IN	M67, 105-MM (Comp-B)
M107, 155-MM (Comp-B)	M67, 105-MM (Pentolite)
M107, 155-MM (TNT)	M71, 90-MM
M114, 240-MM	M73, 4.7-IN
M306, 57-MM	M792, 25-MM
M329, 4.2-IN (with supplementary charge)	M793, 25-MM
M329, 4.2-IN (without supplementary charge)	M795, 155-MM (TNT)
M344, 106-MM (warhead)	M933, 120-MM
M348, 90-MM	M934, 120-MM
M352, 76-MM	Mk 1 20-MM
M356, 120-MM	Mk 1, 75-MM
M362A1, 81-MM	Mk 1A1, 8-IN
M371A1, 90-MM	Mk 211 Mod 0, (.50 caliber)
M374, 81-MM	Mk 24, 8-IN

Appendice A-2 (segue)**Elenco (non esaustivo) del munizionamento categoria
"Robust"**

Projectiles – Cont.	
M383, 40-MM (grenade)	Mk 34, 6-IN/47
M3A1, 4.2-IN	Mk 35, 5-IN/38
M406, 40-MM (grenade)	Mk 41, 5-IN
M42, 81-MM	Mk I & Mk III, 155-MM
M430, 40-MM (grenade)	Mk I, 4.7-IN
M431, 90-MM	Mk II, 40-MM
M437-series, 175-MM	Stokes, 3-IN
M456, 105-MM	Stokes, 4-IN
M48, 75-MM	Trench Mortar, 6-IN
Fuzes	
M517, (proximity)	M907E2
M103	Mk III (adapter booster)

Appendice A-3

**Elenco (non esaustivo) del munizionamento categoria
"Non Robust"**

Bombs	
AN-M30A1, 100-LB	M64A1, 500-LB, (TNT)
M57, 200-LB, (Amantol)	M66A2, 2000-LB
M57, 200-LB, (TNT)	Mk I, 50-LB, (Demolition)
M64A1, 500-LB, (Comp-B)	Mk I, GP, 100-LB
Projectiles	
M123-series, 165-MM	M45, 81-MM
M-136, 84-MM (AT-4)	M56, 81-MM
M433, 40-MM (HEDP grenade)	
Guided Missile/Warhead	
AGM-114K2, Hellfire (warhead and rocket motor)	AGM-114K2, Hellfire (warhead with fragmentation sleeve)
AGM-114K, Hellfire (warhead and rocket motor)	AGM-114M, Hellfire (warhead with fragmentation sleeve)
AGM-114K, Hellfire (Warhead) (LX-14)	AGM-114N, Hellfire (warhead and rocket motor)
AGM-114K, Hellfire (Warhead) (PBXN-9)	AGM-114N, (Warhead) (PBXN-112)
AGM-114K2, Hellfire (Warhead and rocket motor with fragmentation sleeve)	M258, 2.75-IN (Stinger warhead)
Rocket/Rocket Warhead	
M72A2, 66-MM (LAW), (Warhead)	Mousetrap rocket, 7.2-IN (TNT)
M207, TOW (Warhead)	Mousetrap rocket, 7.2-IN, (HBX-1)
Mk 1, (Dragon 2)	
Rocket Motors	
M8, (JATO)	Mk 40, 2.75-inch
Submunition/Scatterable	
AN-M69X, 6-LB	Mk 118, (Rockeye)

Appendice A-3 (segue)

**Elenco (non esaustivo) del munizionamento categoria
"Non Robust"**

Landmine	
French, WWI, Landmine	M1A1 (AT)
M15 (AT)	M21 (AT)
M18A1 (APERS)	
fuzes	
M213, (grenade)	M564, MTSQ
FMU-54/B	M6, (grenade)
M204, (grenade)	M716, (PD)
M206, (grenade)	M717, (PD)
M532, (proximity)	Mk 344 Mod 0
M557, (with booster cup)	Mk 395 Mod 1
Miscellaneous	
M1A2, (bangalore)	M28, (rifle grenade)
M26A2, (hand grenade)	M31, (rifle grenade)
Black Powder	
Mk 1 Bomb, 25-LB (practice)	

Appendice A-4**Rapporto di equivalenza di alcuni esplosivi di impiego militare con il TNT**

Tipi di esplosivo	Rapporto di equivalenza	Densità di caricamento g/cm³
Secondary, Booster and Primary Explosives		
AFX-757	1.55	1.85
AFX-795	1.04	1.62
AFX-900	1.50	1.58
AFX-1100	1.06	1.58
AFX-1209 (Type I and II)	1.00	5.70
AFX-1282	0.68	3.60
Amatol 50/50	0.97	1.59
Amatol 60/40	0.97	1.59
Amatol 80/20	1.30	1.46
Ammonal	1.22	1.65
Ammonium Perchlorate	0.60	1.95
ANFO 96/4	0.83	0.82-1.29
Baratol	0.83	2.55
Baronal	1.04	2.32
Black Powder	0.43	1.01
CH-6	1.38	1.72
Composition A-3	1.09	1.65
Composition B	1.16	1.65
Composition B-2	1.16	1.68
Composition B-4	1.27	1.74
Composition C	1.20	1.65
Composition C-2	1.26	1.57
Composition C-3	1.09	1.6
Composition C-4	1.37	1.60
Cyclotol 50/50	1.16	1.63
Cyclotol 60/40	1.16	1.72
Cyclotol 65/35	1.11	1.71

Appendice A-4 (segue)

Rapporto di equivalenza di alcuni esplosivi di impiego militare con il TNT

Tipi di esplosivo	Rapporto di equivalenza	Densità di caricamento g/cm³
Secondary, Booster and Primary Explosives – Cont.		
Cyclotol 70/30	1.14	1.70
Cyclotol 75/25	1.26	1.71
Depth Bomb Explosive (DBX)	1.27	1.76
DATB (1,3- Diamino-2,4,6-trinitrobenzene)	0.96	1.80
Destex	1.21	1.69
Diethylene Glycol Dinitrate (DEGN) liquid	0.77	1.38
2,4-Dinitrotoluene (DNT)	0.85	1.32
Dynamite, low Velocity	0.57	1.10
Dynamite, Medium Velocity, M1	0.86	1.10
Ednatol 55/45	1.10	1.65
Ethylene Glycol Dinitrate (EGDN)	1.56	1.49
Ethylene Dinitramine (HDNA) Haleite	1.22	1.55
Explosive D (Ammonium Picrate)	0.91	1.55
HTA-3	1.20	1.9
HMX	1.56	1.88
HNS	1.30	1.72
Lead Azide	0.39	4.00
Lead Styphnate	0.32	2.90
LX-01	1.58	1.23
LX-02	1.30	1.44
LX-03	1.24	1.45
LX-04	1.20	1.86
LX-07	1.31	1.87

Appendice A-4 (segue)

Rapporto di equivalenza di alcuni esplosivi di impiego militare con il TNT

Tipi di esplosivo	Rapporto di equivalenza	Densità di caricamento g/cm³
Secondary, Booster and Primary Explosives – Cont.		
LX-08	1.47	1.42
LX-09	1.48	1.84
LX-10	1.49	1.90
LX-11	1.03	1.86
LX-14	1.85	1.85
LX-16	1.46	1.60
LX-17	1.20	1.91
Mercury Fulminate	0.29	4.42
Minol II	1.20	1.82
Nitroglycerin	1.81	1.59
Nitroguanidine	0.79	1.64
Nitrostarch	0.85	0.92
Nitrocellulose	0.96	1.10
Octol 70/30	1.14	1.80
Octol 70/25	1.16	1.81
Octol 85/15	1.30	1.86
PAX-2A	1.40	1.74
PAX-21	1.20	1.72
PBX(AF)-108	1.43	1.57
PBX-9010	1.29	1.78
PBX-9404	1.44	1.85
PBX-9501	1.52	1.83
PBX-9502	1.33	1.72
PBXIH-135	1.60	1.67
PBXIH-18	1.70	1.97
PBXN-103	1.31	1.89

Appendice A-4 (segue)**Rapporto di equivalenza di alcuni esplosivi di impiego militare con il TNT**

Tipi di esplosivo	Rapporto di equivalenza	Densità di caricamento g/cm³
Secondary, Booster and Primary Explosives – Cont.		
PBXN-105	1.11	1.90
PBXN-106	1.25	1.63
PBXN-109	1.43	1.70
PBXN-110	1.44	1.68
PBXN-111 (formerly PBXW-115)	1.40	1.80
PBXN-201	1.20	1.74
PBXN-4	0.85	1.71
PBXN-9	1.30	1.76
PE-3A	1.30	-
PE-4A	1.30	1.60
PE-9	1.37	1.60
Pentolite 90/10	1.26	1.66
Pentolite 50/50	1.38	1.67
PTEN	1.27	1.77
Photoflash powder	0.83	1.04
Picratol 52/48	0.93	1.63
Picric Acid	1.07	1.69

Appendice A-4 (segue)

Rapporto di equivalenza di alcuni esplosivi di impiego militare con il TNT

Tipi di esplosivo	Rapporto di equivalenza	Densità di caricamento g/cm³
Secondary, Booster and Primary Explosives – Cont.		
RDX	1.46	1.80
Tetryl	1.07	1.73
Tetrytol 40/60	1.12	1.60
Tetrytol 65/35	1.19	1.60
Tetrytol 70/30	1.20	1.60
Tetrytol 75/25	1.22	1.59
Tetrytol 80/20	1.23	1.51
TNTB (2,2,2-Trinitroethyl-4,4,4-Trinitrobutyrate)	1.36	1.78
TNT	1.00	1.62
Torpex	1.28	1.85
Tritonal 80/20	1.07	1.77

Appendice A-5

Rapporto di equivalenza di alcuni esplosivi di produzione industriale con il TNT

Tipi di esplosivo	Composizione generica	Rapp. di eq. con TNT	Densità di caricamento g/cm³
Bulk Blends/Emulsions/Slurries: Paper or Plastic Bag, Chub, or Shot Bag Packaged or Truck Loaded			
Ammonium nitrate (dry bulk)	--	0.58	1.10
ANFO	Ammonium nitrate 94,5%, fuel oil 5,4%	0.83	0.90
ANFO, Bio Prill, TOVEX	Ammonium nitrate 96%, and 4% of No. 4 fuel oil	0.90	1.10
ANFO 20/80, Heavy emulsion	Typical fuel mixture consist of a water/ANFO ratio. Oxdizing salts typically include calcium nitrate or sodium perchlorate. Combustible fuels include, mineral oil, diesel fuel or kerosene.	0.98	1.05
ANFO 25/75, Heavy emulsion		1.01	1.13
ANFO 30/70, Heavy emulsion		1.03	1.20
ANFO 35/65, Heavy emulsion		1.04	1.25
ANFO 40/60, Heavy emulsion		1.06	1.30
ANFO 45/55, Heavy emulsion		1.07	1.35
ANFO 50/50, Heavy emulsion		1.03	1.30
ANFO 55/45, Heavy emulsion		1.02	1.30
ANFO 60/40, Heavy emulsion, (Truck blended & pumped)		1.00	1.30
ANFO 65/35, Heavy emulsion, (Truck blended & pumped)		0.99	1.30
ANFO 70/30, Heavy emulsion, (Truck blended & pumped)		0.97	1.30
ANFO 75/25, Heavy emulsion, (Truck blended & pumped)		0.95	1.30
ANFO 80/20, Heavy emulsion, (Truck blended & pumped)		0.94	1.30

Appendice A-5 (segue)

Rapporto di equivalenza di alcuni esplosivi di produzione industriale con il TNT

Tipi di esplosivo	Composizione generica	Rapp. di eq. con TNT	Densità di caricamento g/cm ³
Bulk Blends/Emulsions/Slurries: Paper or Plastic Bag, Chub, or Shot Bag Packaged or Truck Loaded			
Blends	Typical fuel mixtures include ammonium nitrate and water. Oxidizing salts may include sodium nitrate, calcium nitrate, and/or sodium perchlorate. Combustible fuels typically consist of mineral oil or kerosene.	0.90-1.07	1.10
Emulsions	Typical fuel mixtures include ammonium nitrate or ANFO and water. Some may be boosted with PETN or TNT, nitrocellulose, nitroglycerin, nitroguanidine, dibutylphthalate, dinitrotolulene, diphenylamine, Oxidizing salts may include sodium perchlorate. Combustible fuels typically consist of mineral oil or kerosene.	0.70-1.07	1.10-1.42
Slurries	Typical fuel mixtures include ammonium nitrate or ANFO and water. Oxidizing salts may include sodium nitrate, calcium nitrate and/or sodium perchlorate. Combustible fuels typically consist of mineral oil or kerosene.	1.00	1.20

Appendice A-5 (segue)

Rapporto di equivalenza di alcuni esplosivi di produzione industriale con il TNT

Tipi di esplosivo	Composizione generica	Rapp. di eq. con TNT	Densità di caricamento g/cm ³
Bulk Blends/Emulsions/Slurries: Paper or Plastic Bag, Chub, or Shot Bag Packaged or Truck Loaded			
Dynamites	Typical fuel mixtures include nitroglycerin, ethylene glycol dinitrate (EGDN), nitrocellulose, and sulfur. Oxidizing salt typically includes sodium nitrate. Combustible fuels may include sawdust, aluminum, coal dust, sugar, and/or fuel or mineral oil.	0.88-1.14	1.30-1.50
Water Gelatins	Typical fuel mixtures include nitroglycerin, ethylene glycol dinitrate (EGDN), nitrocellulose, ammonium nitrate, in some cases TNT, and aluminum and/or sulfur. Oxidizing salts may include a combination of monomethylamine nitrate, sodium nitrate, or sodium perchlorate. Hexamethylene tetramine (HTM), and nitric acid may also be used. Combustible fuels may include sawdust, aluminum, coal dust, gilsonite, sugar and some may contain a fuel or mineral oil.	1.00-1.35	0.99-1.54
Boosters	Typically fuels or mixtures include PETN or TNT (Pentolite) or a combination of PTEN/TNT and RDX and/or HMX; aluminum may also be included. Some may contain oxidizing salts such as sodium nitrate.	1.26	1.60

Appendice A-6**Rapporto di equivalenza di alcuni miscugli esplosivi artigianali (HME) con il TNT**

Tipo di esplosivo	Rapporto di equivalenza	Densità di caricamento g/cm³
(COOP) SODIUM CHLORATE-INTROBENZENE	0.50	1.58-1.80
(ANAL) AMMONIUM NITRATE-ALUMINUM	0.80-1.00	0.82-1.30
(ANNIE) AMMONIUM NITRATE-NITROBENZENE	0.50-1.00	0.82-1.20
(HMTD) HEXAMETHYLENETRIPEROXIDE DIAMINE	0.80-1.00	0.48
(TAPT) TRICETONE-TRIPEROXITE	0.73-0.88	1.22
Ammonium nitrate/Al/sugar (85/10/5)	0.70	1.73
Ammonium nitrate/antifreeze 80/10	0.61	0.98
Ammonium nitrate/antifreeze 80/20	0.13	1.28
Carbon Tetrachloride/Al 35/65	0.09	1.45
FLASH POWDER	0.80	0.80
Hydrogen peroxide/acetone 87/13	0.09	1.00
Nitric acid/nitrobenzene 72/28	1.26	1.51
Potassium permanganate/Al 90/10	0.18	1.83
Potassium permanganate/Al 90/20	0.60	1.61

Appendice A-6 (segue)**Rapporto di equivalenza di alcuni miscugli esplosivi artigianali (HME) con il TNT**

Tipo di esplosivo	Rapporto di equivalenza	Densità di caricamento g/cm³
Potassium pergamenate/Al/sugar (80/10/10)	0.11	1.65
Potassium pergamenate/Al/sugar (85/10/5)	0.09	1.73
Potassium pergamenate/cing sugar (90/10)	0.59	1.62
Potassium pergamenate/cing sugar (90/20)	0.16	1.64
Potassium pergamenate/Mg (90/10)	0.80	1.67
Potassium pergamenate/sulphur (90/10)	0.59	1.71
Explosive grade prill/diesel (90/10)	0.68	0.86
Explosive grade prill/diesel (96/4)	0.70	0.98
Explosive grade prill/diesel (96/6)	0.79	1.02
Explosive grade prill/diesel (94/6)	0.80	0.82

Appendice A-6 (segue)**Rapporto di equivalenza di alcuni miscugli esplosivi artigianali (HME) con il TNT**

Tipo di esplosivo	Rapporto di equivalenza	Densità di caricamento g/cm³
Fertilizer grade prill/diesel (94/8)	0.70	0.83
Fertilizer grade prill/diesel (96/4)	0.52	0.98
Ground ammonium nitrate/Al (325 mesh) (85/15)	0.92	0.95
Ground ammonium nitrate/Al (325 mesh) (90/10)	0.81	0.98
Ground ammonium nitrate/Al (400 mesh) (90/10)	0.80	0.89
Ground ammonium nitrate/Bullseye gun powder (85/15)	0.57	0.94
Ground ammonium nitrate/diesel (94/6)	0.71	0.89
Ground ammonium nitrate/cing sugar (91.7/8.3)	0.53	1.06
Ground ammonium nitrate/lampblack (85/15)	0.07	1.11
Ground ammonium nitrate/nitrobenzene (90/10)	0.77	0.94
Ground ammonium nitrate/nitromethane (71/29)	0.75	1.40
Ground ammonium nitrate/sulphur (85/15)	0.48	1.12
Ground ammonium nitrate/Ti spong (90/10)	0.60	1.04
Potassium permanganate/sulphur (95/10)	0.73	1.71
Urea nitrate	0.56	0.71

Appendice A-7
AE a frammentazione
Lavori di protezione con sacchetti di sabbia

NEW QD dell'ordigno esplosivo	spessore¹²	Distanza approssimativa di protezione orizzontale dei sacchetti	Picco di sovrappressione approssimativo a 24 metri¹³
kg	mm/m	m	kPa
<0,19	305	67	0,345
>0,19<0,91	914	101	0,965
>0,91<6,99	1,83 m	101	1,24

¹² Spessore minimo delle pareti e del tetto costruite con i sacchetti di sabbia.

¹³ Si assume una carica di brillamento di 100 grammi di C4.

ALLEGATO "B"

**CALCOLO DELLE DISTANZE DI SICUREZZA
RELATIVE ALLA PROPAGAZIONE DELL'ONDA
DI SOVRAPPRESSIONE E ALLA PROIEZIONE
DELLA FRAMMENTAZIONE**

1. DISTANZE DI SICUREZZA DI EMERGENZA

a. Distanza di sicurezza minima in caso di minaccia da AE non specificata

Nella fase di pre-allertamento, in assenza di informazioni specifiche che consentano di stabilire il pericolo per la popolazione e i rischi associati, deve essere applicata una distanza di sicurezza mai inferiore a [381 m] per ordigni convenzionali (CM, UXO o ERW).

Invece per IED:

- ordigno delle dimensioni di una valigetta 24 ore: [100 m];
- auto bomba: [200 m];
- IED di grandi dimensioni, inclusi furgoni e camion bomba o dove siano presenti rischi secondari: [400 m].

b. Informazioni parziali su AE

In funzione delle informazioni riportate è possibile prefigurare il tipo di minaccia come indicato di seguito:

- nel caso non sia noto il tipo di caricamento , utilizzare come EEW il valore [1,4], riferito alla sostanza esplosiva più potente;
- in caso sia noto, approssimativamente, il volume e la forma di AE è possibile stimare il peso del contenuto (**NEWQD**) ed utilizzare la Tabella B-1 per la BOD, la Tabella B-2 per la HFD e la Tabella B-5 in caso emerga la possibilità che l'AE sia preintagliato;
- in caso sia noto il **diametro** di AE la stima risulta ancora più agevole, utilizzando la Tabella B-3 per la determinazione della BOD, la Tabella B-4 per la HFD e la Tabella B-6 in caso emerga la possibilità che l'AE sia preintagliato.

2. DISTANZE DI SICUREZZA INIZIALI

Si assume quale possibilità una detonazione accidentale. Nel determinare il quantitativo di esplosivo non si deve mai utilizzare un coefficiente di equivalenza (EEW TNT) inferiore a [1].

a. BOD (Blast Overpressure Distance)

Calcolo della distanza di sicurezza riferita all'onda di sovrappressione (determinato da NEW di AE):

$$D = K * C^{1/3} \quad (\text{EQN})$$

dove:

- D è la distanza in [m]
- K è la distanza scalata in [m/Kg^{1/3}]
- C^{1/3} è la radice cubica del NEW in [Kg]

Da impiegare per la definizione delle distanze di sicurezza iniziali.

I valori saranno da stimare rispetto a:

- [K19,84] per personale giudicato (protetto) essenziale, equivalente a un picco di sovrappressione di 6,1 kPa ;
- [K130,16] per la popolazione, equivalente a un picco di sovrappressione di 0,46 kPa.

In alternativa, noto il NEWQD, utilizzare **Tabella B-1**.

Tale distanza di sicurezza iniziale non considera l'influenza dell'involucro.

b. HFD (Hazardous Fragmentation Distance)

Calcolo della distanza di sicurezza riferita al potenziale pericolo costituito dal raggio di proiezione dei frammenti in caso di esplosioni accidentali (determinato da NEW di AE):

$$D = 110 * C^{0,164} \quad (\text{EQN1})$$

dove:

- D è la distanza in [m]
- 110 è il valore della distanza scalata in $[m/Kg^{1/3}]$
- C è il NEW in [Kg] elevato a $n=0,164$;

Da impiegare per la definizione delle *distanze di sicurezza iniziali* (in alternativa alla Tabella B-3).

In fase di esecuzione delle tecniche di bonifica e delle procedure di messa in sicurezza è la distanza minima alla quale il personale essenziale alla condotta delle operazioni (per lo scopo di questa SOP, solo gli operatori EOD) può sostare se opportunamente riparato frontalmente e superiormente.

In alternativa, noto il NEWQD, utilizzare **Tabella B-2**.

3. STIMA DISTANZE DI SICUREZZA FINALI

Si assume la possibilità di una detonazione intenzionale in quanto i valori sono predisposti per le procedure di messa in sicurezza (RSP) ed eventuale distruzione in sito. In tale stima si tiene conto delle distanze massime di separazione PES-ES dovute sia al caricamento esplosivo sia all'involucro riferite alla popolazione e aumentate del 33% in sede di aggiustamento rispetto a situazioni particolari.

a. MFD-H (Maximum Fragment Distance - Horizontal)

Calcolo della distanza di sicurezza (orizzontale) riferita al raggio di frammentazione:

$$D = 976,4 + 172,5 * LN (C) \quad (EQN2)$$

dove:

- D è la distanza in [m]
- LN (anche \log_e) è il logaritmo naturale di NEW in [Kg]

Tale modello considera il peggiore dei casi.

Utilizzando la **Tabelle B-2** o **B-5** (non B-4 e B-6!), invece, si deve considerare, in quanto conosciuto, il tipo di involucro, secondo la nota categorizzazione di AE, che si riporta di seguito:

- "*Non-Robust Munitions*" se l'involucro è costituito da materiale poco pesante (lamierino, plastica, cartone, ecc) e:
 - lo spessore è uguale o inferiore a 1 cm;
 - il rapporto peso della carica esplosiva/peso della munizione è superiore all'80%, con conseguente lieve capacità di produrre un effetto scheggiante;
- "*Robust*" se l'involucro è costituito da materiale molto pesante (ferro, ghisa, acciaio, ecc.) e:
 - lo spessore è compreso tra 1 e 2 cm;
 - il rapporto peso della carica esplosiva/peso della munizione è tra il 60% e l'80%, con conseguente buona capacità di produrre un effetto scheggiante;
- "*Extremely-Heavy Cased Munitions*" se l'involucro è costituito da materiale molto pesante (ferro, ghisa, acciaio, ecc) ovvero rinforzato con:
 - spessore è superiore a 2 cm;
 - rapporto peso della carica esplosiva/peso della munizione inferiore al 60%, con conseguente elevata capacità di produrre effetto scheggiante.

b. MFD – V (Maximum Fragment Distance - Vertical)

Calcolo della distanza di sicurezza (verticale) riferita al raggio di frammentazione:

$$\text{MFD-V} = 0,932 * (\text{MFD-H})^{0,974} \quad \begin{array}{l} \text{Allegato "B"} \\ \text{(EQN3)} \end{array}$$

Per tale parametro non sono disponibili valori tabellari.

c. Aggiustamento distanze di sicurezza finali

Una volta determinati i parametri QD (BOD, HFD, MFD-H e MFD-V) secondo i metodi descritti, nel caso:

- (1) di contenitori/proietti/teste da guerra preintagliati ovvero a frattura prestabilita;
- (2) di detonazione intenzionale di AE impilati/accantonati/rinvenuti nello stesso punto ovvero nelle immediate vicinanze;
- (3) di esecuzione di una tecnica di bonifica e/o procedura di messa in sicurezza quali il "brillamento", l'"alto ordine" e il "basso ordine" da impiegare per la disattivazione ovvero bonifica finale di AE,

APPLICARE

MFD-H * 1,33

MFD-V * 1,33

Infatti, in presenza di AE muniti di involucro, MFD-H e MFD-V costituiscono i valori più importanti nel definire una distanza di sicurezza applicabile con basso rischio per la popolazione e sono i valori che devono essere aumentati in ragione degli effetti incrementali elencati.

4. CALCOLO DELLA DISTANZA SCALATE K

Data una distanza D di separazione PES-ES (es. un'abitazione nelle vicinanze), si possono stabilire:

- il quantitativo massimo di esplosivo C corrispondente al NEW, assunto un K:

$$C = (D / K)^3$$

- la distanza scalata K, noto il NEW di AE:

$$K = D / C^{1/3}$$

dove:

- D distanza assunta in [m]
- $C^{1/3}$ è la radice cubica del NEW in [Kg]

Tabella B-1

**Picco massimo dell'onda di sovrappressione prodotta
in relazione al NEWQD¹⁴**

NEWQD	K 19,84 (6,1 KPa)	K130,16 (0,46 KPa)	NEWQD	K 19,84 (6,1 KPa)	K130,16 (0,46 KPa)
Kg	m	m	Kg	m	m
0,11	10	63	2268	260	1705
0,23	12	79	2722	276	1811
0,45	15	100	3175	291	1907
0,68	17	114	3629	304	1994
0,91	19	126	4082	316	2073
1,13	21	136	4536	327	2147
1,36	22	144	4990	338	2217
1,59	23	152	5443	348	2282
1,81	24	159	5897	357	2343
3,63	30	200	6350	366	2402
5	33	215	6804	375	2458
9	41	271	7257	383	2511
14	47	310	7711	391	2562
18	52	341	8165	398	2612
23	56	368	8618	405	2659
27	60	391	9072	412	2705
32	63	411	11340	444	2913
36	66	430	13608	472	3096
41	68	447	15876	497	3259
45	71	463	18144	519	3407
91	89	584	20412	540	3643
136	102	668	22680	559	3670
181	112	735	24948	577	3788
227	121	792	27216	594	3900
272	128	841	29484	610	4005
318	135	886	31751	626	4105
363	141	926	34019	640	4200
408	147	963	36287	654	4292
454	152	997	38555	668	4379
907	192	1256	40823	680	4463
1361	219	4138	43091	693	4544
1814	241	1583	45359	705	4623

¹⁴ La massa esplosiva si intende priva di contenitore/involucro.

Tabella B-2

MFD-H e HFD da applicare in relazione al NEWQD

(Attenzione: in caso di distruzione intenzionale in alto ordine o in basso ordine i valori MFD-H devono essere **augmentati del 33%**.)

NEWQD	Maximum Fragmentation Distance Horizontal			Hazardous Fragmentation Distance		
	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust
Kg	m	m	m	m	m	m
0,05	435	341	222	46	34	31
0,11	575	435	273	61	47	47
0,23	690	514	315	74	58	61
0,45	812	598	363	88	71	76
0,91	936	686	413	103	85	93
1,13	976	715	430	108	90	99
1,36	1009	739	444	112	94	104
1,59	1037	760	456	116	98	108
2,04	1082	793	476	121	104	114
2,49	1118	820	492	126	109	120
2,95	1147	843	505	130	113	124
3,40	1173	863	517	133	117	128
3,86	1195	880	527	136	120	132
4,31	1214	895	536	139	123	135
4,53	1223	902	540	140	125	136
5,44	1255	928	555	145	130	141
6,8	1294	959	573	150	136	147
7,25	1305	968	579	152	138	149
6	1343	999	597	157	145	156
14	1411	1056	631	167	157	167
18	1458	1096	655	174	166	176
23	1494	1128	674	180	174	183
27	1524	1154	689	185	180	188
32	1548	1176	701	189	185	193
36	1570	1195	712	192	190	197
41	1588	1212	722	195	194	201
45	1605	1227	731	198	198	204
68	1669	1286	763	209	214	218
91	1714	1328	785	218	225	228
113	1749	1360	803	224	234	237

Tabella B-2 (segue)

MFD-H e HFD da applicare in relazione al NEWQD

(Attenzione: in caso di distruzione intenzionale in alto ordine o in basso ordine i valori MFD-H devono essere **augmentati del 33%**.)

NEWQD	Maximum Fragmentation Distance Horizontal			Hazardous Fragmentation Distance		
	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust
Kg	m	m	m	m	m	m
136	1777	1387	816	229	242	244
158,8	1802	1410	828	234	249	250
181	1823	1430	837	238	255	256
204	1842	1448	846	242	261	261
227	1858	1464	853	245	266	265
272	1888	1492	866	251	274	274
318	1913	1515	876	256	282	281
363	1935	1536	885	261	289	288
408	1955	1554	893	265	295	294
454	1972	1571	900	2168	301	300
680	2043	1636	924	283	323	323
907	2095	1683	940	295	340	242
1134	2137	1721	952	304	355	358
1361	2172	1752	961	312	367	372
1588	2203	1779	969	319	377	385
1814	2231	1803	975	325	287	397
2041	2255	1825	980	331	395	407
2268	2278	1844	984	336	403	418
2722	2319	1878	992	345	417	436
3175	2355	1907	997	354	430	453
3629	2387	1933	1002	361	441	469
4082	2416	1957	1006	368	451	483
4536	2442	1978	1009	374	460	497
6804	2552	2063	1020	400	499	556
9072	2637	2127	1026	420	529	606
11340	2708	2179	1029	437	554	649
13608	2770	2223	1032	452	576	689
15876	2825	2262	1033	465	595	725

Tabella B-3

**Picco massimo dell'onda di sovrappressione prodotta
in relazione al diametro di AE¹⁵**

DIAMETRO	Extremely heavy cased		Robust		Non-Robust	
	K 19,84 (6,1 KPa)	K 130,16 (0,46 KPa)	K 19,84 (6,1 KPa)	K 130,16 (0,6 KPa)	K 19,84 (6,1 KPa)	K 130,16 (0,46 KPa)
mm	m	m	m	m	m	m
13	3	22	3	18	4	25
25	5	33	6	38	7	48
38	7	44	9	58	11	70
51	12	78	19	126	21	135
64	10	66	16	103	21	113
76	12	78	19	126	21	135
89	14	89	23	150	24	157
102	15	101	27	175	27	179
114	17	114	30	200	31	200
127	19	126	34	226	34	222
140	21	139	38	252	37	244
152	23	153	43	279	41	267
165	25	166	47	307	44	289
178	27	180	51	335	47	311
191	30	195	55	363	51	333
203	32	203	60	392	54	356
216	34	224	64	421	58	378
229	36	239	69	451	61	400
241	39	254	73	481	64	423
254	41	270	78	511	68	446
267	44	286	83	542	71	468
279	46	303	87	573	75	491
292	49	319	92	605	78	514
305	51	336	97	636	82	537
318	54	353	102	669	85	560
330	57	371	107	701	89	583
343	59	388	112	734	92	606
356	62	407	117	767	96	629
368	65	425	122	801	99	652
381	68	443	127	835	103	675
394	70	462	132	869	106	699
406	73	482	138	903	110	722
419	76	501	143	938	114	745
432	79	521	148	973	117	769
445	82	541	154	1008	117	792
457	86	561	159	1044	124	816

¹⁵ La massa esplosiva si intende completa di contenitore/involucro.

Tabella B-4

MFD-H e HFD da applicare in relazione al diametro di AE

(È **assolutamente vietato** ai fini dell'esecuzione dell'intervento effettuare stime sulla base della presente Tabella. L'eventuale stima è accettabile solo per ottenere distanze di sicurezza di emergenza fino al puntuale e definitivo riconoscimento di AE.)

DIAMETRO	Maximum Fragmentation Distance Horizontal			Hazardous Fragmentation Distance		
	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust
mm	m	m	m	m	m	m
13	118	124	71	8	10	4
25	214	227	147	19	28	14
38	290	313	214	32	46	28
51	356	388	273	44	62	41
64	416	455	327	55	77	54
76	472	517	375	66	90	66
89	525	574	419	76	103	77
102	576	628	460	86	114	88
114	625	679	497	95	124	98
127	673	728	532	104	134	107
140	720	775	565	113	144	115
152	767	821	595	121	153	123
165	813	864	624	128	161	131
178	859	907	651	135	169	138
191	904	948	676	142	177	144
203	949	988	700	149	185	151
216	995	1028	723	155	192	156
229	1040	1066	745	161	200	162
241	1085	1104	765	166	207	167
254	1130	1141	785	172	214	172
267	1175	1177	804	178	220	177
279	1220	1213	822	183	227	181
292	1266	1248	839	188	234	186
305	1311	1283	856	192	240	190
318	1357	1317	871	197	247	193
330	1403	1350	887	201	253	197
343	1449	1384	901	205	259	201
356	1495	1416	915	209	265	204
368	1542	1449	929	213	271	207
381	1589	1481	942	217	277	210
394	1636	1513	955	221	283	213
406	1683	1544	967	224	289	216

Tabella B-4 (segue)

MFD-H e HFD da applicare in relazione al diametro di AE

(È **assolutamente vietato** ai fini dell'esecuzione dell'intervento effettuare stime sulla base della presente Tabella. L'eventuale stima è accettabile solo per ottenere distanze di sicurezza di emergenza fino al puntuale e definitivo riconoscimento di AE.)

DIAMETRO	Maximum Fragmentation Distance Horizontal			Hazardous Fragmentation Distance		
	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust
mm	m	m	m	m	m	m
432	1779	1606	990	231	301	222
445	1827	1637	1001	234	307	224
457	1876	1667	1012	238	313	227
470	1925	1698	1022	241	319	229
483	1974	1727	1032	243	324	231
495	2023	1757	1042	246	330	234
508	2073	1787	1051	249	336	236
521	2123	1816	1060	252	342	238
533	2174	1845	1069	254	347	240
546	2225	1874	1077	257	353	242
559	2276	1903	1086	259	359	244
572	2327	1931	1094	262	365	245
584	2379	1960	1102	264	370	247
597	2432	1988	1109	266	376	249
610	2484	2016	1117	269	382	251
622	2537	2044	1124	271	387	252
635	2591	2072	1131	273	393	254
648	2644	2099	1138	275	399	255
660	2699	2127	1145	277	404	257
673	2753	2154	1151	279	410	258
686	2808	2182	1158	281	416	260
699	2863	2209	1164	282	421	261
711	2919	2236	1170	284	427	263
724	2975	2263	1176	288	433	264
737	3032	2290	1191	288	438	265
749	3088	2317	1187	289	444	266
762	3146	2343	1193	291	450	268
775	3203	2370	1198	292	455	269

Tabella B-4 (segue)

MFD-H e HFD da applicare in relazione al diametro di AE

(È **assolutamente vietato** ai fini dell'esecuzione dell'intervento effettuare stime sulla base della presente Tabella. L'eventuale stima è accettabile solo per ottenere distanze di sicurezza di emergenza fino al puntuale e definitivo riconoscimento di AE.)

DIAMETRO	Maximum Fragmentation Distance Horizontal			Hazardous Fragmentation Distance		
	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust
mm	m	m	m	m	m	m
787	3262	2396	1203	294	461	270
800	3320	2423	1208	295	467	271
813	3379	2449	1213	297	473	272
826	3438	2475	1218	298	478	273
838	3498	2501	1223	300	484	275
851	3558	2528	1227	301	490	276
864	3619	2554	1232	302	496	277
876	3680	2579	1236	303	501	278
889	3741	2605	1241	305	507	279
902	3803	2631	1245	306	513	280
914	3865	2657	1249	307	519	281
927	3928	2682	1253	308	525	282
940	3991	2708	1257	309	530	282
953	4055	2734	1261	311	536	283
965	4119	2759	1265	312	542	284
978	4183	2784	1269	313	548	285
991	4248	2810	1272	314	55	286
1003	4313	2835	1276	315	560	287
1016	4379	2860	1279	316	566	288
1029	4445	2886	1283	317	572	289
1041	4512	2911	1286	318	578	289
1054	4579	2936	1289	319	584	290
1067	4647	2961	1293	319	590	291
1080	4715	2986	1296	320	596	292
1092	4783	3011	1299	321	602	292
1105	4852	3036	1302	322	608	293
1118	4921	3061	1305	323	614	294
1130	4991	3085	1308	324	620	295

Tabella B-5

MFD-H e HFD da applicare in relazione al NEWQD con case preintagliati e/o a frattura prestabilita

(Attenzione: in caso di distruzione intenzionale in alto ordine o in basso ordine i valori MFD-H devono essere **augmentati del 33%**.)

NEWQD	Maximum Fragmentation Distance Horizontal (pre- formed/scored fragment warhead vs NEWQD)			Hazardous Fragmentation Distance (pre- formed/scored fragment warhead vs NEWQD)		
	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust
Kg	m	m	m	m	m	m
0,05	383	288	260	189	148	96
0,45	737	594	640	353	260	158
1,36	939	791	867	439	321	193
2,27	1036	893	982	479	351	210
5	1174	1043	1138	532	392	235
9	1314	1209	1301	584	434	260
14	1398	1314	1401	613	459	274
18	1459	1390	1472	634	477	285
23	1508	1454	1528	650	490	293
27	1546	1505	1574	662	502	299
36	1610	1589	1651	682	520	310
45	1661	1658	1712	698	534	318
91	1822	1885	1911	745	577	342
181	1992	2135	2140	792	622	364
272	2102	2296	2291	821	649	376
363	2181	2416	2411	841	668	385
454	2248	2515	2508	858	683	391

Tabella B-6

MFD-H e HFD da applicare noto il diametro di AE

(È **assolutamente vietato** ai fini dell'esecuzione dell'intervento effettuare stime sulla base della presente Tabella. L'eventuale stima è accettabile solo per ottenere distanze di sicurezza di emergenza fino al puntuale e definitivo riconoscimento di AE.)

Diametro	Maximum Fragmentation Distance Horizontal (pre- formed/scored fragment warhead vs NEWQD)			Hazardous Fragmentation Distance (pre- formed/scored fragment warhead vs NEWQD)		
	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust	Extremely Heavy Cased	Robust	Non Robust
mm	m	m	m	m	m	m
13	64	79	31	51	54	31
25	163	235	120	93	99	64
51	365	523	342	155	169	119
76	554	758	551	205	225	163
102	722	954	735	250	273	200
127	873	1125	895	293	317	231
152	1008	1278	1033	333	357	259
178	1130	1418	1153	373	394	283
203	1240	1549	1260	413	430	304
229	1342	1671	1355	452	464	324
254	1436	1788	1441	491	496	341
279	1521	1901	1518	531	527	357
305	1600	2010	1587	570	558	372
330	1674	2115	1651	610	587	386
356	1742	2220	1707	650	616	398
381	1804	2322	1760	691	644	409
406	1865	2421	1809	732	671	420
432	1918	2521	1855	773	698	430
457	1972	2618	1896	816	725	440

Tabella B-7**Riepilogo distanze di sicurezza**

(Attenzione: in caso di distruzione intenzionale in alto ordine o in basso ordine i valori MFD-H devono essere **aumentati del 33%**)

NEW	Radice cubica	BOD K19,84	BOD K130,16	HFD	MFD-H	MFD-V
C	$C^{1/3}$	EQN	EQN	EQN1	EQN2	EQN3
Kg		m	m	m	m	m
0,1	0,46	9	60	75	579	457
0,2	0,58	12	76	84	698	549
0,3	0,67	13	87	90	768	602
0,4	0,74	15	96	94	818	640
0,5	0,79	16	103	98	856	669
0,6	0,84	17	110	101	888	693
0,7	0,89	18	115	103	914	714
0,8	0,93	19	121	106	937	731
0,9	0,97	19	126	108	958	747
1	1	20	130	110	976	760
2	1,26	25	164	123	1095	851
3	1,44	29	187	131	1165	904
4	1,59	32	206	138	1215	941
5	1,71	34	222	143	1254	970
6	1,82	36	236	147	1285	994
7	1,91	38	249	151	1312	1014
8	2	40	260	154	1335	1031
9	2,08	42	270	157	1355	1047
10	2,15	43	280	160	1373	1060
11	2,22	44	289	162	1390	1073
12	2,29	46	298	165	1405	1084
13	2,35	47	306	167	1418	1094
14	2,41	48	313	169	1431	1104
15	2,47	49	321	171	1443	1113
16	2,52	50	328	173	1454	1121
17	2,57	51	334	175	1465	1129
18	2,62	52	341	176	1474	1137
19	2,67	53	347	178	1484	1144
20	2,71	54	353	179	1493	1150
21	2,76	55	359	181	1501	1157
22	2,80	56	364	182	1509	1163
23	2,84	57	370	183	1517	1168
24	2,88	58	375	185	1524	1174
25	2,92	58	380	186	1531	1179
26	2,96	59	385	187	1538	1184
27	3	60	390	188	1544	1189
28	3,04	61	395	189	1551	1194
29	3,07	61	399	191	1557	1198
30	3,11	62	404	192	1563	1203

Tabella B-7 (segue)

(Attenzione: in caso di distruzione intenzionale in alto ordine o in basso ordine i valori MFD-H devono essere **aumentati del 33%**.)

NEW	Radice cubica	BOD K19,84	BOD K130,16	HFD	MFD-H	MFD-V
C	$C^{1/3}$	EQN	EQN	EQN1	EQN2	EQN3
Kg		m	m	m	m	m
31	3,14	62	408	193	1568	1207
32	3,17	62	413	194	1574	1211
33	3,21	63	417	195	1579	1215
34	3,24	64	421	196	1584	1219
35	3,27	64	425	197	1589	1223
36	3,3	65	429	197	1594	1226
37	3,33	66	433	198	1599	1230
38	3,36	66	437	199	1603	1233
39	3,39	67	441	200	1608	1237
40	3,42	67	445	201	1612	1240
41	3,45	68	448	202	1616	1243
42	3,48	68	452	203	1621	1246
43	3,5	69	456	203	1625	1249
44	3,53	70	459	204	1629	1252
45	3,56	70	462	205	1633	1255
46	3,58	71	466	206	1636	1258
47	3,61	71	469	206	1640	1261
48	3,63	72	473	207	1644	1264
49	3,66	72	476	208	1647	1266
50	3,14	73	479	208	1651	1269
55	3,8	75	494	212	1667	1281
60	3,91	77	509	215	1682	1292
65	4,02	79	523	218	1696	1303
70	4,12	81	536	220	1709	1312
75	4,22	83	548	223	1721	1321
80	4,31	85	560	225	1732	1329
85	4,4	87	572	227	1742	1337
90	4,48	88	583	230	1752	1345
95	4,56	90	593	232	1761	1352
100	4,64	92	604	234	1770	1358
110	4,79	95	623	237	1787	1371
120	4,93	97	642	241	1802	1382
130	5,07	100	659	244	1816	1392
140	5,19	103	675	247	1828	1402
150	5,31	105	691	250	1840	1410
160	5,43	107	706	252	1851	1419
170	5,54	109	721	255	1862	1427
180	5,65	112	734	257	1872	1434
190	5,75	114	748	260	1881	1441

Tabella B-7 (segue)

(Attenzione: in caso di distruzione intenzionale in alto ordine o in basso ordine i valori MFD-H devono essere **aumentati del 33%**.)

NEW	Radice cubica	BOD K19,84	BOD K130,16	HFD	MFD-H	MFD-V
C	$C^{1/3}$	EQN	EQN	EQN1	EQN2	EQN3
Kg		m	m	m	m	m
200	5,85	116	761	262	1890	1448
210	5,94	117	773	264	1898	1454
220	6,04	119	785	266	1906	1460
230	6,13	121	797	268	1914	1465
240	6,21	123	808	270	1921	1471
250	6,3	124	819	272	1928	1476
260	6,38	126	830	273	1935	1481
270	6,46	128	841	275	1942	1486
280	6,54	129	851	277	1948	1491
290	6,62	131	861	278	1954	1495
300	6,69	132	871	280	1960	1500
310	6,77	134	880	281	1965	1504
320	6,84	135	890	283	1971	1508
330	6,91	137	899	284	1976	1512
340	6,98	138	908	286	1981	1516
350	7,05	139	917	287	1986	1519
360	7,11	141	925	288	1991	1523
370	7,18	142	934	290	1996	1527
380	7,24	143	942	291	2001	1530
390	7,31	144	950	292	2005	1533
400	7,37	146	959	293	2009	1537
410	7,43	147	966	295	2014	1540
420	7,49	148	974	296	2018	1543
430	7,55	149	982	297	2022	1546
440	7,61	150	989	298	2026	1549
450	7,66	152	997	299	2030	1552
460	7,72	153	1004	300	2034	1555
470	7,77	154	1011	301	2037	1557
480	7,83	155	1019	302	2041	1560
490	7,88	156	1026	303	2044	1563
500	7,94	157	1033	304	2048	1565
550	8,19	162	1066	309	2064	1578
600	8,43	167	1097	314	2079	1589
650	8,66	171	1127	318	2093	1599
700	8,88	176	1155	322	2106	1609
750	9,09	180	1182	325	2118	1617
800	9,28	184	1208	329	2129	1626
850	9,47	187	1232	332	2139	1633
900	9,65	191	1256	335	2149	1641

Tabella B-7 (segue)

(Attenzione: in caso di distruzione intenzionale in alto ordine o in basso ordine i valori MFD-H devono essere **aumentati del 33%**.)


NEW	Radice cubica	BOD K19,84	BOD K130,16	HFD	MFD-H	MFD-V
C	$C^{1/3}$	EQN	EQN	EQN1	EQN2	EQN3
Kg		m	m	m	m	m
950	9,83	195	1279	338	2159	1648
1000	10	198	1301	341	2167	1654
1050	10,16	201	1322	344	2176	1661
1100	10,32	204	1343	346	2184	1666
1150	10,48	207	1363	349	2192	1672
1200	10,63	210	1383	351	2199	1678
1250	10,77	213	1402	354	2206	1683
1300	10,91	216	1420	356	2213	1688
1350	11,05	219	1438	358	2219	1693
1400	11,19	221	1456	360	2226	1697
1450	11,32	224	1473	362	2232	1702
1500	11,45	227	1489	364	2237	1706
1600	11,7	232	1522	368	2249	1715
1700	11,93	236	1553	372	2259	1722
1800	12,16	241	1583	376	2269	1730
1900	12,39	245	1612	379	2278	1737
2000	12,6	249	1639	382	2287	1743
2100	12,81	254	1666	385	2295	1749
2200	13,01	258	1692	388	2303	1755
2300	13,2	261	1718	391	2311	1761
2400	13,39	265	1742	394	2319	1766
2500	13,57	269	1766	396	2326	1772
3000	14,42	286	1877	408	2357	1795
3500	15,18	301	1976	419	2384	1815
4000	15,87	314	2066	428	2407	1832
4500	16,51	327	2148	437	2427	1847
5000	17,1	339	2225	444	2445	1860
5500	17,65	350	2297	451	2462	1873
6000	18,17	360	2365	458	2477	1884
6500	18,66	370	2429	464	2490	1894
7000	19,13	379	2489	469	2503	1903
7500	19,57	388	2547	475	2515	1912
8000	20	396	2603	480	2526	1920
8500	20,41	404	2656	485	2537	1928
9000	20,8	412	2707	489	2547	1935
9500	21,18	420	2756	494	2556	1942
10000	21,54	427	2804	498	2565	1949

ALLEGATO "C"
CONSEGUENZE DI DETONAZIONI

TABELLA C-1**Valori dell'onda di sovrappressione
per determinati valori del fattore K**

Fattore moltiplicativo (K)	Valori di sovrappressione in kPa
397	0,097
317	0,129
278	0,156
238	0,193
198	0,250
159	0,324
130	0,452
119	0,512
79,4	0,906
39,7	2,402
31,7	3,288
27,8	3,967
23,8	4,928
19,8	6,167
15,9	8,160
11,9	11,796
7,9	20,671
6,0	32,251
4,0	65,931
3,2	102,837
1,6	484,554
0,8	2164,35

TABELLA C-2**Potenziali lesioni (in percentuale) a carico di personale esposto**

Lesioni (in %)	Onda di sovrappressione (in kPa)				
	Apparato uditivo	Altri apparati			Lesioni dovute alla comb. delle pressioni 16
	Perdita temporanea dell'udito	Laringe	Tratto Gastro Intestinale	Polmo ni	
100		115	124	161	97
99,7		109	119	154	94
99	456	101	112	146	91
90	234	85	98	129	82
70	144	75	89	118	70
50	103	69	83	110	64
30	74	63	77	103	58
20	60	60	74	100	53
10	46	56	70	94	45
3	31	51	65	88	31
1	23	47	61	83	23
0,6	21	46	60	81	21
0	14	41	55	76	14

¹⁶ Somma approssimativa dei picchi di sovrappressione per lesioni a carico sia dell'apparato uditivo sia degli altri apparati/organi.

TABELLA C-3

Effetti dell'onda di sovrappressione sull'apparato uditivo umano (non protetto)

Effetti	Onda di sovrappressione (in kPa)	Fattore K	Decibel
Fastidio moderato dovuto all'effetto acustico prodotto da una detonazione.	0,068	793	110
Fastidio elevato dovuto all'effetto acustico prodotto da una detonazione.	0,206	251	125
Fastidio elevato. Livello massimo giornaliero di esposizione all'effetto acustico prodotto da una detonazione.	0,21	232	140
Netta sensazione di chiusura delle orecchie. Aumento dell'acufene o dei disturbi uditivi costituiti da rumori come fischi, fruscii, ronzii, pulsazioni, click nell'orecchio, ecc. Può causare dolore o vertigine lieve.	2,07 – 3,99	28	166
Rottura del timpano (probabilità 1%).	20,69	8,33	180
Rottura del timpano (probabilità 5%).	24,82	7,1	
Rottura del timpano (probabilità 10%).	45,50	4,84	
Rottura del timpano (probabilità 20%).	62,06	3,97	190
Rottura del timpano (probabilità 50%).	103,43	3,17	194
Rottura del timpano (probabilità 99%).	513	1,55	208
Perdita di equilibrio e conseguente possibilità di caduta	15,80	9,92	

Tabella di comparazione dei rumori

Decibel	Azione/scenario
190	Colpo di arma da fuoco da cinque pollici
160	Strappo di tessuto
120	Discoteca
110	Sega a catena
85	Frullatore da cucina
60	Conversazione a 3 metri
40	Biblioteca
20	Camera da letto (di notte)
10	Bisbiglio

Il valore riportato è riferito al K (fattore moltiplicativo) e al corrispondente valore di sovrappressione.

TABELLA C-4**Effetti dell'onda di sovrappressione su specifici materiali e strutture**

Descrizione materiali e strutture	Potenziati danni da onda di sovrappressione	Onda di sovrappressione (in kPa)	Fattore K
Costruzioni non rinforzate (struttura in legno)	Crollo delle capriate.	3,4–10,3	31–13
	Crollo del rivestimento e cedimento delle attaccature.	6,8–21	18,1–7,9
	Distruzione totale/collasso.	34,4–55,2	5,6–4,4
Costruzioni non rinforzate (struttura in metallo)	Moderato cedimento delle parti in alluminio/acciaio ondulato e separazione delle giunture.	3,4–6,9	31–18,1
	Grave instabilità e possibile cedimento di alcuni pannelli.	6,9–13,8	18,1–10,6
	Distruzione totale dei rivestimenti laterali/distruzione degli interni, cedimento del telaio.	>20,7	>7,9
Costruzioni non rinforzate (struttura in calcestruzzo o muri in mattoni di 20/30 cm di spessore)	Gravi danni / frantumazione (non rinforzato).	>13,8	>10,6
	Gravi danni / frantumazione (rinforzato).	20,1	>4,7
	Distruzione totale/collasso.	>48,3	>4,7
Muri in cemento armato	Cedimento moderato.	20,7–27,6	7,9–6,5
	Cedimento grave.	34,5–55,2	5,7–4,4
	Presenza di nudo acciaio.	68,9–96,5	3,9–3,3
	Distruzione totale/collasso.	>96,5	>3,3
Serbatoi di stoccaggio non pressurizzati	Danno lieve.	3,4–10,3	30,6–13,1
	Danno grave.	20,6–27,5	7,9–6,5
	Distruzione totale/collasso.	>55,1	>4,3
Torri in acciaio	Abbattimento.	207	2,3
Pali in legno	Abbattimento.	34,5	5,7
Macchinari di tipo pesante (generatori, compressori, ecc.)	Danno moderato.	41,4–55,2	5,1–4,4
	Danno grave.	55,2–69	4,4–3,9
	Distruzione totale.	>69	>3,9
Veicoli e rimorchi	Distruzione totale	69–96,5	3,9–3,3
Aeromobili	Danni al pannello di controllo o di lieve entità.	6,8–13,8	18,1–10,6
	Danno grave.	13,8–20,7	10,6–7,9
	Distruzione totale.	>27,5	>6,6
Vagoni ferroviari con carico	Ribaltamento.	3,4–6,9	30,7–18,1

Il valore riportato è riferito al K (fattore moltiplicativo) e al corrispondente valore di sovrappressione.

TABELLA C-5**Probabilità di rottura dei vetri
con conseguente produzione di schegge volanti**

Fattore K	Onda disovrappressione / Onda di pressione riflessa in kPa	Probabilità (in percentuale) di rottura delle finestre che si affacciano verso PES e valutazione della minaccia rappresentata dalle schegge prodotte						
		Descrizione della tipologia di finestre						
		1	2	3	4	5	6	7
238	0,21/0,41	0 (a)	0 (a)	0 (a)	0 (a)	0,3 (a)	0,5 (a)	8 (a)
198	0,28/0,55	0 (a)	0 (a)	0 (a)	0,1 (a)	0,6 (a)	1,3 (a)	13 (a)
130	0,55/1,03	0 (a)	0,2 (a)	1,5 (a)	1,2 (a)	4,0 (a)	11,2 (a)	25 (b)
71	1,24/2,41	0,5 (a)	4,9 (a)	34,3 (b)	10,5 (b)	75,4 (b)	77,1 (b)	50 (b)
60	1,59/3,10	1,4 (a)	13,2 (a)	69,1 (b)	21,6 (b)	98,3 (b)	95,2 (b)	98 (b)
39,7	2,76/5,58	9,7 (b)	75 (b)	100 (b)	93,5 (c)	100 (c)	100 (c)	100 (c)
31,7	3,79/7,72	22,7 (b)	99,5 (b)	100 (c)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)
19,8	6,96/14,27	71,8 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)
15,8	9,23/19,16	93,9 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)
<9,5	18,34/39,30	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)	100 (d)

Minaccia costituita dalla possibile produzione di frammenti di vetro e corrispondenti effetti a carico di personale non protetto.

- Nessuna rottura
Nessun danno visibile ai vetri o al telaio delle finestre. Nessuna propagazione di schegge di vetro volanti.
- Rottura con pericolo di incidenti di lieve entità
I frammenti di vetro prodotti raggiungono al massimo la distanza di 1 metro e alcuni frammenti rimangono incastonati nel telaio. Le schegge volanti possono causare lacerazioni e penetrazioni nella pelle degli esseri umani direttamente esposti.
- Rottura con pericolo di incidenti di media entità
I frammenti di vetro prodotti raggiungono al massimo la distanza di 3 metri e alcuni frammenti rimangono incastonati nel telaio. Le schegge volanti di piccola superficie possono causare lacerazioni e penetrazioni nella pelle degli esseri umani direttamente esposti. Le schegge volanti di grande superficie possono causare fratture al cranio e al corpo (in particolare, torace e addome).
- Rottura con pericolo di incidenti di elevata entità
I frammenti di vetro prodotti possono causare lacerazioni e penetrazioni nella pelle degli esseri umani direttamente esposti. Le schegge volanti sono pericolose all'interno di un arco di 20 gradi per ogni lato e possono causare fratture al cranio e al corpo (in particolare, torace e addome).

¹ Le dimensioni delle finestre sono espresse in metri; la superficie è espressa in metri quadrati

- 0,30m x 0,60m x 2,5 mm (0,186 metri quadrati in vetro temperato)
- 0,60m x 0,60m x 2,5 mm (0,372 metri quadrati in vetro temperato)
- 1,07m x 0,91m x 13mm (0,97 metri quadrati in vetro temperato)
- 1,52 m x 1,07 m x 6 mm (1,62 metri quadrati in vetro temperato)
- 1,82 m x 1,52 m x 6 mm (2,78 metri quadrati in vetro temperato)
- 3,04 m x 1,52 m x 8 mm (4,64 metri quadrati in vetro temperato)
- 5,50 m x 5,50 m x 19 mm (30 metri quadrati in vetro temperato)

TABELLA C-6**Effetti *ground shock* sulle strutture**

PPV (in mm/s)	Tipologia infrastruttura	Effetti	Note
51	Case residenziali	Possibili lievi danni ai muri esterni e interni	Limite massimo per case situate vicino luoghi dove si effettuano lavori di costruzione e/o operazioni di miniera con impiego di esplosivi
19	Case residenziali con pareti interne in cartongesso	Comparsa di sottili crepe; estensione delle incrinature già presenti	Limite massimo raccomandato al fine di evitare eventuali danni
5,4	Case residenziali con pareti interne in cartongesso	Comparsa di nuove crepe	-
12,7	Case residenziali con pareti interne intonacate	Comparsa di sottili crepe; estensione delle crepe già presenti	Limite massimo raccomandato al fine di evitare eventuali danni
114	Case residenziali con esterni in muratura	Possibile comparsa di sottili crepe	-
508	Case residenziali	Da moderati a gravi danni ai muri esterni e interni	-
76	Opere commerciali e artificialmente costruite compresi ponti in legno	Comparsa di crepe e giunti di malta e blocchi di calcestruzzo dei muri di fondamenta	Limite massimo raccomandato
12-25	Musei con reperti sensibili	-	Limite massimo raccomandato
254	Spalle di ponti in cemento e dighe	Possibili crepe di strutture in cemento	-
200	Bunker in cemento rinforzato	-	Limite massimo raccomandato

TABELLA C-6 (segue)
Effetti *ground shock* sulle strutture

PPV (in mm/s)	Tipologia infrastruttura	Effetti	Note
127	Ponte in cemento armato	-	Limite massimo raccomandato
127	Oleodotti e pozzi	-	Limite massimo raccomandato
70 - 100	Opere sotterranee (es. tunnel scavati nella roccia)	Possibilità di crepe e caduta pietre	Limite massimo raccomandato
1016	Macchinari vari (es. pompe, compressori)	Disallineamento	-
0,203	Aree residenziali	-	Limite massimo raccomandato, tollerabile dall'essere umano, un evento al giorno
18,03	Uffici e luoghi di lavoro	-	Limite massimo raccomandato, tollerabile dall'essere umano, un evento al giorno
0,127	Ospedali	-	Limite massimo raccomandato, tollerabile dall'essere umano, un evento al giorno
Comparazione con attività domestiche comuni			
0,76	Camminare	-	-
6,4	Saltare	-	-
0,76	Chiudere una porta	-	-
6,4	Piantare un chiodo con un martello	-	-

TABELLA C-7**Effetti *ground shock* sugli essere umani**

PPV (in mm/s)	Lamentele (in percentuale)	Effetti
<1	Meno di 1	Possibile movimento rilevabile
2,5	1	Percettibile possibilità di allarme
3,8	2	
5,08	5	
10	10	da fastidioso a intollerabile
15	15	
25	20	
38	40	
51	50	
102	70	
112	100	Intollerabile con possibilità di minaccia per la salute
>224		

TABELLA C-8**Effetti previsti per AE rinvenuti sotto la superficie del terreno**

NEW (in kg)		Profondità dell'ordigno (in metri) >0,3 <0,9 m				Profondità dell'ordigno (in metri) >0,9 <1,5 m			
v	^	Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)		Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)	
0,0	2,3	87	2	107	15	CA(4)	2	N/A	N/A
2,3	4,5	105	3	152	46	110	3	46	15
4,5	9,1	126	4	213	79	132	4	76	24
9,1	13,6	140	4	259	107	147	5	107	46
13,6	18,1	151	5	305	130	158	5	130	55
18,1	22,7	160	5	335	146	168	5	146	61
22,7	45,4	192	6	442	244	202	6	244	122
45,4	91	230	7	594	366	242	8	366	213
91	136	256	8	686	442	269	9	442	274
136	181	276	9	777	533	290	10	533	351
181	227	292	10	853	579	308	10	579	396
227	454	351	12	1000	823	369	12	823	594
454	907	421	14	1260	1128	443	16	1128	853
907	1361	468	16	1442	1341	493	17	1341	1052
1361	1814	505	18	1587	1524	531	19	1524	1250
1814	2268	535	19	1710	1676	563	20	1676	1402
2268	3175	565	21	1912	1912	615	22	1912	1615
3175	4536	642	23	2154	2154	677	24	2154	1920
4536	9072	770	28	2714	2714	810	30	2714	2591
9072	13608	856	32	3107	3107	902	34	3107	3048

- 1) Raggio massimo di proiezione dei detriti di suolo per effetto dell'onda d'urto direttamente proporzionale alla profondità dell'ordigno.
- 2) Diametro del cratere o del "camuffamento".
Da tenere in considerazione nel caso di allestimento di lavori di protezione quali, ad esempio, barramenti.
- 3) Onda di sovrappressione prodotta a K130.
La colonna di sinistra fa riferimento alla profondità minore, quella di destra alla profondità maggiore.
- 4) CA indica che si prevede la formazione di "camuffamenti".

TABELLA C-8 (segue)**Effetti previsti per AE rinvenuti sotto la superficie del terreno**

NEW (in kg)		Profondità dell'ordigno (in metri)				Profondità dell'ordigno (in metri)			
		>1,5 <3,0 m				>3,0 <4,5 m			
>	<	Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)		Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)	
2,3	4,5	CA (4)	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4,5	9,1	CA (4)	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9,1	13,6	CA (4)	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13,6	18,1	CA (4)	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18,1	22,7	180	6	61	15	CA (4)	(3)	N/A	N/A
22,7	45,4	216	7	122	30	CA (4)	(3)	N/A	N/A
45,4	91	259	9	213	61	270	9	61	24
91	136	288	10	274	91	301	10	91	37
136	181	311	11	351	137	324	11	137	55
181	227	330	11	396	152	344	12	152	61
227	454	396	14	594	290	412	15	290	122
454	907	475	17	853	472	494	18	472	259
907	1361	528	19	1052	640	550	20	640	366
1361	1814	589	21	1250	747	593	22	747	457
1814	2268	604	22	1402	869	629	23	869	579
2268	3175	659	24	1615	1097	687	26	1097	747
3175	4536	724	27	1920	1341	754	28	1341	975
4536	9072	869	33	2591	1951	905	35	1951	1463
9072	13608	966	37	3048	2377	1006	39	2377	1859

- 1) Raggio massimo di proiezione dei detriti di suolo per effetto dell'onda d'urto direttamente proporzionale alla profondità dell'ordigno.
- 2) Diametro del cratere o del "camuffamento".
Da tenere in considerazione nel caso di allestimento di lavori di protezione quali, ad esempio, barramenti.
- 3) Onda di sovrappressione prodotta a K130.
La colonna di sinistra fa riferimento alla profondità minore, quella di destra alla profondità maggiore.
- 4) CA indica che si prevede la formazione di "camuffamenti"

TABELLA C-8 (segue)**Effetti previsti per AE rinvenuti sotto la superficie del terreno**

NEW (in kg)		Profondità dell'ordigno (in metri)				Profondità dell'ordigno (in metri)			
		>4,5 <6,1 m				>6,1 <9,1 m			
>	<	Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)		Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)	
45,4	91	CA (4)	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
91	136	309	11	37	15	CA (4)	5	N/A	N/A
136	181	333	12	55	21	CA (4)	5	N/A	N/A
181	227	354	12	61	46	CA (4)	5	N/A	N/A
227	454	424	15	122	76	442	16	76	27
454	907	509	19	259	152	530	20	152	61
907	1361	566	21	366	229	589	22	229	76
1361	1814	610	23	457	274	636	24	274	107
1814	2268	647	24	579	396	674	26	396	183
2268	3175	707	27	747	503	736	28	503	244
3175	4536	776	30	975	671	808	31	671	366
4536	9072	931	36	1463	1097	970	38	1097	671
9072	13608	1035	41	1859	1463	1078	43	1463	914

- 1) Raggio massimo di proiezione dei detriti di suolo per effetto dell'onda d'urto direttamente proporzionale alla profondità dell'ordigno.
- 2) Diametro del cratere o del "camuffamento".
Da tenere in considerazione nel caso di allestimento di lavori di protezione quali, ad esempio, barramenti.
- 3) Onda di sovrappressione prodotta a K130.
La colonna di sinistra fa riferimento alla profondità minore, quella di destra alla profondità maggiore.
- 4) CA indica che si prevede la formazione di "camuffamenti".

TABELLA C-8 (segue)**Effetti previsti per AE rinvenuti sotto la superficie del terreno**

NEW (in kg)		Profondità dell'ordigno (in metri)				Profondità dell'ordigno (in metri)			
		>9 <12 m				>12 <24 m			
>	<	Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)		Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)	
227	454	CA (4)	6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
454	907	545	20	61	24	CA (4)	8	N/A	N/A
907	1361	607	23	76	30	CA (4)	9	N/A	N/A
1361	1814	654	25	107	46	CA (4)	10	N/A	N/A
1814	2268	693	27	183	61	CA (4)	10	N/A	N/A
2268	3175	757	26	244	107	CA (4)	11	N/A	N/A
3175	4536	832	32	366	183	892	36	183	91
4536	9072	999	40	671	381	1070	44	381	152
9072	13608	1110	45	914	579	1190	49	579	244

- 1) Raggio massimo di proiezione dei detriti di suolo per effetto dell'onda d'urto direttamente proporzionale alla profondità dell'ordigno.
- 2) Diametro del cratere o del "camuffamento".
Da tenere in considerazione nel caso di allestimento di lavori di protezione quali, ad esempio, barricate.
- 3) Onda di sovrappressione prodotta a K130.
La colonna di sinistra fa riferimento alla profondità minore, quella di destra alla profondità maggiore.
- 4) CA indica che si prevede la formazione di "camuffamenti".

TABELLA C-8 (segue)

Effetti previsti per AE rinvenuti sotto la superficie del terreno

NEW (in kg)		Profondità dell'ordigno (in metri)				Profondità dell'ordigno (in metri)			
		>24 <37 m				>37 <46 m			
>	<	Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)		Proiezione dei detriti (in m) (1)	Diametro del cratere (2)	Onda di sovrappressione (in m) (3)	
3175	4536	CA (4)	13	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4536	9072	1114	45	9	61	CA (4)	16	N/A	N/A
9072	13608	1239	52	244	61	CA (4)	18	N/A	N/A

- 1) Raggio massimo di proiezione dei detriti di suolo per effetto dell'onda d'urto direttamente proporzionale alla profondità dell'ordigno.
- 2) Diametro del cratere o del "camuffamento".
Da tenere in considerazione nel caso di allestimento di lavori di protezione quali, ad esempio, barricamenti.
- 3) Onda di sovrappressione prodotta a K130.
La colonna di sinistra fa riferimento alla profondità minore, quella di destra alla profondità maggiore.
- 4) CA indica che si prevede la formazione di "camuffamenti".

ALLEGATO "D"

**FACSIMILE RELAZIONE TECNICA DI
BONIFICA DA ORDIGNI ESPLOSIVI
RESIDUATI BELLICI (FINE ATTIVITÀ)**



EDR

Indirizzo telegrafico - Località - Fax - Indirizzo PEC

RELAZIONE DI FINE ATTIVITÀ

BONIFICA OCCASIONALE DEL TERRITORIO NAZIONALE DA ORDIGNI ESPLOSIVI RESIDUATI BELLICI

1. Assegnazione del compito

a.	Prefettura di riferimento	
b.	Messaggio di riferimento	
c.	Località di rinvenimento	
d.	Data di rinvenimento	
e.	Categoria Incidente	
f.	Riunioni in Prefettura (personale partecipante, spunti di approfondimento, eventuali problematiche emerse, ecc)	

2. Attivazione(warning)

a.	Fonte	
b.	DTG	
c.	Elementi di situazione comunicati (comprese precauzioni messe in atto dalle Forze dell'Ordine)	
d.	Identificazione provvisoria UXO	
e.	Categoria Incidente (provvisoria)	
f.	Distanze di Sicurezza di Emergenza	

3. Ricognizione

a.	Data ricognizione			
b.	Identificazione (denominazione LUXO, documentazione di riferimento, stato di rinvenimento, ecc)	_____ _____ _____		
c.	Condizione di rinvenimento (segnare con una X)	Removibile	Toccabile ma irremovibile	Intoccabile e irremovibile
d.	Localizzazione	(es. descrizione sito di rinvenimento/Potential Explosion Site, configurazione area esposta al rischio/Exposed Site, ulteriori sorgenti di rischio, possibili fattori incrementali del rischio - presenza documentata/probabile di ordigni nelle immediate vicinanze, ecc.)		
		1. Area esposta	(a) Cartografia di riferimento: _____	
			(b) Descrizione generale _____ _____ _____ _____	
		2. PES	(a) Coordinate _____	
(b) Descrizione _____ _____ _____				
3. ES#1	(a) Coordinate _____			
	(c) Descrizione _____ _____ _____			
e.	Tipo Intervento (segnare con una X)	Semplice	Complesso	Particolare
f.	Ulteriori precauzioni iniziali (es. copertura in terra, copertura con cassa in legno, barriera con sacchetti a terra, ecc.)	_____ _____ _____ _____ _____		
e.	Categoria Incidente			

¹ Campo rinovabile

<i>Immagine/Foto didascalica UXO</i>	<i>Foto sito di rinvenimento/Potential Explosion Site</i>
<i>Foto area esposta al rischio/Exposed Site Lato Ovest</i>	<i>Foto area esposta al rischio/Exposed Site Lato Est</i>
<i>Foto area esposta al rischio/Exposed Site Lato Nord</i>	<i>Foto area esposta al rischio/Exposed Site Lato Sud</i>
<i>Foto Panoramica</i>	

4. Analisi del rischio - Descrizione UXO

a.	Denominazione			
b.	Nazionalità			
c.	Quantità (NEW in kg) e tipo di esplosivo			
d.	Rapporto di equivalenza con TNT (EEW TNT)			
e.	Rapporto peso totale ordigno / peso esplosivo in % o spessore in cm			
f.	Materiale involucro esterno			
g.	Categorizzazione UXO (segnate con una X)	<i>Non Robust Munition</i>	<i>Robust Munition</i>	<i>Heavy cased Munition</i>
h.	Eventuali particolari (es. involucro esterno a frattura prestabilita, presenza di ganci di sospensione, piastra di base, ecc)			

<i>Foto UXO Parte anteriore</i>	<i>Foto UXO Parte posteriore</i>
<i>Foto UXO Parte laterale Destra</i>	<i>Foto UXO Parte laterale Sinistra</i>
<i>Foto Eventuali particolari 1</i>	<i>Foto Eventuali particolari 2</i>

5. Analisi del rischio - Descrizione sistemi di attivazione/innesco

a.	Quantità	
b.	Sistema	(1) Denominazione
	/innesco	(2) Nazionalità
	# ²	(3) Stato di rinvenimento
		(4) Condizioni di rinvenimento (es. non armato, parzialmente armato, armato, in sicurezza, ecc)

<p><i>Sistemi di attivazione/innesco Foto generica 1</i></p>	<p><i>Sistemi di attivazione/innesco Foto generica 2</i></p>
<p><i>Sistemi di attivazione/innesco Foto dettagliata 1</i></p>	<p><i>Sistemi di attivazione/innesco Foto dettagliata 2</i></p>

² Campo ripetibile.

6. Valutazione del rischio

a.	Area esposta al rischio (es. tipo di oggetto esposto - persone, attività e beni - e relativa reazione alla sollecitazione, conseguenze previste per effetto delle tecniche di bonifica, ecc.)		
b.	Distanze di Sicurezza Iniziali (in metri)	BOD Blast Overpressure Distance	
		HFD Hazardous Fragmentation Distance	
c.	Rischio permesso Distanze di Sicurezza Finali (in metri)	MFD – H Maximum Fragmentation Distance - Horizontal	
		MFD – V Maximum Fragmentation Distance - Vertical	
d.	Distanze di Sicurezza Aggiustate (in metri) (segnare con una X)	Caso a	Involucro a frattura prestabilita
		Caso b	Frammenti Non Primari (Rogue Fragments)
		Caso c	Presenza di ulteriori ordigni
		Caso d	Applicazione di tecniche in alto o in basso ordine

7. Trattamento del rischio

a.	Lavori di protezione (es. descrizione,	(1) Descrizione (misure, distanza dal sito di riavvicinamento, materiale impiegato, tempo necessario, ecc.)
		(2) Autorità designate per Progetto e Verifica
		(3) Organo Esecutore
b.	Altre misure di controllo adottate	

<i>Foto Lavori di protezione</i> 1	<i>Foto Lavori di protezione</i> 2
<i>Foto Lavori di protezione</i> 3	<i>Foto Lavori di protezione</i> 4

8. Fase esecutiva

a.	Rischio assunto Distanze di Sicurezza Finali	(1) Autorità _____ _____
		(2) Motivazione _____ _____ _____
b.	Tecniche di bonifica e procedure di messa in sicurezza eseguite (descrizione delle fasi)	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____
<i>Foto RSP - Sistemi di attivazione/innesco 1 prima dell'attacco</i>		<i>Foto RSP - Sistemi di attivazione/innesco 2 dopo l'attacco</i>
<i>Foto RSP - UXO 3 prima dell'attacco</i>		<i>Foto RSP - UXO 4 dopo l'attacco</i>
<i>Foto RSP - dettagli 5 prima dell'attacco</i>		<i>Foto RSP - dettagli 6 dopo l'attacco</i>

9. Materiali, attrezzature ed equipaggiamenti impiegati

10. Osservazioni

Luogo e data

Il Capo nucleo bonifica

L'Ufficiale addetto EOD

VISTO

Il Comandante di reggimento

Nota: questo è il retro dell'ultima pagina dell'Allegato D.

RIFERIMENTI

1. NAZIONALI

- SOP “Tecniche e procedure per la condotta di *Explosive Ordnance Disposal (EOD)*”, ed.2014;
- SMD-G-024 “Glossario dei termini e delle definizioni”, Ed. 2007 Aggiornamento 1 - 2009 di SMD.

2. NATO

a. STANAG/AEODP

- STANAG 2369 EOD (Edition 3) “The NATO EOD publications set (NEPS) identification and disposal of surface, air and underwater munitions” - Ed. 2010;
- STANAG 2370 - “Interservice Improvised Explosive Device Disposal Operations on Multinational Deployments - A guide for Staff Officer/Operators” - AEODP -3(C) Vol. I & Vol. II - 2014.
- STANAG 2221 - “Explosive Ordnance Disposal Reports and Messages” - AEODP-6(B) - Ed. 2014.

b. ALLIED AMMUNITION STORAGE AND TRANSPORT PUBLICATIONS

- STANAG 4440 (Ed.1) - AASTP-1 (Edition 1) “DEFENCE INVESTMENT DIVISION MANUAL OF NATO SAFETY PRINCIPLES FOR THE STORAGE OF MILITARY AMMUNITION AND EXPLOSIVES” - Ed. 2010;
- STANAG 4123 (Ed.3) - AASTP-3 (Ed. 1) Vers. 3 “MANUAL OF NATO SAFETY PRINCIPLES FOR THE

HAZARD CLASSIFICATION OF MILITARY AMMUNITION AND EXPLOSIVES” – Ed. 1995;

- STANAG 4442 (Ed.1) – AASTP-4 (Edition 1) Vers. 2 “ALLIED AMMUNITION STORAGE AND TRANSPORT PUBLICATION MANUAL ON EXPLOSIVES SAFETY RISK ANALYSIS” – Ed. 2008.

c. ALLIED ORDNANCE PUBLICATIONS

- AOP-38 (Ed. 5) “SPECIALIST GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS ON AMMUNITION SAFETY” – Ed. 2009.

3. ONU

(UNODA) INTERNATIONAL AMMUNITION TECHNICAL GUIDELINES

- IATG 01.50 (Ed. 2) “UN explosive hazard classification system and codes” – Ed.2012;
- IATG 02.10 (Ed.1)(A) “Introduction to risk management principles and processes” – Ed.2012;
- IATG 02.20 (Ed.1) (1C) “Quantity and separation distances” – Ed.2013.

4. USA

(DDESB) TECHNICAL PAPERS - TPs

- TP 23 “Assessing Explosives Safety Risks, Deviations, And Consequences” – Ed.2009;
- TP 15 “Approved protective construction” –Ed.2010.

ABBREVIAZIONI E SIGLE

AE	Ammunition & Explosives
BCMD	Biological and Chemical Munitions Disposal
BOD	Blast Overpressure Distance
BTBI	Blast-induced Traumatic Brain Injury
CEM	Captured Enemy Munition
CMD	Conventional Munition Disposal
CTBI	Closed-head Traumatic Brain Injury
EEW	Equivalent Explosive Weight
EOC	Explosive Ordnance Clearance
EOD	Explosive Ordnance Disposal
ERW	Explosive Remnants of War
ES	Exposed Site
FP	Force Protection
GI	Gastro-intestinal Tract
HD	Hazard Division
HEW	High Explosive Weight
HERO	Hazards of electromagnetic radiation to ordnance
HFD	Hazardous Fragmentation Distance
HME	Home Made Explosive
IATG	International Ammunition Technical Guideline
IB	Inhabited Buildings
IBD	Inhabited Building Distance
IED	Improvised Explosive Device
IEDD	Improvised Explosive Device Disposal
kPa	kilo Pascal

INFORMAZIONI NON CLASSIFICATE CONTROLLATE

ms	millisecondi
L/D	Length to Diameter
MFD – H	Maximum Fragment Distance – Horizontal
MFD – V	Maximum Fragment Distance – Vertical
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NEPS	NATO EOD Publications Set
NEW	Net Explosive Weight
NEWQD	Net Explosive Weight for Q/D
NOTAM	Notice To Airmen
NPW	Net Propellant Weight
OHP	Overhead Protection
ONU	Organizzazione delle Nazioni Unite
PSI	Pounds for Square Inch
PTBI	Penetrating Traumatic Brain Injury
PES	Potential Explosion Site
PTRD	Public Traffic Route Distance
PPV	Peak Particle Velocity
QD	Quantity Distance
QRA	Quantitative Risk Assessment
RSP	Render Safe Procedures
SME	Subject Matter Expert
SOP	Standing/Standard Operating Procedures
TBI	Traumatic Brain Injury
UXO	Unexploded Explosive Ordnance
VBIED	Vehicle Borne IED