



MODALITÀ TECNICO OPERATIVE DI BONIFICA BELLICA SISTEMAICA TERRESTRE

1. SCOPO
2. GENERALITÀ SULLA BONIFICA SISTEMATICA TERRESTRE
3. APPARATI DI RICERCA
4. TAGLIO PRELIMINARE DELLA VEGETAZIONE [ID BST-TV-001]
5. BONIFICA SISTEMATICA TERRESTRE – SUPERFICIALE [ID BST-S-001]
6. BONIFICA PROFONDA MEDIANTE FORI TRIVELLATI [ID BST-P-001]
7. BONIFICA PROFONDA MEDIANTE PENETROMETRI CON SONDA MAGNETOMETRICA INTEGRATA [ID BST-P-002]
8. BONIFICA PROFONDA MEDIANTE SCAVO MECCANICO A STRATI [ID BST-P-003]
9. BONIFICA PROFONDA MEDIANTE SCAVO MANUALE A STRATI [ID BST-P-004]
10. BONIFICA SISTEMATICA IN PRESENZA D'ACQUA [ID BST-A-001]
11. BONIFICA SISTEMATICA PER L'ATTRAVERSAMENTO DI FERROVIE O STRADE [ID BST-FS-001]
12. BONIFICA SISTEMATICA IN PRESENZA DI RILEVANZE ARCHEOLOGICHE [ID BST-ARCH-001]

1.

SCOPO

Le prescrizioni tecnico-operative di seguito riportate costituiscono:

- l'insieme delle regole tecniche da utilizzare nell'esecuzione di servizi di BST da ordigni esplosivi residuati bellici;
- la base per la redazione del DUB in relazione al quale l'Amministrazione Difesa emanerà il Parere Vincolante.

Modalità tecnico-operative diverse da quelle di seguito descritte, per fare fronte a situazioni particolari, potranno essere eseguite solo previa approvazione della Direzione Generale dei Lavori ovvero dell'OEP competente per territorio.

2.

GENERALITÀ SULLA BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE

La Bonifica Sistemica Terrestre consiste nell'insieme delle attività di ricerca, individuazione e scoprimento di ordigni esplosivi residuati bellici inesplosi posti sulla superficie del terreno o interrati, effettuate in maniera sistematica al fine di garantire che ogni parte del volume di terreno sul quale saranno condotte successivamente delle attività antropiche sia privo dei summenzionati ordigni, la cui presenza costituisce un potenziale rischio per l'incolumità di persone e beni sia mobili che immobili.

La Bonifica Sistemica Terrestre si articola in **Bonifica Superficiale** e **Bonifica Profonda**:

- condotte, ove previste entrambe, in successione, secondo le specifiche regole tecniche riportate nei successivi paragrafi;
- precedute, ove si rendesse necessario, dal taglio preliminare della vegetazione.

3.

APPARATI DI RICERCA

Gli apparati di ricerca utilizzati dovranno essere in grado di rilevare efficacemente, mediante chiari segnali acustici e strumentali, la presenza nel terreno di ordigni esplosivi residuati bellici inesplosi. Eventuali interferenze del campo magnetico terrestre, compatibili con la presenza di presunti ordigni bellici inesplosi e rilevate dagli apparati di ricerca oltre il perimetro dell'area di ricerca e comunque ricadenti all'interno della superficie oggetto di verbale di consegna, dovranno essere segnalate al soggetto interessato per la valutazione dell'estensione dell'area oggetto del servizio di BST, da formalizzare con la variante al DUB.

3.1

APPARATI DI RICERCA BASATI SUI PRINCIPI DELL'ELETTROMAGNETISMO E DELLA MAGNETOMETRIA

- **Rilevatori di metalli ad induzione elettromagnetica (*Active Metal Detector*):** sono apparati dotati di elevata sensibilità ed in grado di rilevare la presenza di oggetti metallici di dimensioni ridotte, anche non ferrosi;
- **Magnetometri (*Passive Metal Detector*),** sono apparati capaci di rilevare la variazione puntuale del campo magnetico terrestre causata dalla presenza nel terreno di oggetti ferromagnetici consentendo anche di stimarne la profondità. La loro capacità di indagine varia in funzione della tipologia del terreno e della massa dell'oggetto da individuare.

L'utilizzo di apparati di ricerca diversi da quelli sopramenzionati, come ad esempio il Georadar (GPR - Ground Penetrating Radar), non specificamente previsti dalla direttiva tecnica sugli apparati di ricerca emanata ai sensi del D.Interm. 82/2015, non è consentito e potrà essere preso in considerazione nei casi dubbi, per avvalorare ovvero smentire la presenza di eventuali ordigni bellici non rilevati con certezza dagli apparati autorizzati.

Tenuto conto della crescita tecnologica degli apparati di ricerca e della necessità di costituire una banca dati informatizzata quanto più completa possibile, emerge la necessità di geo-referenziare in maniera dettagliata tutte le lavorazioni di BST.

TAGLIO PRELIMINARE DELLA VEGETAZIONE

4.

ID BST-TV-001

Tale attività ha lo scopo di eliminare tutta la vegetazione presente sul terreno da sottoporre a bonifica superficiale che impedisca un efficace e corretto impiego degli apparati di ricerca.

Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito per "campo" e "striscia" di bonifica (vedasi successivo paragrafo 5), come è stabilito per l'esplorazione con l'apparato di ricerca.

Tale operazione dovrà essere svolta esclusivamente da personale qualificato Rastrellatore B.C.M. sotto la supervisione di un Assistente Tecnico B.C.M..

Il taglio della vegetazione dovrà avvenire manualmente, esplorando visivamente il terreno e ponendo in essere tutte le possibili cautele atte a evitare il fortuito contatto sia del personale che delle attrezzature di lavoro con eventuali ordigni bellici posti in superficie o affioranti.

Nel caso si operi su terreni dove è stata valutata la presenza di ordigni particolarmente pericolosi (mine anti uomo, bombe a mano inesplose, ecc.), il taglio della vegetazione dovrà procedere di pari passo con la bonifica superficiale.

Il materiale tagliato dovrà essere portato fuori da ogni "striscia" prima di procedere al taglio di quella successiva e periodicamente ed opportunamente trasportato fuori dai "campi" di lavoro. Durante le operazioni di taglio – nel rispetto delle vigenti disposizioni emanate dall'Autorità Forestale – dovranno essere salvaguardate le piante ad alto fusto e le matricine esistenti.

BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE SUPERFICIALE

5.

ID BST-S-001

La Bonifica Superficiale consiste nelle attività di ricerca, localizzazione e scoprimento di ordigni esplosivi residuati bellici nonché di tutte le masse metalliche presenti superficialmente sul terreno e all'interno di uno strato di profondità massima di 1,00 m. ovvero a profondità inferiore, in relazione all'accertata capacità di indagine dell'apparato di ricerca utilizzato.

La capacità di indagine dell'apparato di ricerca va determinata mediante prove campione mirate ad annullare l'eventuale interferenza presente nella particolare tipologia di terreno sul quale si dovrà operare.

Prima di procedere alla bonifica superficiale l'area da bonificare sarà divisa in "campi" numerati delle dimensioni di 50 x 50 metri, a sua volta suddivisi in "strisce" della larghezza massima di 80 centimetri, identificate da lettere. Nel caso di aree da bonificare in cui una dimensione prevale nettamente sull'altra, come nel caso di itinerari ferroviari/stradali ovvero scavi di trincea per posa condutture/cavi, i "campi" potranno avere anche lati di dimensione diversa, fermo restando che nessuna dovrà superare i 50 metri ed almeno un lato dovrà essere pari a 50 metri.

Nel Documento Unico di Bonifica Bellica dovranno essere chiaramente riportate le coordinate relative al perimetro/poligonale d'intervento (in formato WGS 84 GD - Gradi Decimali).

L'attività di ricerca dovrà essere condotta, procedendo per "strisce" successive, esplorando tutta la superficie interessata mediante l'apparato di ricerca passato lentamente al di sopra di essa, ad una distanza massima dal suolo non superiore a 5 centimetri.

Una volta che l'apparato di ricerca avrà rilevato la presenza di una interferenza magnetica in un determinato punto, in corrispondenza di esso si dovrà procedere con lo scavo di avvicinamento, che dovrà essere eseguito a mano a distanza inferiore di 50 centimetri dalla sorgente dell'anomalia magnetica, in maniera da portare allo scoperto l'oggetto metallico che origina la stessa.

Durante le operazioni di scavo per avvicinamento all'ordigno la terra rimossa dovrà essere collocata su area già bonificata.

Una volta individuato l'oggetto metallico che origina l'anomalia magnetica, qualora non si tratti di un ordigno bellico, lo stesso dovrà essere rimosso e collocato in apposita area di stoccaggio definita preventivamente, per il successivo smaltimento a cura del Soggetto Interessato.

Una volta rimosso l'oggetto metallico, lo scavo potrà essere riempito utilizzando la terra precedentemente rimossa, dopo aver verificato il fondo scavo con l'apparato di ricerca per accertare che la sorgente dell'anomalia magnetica sia stata totalmente eliminata.

Nel caso in cui, invece, l'oggetto metallico sia riconosciuto come possibile ordigno bellico, dovranno essere attivate le procedure previste al paragrafo 2.3.5 del DUB.

**BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE PROFONDA
MEDIANTE FORI TRIVELLATI**

ID BST-P-001

6.

Tale tipologia di bonifica ha lo scopo di ricercare, individuare e localizzare ordigni esplosivi residuati bellici presenti all'interno di un determinato volume di terreno che dovrà essere soggetto a scavi oppure ad attività invasive come il movimento di mezzi d'opera, ad una certa profondità dal piano di campagna, normalmente superiore a 1,00 m. ovvero a quota inferiore nel caso in cui le diffuse anomalie magnetiche non consentano di garantire tale quota di indagine con la bonifica superficiale, che dovrà essere sempre effettuata preliminarmente. La bonifica di profondità si sviluppa secondo la seguente metodologia:

- suddivisione dell'area da bonificare in campi numerati della dimensione di 50 x 50 metri (la stessa adottata per la bonifica superficiale), a loro volta suddivisi in quadrati aventi il lato di 2,80 metri (o dimensione inferiore in caso di anomalie magnetiche con conseguente riduzione anche della profondità di indagine), che dovranno essere opportunamente individuati mediante un sistema di coordinate alfanumerico con origine nell'angolo in basso a sinistra ed utilizzante come ascissa le lettere ed ordinata i numeri.

Nel caso di più campi la riga superiore di quadrati e la colonna destra si sovrapporranno a quelli contermini;

- perforazione al centro di ciascun quadrato (determinato dall'incrocio delle diagonali), a mezzo di trivella non a percussione, per la produzione di un foro di diametro maggiore rispetto a quello della sonda dell'apparato di ricerca e comunque, per motivi di sicurezza, non superiore a 20 centimetri. Tale foro dovrà avere inizialmente una profondità di 1,00 metro (o quota inferiore come detto in precedenza) dal piano campagna, corrispondente alla quota garantita con la bonifica superficiale, preliminarmente eseguita;
- inserimento della sonda dell'apparato di ricerca nel foro fino a raggiungerne il fondo; l'apparato, predisposto ad una maggiore sensibilità radiale, sarà capace di garantire la rilevazione di masse ferromagnetiche interrate entro un raggio di 2,00 metri (o distanza inferiore in caso di interferenze ferromagnetiche);
- effettuazione di una seconda perforazione fino a profondità di 3,00 metri (o quota inferiore in caso di diffuse interferenze ferromagnetiche con conseguente riduzione anche della profondità di indagine), qualora l'apparato non abbia segnalato interferenze;
- prosecuzione con perforazioni progressive di 2,00 metri per volta (o quota inferiore in caso di diffuse interferenze ferromagnetiche con conseguente riduzione anche della profondità di indagine), indagando il foro con la sonda dell'apparato rilevatore come in precedenza descritto, fino al raggiungimento della quota prevista;
- segnalazione dei fori che hanno generato segnali di intensità tale da poter essere riconducibili a possibili ordigni bellici, mediante picchetto in legno di altezza 1,00 metro riportate in sommità un triangolo capovolto di colore rosso. Tali fori dovranno essere marcati anche sulla pianta dell'area.
- escavazione mediante mezzo meccanico, nel rispetto delle specifiche norme di legge sulla sicurezza, per la messa in luce della massa che genera l'anomalia ferromagnetica, da eseguire iniziando dalla superficie in posizione laterale rispetto al segnale riscontrato, avvicinandosi allo stesso fino ad una distanza di sicurezza valutata dal rastrellatore con l'ausilio dello strumento.
- successivo scavo a mano per l'avvicinamento e lo scoprimento della massa che genera l'anomalia ferromagnetica;

- attivazione delle procedure previste al paragrafo 2.3.5 del Documento Unico di Bonifica Bellica Sistemica Terrestre (annesso III alla direttiva tecnica) nel caso in cui, invece, l'oggetto metallico sia riconosciuto come possibile ordigno bellico;
- trascrizione sul Rapporto Giornaliero delle attività di Bonifica Bellica (come da modello in annesso VII) delle operazioni di perforazione e dell'esito dei progressivi sondaggi.

L'operatore economico specializzato dovrà garantire, nell'attestato di bonifica bellica sistemica terrestre, un ulteriore metro oltre la profondità raggiunta con i fori trivellati.

A titolo esemplificativo è riportato in allegato A lo schema delle trivellazioni.

In caso di presenza di rifiuto roccia, ghiaia compatta o terreno particolarmente compatto che impedisca il raggiungimento delle quote di bonifica previste nel DUB approvato, la medesima non potrà essere generalizzata all'intera area, ma circostanziata in ragione dell'effettiva presenza dello strato compatto. In particolare:

- in caso di rifiuto roccia, identificato puntualmente (tale da poter verificare foro per foro l'effettiva profondità raggiunta anche all'interno di eventuali fratture presenti), l'attestazione dovrà riportare la quota effettivamente raggiunta con l'ulteriore metro di garanzia strumentale;
- in caso di ghiaia compatta o terreno particolarmente compatto l'attestazione dovrà riportare la quota effettivamente raggiunta con l'ulteriore metro di garanzia strumentale. In ogni caso, la ditta dovrà specificatamente dichiarare nell'Attestato di Bonifica Bellica Sistemica Terrestre, nonché nell'elaborato grafico e nel Rapporto Giornaliero delle attività di Bonifica Bellica, la situazione di rifiuto roccia/terreno compatto. L'operatore economico specializzato inoltre dovrà dichiarare di avere adottato tutte le misure necessarie al fine di identificare l'effettiva presenza di rifiuto roccia/terreno particolarmente compatto, quali l'utilizzo di escavatore e relativa trivella di dimensioni, peso e potenza adeguati alla lavorazione da eseguire, aste di perforazione elicoidali e relative punte da roccia.

Si precisa, inoltre, che non vi è alcuna limitazione all'utilizzo di asta liscia non vibrante in alternativa alla trivella elicoidale non a percussione. L'asta liscia risulta utile in terreni a basso coefficiente di attrito e bassa coesione poiché, penetrando nel terreno senza sostituirsi a quest'ultimo ne aumenta la compattazione e ne garantisce una maggiore stabilità della parete del foro a seguito della trivellazione; di contro, l'asta liscia, per i motivi sopracitati ha una minore capacità di penetrazione nel terreno e pertanto si arresta facilmente in presenza di materiali anche moderatamente compatti e non necessariamente rocciosi.

L'asta liscia inoltre, non facendo fuoriuscire il terreno verso l'alto (se non in piccolissime quantità dovute al solo attrito laterale durante la fase di estrazione), non è consigliata in caso di suoli soggetti a vincolo archeologico. Infatti, tale contesto renderebbe difficoltoso il monitoraggio visivo dell'archeologo che non riuscirebbe a verificare l'eventuale fuoriuscita di frammenti di reperti a cui dovrebbe seguire un'immediata interruzione delle attività di trivellazione.

In ultima analisi, l'utilizzo dell'asta liscia, per la sua fattispecie, non produce la cosiddetta "montagnola di terra" intorno al foro (utile per farsi una prima idea della profondità del foro) e pertanto rende maggiormente difficoltosa la supervisione dell'Assistente Tecnico B.C.M. nei confronti dell'operato degli escavatori.

Per le considerazioni riportate, è doveroso sottolineare che, in caso di utilizzo di asta liscia da parte dell'operatore economico specializzato, durante i controlli in situ eseguiti da GENIODIFE/OEP territorialmente competenti, sarà incrementata la percentuale di fori da verificare.

In aggiunta, sarà anche inaccettabile avallare la possibilità di arrestare le trivellazioni ad una profondità inferiore a quella di progetto a causa di terreno compatto/rifiuto roccia.

In caso di situazioni ambientali ed antropiche, tali per cui si renda necessario la chiusura giornaliera dei fori di sondaggio, l'operatore economico incaricato potrà avvalersi della modalità operativa denominata "cantiere dinamico" di cui al punto 2.3.1.10 del DUB.

BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE PROFONDA MEDIANTE PENETROMETRI CON SONDA MAGNETOMETRICA INTEGRATA

7.

ID BST-P-002

Tale metodologia, concettualmente simile alla precedente, prevede l'impiego di un penetrometro munito di punta conica con integrato un sensore magnetometrico tri-direzionale in grado di rilevare chiaramente e registrare la variazione del campo magnetico indotta dalla presenza di masse metalliche nel sottosuolo, consentendo l'arresto in sicurezza, del sistema, prima che la punta conica venga a contatto con le predette masse. Ove l'arresto non avvenga in modo automatico ma manuale, dovrà essere presente un Rastrellatore B.C.M. posto a terra ed in contatto visivo con l'operatore del mezzo in maniera così da poter arrestare le operazioni in caso di rilevazione di allarmi da parte dell'apparato di ricerca.

Il penetrometro deve essere azionato da un sistema di tipo oleodinamico capace di fare avanzare la punta conica nel terreno a velocità costante, in maniera da non indurre vibrazioni.

BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE PROFONDA MEDIANTE SCAVO MECCANICO A STRATI

8.

ID BST-P-003

Tale metodologia viene applicata in terreni caratterizzati dalla presenza diffusa di anomalie magnetiche che rendono scarsamente efficace la Bonifica Superficiale classica nonché il metodo delle trivellazioni.

A seconda della tipologia di opere da realizzare, lo scavo potrà essere a sezione aperta (o di sbancamento) oppure a sezione obbligatoria (o di trincea).

Lo scavo, sempre preceduto dalla verifica strumentale, dovrà essere eseguito per strati successivi di spessore non superiore all'accertata capacità di indagine dell'apparato di ricerca utilizzato e comunque non superiore a 30 centimetri, in relazione alla particolare natura del terreno ove si opera, mediante impiego di idonei mezzi meccanici muniti di benna liscia, con movimento lento e continuo pronto ad essere arrestato alla minima resistenza. Prima di passare alla rimozione dello strato successivo il terreno del fondo scavo dovrà essere sempre sottoposto preliminarmente a verifica strumentale.

L'avanzamento della benna del mezzo meccanico sul terreno dovrà essere controllato a vista da un Rastrellatore B.C.M. posto a terra ed in contatto visivo con l'operatore del mezzo in maniera tale da potere arrestare le operazioni in caso di contatto con qualsiasi oggetto metallico non preventivamente localizzato con l'apparato di ricerca.

Per maggiore sicurezza, il terreno asportato durante lo scavo sarà collocato in area già controllata oppure al di fuori dall'area da bonificare e verificato attraverso vagliatura, prima di essere riutilizzato ovvero trasportato presso altro sito o a discarica.

Qualora il terreno venga trasportato in altro sito e non sia disponibile durante l'attività di verifica condotta dai funzionari dell'Amministrazione Difesa, dovrà essere prodotta apposita dichiarazione (come da modello in annesso VII) sottoscritta dal Soggetto Interessato ed operatore economico specializzato, che attesti il controllo mediante apparato di ricerca ed indichi le coordinate (in WGS 84 GD) della località dove è stato conferito.

L'operatore economico specializzato dovrà garantire nell'attestato di bonifica bellica sistematica terrestre, un ulteriore metro oltre la profondità raggiunta con lo scavo.

In caso di situazioni ambientali ed antropiche, tali per cui si renda necessario la chiusura giornaliera degli scavi eseguiti, la ditta incaricata potrà avvalersi della modalità operativa denominata "cantiere dinamico" di cui al punto 2.3.1.10 del DUB.

BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE PROFONDA MEDIANTE SCAVO MANUALE A STRATI

ID BST-P-004

9.

Gli scavi a mano si effettuano per consentire lo scoprimento di masse metalliche interrate in luoghi ove, per problemi operativi (esempio: elevata probabilità di presenza di un ordigno bellico in luogo urbanizzato) ovvero mancanza di sufficiente spazio, non sia opportuno/possibile l'uso di mezzi meccanici.

Nello scavo a mano occorre sempre procedere a strati successivi di adeguato spessore comunque non superiore a 30 centimetri, procedendo alla verifica del fondo scavo prima di passare alla rimozione dello strato successivo.

In ogni caso, per ragioni di sicurezza, tale modalità operativa si applica quando si è in prossimità di una interferenza ferromagnetica tale da fare presumere la presenza di un presunto ordigno bellico a distanza non superiore ad un metro.

BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE IN PRESENZA D'ACQUA

ID BST-A-001

10.

Rappresenta la bonifica sistematica effettuata in particolari condizioni ambientali, non ricadente nella tipologia della bonifica sistematica subacquea, nella quale trovano comunque applicazione le metodologie tecnico-operative descritte in precedenza.

Per poter efficacemente operare con gli apparati di ricerca, il terreno, sul quale occorre eseguire le attività di bonifica superficiale o profonda, dovrà essere preventivamente prosciugato. In caso contrario, gli apparati di ricerca utilizzati dovranno essere idonei ad operare all'interno dell'acqua fino alla profondità prevista nelle perforazioni.

BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE PER L'ATTRAVERSAMENTO DI FERROVIE O STRADE

ID BST-FS-001

11.

Per le operazioni di bonifica sistematica necessarie per la realizzazione di sottopassi in corrispondenza di ferrovie si procederà preliminarmente alla rimozione del materiale di armamento e della sottostante massicciata in pietrisco, con la metodologia dello scavo meccanico a strati. Successivamente si procederà con la bonifica profonda mediante trivellazione oppure scavo meccanico a strati.

Qualora non fosse possibile procedere alla rimozione del fascio ferroviario, la bonifica del terreno sottostante sarà effettuata mediante le trivellazioni di fori orizzontali, che andranno incamiciati con tubi in PVC, all'interno dei quali sarà inserito l'apparato di ricerca al fine di poter consentire l'esplorazione di tutto il volume della massicciata e del terreno sottostante che sarà interessato agli scavi, più un'ulteriore fascia di un metro intorno alla sezione di scavo.

Le procedure sopra descritte si applicano anche nel caso di attraversamenti sotto strade o altre tipologie di infrastrutture ed anche nel caso di spinta di monoliti al di sotto di rilevati stradali/ferroviari.

BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRESTRE IN PRESENZA DI RILEVANZE ARCHEOLOGICHE

ID BST-ARCH-001

12.

Le operazioni di bonifica sistematica in presenza di rilevanze archeologiche si attueranno con la modalità della bonifica superficiale. Successivamente si procederà con il subentro della ditta archeologica che potrà procedere in autonomia ad effettuare lo scavo a mano fino a 100 centimetri di profondità. Al termine dovrà nuovamente subentrare l'operatore economico specializzato per effettuare una nuova bonifica superficiale. Tale procedura sarà reiterata fino al raggiungimento della quota di profondità prevista.

Qualora durante le bonifiche superficiali successive si dovessero riscontrare anomalie ferromagnetiche, si dovrà procedere con il metodo dello scavo manuale a strati.

In ogni caso tale modalità terrà conto delle particolari esigenze delle Soprintendenze Archeologiche nonché delle determinazioni a cura specifica dell'OEP competente per territorio.