

(M2C4-I3.3) PROGETTAZIONE A LIVELLO ESECUTIVO DELLE OPERE DI PROTEZIONE ARGINALE PER IL MANTENIMENTO DELL'ASSETTO AMBIENTALE E IDRAULICO-MORFOLOGICO (SCHEDA 16 LINEA PT) NELL'AMBITO DELL'INVESTIMENTO PNRR M2C4 - I3.3 RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO, FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA NEXTGENERATIONEU

CUP: B41G21000010006

PROGETTO ESECUTIVO

SCHEDA N° 16 CAORSO (PC) - PROGETTO DIAFRAMMATURE

CODICE ELABORATO PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A

TITOLO DELL'ELABORATO
Relazione bonifica ordigni bellici

SCALA	COMMESSA	WBS			CODICE			REVISIONE
-	M2C4 I3.3	Fase	Scheda	Opera	Argomento	Tipo elab.	Progressivo	Rev.
		PE	016	SIC	BB	RT	001	A

PROGETTAZIONE

Raggruppamento temporaneo di professionisti

Mandataria



Mandanti



Ing. Andrea Marzi

STUDIO TECNICO
ING. PUCCINELLI
www.puccinelli.webs.com



STAZIONE APPALTANTE

**Agenzia Interregionale
per il Fiume Po**
Strada G. Garibaldi n.75
43121 Parma (PR)

**Responsabile Unico
del Procedimento**
Ing. Mirella Vergnani

Responsabile dell'Integrazione delle Prestazioni Specialistiche

Ing. Andrea Marzi
Ing. Andrea Pettinaroli

Responsabile dell'elaborato

Ing. Federico De Piccoli

A	12/03/2025	Prima Emissione	MS	AM	AM
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

Sommario

1	Premessa	1
1.1	Introduzione	1
1.2	Riferimenti normativi	1
1.3	Definizione della procedura tecnico – amministrativa	2
1.4	Profondità di indagine	3
2	Descrizione dell'area di intervento	7
3	Modalità di indagine	9
3.1	Analisi storico-documentale	9
3.2	Analisi strumentale.....	10
3.3	Bonifica bellica sistematica terrestre	10
4	Valutazione preventiva del rischio bellico (VRB)	12
5	Allegato 1: Procedura tecnico-amministrativa da osservare, qualora si ritenesse di dover procedere con una attività di bonifica bellica.	15
6	Allegato 2 – Risultati indagini strumentali doc. BD074_VRB_INTERVENTO_SC16_AIPO_2	17

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici
pag. 1 / 18	

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Durante le due guerre mondiali, che hanno interessato l'Italia nel secolo scorso, si può stimare che sul nostro territorio nazionale siano state sganciate circa 378.900 tonnellate di bombe. A seguito delle campagne di risanamento del territorio, effettuate dalle sezioni di rastrellamento bombe e proiettili, costituite presso i Comandi Militari Territoriali tra il 1946 e il 1948, è stato rinvenuto un cospicuo numero di ordigni, che le forze militari considerano pari a circa il 60% dei potenziali ordigni inesplosi disseminati su tutta la nostra area geografica. Si valuta, pertanto, in base a tali dati, che sul nostro territorio ci siano, attualmente, ancora 15.000 tonnellate circa di ordigni inesplosi.

L'entità del fenomeno è tale da far sì che ogni anno in Italia vengano rinvenuti circa 60mila ordigni bellici.

Nel 2012 è stata promulgata la Legge 177, che introduce nel D. Lgs. 81/08 precise azioni che il committente e il Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione (di seguito CSP), devono mettere in campo, al fine di valutare sia la possibilità di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi, durante operazioni di scavo, sia il rischio di esplosione derivante dall'innescio accidentale di un ordigno bellico inesplosivo rinvenuto durante le attività di scavo.

Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, pertanto, è investito dall'obbligo di valutare il rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi, a partire dal 26 giugno 2016¹.

Qualora a seguito della valutazione del rischio da parte del CSP/CSE venga indicata come necessaria l'attività di Bonifica Bellica Sistemica Terrestre e/o Subacquea da ordigni esplosivi residuati bellici (di seguito indicata come Bonifica Bellica), si deve provvedere ad attivare lo specifico iter autorizzativo.

1.2 Riferimenti normativi

Le attività di indagine per il rinvenimento di tali ordigni inesplosi, in caso di realizzazione di scavi, a lungo lasciate allo spirito di iniziativa dei soggetti interessati, è stata disciplinata, sotto il profilo della sicurezza sul lavoro, con la promulgazione, da parte del Parlamento, della **Legge 1 ottobre 2012, n. 177 recante “Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici”** (G.U. n. 244 del 18 ottobre 2012).

Dal 26 giugno 2016, con l'entrata in vigore di tutte le modifiche al testo unico sulla sicurezza, introdotte con la citata Legge 177, i principali riferimenti normativi sono i seguenti articoli dell'81/08:

- art. 28 comma 1 (Oggetto della valutazione dei rischi);
- art. 91 (Obblighi del coordinatore per la progettazione);

¹ Sei mesi dopo la pubblicazione del decreto ministeriale 11 maggio 2015 n.82, con riferimento a quanto contenuto nell'art.1, comma 3 della Legge 177/2012, prorogato poi al 26 giugno 2016 con il decreto 30.12.15 n.210, decreto mille proroghe, art.4 comma 6.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici
pag. 2 / 18	

- art. 100 comma1 (Piano di Sicurezza e Coordinamento)
- art. 104 - (Modalità attuative di particolari obblighi)
- allegato XI (Elenco dei lavori comportanti rischi particolari per i lavoratori)
- allegato XV 2.2.3. (Contenuti del piano di sicurezza e coordinamento)

Le modifiche a tali articoli, riguardano sostanzialmente le seguenti novità:

a) Obbligo diretto a carico del CSP (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione) di eseguire la valutazione del rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi e valutazione del rischio di esplosione derivante dall'innescio accidentale di un ordigno bellico inesplosivo rinvenuto durante le attività di scavo;

b) Definizione da parte del Ministero della Difesa di direttive tecniche;

c) Predisposizione da parte del Ministero Difesa di un nuovo sistema di qualificazione per imprese specializzate nella bonifica bellica (in sostituzione dell'ex Albo A. F. A., soppresso in precedenza.).

A tali riferimenti bisogna affiancare, per la bonifica² delle aree: le direttive GEN-BST-001 e GEN-BSS 001 Ed. 2017 della Direzione dei Lavori e del Demanio, che definiscono i procedimenti tecnico-amministrativi inerenti "il rilascio del parere vincolante, la sorveglianza, la verifica di conformità relativi al servizio di bonifica bellica sistematica terrestre e subacquea da ordigni esplosivi residuati bellici eseguita, a scopo precauzionale, da soggetti interessati a norma dell'art. 22 del D.Lgs. 15 marzo 2010 n.66 – come modificato dal D.Lgs. 24 febbraio 2012 n.20".

Mentre per l'identificazione e la qualificazione delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni bellici: il D.M. 11 maggio 2015, n.82 – "Regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell'idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni inesplosivi residuati bellici, ai sensi dell'art.1 c.2 della legge 177/2011".

In ultimo si ricorda l'interpello n. 14 del MLPS del 29 dicembre 2015 che ha per oggetto la "risposta al quesito in merito alla bonifica preventiva degli ordigni bellici".

1.3 Definizione della procedura tecnico – amministrativa

Di seguito si illustrano le modalità di esecuzione di una corretta valutazione del **rischio bellico residuale storicamente ascrivibile all'area di progetto**, al fine di determinare l'eventuale successiva fase di campo per la messa in sicurezza dell'area.

L'intervento di messa in sicurezza convenzionale, preliminare all'esecuzione dei lavori, definito da normativa tecnica esistente [Ministero della Difesa] è rappresentato dalla "bonifica precauzionale e preventiva da ordigni esplosivi residuati bellici". L'ente ministeriale territorialmente competente in

² Nota: è bene precisare che quando si parla di "bonifica" da ordigni bellici inesplosivi di una determinata area, in letteratura e normativa ci si riferisce alla "campagna di rilevamento e individuazione degli ordigni inesplosivi" e non alla rimozione degli stessi.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici

pag. 3 / 18

materia di messa in sicurezza convenzionale (bonifica bellica), attività normata ai sensi del D.Lgs 66/2010 – D.Lgs n 20/2012, è il Comando Infrastrutture Nord o Sud – Direzione Genio Militare - 5°/10° Reparto Infrastrutture Ufficio BCM di Padova/Napoli (distinzione previste tra ambiti territoriali Nord ed ambiti territoriali Sud).

In materia specifica dal 26 giugno 2016, la normativa in esame si sviluppa con riferimento a due Ministeri competenti differenti:

- il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, avendo competenza in materia di Sicurezza del Lavoro (T.U.S. 81/2008) che prevede i seguenti obblighi diretti:

- a) Obbligo diretto di valutazione rischi connessi al cantiere nelle attività di scavo, a carico del RUP/RDL ai sensi dell'art. 15 T.U.S. 81/2008;
- b) Obbligo diretto di valutazione rischio bellico nelle attività di scavo, a carico del CSP/CSE, nominati da committente ai sensi dell'art 28 TUS (emendato da LEGGE N 177/2012 – Art 1 – comma 1)

- il Ministero della Difesa, in quanto soggetto avente competenza in materia di messa in sicurezza per eliminazione del rischio bellico documentato. Questi non ha alcun obbligo diretto o potere prescrittivo in materia di Valutazione Rischio Bellico, ma esclusivo parere consultivo, su richieste del soggetto interessato, mentre ha invece “parere vincolante” in materia di bonifica bellica, in merito alle procedure di autorizzazione, tecnico operative e di collaudo finale. Il parere vincolante ministeriale, ai sensi del D. Lgs 66/2010 – art 22, si riconduce ai seguenti testi:

- a) Circolare SME n. 596/184.420 in data 26 Giugno 1998 – Riordino del settore relativo alla bonifica di ordigni esplosivi e ss.mm.ii.;
- b) “Disciplinare tecnico per l'esecuzione del servizio di Bonifica Bellica Sistemica Terrestre” Ed. 2015 di Ministero Difesa. (Circolare B.TER)

Il coordinatore per la progettazione, in sede di indagini geologiche/studio di fattibilità:

➤ ha individuato, nell'ambito di tutta l'area di cantiere, le zone aventi diversa destinazione d'uso (transiti esclusivamente pedonali, con mezzi leggeri o pesanti, interessanti a vario titolo (es. scavi, jet-grouting, palificazioni..) del terreno in cui si ritiene necessario tutelare (maestranze, opera, interessi..) dagli effetti derivanti dalla presenza di ordigni bellici inesplosi;

➤ ha fatto eseguire un'indagine preliminare di ricerca storiografica sui bombardamenti e sulle battaglie avvenuti sull'area di progetto.

1.4 Profondità di indagine

I criteri per la determinazione della profondità di indagine da prevedere secondo il Ministero della Difesa e si fonda sull'applicazione di conoscenze e di leggi scientifiche riconosciute,

integrate ovviamente da valutazioni professionali circa eventi o fenomeni suscettibili di interpretazione.

Le stime e le considerazioni ivi espresse sono basate su informazioni acquisite o comunque disponibili al momento dell'indagine e sono strettamente condizionate dai limiti imposti dalla tipologia e dalla consistenza dei dati utilizzabili, dalle risorse fruibili per il caso di specie, nonché dal programma di lavoro concordato con il committente.

Dal punto di vista geologico in generale la morfologia dei luoghi è imputabile a processi di deposito di materiale alluvionale ad opera del fiume Po.

Le unità litologiche nell'intorno dell'area di interesse, dunque, sono fondamentalmente sabbie, solo debolmente limose o ghiaiose.

Dal punto di vista dell'analisi balistica, valutati i tre fattori di base principali che determinano la localizzazione di bombe d'aereo inesplose nel sottosuolo (angolo d'ingresso; traiettoria orizzontale; capacità di penetrazione) integrati con i dati emersi dalle pregresse indagini geologiche – geotecniche eseguite si ritiene di poter ragionevolmente definire come quota massima di penetrazione di una bomba d'aereo inesplosa da 500 – 1000 Lbs la quota -5,00 metri da piano di campagna originario del periodo bellico esaminato.

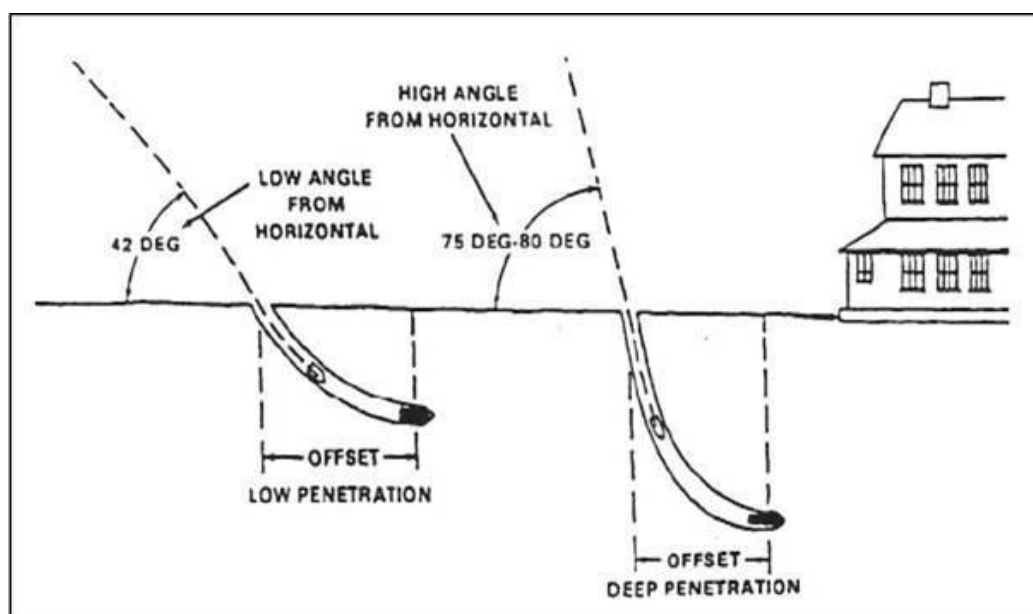


Immagine 1 – Schema dell'influenza dell'angolo di penetrazione sulla profondità di penetrazione

La capacità di penetrazione di un ordigno bellico sotto al piano campagna, è data dalla relazione:

$$C_p = C_f \times [(1.00 \text{ [m]} / 100 \text{ [lbs]}) \times \text{Peso [lbs]}]$$

INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)*Codice elaborato:* **PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A***Titolo elaborato:* **Relazione Bonifica Ordigni Bellici**

pag. 5 / 18

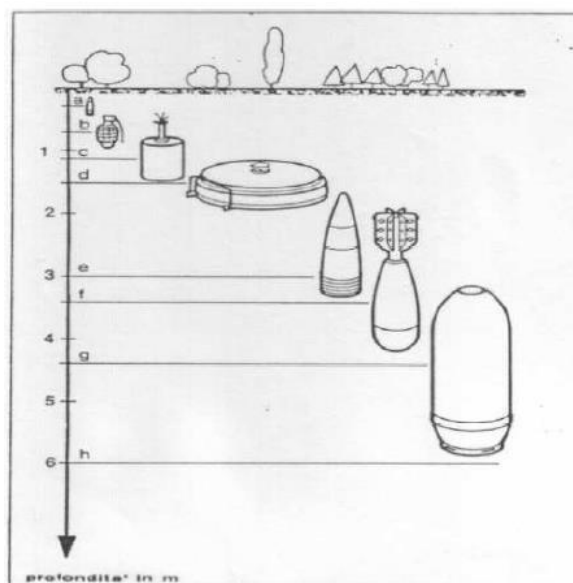
La C_p è riferita al piano campagna esistente durante il periodo bellico, pertanto, devono essere tenute in considerazione eventuali modifiche e manipolazioni del suolo avvenute nei periodi successivi. C_f rappresenta invece il coefficiente di penetrazione stimato, in base alla consistenza media del terreno oggetto di penetrazione, variabile a seconda che si consideri un substrato composto da rifiuto di roccia, roccia tenera, sabbia, argilla, limo-sabbioso, limo o strato imbevuto d'acqua fino a saturazione (come indicato nel seguito). La C_p è infatti riferita ad una tipologia di terreno compatto, ed è perciò suscettibile di leggere variazioni in merito alla profondità di ritrovamento dell'eventuale ordigno esplosivo residuo bellico. E' importante inoltre specificare che il Ministero della Difesa, ente competente per emettere parere vincolante in merito alle procedure di messa in sicurezza convenzionale (bonifiche belliche), ha definito come quota massima di rinvenimento ordigni residui bellici inesplosi la profondità di – 7,00 metri da piano di campagna originario (Circolare Protocollo MD/GGEN/01 03437/121/701/11 – 08.06.2011). In considerazione dei rinvenimenti censiti di ordigni inesplosi, in funzione della tipologia di terreno presente in sito, possiamo convenzionalmente classificare la capacità di penetrazione in profondità di un ordigno residuo bellico inesplosivo, considerando ovviamente opportune variabili relative a dimensione, peso, altitudine di lancio, secondo la seguente tabella:

TIPO DI SUBSTRATO	C_f [min - max]	CAPACITÀ DI PENETRAZIONE
Rifiuto di roccia	0.00	$C_p = 0.00 \times (1.00 \text{ m} / 100 \text{ lbs}) \times \text{peso [lbs]}$
Rocce tenere/fratturate	0.00 - 0.10	$C_p = 0.10 \times (1.00 \text{ m} / 100 \text{ lbs}) \times \text{peso [lbs]}$
Ghiaioso	0.10 - 0.40	$C_p = 0.30 \times (1.00 \text{ m} / 100 \text{ lbs}) \times \text{peso [lbs]}$
Sabbioso	0.30 - 0.50	$C_p = 0.40 \times (1.00 \text{ m} / 100 \text{ lbs}) \times \text{peso [lbs]}$
Argilloso	0.35 - 0.55	$C_p = 0.45 \times (1.00 \text{ m} / 100 \text{ lbs}) \times \text{peso [lbs]}$
Limoso / sabbioso	0.40 - 0.80	$C_p = 0.60 \times (1.00 \text{ m} / 100 \text{ lbs}) \times \text{peso [lbs]}$
Prevalentemente limoso	0.55 - 0.80	$C_p = 0.65 \times (1.00 \text{ m} / 100 \text{ lbs}) \times \text{peso [lbs]}$
Terreno barenale	0.70 - 1.00	$C_p = 0.85 \times (1.00 \text{ m} / 100 \text{ lbs}) \times \text{peso [lbs]}$

La massa dell'ordigno, quindi, gioca un ruolo essenziale sulla capacità di penetrazione, e uno schema che ne cataloga il valore massimo in funzione della tipologia (e quindi della massa) è quello di seguito riportato:

INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)Codice elaborato: **PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A**Titolo elaborato: **Relazione Bonifica Ordigni Bellici**

pag. 6 / 18

*Immagine 2 – Profondità penetrazione ordigni in funzione della massa*

Visto quindi il tipo di ordigno che storicamente può essere rinvenuto nell'area (500-1000 lbs), e visto il substrato (che, dai dati disponibili risulta essere di buona consistenza, compreso fra ghiaie sabbiose e sabbie debolmente limose), vista la memoria storica sui rinvenimenti nella zona, visto il parere del Ministero della Difesa citato sopra, la profondità di 7.00 m dal piano campagna attuale (in quanto potrebbe non essere coincidente con quello dell'epoca bellica) è da considerarsi come esaustiva per la valutazione di rischio della presente relazione.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici

pag. 7 / 18

2 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area d'intervento relativa al progetto **"M2C4I3.3 - Opere di protezione arginale per il mantenimento dell'assetto ambientale e idraulico-morfologico (Linea PT) – SCHEDA D'INTERVENTO N. 16 - KM 343 - L – ER Caselle Landi (LO), Piacenza (PC)"** prevede la realizzazione delle diaframature di intervento in località Roncarolo nel comune di Caorso provincia di Piacenza.

L'intervento in oggetto, vale a dire l'esecuzione delle diaframature, ricade solo sul territorio della regione Emilia Romagna.



Figura 1 Inquadramento a scala territoriale della scheda d'intervento 16

La prima tratta, di circa 20 m, si trova dell'abitato di Roncarolo, all'incrocio tra la Strada Argine Po e via don Minzoni. La seconda tratta di circa 580 m si trova più a valle, verso nord, tra le cascate Gnerre e La Dote. La estensione dei due tratti è stata definita a seguito della campagna di indagine, con cui si è verificata l'estensione delle diaframature esistenti, e definiti gli interventi al fine di completare la continuità dell'opera.

Gli interventi sono localizzati al piede all'argine maestro, pertanto sono posti all'interno del demanio idrico o di particelle pubbliche, si opererà, quindi senza la necessità di espropriare aree di proprietà privata. Si prevede inoltre l'occupazione temporanea delle aree di cantiere necessarie per il posizionamento della parte logistica del cantiere, che saranno liberate a fine intervento.

Come anticipato l'area è stata già oggetto di intervento di realizzazione dei tratti di diaframmatura, non continui, e di realizzazione del rilevato dell'argine maestro, pertanto in parte già oggetto di scavo.

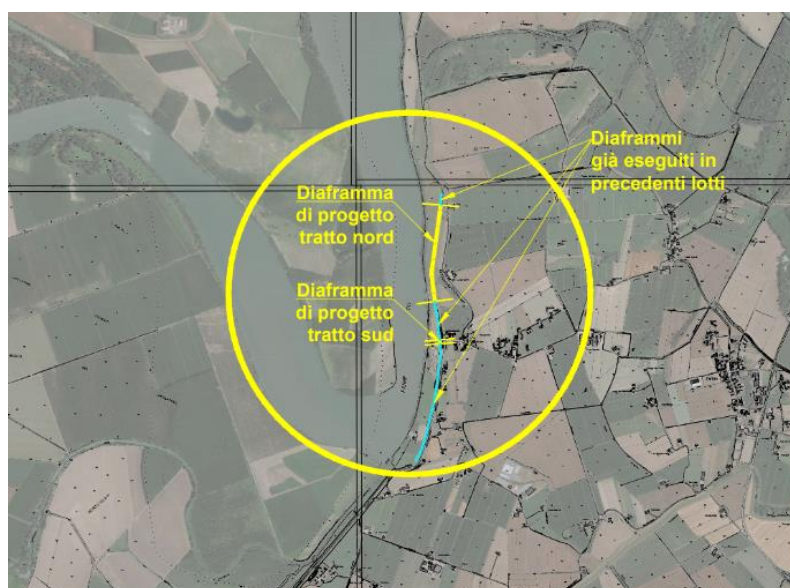


Figura 2 - Inquadramento dell'area di intervento della scheda 16.



Figura 3 - Ortofoto del 1954 dell'area di interesse.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici

pag. 9 / 18

3 MODALITÀ DI INDAGINE

Le indagini per l'analisi del rischio bellico prima dell'inizio dei lavori prevedono innanzitutto, le indagini storiche e strumentali finalizzate alla valutazione preliminare del rischio bellico residuo (VRB), ai sensi del T.U.S. 81/2008 come emendato dalla Legge n 177/2012, la cui valutazione risulta a carico del CSP.

Gli strumenti messi a disposizione dalla normativa citata per eseguire una corretta e razionale "VRB" sanciti dal Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, ente pubblico legiferante materia (Decreto Interministeriale n. 82/2015), in risposta ad interpello specifico prodotto dal Consiglio Nazionale degli Ingegneri del Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione, sono:

- **Analisi storico-documentale** (studio storico) dell'attività bellica documentata nel sito interessato.
- **Analisi strumentale**, ad integrazione e valutazione delle interferenze esistenti, per quelle situazioni per le quali l'analisi storica non è stata completamente soddisfacente, ovvero nel caso in cui le precedenti attività eseguite non siano risultate esaustive in termini di definizione del rischio residuo.

Sulla base dei risultati di questa prima analisi (VRB), qualora il rischio bellico residuo fosse giudicato alto o non accettabile, il CSP valuta l'opportunità di effettuare ulteriori indagini e approfondimenti. Se anche quest'ultimi (o una parte di essi) dovessero confermare la non accettabilità del rischio, occorrerà che il CSE ricorra per queste situazioni alla bonifica bellica sistematica terrestre, ovvero l'insieme delle operazioni finalizzate alla ricerca, identificazione, neutralizzazione e rimozione di ordigni inesplosi. Tale attività può essere intrapresa anche in anticipo rispetto alla esecuzione dei lavori d'appalto.

3.1 Analisi storico-documentale

In prima istanza il sito progettuale viene inquadrato dal punto di vista storico, per determinare la tipologia di attività bellica documentata in loco. L'analisi storiografica viene eseguita mediante raccolta dati ed informazioni storiche originate da archivi ufficiali, escludendo informazioni non ufficiali, relative a memorialistica soggettiva (diari, scritti postumi) prodotta da singoli combattenti non suffragate da bibliografia ufficiale. L'analisi storiografica per documentare l'attività bellica sul territorio in esame, risalente al secondo conflitto mondiale, si compone usualmente di:

- memorialistica ufficiale che documenta che i territori in oggetto sono stati interessati da attività bellica intensa;
- memorialistica ufficiale che documenta che i territori in oggetto sono stati interessati da ritrovamenti di interesse di materiale bellico.

Parallelamente allo studio storiografico preliminare è opportuno eseguire un'analisi stato di fatto, per verificare se in sito sono evidenziati interventi di antropizzazione in epoca post-bellica che consentano di limitare il potenziale rischio residuo ascrivibile al sito oggetto di progettazione.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici

pag. 10 / 18

3.2 Analisi strumentale

Nel caso in cui non fosse stato possibile escludere dall'analisi storica la possibilità di presenza di ordigni bellici, il CSP dispone ulteriori indagini strumentali finalizzate alla valutazione del rischio bellico residuo, ai sensi del T.U.S. 81/2008 come emendato dalla Legge n 177/2012.

Per l'intervento in oggetto, nello specifico e date le caratteristiche del territorio, è stata prevista l'esecuzione di una campagna di misure geofisiche e topografiche per la mappatura georeferenziata delle anomalie presenti nel primo sottosuolo (fino ad una profondità di circa 6/8 m dal pc) mediante i seguenti sistemi geofisici:

- rilievo georadar, basato sulla riflessione delle onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 10 e 2000 MHz, eseguito mediante trasporto con drone;
- rilievo magnetometrico movimentato per mezzo di un drone/UAV;
- rilievo aerofotogrammetrico e lidar ad altissima risoluzione tramite drone equipaggiato con fotocamera e sensore Lidar.

L'area da indagare prevista corrisponde a tutta l'area oggetto di scavi/movimentazione terra, oltre alle aree oggetto di cantierizzazione.

Nella valutazione di un rischio bellico residuo, come previsto dalla vigente legislazione, in considerazione della delicatezza della materia in esame, si applica un criterio che consenta di definire due parametri interpretativi limite di definizione da trasmettere al Coordinatore della Sicurezza:

- *Livello rischio bellico residuo "accettabile", in relazione alle conoscenze note;*
- *Livello rischio bellico residuo "non accettabile", in relazione alle conoscenze note.*

Qualora, in esito alle indagini strumentali (indagini magnetometriche/geoelettriche/elettromagnetiche), emergano delle situazioni di rischio giudicato alto o non accettabile, l'Impresa procede a delimitare l'area corrispondente in modo da poter effettuare ulteriori accertamenti.

È facoltà del CSP richiedere ulteriori indagini strumentali per una migliore caratterizzazione geofisica delle eventuali anomalie riscontrate, preferibilmente mediante indagini mirate a terra nelle zone dove sono state rilevate le anomalie, ovviamente dopo opportuna pulizia della vegetazione in corrispondenza di ciascuna anomalia individuata.

3.3 Bonifica bellica sistematica terrestre

Come precedentemente citato, qualora il risultato delle analisi della VRB (analisi storica e strumentale) faccia emergere un rischio bellico giudicato alto o non accettabile, il CSE valuterà l'opportunità di attivare la procedura di bonifica bellica sistematica terrestre limitatamente a quell'area "anomala". Per tale procedura, si rimanda alle direttive tecniche GEN-BST-001 e GEN-BSS 001 Ed. 2024 del Ministero della Difesa.

È comunque opportuno prevedere una procedura ben precisa che imprese e lavoratori autonomi dovranno seguire in caso di ritrovamento accidentale (bonifica occasionale) che si riassume in:

INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)

Codice elaborato: **PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A**

Titolo elaborato: **Relazione Bonifica Ordigni Bellici**

pag. 11 / 18

- sospensione immediata lavorazioni interferenti in cantiere;
- segnalazione rinvenimento ordigni cc competente (o autorità PS);
- intervento/sopralluogo genio guastatori su ordigni;
- ripresa lavori post smaltimento/distruzione/disattivazione.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici

pag. 12 / 18

4 VALUTAZIONE PREVENTIVA DEL RISCHIO BELLICO (VRB)

La ditta **GEOSIDE GEOFISICA SRL** è stata incaricata dalla Committenza – AIPo Agenzia Interregionale fiume Po - di eseguire un'attività di supporto tecnico amministrativo alla valutazione del rischio bellico residuo, prevista a cura del Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione, ai sensi del T.U.S. 81/2008 come emendato dalla legge 177/2012 al fine di consentire allo stesso la definizione del livello di rischio applicabile all'intervento progettuale previsto nel sito oggetto dell'intervento **"M2C4 I3.3 - Opere di protezione arginale per il mantenimento dell'assetto ambientale e idraulico-morfologico (Linea PT) - Scheda d'intervento N. 16 nel comune di Caorso"**.

L'analisi documentale (stato di fatto – stato di progetto – stato litologico – balistica) ha confermato la criticità storica (aree non oggetto di rimaneggiamenti e con profondità di scavo rilevanti).

Alla luce delle conoscenze acquisite, dei dati emersi in sede di analisi storico documentale del sito di interesse.

Il CSP ha ritenuto il rischio residuo NON ACCETTABILE in riferimento al target delle bombe d'aereo (500/1000 libbre) e dei proiettili di artiglieria di medio e grosso calibro e ha quindi ritenuto di investigare ulteriormente le aree oggetto di scavi/movimentazione terra, oltre alle aree oggetto di cantierizzazione, mediante le indagini strumentali indicate al Paragrafo **3.2**.

Le indagini geofisiche, effettuate a copertura totale dell'area di interesse, hanno permesso di ottenere un set di informazioni ad elevata risoluzione delle aree indagate; nonostante la quota di volo i sistemi radar e magnetometrici utilizzati hanno permesso di mappare il primo sottosuolo delle aree di interesse con un'ottima coerenza del segnale fino ad una profondità di circa 6/8 m dal pc.

In particolare, sono state individuate per la scheda 16 – Linea PT circa 20 anomalie ferromagnetiche puntuali in cui i dati geofisici non permettono di escludere la presenza di target di possibile interesse VRB nel sottosuolo, che non tutte rientrano nelle aree di intervento per la realizzazione delle diaframature. In particolare, sono presenti nelle aree di cantierizzazione per gli interventi della linea PT (diaframmi) 11 anomalie, riquadrate nella tabella di seguito:

INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)Codice elaborato: **PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A**Titolo elaborato: **Relazione Bonifica Ordigni Bellici**

pag. 13 / 18

Nome	Est	Nord
16B_01	565481.04	4990304.85
16B_02	565535.02	4990311.73
16B_03	565611.22	4990329.19
16B_04	565720.25	4990661.69
16B_05	565723.89	4990632.91
16B_06	565718.26	4990563.13
16B_07	565720.58	4990394.46
16B_08	565696.11	4990371.97
16B_09	565698.09	4990348.82
16B_10	565683.54	4990302.51
16B_11	566008.98	4990543.95
16B_12	565989.79	4990749.33
16B_13	565969.62	4991029.79

16B_14	566023.20	4991420.38
16B_15	565999.38	4991246.42
16B_16	565974.25	4991242.45
16B_17	565987.15	4991166.38
16B_18	565976.23	4990911.72
16B_19	565982.91	4990875.93
16B_20	566008.71	4990673.53

L'individuazione è riportata nell'elaborato di progetto esecutivo doc. PE.0.1.6.SIC.BB.P.L.0.0.1.A.

Alla luce dei risultati delle indagini strumentali delle aree di interesse, il CSP ha ritenuto il rischio residuo ACCETTABILE dove riferito al target della VRB per le aree indagate, ad eccezione dell'immediato intorno delle 11 anomalie individuate e indicate nella tabella precedente.

Per le suddette aree, **al fine di ottenere ulteriori elementi conoscitivi per poter valutare il rischio residuo**, ha richiesto alla stazione appaltante AIPO di procedere con l'approfondimento delle indagini per una migliore caratterizzazione geofisica delle anomalie sopra descritte, prevedendo:

- Fase 1: Indagine a terra di ciascuna anomalia con **rilevo gradiometrico ed elettromagnetometrico**:
- Fase 2: Indagine con **tomografia elettrica** in corrispondenza di ciascuna anomalia confermata in fase 1.

L'incarico per l'attività di analisi integrativa è in corso di affidamento.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici
pag. 14 / 18	

Alla luce delle analisi e degli esiti che verranno riportati nella documentazione prodotta dalla Ditta incaricata, il CSE valuterà il rischio residuo e l'opportunità di attivare la procedura di **bonifica bellica sistemica terrestre** in corrispondenza delle anomalie che dovessero essere confermate, oppure altre modalità di intervento (possibilità di valutare eventualmente una fase preventiva di pulizia dell'area/assistenza).

La valutazione dei risultati delle indagini, e il recepimento delle procedure all'interno del PSC, è pertanto demandato al CSE prima dell'avvio dei lavori.

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
Codice elaborato:	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
Titolo elaborato:	Relazione Bonifica Ordigni Bellici

pag. 15 / 18

5 Allegato 1: Procedura tecnico-amministrativa da osservare, qualora si ritenesse di dover procedere con una attività di bonifica bellica.

Se, a seguito di quanto precede, ritenesse di dover procedere con una attività di bonifica bellica, la procedura tecnico-amministrativa da osservare può essere schematizzata nelle seguenti fasi:

- Conformemente a quanto previsto dalle direttive tecniche GEN-BST-001 e GEN-BSS 001 Ed. 2024 del Ministero della Difesa, il Soggetto Interessato/Committente invia apposita istanza agli Organi Esecutivi Periferici di Forza Armata competenti per territorio allegando il Documento Unico di Bonifica Bellica sottoscritto anche dall'Impresa BCM, contenete le informazioni di dettaglio relative all'esecuzione del servizio di Bonifica Bellica Sistemica (DUB)10;
- entro 30 giorni dalla data di presentazione della richiesta il suddetto Organo Esecutivo Periferico di Forza Armata rilascia il Parere Vincolante, che potrà essere positivo o negativo, assumendo le seguenti forme:
 - Parere vincolante positivo con DUB approvato o approvato con limitate prescrizioni;
 - Parere vincolante negativo con DUB non approvato e indicazione delle carenze.

Il Parere vincolante positivo ha validità di 365 giorni dal momento del rilascio, trascorsi i quali, in assenza di comunicazioni di inizio delle prestazioni di BST/BSS, decade.

In caso di parere vincolante positivo e DUB approvato con limitate prescrizioni, il soggetto interessato potrà avviare le attività di bonifica bellica, fatti salvi gli altri adempimenti previsti, attenendosi scrupolosamente alle indicazioni fornite dall'OEP. In particolare, nel caso in cui le sopracitate limitate prescrizioni siano riferite agli allegati presentati contestualmente al DUB, sarà sufficiente regolarizzare solo la documentazione carente senza attendere ulteriore emissione del parere vincolante, fermo restando l'obbligo da parte del soggetto interessato/ditta incaricata di assolvere ai sopracitati adempimenti prima dell'emissione dell'Attesto di Bonifica Bellica.

In caso di parere vincolante negativo con DUB non approvato, il soggetto interessato dovrà provvedere a presentare un nuovo documento che recepisca integralmente e fedelmente tutte le indicazioni fornite dall'OEP, che avrà a disposizione ulteriori 30 giorni per esprimersi. La comunicazione in tale caso avrà valore ai sensi dell'articolo 10-bis della L. 241/90.

- Il soggetto interessato una volta ricevuto il parere vincolante positivo da parte dell'autorità militare competente per territorio potrà dare mandato all'impresa specializzata di avviare le attività di BST/BSS;
- Una volta ultimate le operazioni di BST/BSS, l'impresa specializzata rilascia al soggetto interessato "l'Attestato di Bonifica Bellica", dichiarando di aver eseguito le prestazioni in conformità a quanto autorizzato dall'OEP. Quindi, l'impresa assume ogni onere, gravame, conseguenza e responsabilità per tutto ciò che possa accadere durante e dopo l'esecuzione delle operazioni di bonifica bellica sistematica, per cause o implicazioni dirette e indirette. Tali

PNRR - M2C4 Investimento 3.3 - RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO	
Progetto Esecutivo	
INTERVENTO N. 16 - KM 343 – L - ER CASELLE LANDI (LO) E PIACENZA (PC)	
<i>Codice elaborato:</i>	PE.0.1.6.SIC.BB.R.T.0.0.1.A
<i>Titolo elaborato:</i>	Relazione Bonifica Ordigni Bellici
pag. 16 / 18	

oneri rimarranno comunque a suo carico, a prescindere dall'esito delle verifiche effettuate dal personale dell'Amministrazione Difesa, dal rispetto della buona regola d'arte in fase esecutiva, dall'ottemperanza a prescrizioni, norme generali e particolari inerenti la regolamentazione del settore di bonifica sistematica;

L'Attestato in argomento dovrà essere inviato all'OEP, il quale Ente entro 30 giorni dalla data di ricezione, effettuati i dovuti controlli nell'ambito delle funzioni di sorveglianza e vigilanza di competenza, provvederà a restituire rispettivamente all'impresa specializzata e al Soggetto Interessato il precitato Attestato completo di parere di validazione dell'A.D. Le aree sottoposte a BSS non potranno essere oggetto di lavorazioni finché l'OEP non avrà rilasciato al Soggetto Interessato e all'impresa specializzata l'Attestato di Bonifica Bellica con la relativa dichiarazione di validazione del servizio BST/BSS, che ne attesti la conformità al parere vincolante positivo emanato.

Per l'Amministrazione Difesa il procedimento relativo al servizio di BST si considererà concluso con il rilascio della precitata dichiarazione.

Qualsiasi documento attestante l'avvenuta Bonifica Bellica Sistematica delle aree, anche se rilasciato dall'impresa specializzata esecutrice delle prestazioni, se non conforme alle direttive GEN-BST-001 e GEN-BSS 001 Ed. 2024, debitamente compilato in tutte le sue parti da tutti gli aventi causa, è da intendersi nullo.

**6 Allegato 2 – Risultati indagini strumentali doc.
BD074_VRB_INTERVENTO_SC16_AIPO_2**



GEOSIDE GEOFISICA SRL

Viale del Commercio 44/b – 35013 Cittadella (PD)

e-mail: info@geoside.it

PEC: geoside_geofisica@pec.it

Committente:



Agenzia Interregionale per il fiume Po

Strada Giuseppe Garibaldi

43121 Parma (PR)

www.agenziainterregionalepo.it

**ESECUZIONE DI UNA CAMPAGNA DI MISURE GEOFISICHE E TOPOGRAFICHE PER LA
MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE
DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO
(ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)**

**INTERVENTO SC16
COMUNI DI CASELLE LANDI (LO) E CAORSO (PC) - KM 343**

**INTERVENTI DELLO STRALCIO PRIORITARIO
DELL'INVESTIMENTO PNRR M2C4 - I3.3 RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO, FINANZIATO
DALL'UNIONE EUROPEA NEXTGENERATIONEU**

RELAZIONE TECNICA

Ubicazione: Comuni di Caselle Landi (LO) e Piacenza (PC)

Data: 13 Gennaio 2025

ID Commessa: BD074

Dr. Lorenzo Facco

INDICE

1 Premessa	3
2 Limitazioni di responsabilità	4
3 Inquadramento del territorio	5
4 Metodologia delle operazioni di rilievo geofisico ed acquisizione dei dati	6
4.1 Indagini Georadar: Metodologie e strumentazione utilizzate	6
4.2 Indagini Magnetometriche: Metodologie e strumentazione utilizzata	9
4.3 Rilievo Topografico: Metodologie e Strumentazione Utilizzata	Error! Bookmark not defined.
5 Analisi ed elaborazione dei dati	15
5.1 Dati Radar (GRD)	15
5.2 Dati Magnetici	15
5.3 Dati Topografici	Error! Bookmark not defined.
6 Risultati	16
7 Conclusioni	17

Allegati:

BD074_ZSC16_TC01

Planimetria del rilievo geofisico

.pdf

1 Premessa

Geoside Geofisica srl è stata incaricata dalla Committenza di eseguire una serie di indagini geofisiche e topografiche nell'ambito del servizio di analisi storico-documentale e indagini geofisiche e relazione di valutazione del rischio bellico residuo dell'opera, nell'ambito degli interventi dello stralcio prioritario dell'investimento PNRR M2C4 - I3.3 RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO, finanziato dall'Unione Europea Nextgenerationeu.

L'obiettivo delle indagini era la mappatura georeferenziata delle anomalie di interesse ai fini della Valutazione del Rischio Bellico (di seguito VRB) e delle strutture antropiche sepolte in corrispondenza delle aree di interesse concordate con la Committenza.

In particolare le indagini hanno interessato il sito oggetto dell'intervento n° SC16 lungo il fiume Po nei Comuni di Caselle Landi (LO) e Caorso (PC).

Le tecniche di prospezione valutate più efficaci e messe quindi in atto per il caso specifico sono state:

- rilievo georadar con sistema Radsys Zond Aero LF GPR system;
- rilievo magnetometrico con Magnetometro Magdrone R3- Sensys;

La fitta vegetazione non ha consentito il volo del drone a quote tali da ottenere dati significativi mediante rilievo magnetometrico in tutti i settori di interesse.

La presenza di vegetazione da alto fusto ha infatti obbligato gli operatori a far volare gli APR che trasportavano i sensori a circa 3m al di sopra delle chiome degli alberi, in tali settori il rilievo è stato eseguito con metodologia georadar.

Le indagini sono state eseguite nel mese di Dicembre 2024.

La presente relazione tecnica descrive le metodologie e le strumentazioni utilizzate durante questa campagna di rilievi ed i risultati ottenuti.

2 Limitazioni di responsabilità

Questo rapporto tecnico si fonda sull'applicazione di conoscenze e di leggi scientifiche riconosciute ma anche di calcoli e di valutazioni professionali circa eventi o fenomeni suscettibili di interpretazione.

Le stime e le considerazioni ivi espresse sono basate su informazioni acquisite o comunque disponibili al momento dell'indagine e sono strettamente condizionate dai limiti imposti dalla tipologia e dalla consistenza dei dati utilizzabili, dalle risorse fruibili per il caso di specie, nonché dal programma di lavoro concordato con il Cliente.

E' importante ricordare che le procedure di misura impiegate per l'indagine geofisica si basano su tecniche di esplorazione indiretta che, nonostante siano utilizzate allo stato dell'arte sia delle conoscenze scientifiche che degli avanzamenti tecnologici, hanno una serie di limitazioni intrinseche. L'indagine geofisica non può, infatti, sostituire integralmente l'esplorazione diretta anche se ne rappresenta un indispensabile complemento per colmare le lacune informative e per garantire un'univoca correlazione dei principali elementi strutturali presenti nel sottosuolo.

Questo rapporto si basa inoltre sulla conoscenza professionale degli attuali standard e codici, tecnologia e legislazione dell'Unione Europea. Modifiche e aggiornamenti di quanto sopra citato potrebbero rendere inappropriate o scorrette le conclusioni, le raccomandazioni e le indicazioni stilate nel testo.

Le conclusioni ed i suggerimenti operativi contenuti nel presente rapporto vanno intesi come proposte di intervento e non come azioni vincolanti, salvo ciò non sia specificatamente indicato.

La scrivente non intende, inoltre, fornire alcuna garanzia, espressa o implicita, utilizzabile per qualsiasi finalità, relativa allo stato di qualità ambientale di settori di proprietà non indagati e, più in generale, al valore commerciale del sito in argomento.

Si tiene a precisare, infine, che le valutazioni contenute in questo rapporto sono state elaborate da tecnici e pertanto rivestono un carattere esclusivamente tecnico, non costituendo in alcun modo parere legale.

Gli Autori rispondono unicamente al Committente circa la corrispondenza del rapporto emesso, in ordine agli obiettivi delle ricerche definite nell'ambito dell'incarico, e non possono farsi carico di responsabilità per danni, rivendicazioni, perdite, azioni o spese, qualora subite anche da terzi, come risultato di decisioni prese o azioni condotte e basate sul rapporto stesso.

3 Inquadramento del territorio

L'area di interesse denominata Intervento SC16 è ubicata lungo il fiume Po nei Comuni di Caselle Landi (LO) e Caorso (PC).

La fitta vegetazione non ha consentito il volo del drone a quote tali da ottenere dati significativi mediante rilievo magnetometrico in tutti i settori di interesse.

La presenza di vegetazione da alto fusto ha infatti obbligato gli operatori a far volare gli APR che trasportavano i sensori a circa 3m al di sopra delle chiome degli alberi, in tali settori il rilievo è stato eseguito con metodologia georadar.

La superficie di interesse è stata mappata con un rilievo geofisico trasportato da APR per un'estensione pari a circa 159500 mq.



Figura: Immagine satellitare dell'area di rilievo (in rosso).

4 Metodologia delle operazioni di rilievo geofisico ed acquisizione dei dati

Come anticipato nei paragrafi precedenti lo scopo delle indagini era la mappatura georeferenziata delle anomalie di interesse ai fini della Valutazione del Rischio Bellico (di seguito VRB).

A tal fine, si è optato per l'utilizzo dei seguenti sistemi geofisici:

- rilievo georadar con sistema Radsys Zond Aero LF GPR system;
- rilievo magnetometrico con Magnetometro Magdrone R3-Sensys;
- rilievo aerofotogrammetrico e lidar tramite Drone DJI Matrice 300 RTK equipaggiato con fotocamera Zenmuse H20 e sensore Lidar DJI Zenmuse L1.

Per l'ubicazione delle aree indagate si rimanda alle tavole allegate alla presente.

Per la descrizione delle caratteristiche degli strumenti e delle metodologie d'indagine adottate si rimanda ai paragrafi successivi.

4.1 INDAGINI GEORADAR: METODOLOGIE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATE

Le misure radar sono state acquisite mediante un sistema Radsys Zond Aero LF GPR system trasportato per mezzo di drone DJI Matrice 300 RTK .



Figura: Radar Radsys Zond Aero LF GPR system.

Il metodo comunemente chiamato Georadar (noto in campo internazionale con il termine anglosassone di ground probing radar - GPR), è un sistema di indagine del sottosuolo basato sulla riflessione delle onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 10 e 2000 MHz.

Operativamente consiste nell'invio nel terreno di impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (radio frequenze) e nella misura del tempo impiegato dal segnale a ritornare al ricevitore dopo essere stato riflesso da eventuali discontinuità intercettate durante il suo percorso. Tali riflessioni sono causate in generale dal cambiamento delle proprietà elettriche del sottosuolo, dalla variazione del contenuto d'acqua e da cambiamenti litostratigrafici.

In particolare, nel caso della prospezione per la ricerca di sottoservizi, le riflessioni possono essere prodotte da strutture, da vuoti presenti nel terreno (ipogei, cunicoli, ecc.), da elementi metallici e superfici di contatto tra strati differenti.

Da un punto di vista teorico il principio di funzionamento dello strumento infatti è legato alla propagazione di un'onda EM nel sottosuolo e si basa sul fenomeno fisico di partizione dell'energia ad un'interfaccia tra due mezzi con diverse proprietà dielettriche.

In particolare, in corrispondenza di un'interfaccia fisica, l'onda EM generata in superficie ed immessa nel sottosuolo per mezzo dell'antenna subisce un fenomeno di riflessione e parte dell'energia ritorna verso la superficie.

La velocità di propagazione V_m di un onda EM in un mezzo m è data dalla (1) dove C è la velocità della luce ed ϵ_r è la costante dielettrica del mezzo, normalizzata rispetto a quella dell'aria.

$$V_m = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_r}}; \quad (1)$$

Il grado di direzionalità dell'onda EM generata dall'antenna, com'è noto, determina l'ampiezza dell'angolo solido in fase di energizzazione, governando quindi l'area di effettiva riflessione sulla superficie del bersaglio. Una delle unità di misura utilizzabili per la caratterizzazione del sottosuolo e quindi gli orizzonti riflettenti è il grado di riflettività (R), dato dalla (2), e cioè il rapporto tra energia incidente (E_i) ed energia riflessa (E_r) per ogni singolo riflettore.

$$R = \frac{E_i}{E_r} \quad (2)$$

Il risultato dell'elaborazione strumentale è una serie di diagrammi, spikes, la cui intensità dipende da quella del contrasto tra gli orizzonti attraversati oltre che dall'impostazione strumentale; l'ubicazione dei radargrammi dipende dalla velocità di propagazione delle onde nei materiali.

Conoscendo le principali grandezze fisiche elettromagnetiche dei terreni attraversati è possibile trasformare la sezione distanze-tempi in una sezione distanze-profondità. La profondità massima di esplorazione risulta funzione della frequenza dominante del segnale emesso e della resistività elettrica del terreno.

In questo modo, una volta valutate le caratteristiche elettriche del mezzo attraversato dall'impulso elettromagnetico, si è in grado di identificare la forma dell'oggetto, il suo spessore e valutare la profondità alla quale esso si trova, con una precisione e attendibilità maggiore di quella degli altri metodi geofisici.

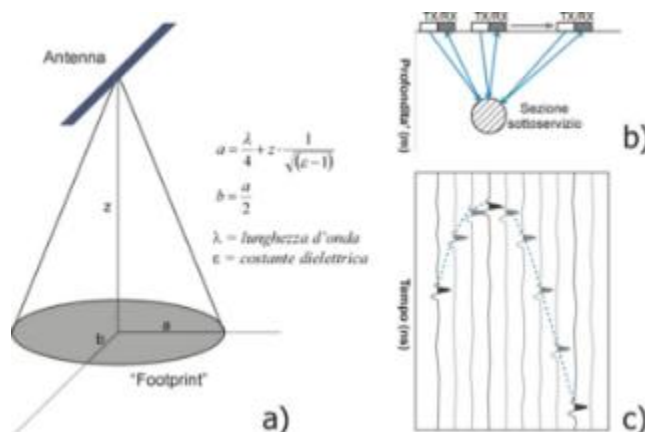


Figura: a) propagazione impulso con la profondità; b) schema di funzionamento georadar: trascinamento antenna rx/tx e c) radargramma.

In commercio esistono radar mono o multicanale: la prima tipologia è costituita da strumenti dotati di una sola antenna trasmittente ed una ricevente, con un ingombro in termini di dimensioni modesto: da ogni linea di scansione si ottiene una sola sezione 2D del terreno, di conseguenza la copertura dei rilievi risulta generalmente limitata e per correlare tra loro più sezioni sono necessarie inevitabili interpolazioni.

La seconda tipologia di strumenti, dal momento che sono dotati di più antenne emittenti e riceventi, presenta un ingombro maggiore: da una singola scansione si ottengono più sezioni 2D, assai ravvicinate, con una copertura in termini di rilievo maggiore il che comporta una riduzione anche importante degli errori legati all'interpolazione. Dall'elaborazione dei dati radar è possibile ottenere modelli 3D e timeslices (piani di riflettenza radar) a differenti profondità.

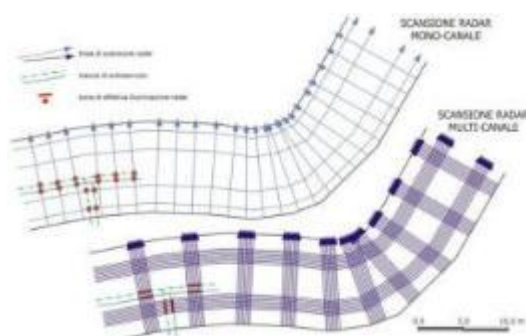


Figura: Confronto scansione radar mono-canale e multi-canale.

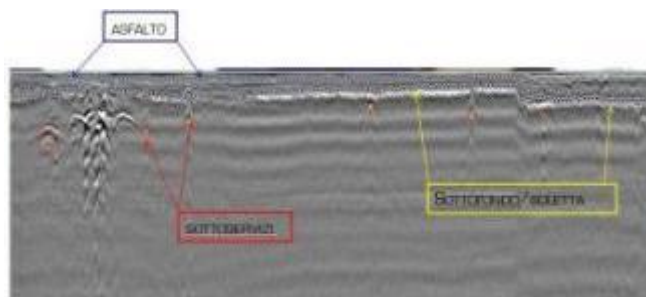


Figura: Sezione 2D da radar mono-canale.

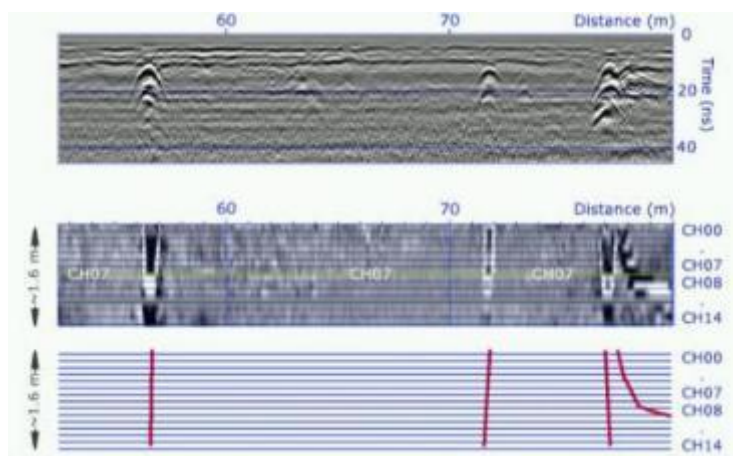


Figura: Georadar multiantenna: radargramma e planimetria.

Per quanto riguarda l'utilizzo del georadar Radsys Zond Aero LF GPR system l'acquisizione è stata svolta mediante trasporto con drone DJI Matrice 300 RTK.



Foto: Radsys Zond Aero LF GPR system.

I dati vengono visualizzati direttamente sullo schermo LCD a matrice attiva sotto forma di radargrammi a colori e registrati su hard disk interno, per poi essere trasferiti al computer di elaborazione.

4.2 INDAGINI MAGNETOMETRICHE: METODOLOGIE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

I magnetometri sono strumenti ampiamente utilizzati per misurare il campo magnetico terrestre. I campi magnetici sono quantità vettoriali caratterizzati da intensità e direzione. L'intensità di un campo magnetico è misurata in unità Tesla nel SI. Le misurazioni del campo magnetico terrestre vengono misurate in nanoTesla ($nT=10^{-9}$ Tesla), anche chiamato "gamma".

Le sorgenti magnetiche interne alla Terra sono costituite da una componente proveniente dal Nucleo Interno (Campo Principale) ed una dai materiali che costituiscono la Crosta Terrestre (Campo Crostale); il Mantello non contiene sorgenti che contribuiscono al Campo Magnetico Terrestre (CMT).

Esistono inoltre variazioni giornaliere (Campo Esterno) dovute alle esplosioni della corona solare, sunspots, ed a perturbazioni della ionosfera, tempeste magnetiche, che possono produrre rapide ed intense variazioni.

Il campo magnetico terrestre può variare da 20.000 a 80.000 nT a seconda della posizione; il CMT alle nostre latitudini ha un'intensità di circa 46000 nT, un'inclinazione (I) di circa 60° e una

declinazione magnetica (D) di circa $0^{\circ}05'$. Le fluttuazioni del campo magnetico terrestre sono dell'ordine di 100 nT, e le variazioni di campo magnetico dovute ad anomalie magnetiche possono essere nell'intervallo del picotesla (pT).

Nell'ambito delle indagini geofisiche, le misure magnetometriche trovano impiego nell'individuazione di anomalie magnetiche di vario tipo: dall'individuazione di strutture geologiche a scala regionale e nell'esplorazione mineraria alla localizzazione di tubazioni, di siti archeologici, di materiali metallici e di discontinuità sepolte nella prospezione ambientale. Le variazioni di campo magnetico che si registrano in ricerche di tipo ambientale e/o archeologico vanno da 1 a qualche centinaio di nanotesla per piccole localizzazioni a diverse profondità. Accumuli importanti di oggetti metallici sepolti possono creare anomalie da 100 a 1.000 nanotesla e oltre.

Le misure magnetometriche presentano alcuni limiti:

- sono limitate esclusivamente all'individuazione di materiali ferrosi (ferromagnetici): metalli non-ferromagnetici, quali l'alluminio, il rame e lo stagno, non inducono anomalie del campo magnetico;
- parecchi fattori influenzano la risposta di un magnetometro, in particolare la massa e la profondità, nonché l'interferenza con tubazioni, recinzioni o altri oggetti in ferro eventualmente presenti nell'area;
- materiali dotati di magnetizzazione residua possono innalzare o diminuire la risposta totale dell'oggetto al campo magnetico terrestre che risulta di difficile interpretazione. Inoltre, anche la forma e l'orientazione dell'oggetto metallico influenzano l'intensità e la forma dell'anomalia risultante;
- l'interpretazione delle misure risulta molto spesso esclusivamente di tipo semi quantitativo, consentendo di determinare l'ubicazione e l'estensione di eventuali oggetti in ferro, senza però fornire indicazioni sulla quantità e profondità del ritrovamento.

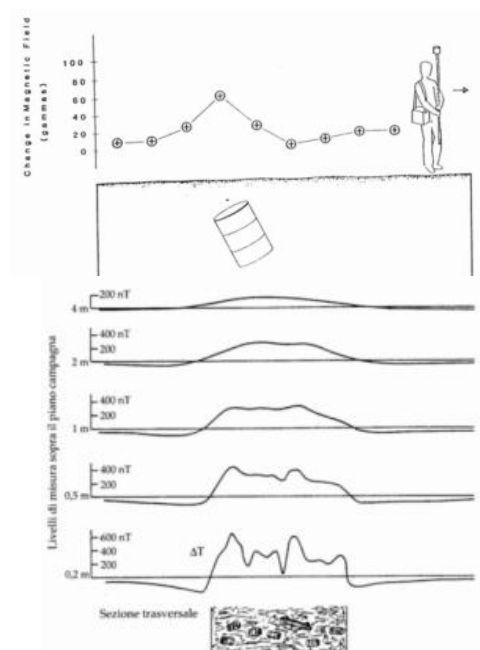


Figura: Schematizzazione Rilievo Gradiometrico.

Dal punto di vista operativo, le misure possono essere riferite ad una stazione fissa sul sito oppure effettuate in configurazione gradiometrica al fine di escludere variazioni di campo dovute alle fluttuazioni naturali del Campo Magnetico Terrestre.

La strumentazione viene mobilitata lungo linee di misura equidistanti (es. 2x2; 4x4 m grid), a seconda della risoluzione richiesta, e le misure avvengono per punti o in continuo lungo i tracciati dei percorsi.

Dall'elaborazione delle misure magnetometriche si ottengono delle cartografie che illustrano in planimetria per isolinee il Gradiente / Campo Magnetico Terrestre, che come riportato in precedenza forniscono un'interpretazione semi quantitativa dell'ubicazione ed estensione di eventuali oggetti ferromagnetici presenti.

La risposta di un magnetometro dipende dalla massa e dalla profondità a cui si trova l'oggetto metallico: è possibile individuare accumuli importanti di materiale ferroso anche ad oltre una decina di metri di profondità.

Le anomalie sono estremamente variabili in forma ed ampiezza: sono quasi sempre asimmetriche e complesse anche se dovute a sorgenti semplici. La natura asimmetrica delle anomalie è soprattutto una conseguenza delle direzioni delle linee di campo della sorgente.

La presenza di un corpo metallico nel sottosuolo, alle nostre latitudini ($F=46000$ Nt, $I=60^\circ$, $D=0,05^\circ$) genera un'anomalia costituita da un dipolo magnetico: l'orientazione delle linee di forza del campo magnetico generato dal corpo metallico è tale che vi sia un settore in cui le linee di forza si sommano (picco positivo) a quelle del CMT ed un altro in cui si sottraggono (picco negativo).

Il corpo metallico che genera l'anomalia è collocato al metà tra il massimo della componente positiva ed il minimo di quella negativa del dipolo generato.

In commercio esistono differenti tipologie di magnetometri. Nel campo ambientale e/o archeologico vengono generalmente utilizzati:

- **MAGNETOMETRO FLUXGATE:** consiste in due nuclei ferromagnetici avvolti da bobine primarie e secondarie. I nuclei sono portati a saturazione uguale e di segno opposto. In presenza di un campo esterno la saturazione avverrà per una corrente rispettivamente minore e maggiore, a seconda se il campo esterno si somma o sottrae a quello indotto dalle bobine. La precisione è dell'ordine del nT.
A seconda dell'orientazione dei nuclei lo strumento misura qualsiasi componente del campo magnetico terrestre.
- **MAGNETOMETRO A PROTONI:** viene generato un campo magnetico intorno ad un fluido di una sostanza particolare. Il campo creato produce una orientazione dei protoni all'interno del fluido. Quando il campo magnetico viene annullato, il movimento di spin dei protoni si orienta secondo il campo magnetico totale. La loro precessione nucleare genera un segnale la cui frequenza è proporzionale all'intensità del campo. Viene così misurata direttamente l'intensità del campo magnetico locale.
- **MAGNETOMETRO OVERHAUSER:** utilizza lo stesso effetto fondamentale del magnetometro a precessione di protoni per effettuare le misure. L'effetto Overhauser avviene quando uno speciale liquido (con elettroni non accoppiati) è combinato con atomi d'idrogeno e successivamente esposto a polarizzazione secondaria da un campo magnetico a radiofrequenza (RF). Gli elettroni non accoppiati trasferiscono la loro forte polarizzazione agli atomi d'idrogeno, creando in tal modo un forte segnale di precessione che è ideale per misure ad elevata precisione. Questo ha due vantaggi principali: operando nel campo RF consente batterie più leggere per le unità portatili ed un campionamento di misura più veloce. Un magnetometro Overhauser produce letture con una deviazione standard di 0,01 nT a 0,02 nT, e un campionamento inferiore al secondo.

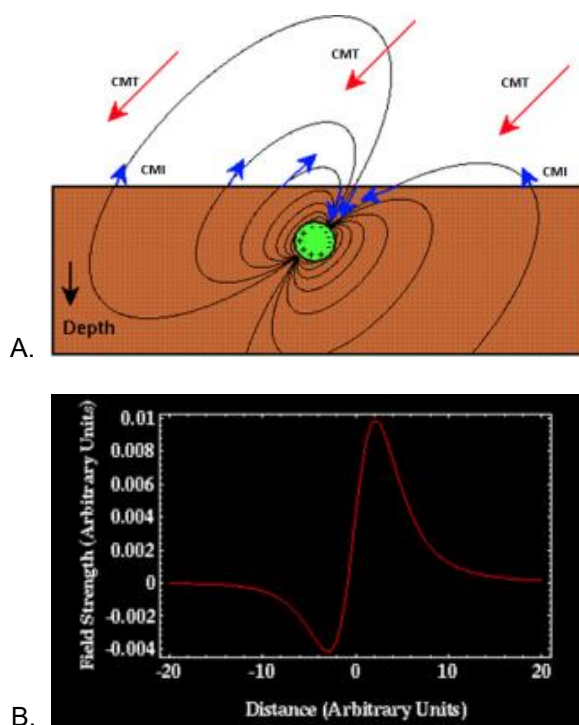


Figura: A. Linee di forza del Campo Magnetico Terrestre (CMT) e del Campo Magnetico Indotto (CMI) dall'anomalia B. Intensità del campo magnetico.

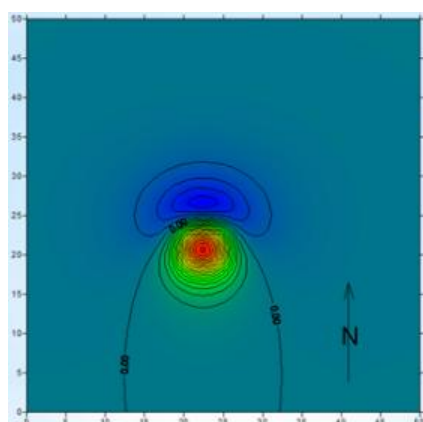


Figura: Vista in pianta di un'anomalia magnetica alle nostre latitudini.

Nelle aree di indagine è stato utilizzato il magnetometro MagDrone R3.

Tale magnetometro, rispetto ad altri in commercio, è in grado di distinguere tra rumore del motore, frequenze nette, interferenze temporanee e segnale di massa e consente pertanto di ottenere una mappa magnetometrica dell'area di indagine molto pulita.

Il magnetometro è composto da due sensori Fluxgate a 3 assi con risoluzione 150 pT che presenta le seguenti caratteristiche.

Risoluzione	150 pT
Range	±75000 nT
Campionamento a	200 Hz
Temperatura di funzionamento	-20 °C ÷ + 50 ° C
Sensibilità	0,1V / μ T



Figura: Magnetometro MagDrone R3.

Lo strumento è dotato di un sistema GPS integrato che consente di ubicare senza soluzione di continuità le misure durante il rilievo.

5 Analisi ed elaborazione dei dati

5.1 DATI RADAR (GRD)

Dall'analisi dei dati radar grezzi si evince che la propagazione coerente dell'energia EM ha penetrato il substrato sino a un massimo di circa 6.00/8.00 m dal piano campagna.

All'interno di questo strato la risposta dei bersagli, in funzione della capacità di detenzione, è decisamente buona soprattutto quando i contrasti di impedenza elettrica sono stati adeguati.

I dati radar, sono stati importati ed elaborati nel software commerciale GprSlice e Geolitix.

Ogni singola scansione radar è stata sottoposta ai necessari filtri (background removal, vertical bandpass filter etc.) e guadagni in modo da ottenere radargrammi leggibili, successivamente si sono abbinati i dati geometrici di navigazione per ottenere la corretta correlazione tra le anomalie.

Per la trasposizione da tempo a profondità è stata utilizzata la velocità di 0.10 m/ns, che è stata stimata analizzando la curvatura di alcuni iperboloidi di riflessione.

5.2 DATI MAGNETICI

I dati magnetici sono stati importati ed elaborati nel software commerciale MagDrone Data Tool e importati in GIS. I dati sono stati sottoposti ai necessari filtri e guadagni in modo da renderli leggibili, oltre che ad abbinarli ai dati geometrici di navigazione per ottenere la corretta ubicazione delle anomalie.

Il rilievo gradiometrico ha consentito di ottenere una planimetria di gradiente magnetico, che fornisce un'interpretazione semi-quantitativa dell'ubicazione ed estensione di elementi ferromagnetici che possono essere presenti fino a circa 9 m dal piano campagna.

In questo modo è stata ottenuta una planimetria per isolinee del gradiente magnetico dell'area indagata.

6 Risultati

Le indagini geofisiche effettuate hanno permesso di ottenere un set di informazioni ad elevata risoluzione delle aree oggetto di indagine.

Le indagini geofisiche, effettuate a copertura totale dell'area di interesse, hanno permesso di ottenere un set di informazioni ad elevata risoluzione delle aree indagate; nonostante la quota di volo i sistemi radar utilizzati hanno permesso di mappare il primo sottosuolo delle aree di interesse con un'ottima coerenza del segnale fino ad una profondità di circa 6/8 m dal pc.

Legenda



Figura: Dettaglio della tavola di consegna-Legenda degli elementi del rilievo geofisico

Le indagini geofisiche hanno consentito, in questa prima fase, di individuare alcune anomalie areali diffuse e 20 anomalie puntuali in cui i dati geofisici non permettono di escludere la presenza di target di possibile interesse VRB nel sottosuolo.

La seguente tabella riporta le coordinate del centro delle anomalie georadar puntuali in coordinate WGS84 UTM 32 N.

Nome	Est	Nord
16B_01	565481.04	4990304.85
16B_02	565535.02	4990311.73
16B_03	565611.22	4990329.19
16B_04	565720.25	4990661.69
16B_05	565723.89	4990632.91
16B_06	565718.26	4990563.13
16B_07	565720.58	4990394.46
16B_08	565696.11	4990371.97
16B_09	565698.09	4990348.82
16B_10	565683.54	4990302.51
16B_11	566008.98	4990543.95
16B_12	565989.79	4990749.33
16B_13	565969.62	4991029.79

16B_14	566023.20	4991420.38
16B_15	565999.38	4991246.42
16B_16	565974.25	4991242.45
16B_17	565987.15	4991166.38
16B_18	565976.23	4990911.72
16B_19	565982.91	4990875.93
16B_20	566008.71	4990673.53

Per una migliore caratterizzazione geofisica delle anomalie sopra descritte si consiglia l'esecuzione di indagini a terra dopo opportuna pulizia della vegetazione in corrispondenza di ciascuna anomalia individuata.

7 Conclusioni

Obiettivo prefissato della presente analisi è fornire alle figure responsabili del coordinamento della sicurezza in fase progettuale uno strumento per ottemperare agli obblighi normativi vigenti, ovvero per valutare il grado di rischio bellico residuo ascrivibile al sito progettuale, al fine di prevedere la necessità o meno di ulteriori interventi di analisi, valutazione o messa in sicurezza convenzionale.

Nell'analisi e valutazione di un rischio bellico residuo, come previsto dalla vigente legislazione, in considerazione della delicatezza della materia in esame, si applica un criterio che consenta di definire due parametri interpretativi limite di definizione da trasmettere al Coordinatore della Sicurezza:

- *Livello rischio bellico residuo "accettabile", in relazione alle conoscenze note.*
- *Livello rischio bellico residuo "non accettabile", in relazione alle conoscenze note.*

Il primo strumento disponibile ed utilizzabile in sede di valutazione rischio bellico residuo è rappresentato dallo studio storico preliminare (analisi storiografica). L'analisi storiografica, precedentemente svolta, documenta un'attività bellica rilevante sul territorio in esame.

A supporto dell'analisi storiografica è stata eseguita, e descritta nella presente relazione, una campagna di indagini strumentali, di tipo geofisico, volta a contestualizzare il rischio sull'area in oggetto.

Dall'analisi ed interpretazione dei dati geofisici raccolti, sulla base della geometria ed intensità dei segnali e del filtraggio applicato, sono state individuate 20 anomalie ferromagnetiche singole verosimilmente associabili ai target di interesse della Valutazione del Rischio Bellico (tipicamente bombe d'aereo 250/500/1000 libbre e proietti d'artiglieria di medio e grosso calibro, ma comprensivo di qualsiasi massa metallica rilevante).

Tutto ciò premesso, alla luce delle analisi fatte e a seguito di quanto esposto, limitatamente alle aree che sono state indagate e che sono riportate negli elaborati grafici allegati, si ritiene di poter orientare

la valutazione del rischio bellico residuo, di competenza del Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione, verso un rischio ACCETTABILE, dove riferito al target della VRB per le aree indagate, ad eccezione dell'immediato intorno delle 20 anomalie individuate e indicate al paragrafo precedente, per le quali si ritiene di dover orientare la valutazione verso un rischio NON ACCETTABILE (con immediato intorno si intende un'area circolare, centrata nel punto dato, e di raggio pari ad almeno 5.0 m).

A lettera delle Linee Guida Sicurezza emanate dal CNI (edizione 2017 – revisione 2018) in materia di valutazione rischio bellico, si rammenta che le procedure operative da adottarsi a cura del coordinatore della sicurezza all'interno del documento di valutazione rischi sono le seguenti:

- Qualora il CSP valuti RISCHIO NON ACCETTABILE si rende necessario attivare la procedura di bonifica (bonifica bellica sistematica preventiva) e tutte le eventuali misure di prevenzione e protezione allo scavo ritenute migliorative e/o integrative per la situazione in oggetto.
- Qualora il CSP valuti RISCHIO ACCETTABILE, non è necessario attivare la procedura di bonifica bellica preventiva, ma è comunque opportuno che valuti l'impiego di misure integrative di sicurezza degli scavi e che preveda una ben precisa procedura che imprese e lavoratori autonomi dovranno seguire in caso di ritrovamento accidentale (bonifica occasionale) che si riassume in:
 - sospensione immediata lavorazioni in cantiere;
 - segnalazione rinvenimento ordigni cc competente (o autorità PS)
 - intervento/sopralluogo genio guastatori su ordigni;
 - ripresa lavori post smaltimento/distruzione/disattivazione;

Bolzano 13.01.2025

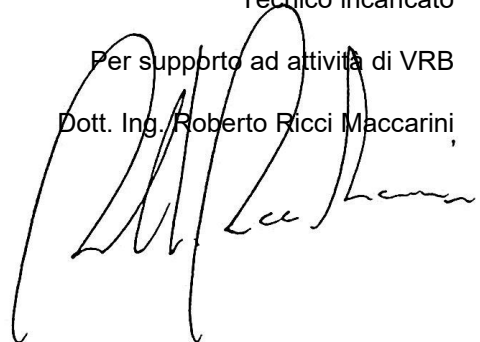
Tecnico geofisico

Lorenzo Fucini

Tecnico incaricato

Per supporto ad attività di VRB

Dott. Ing. Roberto Ricci Maccarini



ALLEGATO
ATLANTE FOTOGRAFICO



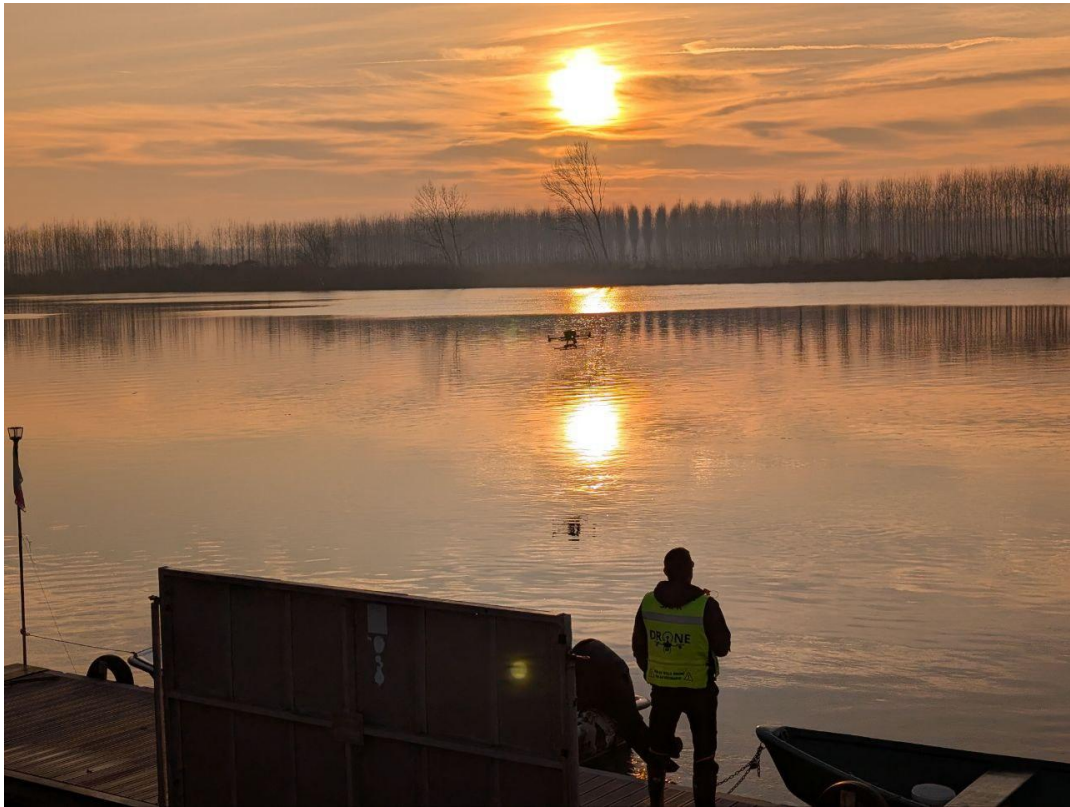
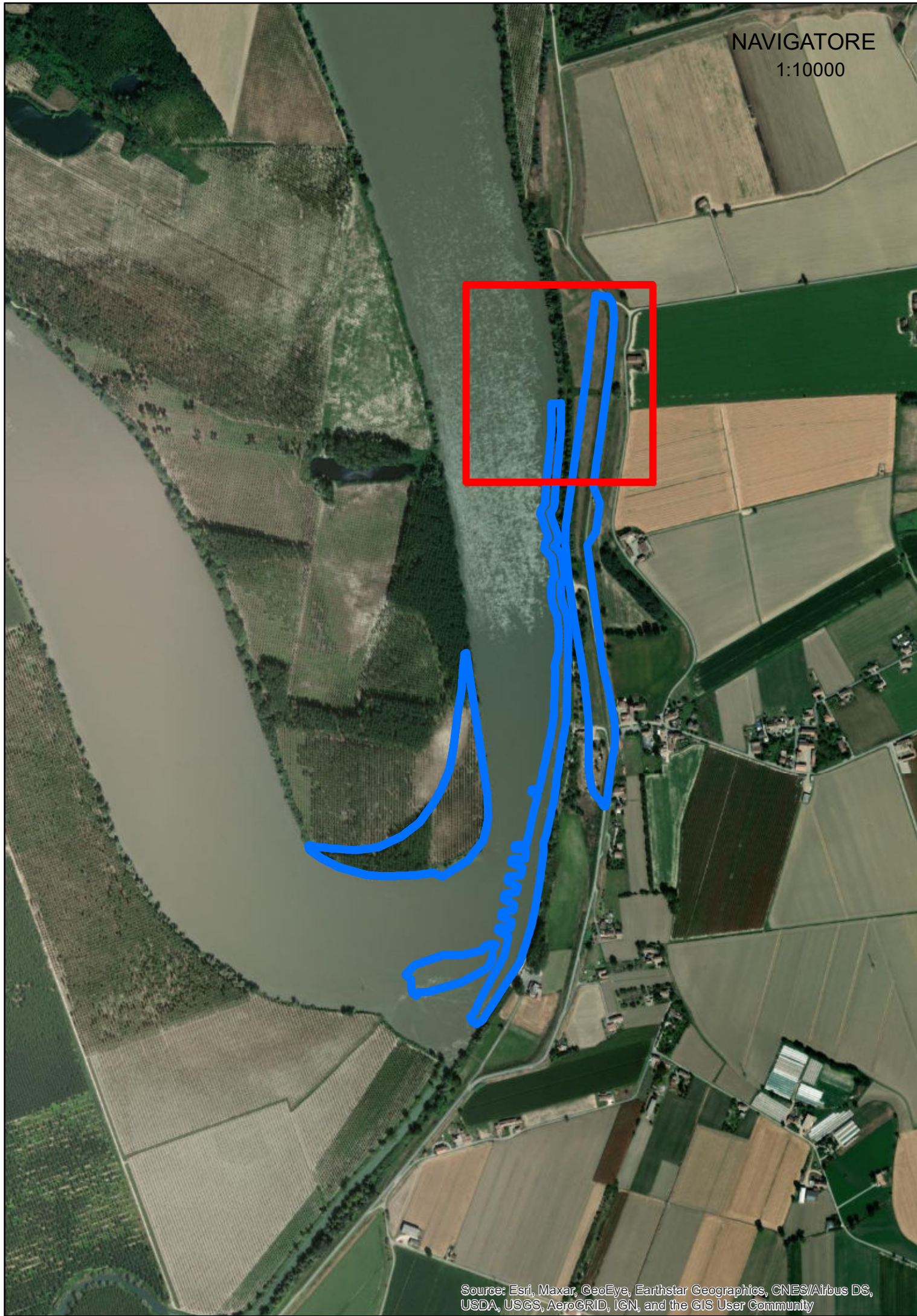


Figure: Esecuzione dei rilievi



Legenda

- Anomalia puntuale (riflettori GRD)
- Anomalia diffusa_grd
- Area di interesse - sc16_caorso
- Area di interesse - 16_linea_M

Coordinate UTM 32 (WGS84) dei riflettori puntuali da georadar di possibile interesse VRB da approfondire con indagine geofisica a terra

Nome	Est	Nord
16B_01	565481.04	4990304.85
16B_02	565530.02	4990311.73
16B_03	565611.22	4990326.19
16B_04	565720.25	4990661.69
16B_05	565723.89	4990632.91
16B_06	565718.29	4990563.13
16B_07	565720.58	4990394.46
16B_08	565696.11	4990371.97
16B_09	565698.09	4990348.82
16B_10	565683.54	4990302.51
16B_11	565608.98	4990543.95
16B_12	565589.79	4990749.33
16B_13	565969.62	4991029.79
16B_14	566023.2	4991420.38
16B_15	565999.38	4991346.42
16B_16	565974.25	4991242.45
16B_17	565987.15	4991168.38
16B_18	565976.23	4990911.72
16B_19	565982.01	4990975.93
16B_20	566008.71	4990673.53

COMMITTENTE

Agenzia Interregionale per il fiume Po
Strada Giuseppe Garibaldi 75
43121 Parma (PR)

CONSULENTI TECNICI

GEOSIDE GEOFISICA SRL

Viale del Commercio 44b
20133 Milano (MI)

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

INTERVENTO SC16

TITOLO OPERA

PLANIMETRIA INDAGINE GEOFISICA CON GEORADAR TRASPORTATO DA APR

DATA RILEVATO

DICEMBRE 2024

SCALA

1:500

CODIFICA ELABORATO

BD074 ZSC16_TC01 ELAB 00

DATA CORREZIONE

13/01/2025

Foglio di stampa

OGGETTO

INTERVENTO n° SC16 - COMUNI DI CAORSO (PC) E CASELLE LANDI (LO)

TIPOLOGIA E FORMA

REDAZIONE

DATA

DESCRIZIONE

REDAZIONE

APPROVATO

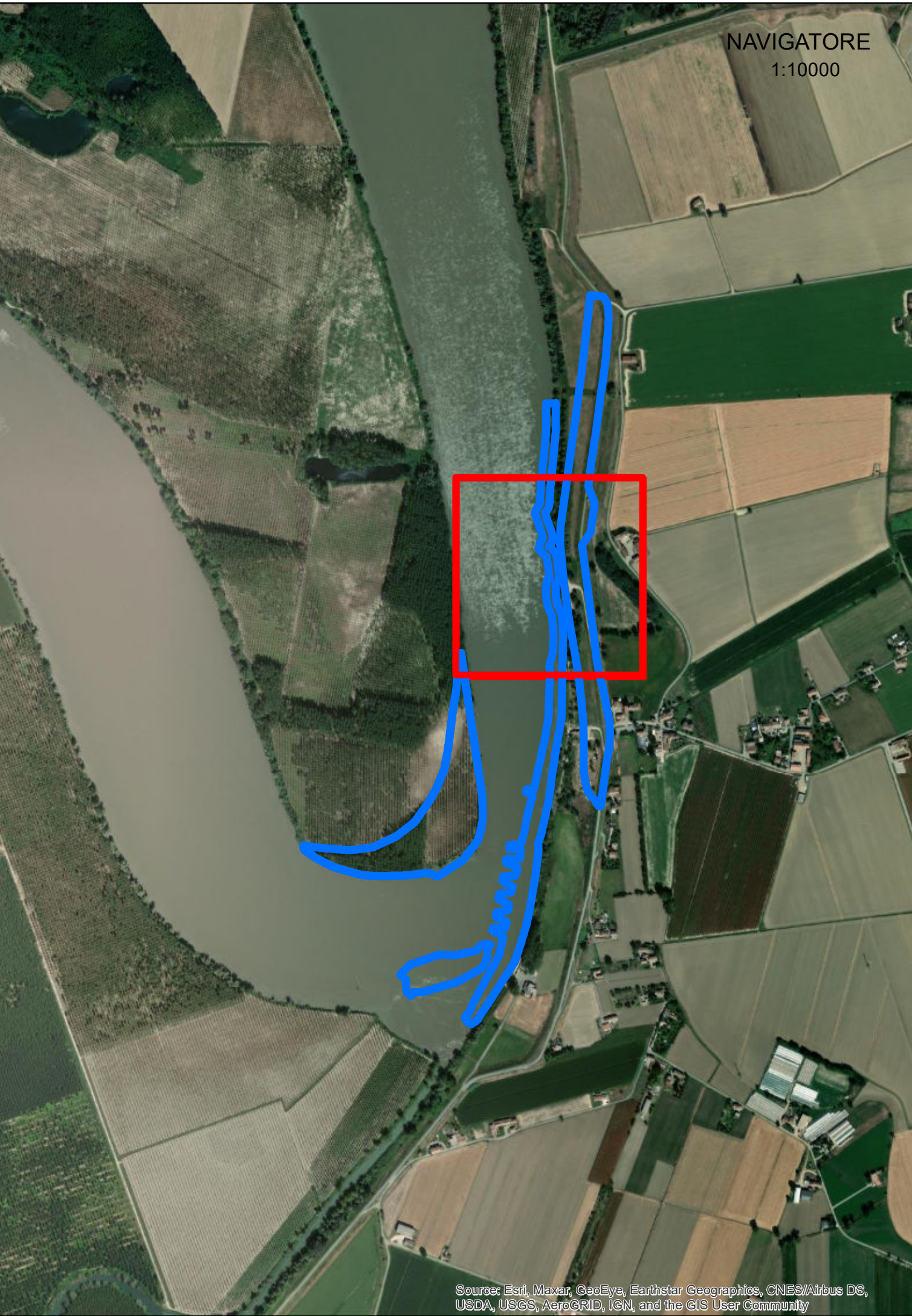
DATA

DESCRIZIONE

REDAZIONE

APPROVATO

Il presente elaborato è di proprietà di Geoside Geofisica srl e non può essere modificato, distribuito o in altro modo utilizzato senza l'autorizzazione scritta di Geoside Geofisica srl



Legenda

- Anomalia puntuale
- Anomalia diffusa
- Area di interesse - sc16_caorso
- Area di interesse - 16_linea_M

Planimetria di variazione del gradiente magnetico

Valore in nT/m

Alto :250

Basso : -250

Coordinate UTM 32 (WGS84) dei riflettori puntuali da georadar di possibile interesse VRB da approfondire con indagine geofisica a terra

Nome	Est	Nord
16B_01	555481.04	4990304.85
16B_02	555535.02	4990311.73
16B_03	555611.22	4990329.19
16B_04	555720.25	4990361.89
16B_05	555723.89	4990332.91
16B_06	555718.26	4990363.13
16B_07	555720.58	4990394.46
16B_08	555696.11	4990371.97
16B_09	555698.09	4990348.82
16B_10	555683.54	4990302.51
16B_11	555698.88	4990343.85
16B_12	555989.79	4990749.33
16B_13	555989.02	4991029.79
16B_14	556023.2	4991420.38
16B_15	555999.38	4991246.42
16B_16	555974.25	4991242.45
16B_17	555987.15	4991166.38
16B_18	555978.23	4990911.72
16B_19	555982.91	4990875.93
16B_20	555908.71	4990673.53

COMMITTENTE

AGENZIA INTERREGIONALE PER IL RUMORE
AIPo
Via del Commercio 44b
40121 Parma (PR)

CONSULENTI TECNICI

GEOSIDE GEOFISICA SRL
Via del Commercio 44b
40121 Parma (PR)

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

INTERVENTO SC16

PROGETTO

INTERVENTO N° SC16 - COMUNI DI CAORSO (PC) E CASELLE LANDI (LO)

COEFFICIENTE DI PROGETTO

BD074 ZSC16_TC02 ELAB 00

REDAZIONE

DATA

DESCRIZIONE

REDAZIONE

APPROVATO

REDAZIONE

DATA

DESCRIZIONE

REDAZIONE

APPROVATO

SCALA

1:500

DATA REDATTORE

DICEMBRE 2024

DATA CORREZIONE

13/01/2025

REDAZIONE

DATA

DESCRIZIONE

REDAZIONE

APPROVATO

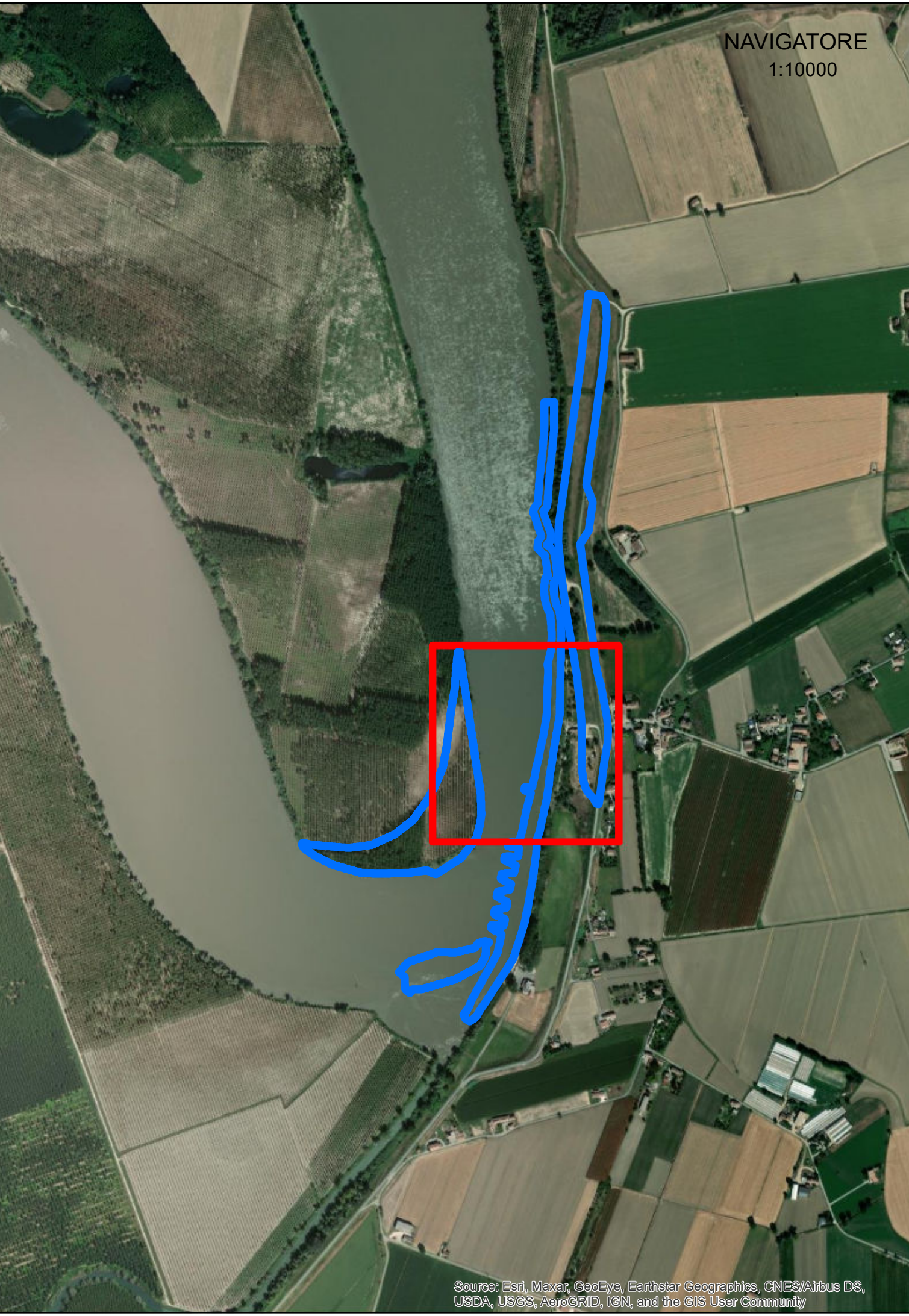
REDAZIONE

DATA

DESCRIZIONE

REDAZIONE

APPROVATO



Legenda

- Anomalia puntuale
- Anomalia diffusa
- Area di interesse - sc16_caorso
- Area di interesse - 16_linea_M

Planimetria di variazione del gradiente magnetico

Valore in nT/m

Alto :250

Basso : -250

Coordinate UTM 32 (WGS84) dei riflettori puntuali da georadar di possibile interesse VRB da approfondire con indagine geofisica a terra

Nome	Est	Nord
16B_01	565481.04	4990304.85
16B_02	565535.02	4990311.73
16B_03	565611.22	4990329.19
16B_04	565720.25	4990681.89
16B_05	565723.89	4990632.91
16B_06	565718.26	4990563.13
16B_07	565720.58	4990594.46
16B_08	565696.11	4990371.97
16B_09	565698.09	4990348.82
16B_10	565683.54	4990302.51
16B_11	565698.88	4990543.95
16B_12	565989.79	4990749.33
16B_13	565989.02	4991029.79
16B_14	565923.2	4991420.38
16B_15	565999.38	4991246.42
16B_16	565974.25	4991242.45
16B_17	565987.15	4991166.38
16B_18	565976.23	4990911.72
16B_19	565982.91	4990875.93
16B_20	565908.71	4990673.53

COMMITTENTE

Agenzia Interregionale per il fiume Po
Strada Giuseppe Garibaldi 75
40121 Parma (PR)

CONSULENTI TECNICI

GEOSIDE GEOFISICA SRL
Viale del Commercio 44b
20121 Milano (MI)

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)
INTERVENTO SC16

TITOLO OPERA		DATA RILEVATO		SCALA
PLANIMETRIA INDAGINE GEOFISICA CON GEORADAR TRASPORTATO DA APR		DICEMBRE 2024		1:500
CODIFICA ELABORATO				
BD074	ZSC16_TC03	ELAB	00	
NOME COMMITTENTE		NOME PROGETTISTA	TITOLO ELABORATO	REV.
INTERVENTO n° SC16 - COMUNI DI CAORSO (PC) E CASELLE LANDI (LO)				
REDAZIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	APPROVATO
01	12/12/2024	PRIMA ESECUZIONE	01	

Il presente elaborato è di proprietà di Geoside Geofisica e non può essere modificato, distribuito o in altro modo utilizzato senza autorizzazione scritta di Geoside Geofisica Srl.

