

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



COMUNE DI ALESSANDRIA

COMUNE DI FRUGAROLO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA
LAVORI DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL RIO LOVASSINA DA
SPINETTA MARENGO ALLA CONFLUENZA NEL FIUME BORMIDA
LOTTO 2

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO N.**02.1**Prot. 00155538 del 16/09/2024
Arrivo: AGO-A1666A-N.

REV.	DESCRIZIONE	DATA	SCALA	REDAZIONE	REVISIONE
00	Prima Emissione	Luglio 2024	-	G. Capulli	G. Capulli

IL COMMITTENTE:

Amministrazione Comunale di Alessandria

IL PROGETTISTA:

Geol. Giovanni Capulli - Studio Associato CMC
via Olanda 31 - 28922 Verbania (VB)
tel: 0323 675544
email: info@studiocmc.net

IL RUP:

Arch. Antonio Maria Zappa
DIRIGENTE SETTORE OO.PP. E
INFRASTRUTTURE CITTÀ DI ALESSANDRIA
Piazza della Libertà 1 - Alessandria (AL)
tel: 0131 515153
email: antonio.zappa@comune.alessandria.it

Sommario

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLE OPERE.....	4
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	8
3.1	Cassa d'espansione di valle sul Rio Lovassina in frazione di Litta Parodi	8
3.2	Conferimento dei terreni derivanti dagli scavi.....	13
4	RELAZIONE GEOLOGICA.....	15
4.1	Vincolo idrogeologico	15
4.2	Analisi preliminare delle condizioni sismiche.....	15
4.3	Analisi della pericolosità geologica e forme di dissesto.....	18
4.4	Classe di idoneità all'utilizzazione urbanistica.....	18
4.5	Inquadramento geologico e geomorfologico	21
4.6	Analisi degli aspetti idrogeologici	22
4.7	Modello Geologico	22
5	RELAZIONE SISMICA	25
5.1	Analisi sismica locale	25
5.1.1	Individuazione della categoria di suolo.....	25
5.1.2	Individuazione dei parametri sismici.....	25
5.2	Verifica alla liquefazione	28
6	Piano di gestione delle terre e rocce da scavo	29
7	CONCLUSIONI	30
7.1	Esecuzione degli scavi.....	30
7.2	Opere di fondazione.....	31
7.3	Interventi di ripristino.....	31
8	ALLEGATI GRAFICI.....	32

1 PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Giovanni Capulli, libero professionista e titolare dello studio associato CMC con sede nella Città di Verbania (VB) in via Olanda n. 31, regolarmente iscritto all'albo dell'Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte al n. 356 Sez. A, in RTP legalmente costituito ha ricevuto l'incarico¹ della redazione di perizia ed indagine geologica, archeologica, idrologica, nonché di fattibilità ed impatto ambientale e paesaggistico, per i lavori di "regimazione idraulica del rio Lovassina da Spinetta Marengo sino alla confluenza nel fiume Bormida", CUP I34h14001880002 – CIG 8566478148.

Nella prima fase di svolgimento dell'incarico è stata redatta una relazione specialistica delle componenti geologiche per la Fase di verifica della procedura di VIA, avente per oggetto la progettazione complessiva dell'intervento strutturata nei seguenti lotti:

- Lotto 2: cassa d'espansione di valle sul Rio Lovassina in frazione di Litta Parodi.
- Lotto 3: canale scolmatore nei comuni di Bosco Marengo, Frugarolo ed Alessandria.
- Lotto 4: cassa di espansione di monte in comune di Bosco Marengo.

Il progetto complessivo a seguito delle corrispondenti conferenze di servizi, con Determina Dirigenziale n. 1738 del 14-06-2022 è stato escluso dalla fase di valutazione di cui all'art. 12 della l.r. 40/1998 in combinato disposto con gli artt. 23 e ss. del d.lgs. 152/2006.

Si è dunque proceduto alla redazione del solo Lotto 2, fase progettuale che è stata preceduta dall'esecuzione di indagini di carattere ambientale per la caratterizzazione dei terreni oggetto di scavo a supporto del piano di riutilizzo, e da indagini di carattere geofisico e geotecnico per la determinazione dei parametri a supporto della progettazione dei manufatti della vasca di laminazione (indagini eseguite dalla ditta Citiemme di Torino). La relazione riprende gli inquadramenti di carattere geologico generali e realizza una sintesi dei risultati delle campagne di indagine sono in ogni caso riportate nelle specifiche relazioni (elaborato 02.2 indagine geognostica e ambientale ed elaborato 02.3 indagine geofisica).

L'intervento (LOTTO 2) si compone oltre che della formazione della vasca di laminazione anche dei lavori di ripristino di una ex area di cava sita in comune di Frugarolo, dove saranno conferiti i materiali derivanti dagli scavi ed eccedenti rispetto ai volumi riutilizzati in sito per il ripristino del fondo della nuova vasca, per la realizzazione degli argini e per la messa in posto degli

¹ Città di Alessandria determinazione dirigenziale settore lavori PUBBLICI, infrastrutture, disability manager e smart city n. generale 2400 del 30/12/2020: procedura di affidamento diretto ex art. 36 comma 2° let. a) d.lgs. 50/2016 come modificato dalla legge 122/2020 per l'affidamento dei servizi di architettura e ingegneria

interventi di mitigazione ambientale oltre che ai ripristini delle opere accessorie quali ad esempio la viabilità di cantiere.

In questa sede, anche se di non specifica competenza, si evidenzia che è stata condotta, parallelamente alle indagini ambientali, anche una campagna di indagine archeologica curata dall'Archeologa dott.sa Melania Semeraro di Torino.

Per lo svolgimento dell'incarico e la redazione della presente relazione tecnica, si è proceduto a:

- prendere visione degli elaborati di progetto;
- prendere visione degli elaborati di carattere geologico dei P.R.G.C. vigenti;
- prendere visione della documentazione e dei dati geologici generali disponibili presso le banche dati regionali;
- effettuare una serie di sopralluoghi dell'area di riferimento e compiere un rilievo geomorfologico e geologico di un intorno significativo;
- Coordinare le indagini in campo.

Il presente elaborato è suddiviso in due parti principali e un capitolo conclusivo, precedute da una introduzione contenente la localizzazione e la descrizione degli interventi, che sono:

1. relazione geologica che a seguito della valutazione delle componenti geologiche generali ha valutato la fattibilità degli interventi.
2. relazione sismica e geotecnica riportante le valutazioni preliminari rispetto agli aspetti sismici e geotecnici, con la successiva individuazione e programmazione delle indagini volte alla corretta caratterizzazione di questi elementi.

L'elaborato contiene la caratterizzazione e la modellazione geologica a scala vasta e a scala di intervento, che consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità del territorio in cui s'inserisce l'opera in progetto; è stata poi approfondita la caratterizzazione sismica locale e quella geotecnica.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLE OPERE

Come detto, il secondo lotto si inserisce in un progetto complessivo più ampio che comprende la realizzazione di un'area di laminazione a monte (Lotto 4) ed un canale scolmatore (Lotto 3) per il conferimento delle acque dalla vasca di monte nel fiume Bormida, oltre che interventi di efficientamento idraulico del Rio Lovassina nel tratto afferente alla frazione di Spinetta Marengo (Lotto 1).

Di seguito per completezza di riporta un estratto cartografico con la localizzazione complessiva.

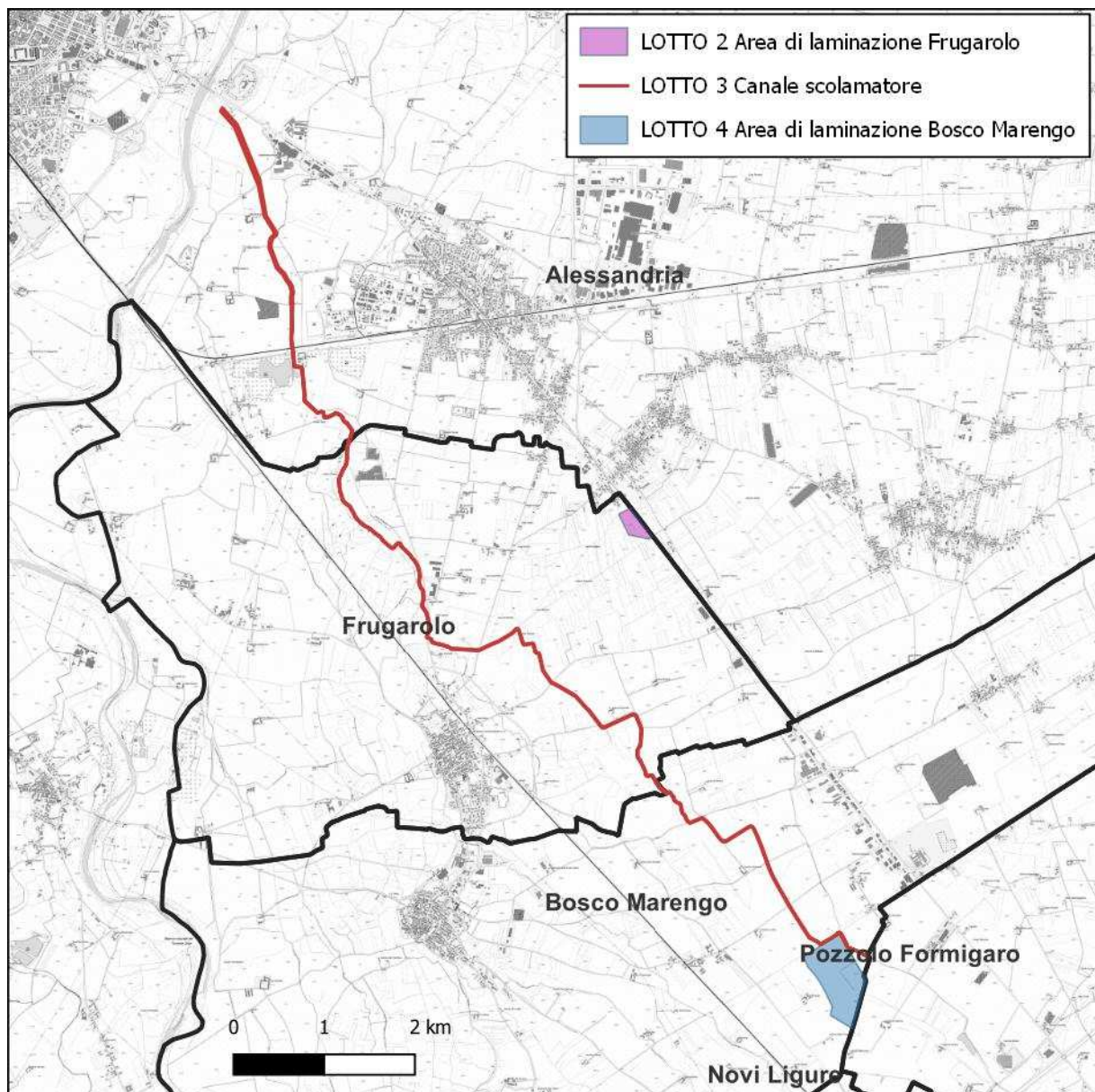


Figura 1: Estratto della BDTRE 2024 scala originale 1:10.000 estratto scala 1:75.000

La porzione di territorio destinata ad ospitare la nuova area di laminazione risulta essere compresa integralmente nel territorio della Provincia di Alessandria, nel settore sudest rispetto al capoluogo della Città di Alessandria, in adiacenza ad un tratto a cielo aperto del Rio Lovassina parallelo alla S.P. 35bis a monte dell'abitato di Spinetta Marengo ed a sud di Litta Parodi, nel territorio comunale di Frugarolo.

L'area individuata per il riutilizzo ai sensi del DPR 120/2017 dei terreni derivanti dalla attività di scavo è anch'essa localizzata nel territorio del comune di Frugarolo e risulta essere posta ad ovest di Alessandria ed a nord del centro urbano di Frugarolo. Il tracciato che sarà seguito dai mezzi d'opera per il trasporto dei materiali si sviluppa lungo viabilità esistente sia in comune di Frugarolo e quindi anche nel comune di Alessandria.

Di seguito si riporta un estratto della cartografia ufficiale della Regione Piemonte (database cartografico BDTRE 2024) con la localizzazione della nuova vasca di laminazione oltre che della localizzazione delle altre attività connesse (sito di destinazione e viabilità) brevemente descritte in precedente e dettagliate nel seguito della presente relazione.

Le aree risultano essere identificabili alle seguenti coordinate geografiche WGS 84 / UTM 32:

1. Area di laminazione

X: 476730.260 / Y: 4967697.422

2. Area di riutilizzo (ex cava)

X: 476730.260 / Y: 4967697.422

3. Tracciato trasporto

Inizio X: 476730.260 / Y: 4967697.422

Fine X: 476730.260 / Y: 4967697.422

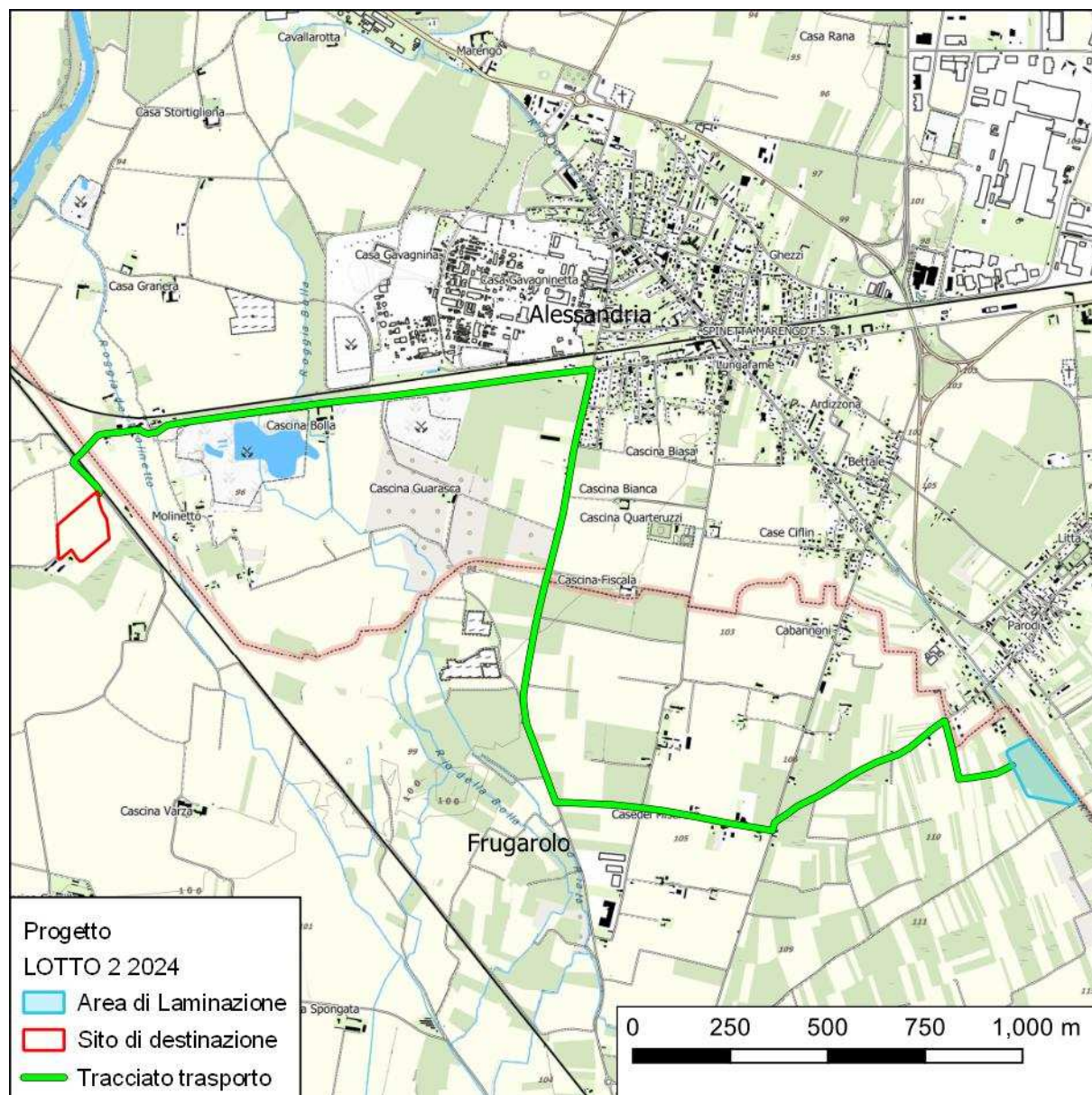


Figura 2: Estratto della BDTRE 2024 raster colori scala originale 1:25.000 estratto scala 1:35.000

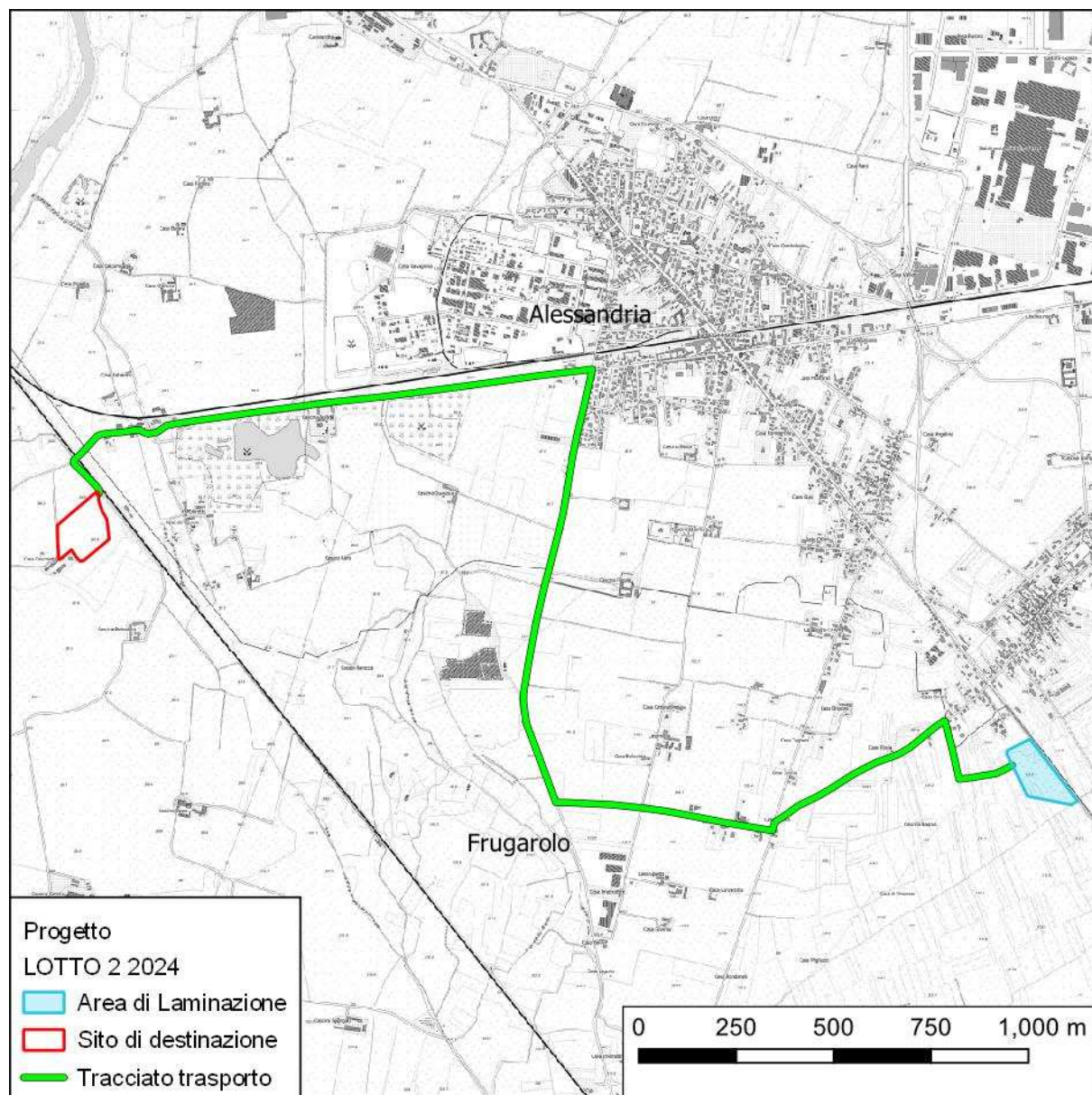


Figura 3: Estratto della BDTRE 2024 B/N scala originale 1:10.000 estratto scala 1:35.000

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Di seguito si riporta la descrizione degli interventi e delle opere comprese nel lotto 2, tratta dagli elaborati di progetto.

3.1 Cassa d'espansione di valle sul Rio Lovassina in frazione di Litta Parodi

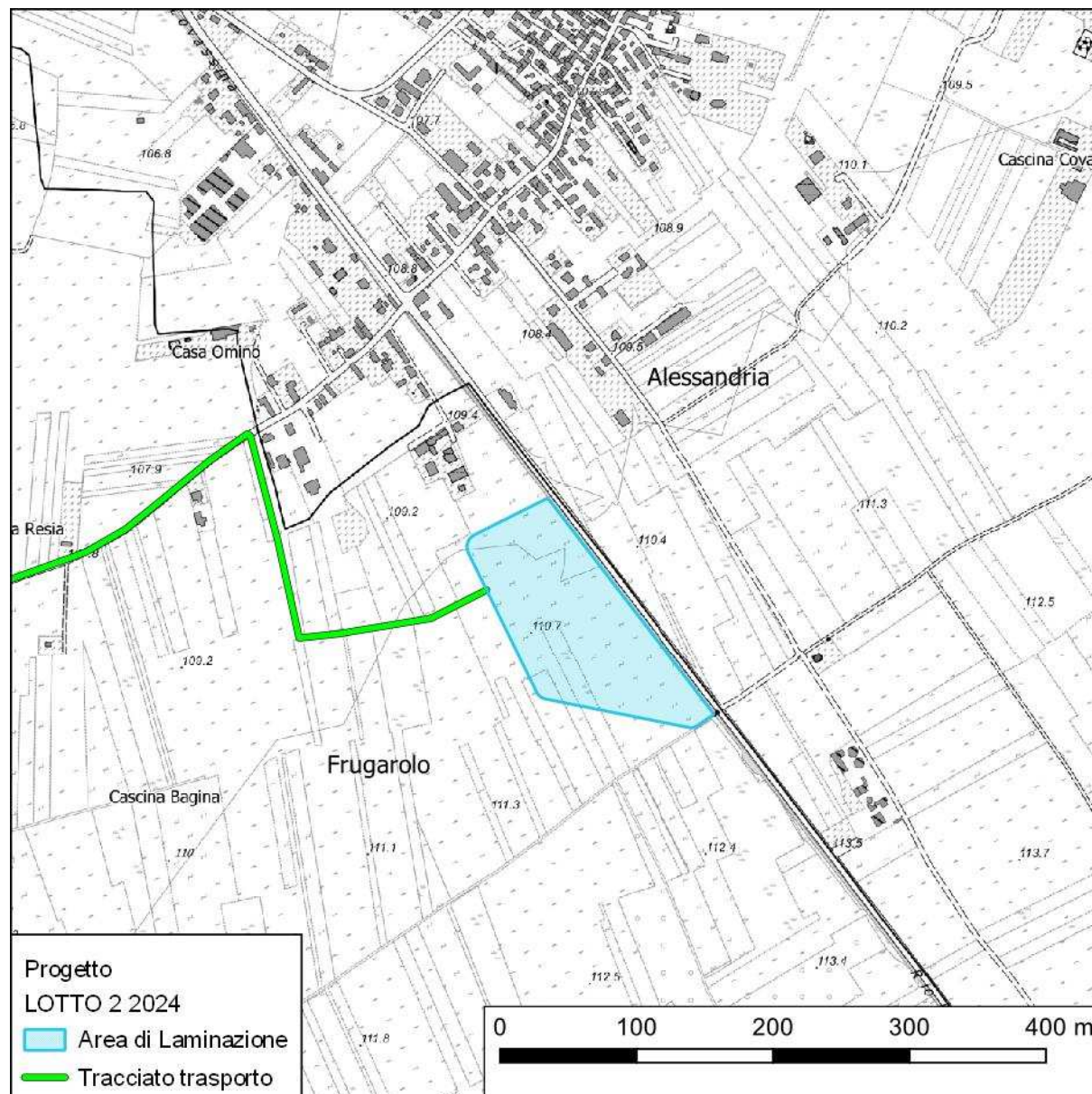


Figura 4: Estratto della BDTRE 2024 B/N scala 1:10.000 con la posizione della vasca. Immediatamente a monte della frazione Litta-Parodi si rende necessaria la realizzazione di una cassa di laminazione, denominata cassa 2, in quanto il bacino sotteso dal tratto del Rio Lovassina a valle della cassa 4 è tale da generare portate non compatibili con le sezioni d'alveo esistenti a valle nel tratto cittadino tombinato.

L'area di laminazione avrà una bocca tarata dimensionata in modo da consentire il transito verso valle di una portata pari a $4 \text{ m}^3/\text{s}$; la stessa avrà dimensioni pari a $135 \times 80 \text{ cm}$ (larghezza

e altezza), mentre lo sfioratore laterale in ingresso avrà una lunghezza di 30 m ed una quota di sfioro pari 110.90 m s.l.m. Entrambe le opere saranno realizzate in calcestruzzo armato. La quota di fondo della cassa sarà pari a 107.90 m s.l.m.; il volume massimo di regolazione è pari a 148'000 m³.

Il volume necessario alla laminazione sarà ottenuto in parte mediante scavo ed in parte attraverso la realizzazione di arginature in terra aventi una quota in sommità pari a 112.70 m s.l.m. (franco di 1.5 m sul livello di massimo invaso).

La cassa di laminazione sarà dotata di uno scarico di fondo realizzato mediante la posa in opera di due paratoie piane in acciaio a sezione circolare di diametro pari a 60 cm.

La cassa è dotata di uno sfioratore laterale in uscita, avente una lunghezza pari a 50 m ed una quota di sfioro pari a 110.90 m s.l.m. Tale opera è in grado di allontanare la portata di progetto avente tempo di ritorno di 200 anni con un carico idraulico di 0.30 m. In dettaglio, verrà destinata alla laminazione un'area di estensione pari a circa 58.400 m² (5.84 ha).

La quota di massimo invaso risulta quindi pari a 111.20 m s.l.m.

Le arginature che saranno realizzate in materiale sciolto omogeneo la cui altezza massima dal piano campagna delle arginature è inferiore ai 3.0 m; si prevede la fornitura dall'esterno di idoneo materiale, poiché le indagini geologiche e geotecniche hanno messo in evidenza la inadeguatezza del materiale di scavo della cassa prodotto in sito per la realizzazione degli argini.

Sarà realizzata la ricalibratura del Rio Lovassina per un tratto di circa 400 m a lato della cassa stessa mediante la formazione di un canale a cielo aperto in c.a. gettato in opera di larghezza interna pari a 6 m.

In un'ottica di economia circolare, si prevede il completo riutilizzo del materiale di scavo prodotto dal cantiere, che risulta quindi completamente ricollocato e riqualificato. Nell'abito del presente lotto 2, sono previsti scavi per la ricalibratura del Rio Lovassina e scavi per la realizzazione della cassa di laminazione.

Tutto il materiale proveniente dallo scotico verrà riutilizzato direttamente in sito per il ripristino degli strati superficiali di terreno vegetale più superficiale, necessario per il reinserimento della vegetazione.

Tutto il materiale di scavo in esubero verrà interamente riutilizzato in un sito di destinazione già identificato in accordo con le amministrazioni di Alessandria e Frugarolo, al fine di colmare una depressione derivante da precedenti e concluse attività estrattive.

Come detto è previsto lo scotico dell'alveo da ricalibrare e dell'area destinata alla realizzazione della cassa di laminazione: tale materiale verrà temporaneamente stoccato in sito e successivamente riposto sul fondo della cassa e sulle scarpate degli argini, secondo le quote della sagoma finale previste dal progetto.

Questo intervento prevede la produzione dei seguenti quantitativi di movimenti terra:

1. totale scavi: 140'515 m³ derivanti da:
 - 1'600 m³ ricalibratura del Rio Lovassina;
 - 138'615 m³ derivanti dagli scavi per la realizzazione della cassa di laminazione;
 - 300 m³ derivanti dagli scavi per la realizzazione del rivestimento in massi in corrispondenza dello sfioratore in ingresso.
2. Volumi di riporto: 17'520 m³ derivante dallo scotico del livello agrario e riutilizzato in sito per il ripristino del fondo della vasca.

Si riportano nel seguito la planimetria e i particolari di progetto.

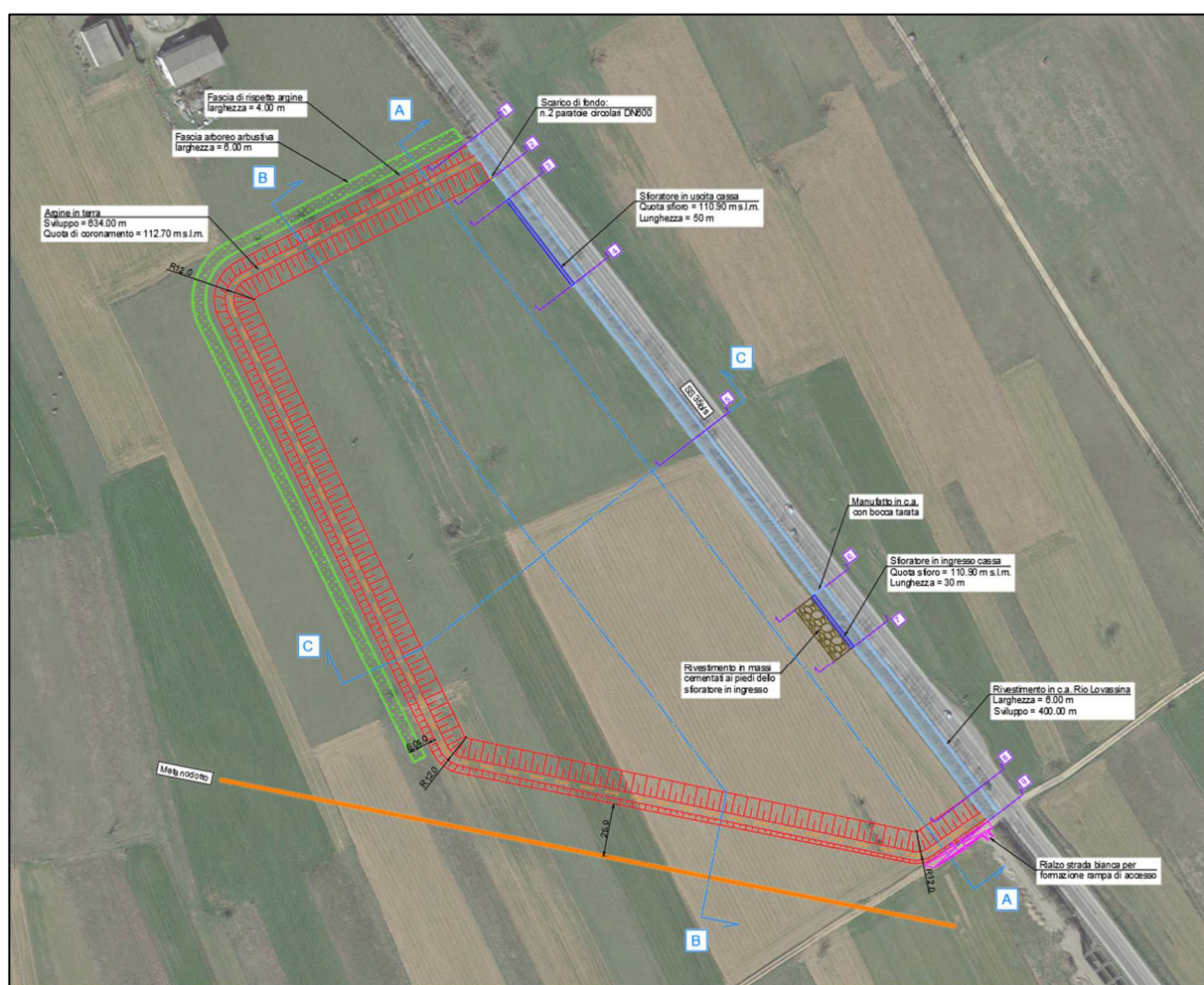


Figura 5: Planimetria di progetto

Arrivo: AOO A1600A, N. Prot. 00155538 del 16/09/2024

Arrivo: AOO A1600A, N. Prot. 00155538 del 16/09/2024

3.2 Conferimento dei terreni derivanti dagli scavi

È stata valutata la fattibilità di conferire i materiali derivanti dall'area di realizzazione della vasca di laminazione e non direttamente riutilizzabili in sito, all'interno di una area sita nel comune di Frugarolo, al confine con il comune di Alessandria, oggetto in passato di una attività estrattiva da tempo conclusa e oggetto di ripristino ambientale.

Allo stato attuale l'area risulta essere una depressione, rispetto alla superficie topografica e formatasi a seguito dell'escavazione di materiale litoide, di circa 4.0 m. è presente uno stato di cotico superficiale con la presenza di essenze arbustive e si presenta incolta.

L'area risulta avere una superficie complessiva di circa 6.0 ha ed una superficie utile ai fini della messa in posto dei terreni di circa 4.5 ha.

Considerando di ripristinare ad esempio la quota dell'originario piano campagna con i 140.515 m³ di terreno derivanti dalle attività di scavo della vasca di laminazione, si riuscirebbe a ripristinare un'area di circa 35.000 m² all'originaria quota del piano campagna.

Questa lavorazione dovrà essere effettuata previo lo scotico del terreno superficiale (coltivo) successivamente steso al di sopra dei riporti per ripristinare anche la possibilità delle pratiche agricole.

Il collegamento tra la nuova vasca e l'ex cava si sviluppa per circa 8 km, parte con un tratto di pista di cantiere di circa 600 m che sarà poi ripristinata a fine cantiere, quindi prosegue su strade esistenti ed asfaltate, fino appunto all'ingresso del sito di destinazione.

Questa attività è stata concordata con l'amministrazione comunale di Frugarolo e i proprietari dell'area.

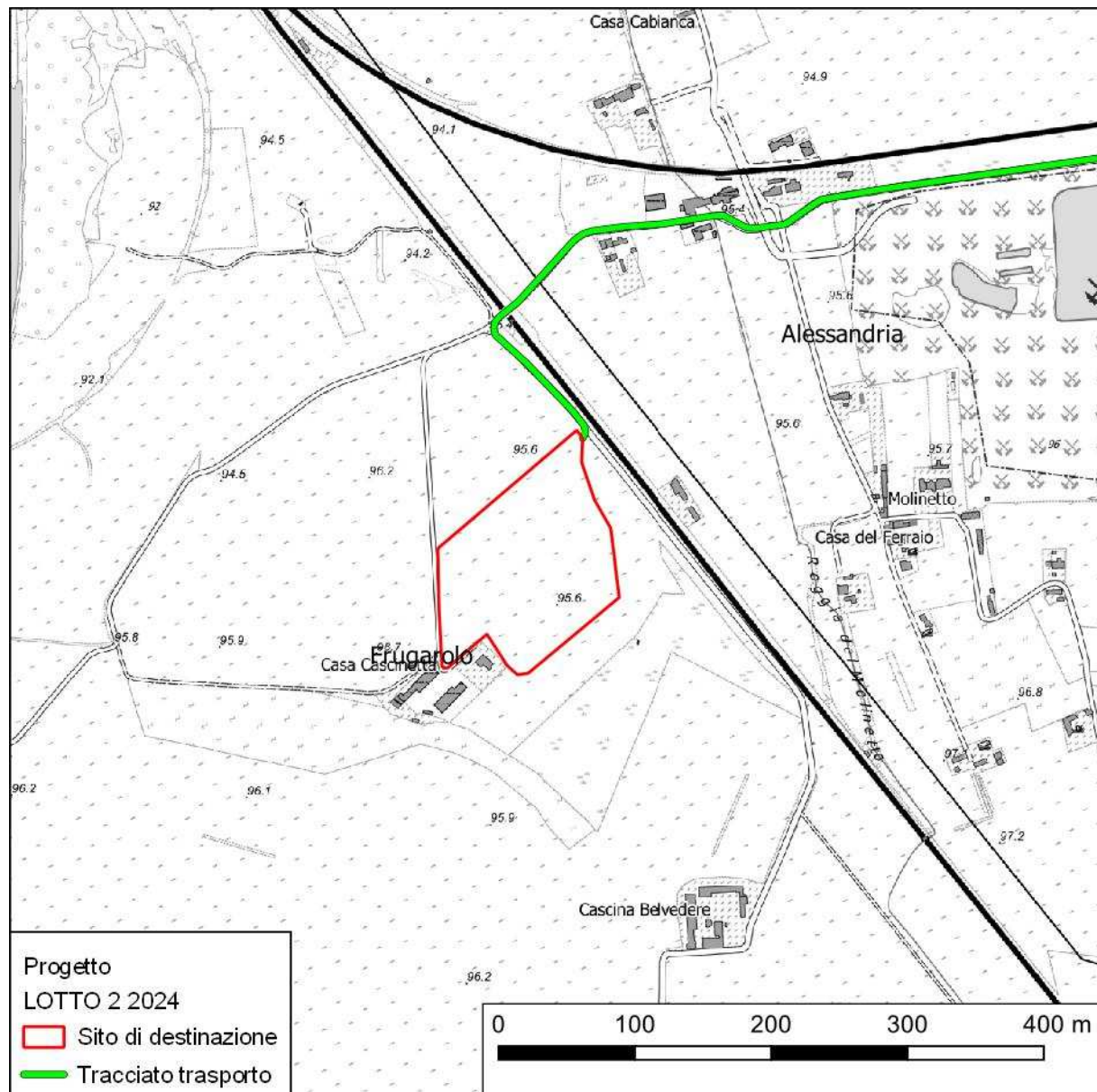


Figura 11: Estratto della BDTRE 2024 B/N scala 1:10.000 con la posizione della ex area di cava

4 RELAZIONE GEOLOGICA

4.1 Vincolo idrogeologico

La verifica, della presenza del vincolo per scopi idrogeologici, istituito con R.D. 3267/1923 e normato dalla L.R. 45/1989 e s.m.i., e quindi la predisposizione della richiesta di autorizzazione prevista, è stata condotta utilizzando le informazioni messe a disposizione dalla Regione Piemonte direttamente sul portale cartografico e gli elaborati di piano regolatore.

È stato dunque possibile prendere atto che l'area, e quindi gli interventi in progetto, non ricadono in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici, e quindi non sarà necessario procedere allo svincolo ai sensi del L.R. 45/1989 e s.m.i.

4.2 Analisi preliminare delle condizioni sismiche

La classificazione sismica del territorio nazionale contenuta nell'OPCM n.3274/2003 ha portato alla suddivisione dello stesso in 3 zone sismiche contraddistinte da un diverso valore del parametro a_g , definito come accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A ed espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g .

Con riferimento alla recente D.G.R. 30 dicembre 2019, n. 6-887OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656, i comuni di Alessandria e Frugarolo risultano essere ricompresi in zona 3 (cfr. allegato 3 della D.G.R.).

Con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento della Norme tecniche per le Costruzioni" (NTC2018) il metodo di calcolo da adottare è esclusivamente quello agli stati limite (§ 2.6 NTC – 2018). Applicando il calcolo agli stati limite la progettazione di nuove strutture dovrà essere condotta secondo i criteri previsti dall'OPCM 3274/2003 e s.m.i. che deriva dalla Normativa Europea EN 1998, Eurocodice 8, per la progettazione in zona sismica successivamente inseriti nel D.M. 17 gennaio 2018.

Nella relazione si sviluppa pertanto il capitolo relativo alla modellazione sismica, intesa come Risposta Sismica Locale (RSL) condotta a seguito di una indagine geofisica con metodologia MASW.

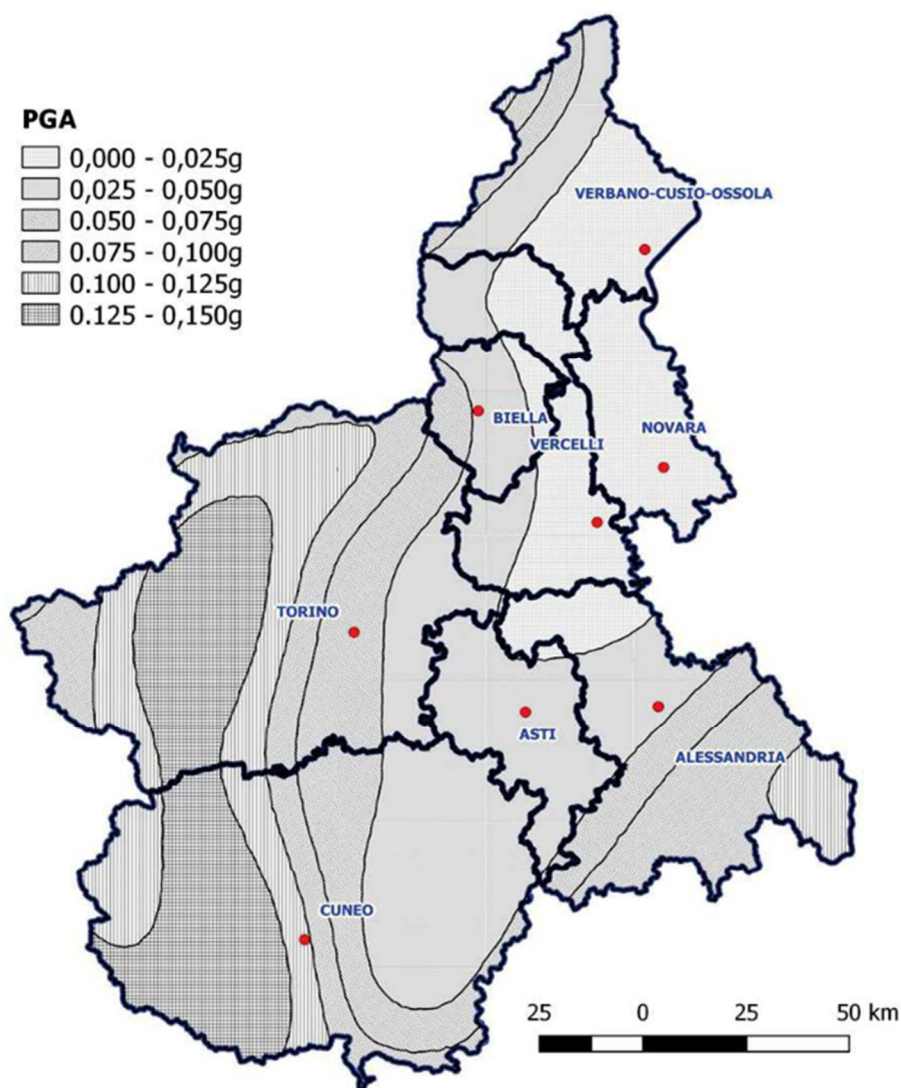


Figura 12: mappa della pericolosità sismica (DISTAV – Dipartimento di scienze della Terra e dell'ambiente e della Vita – Università degli studi di Genova)

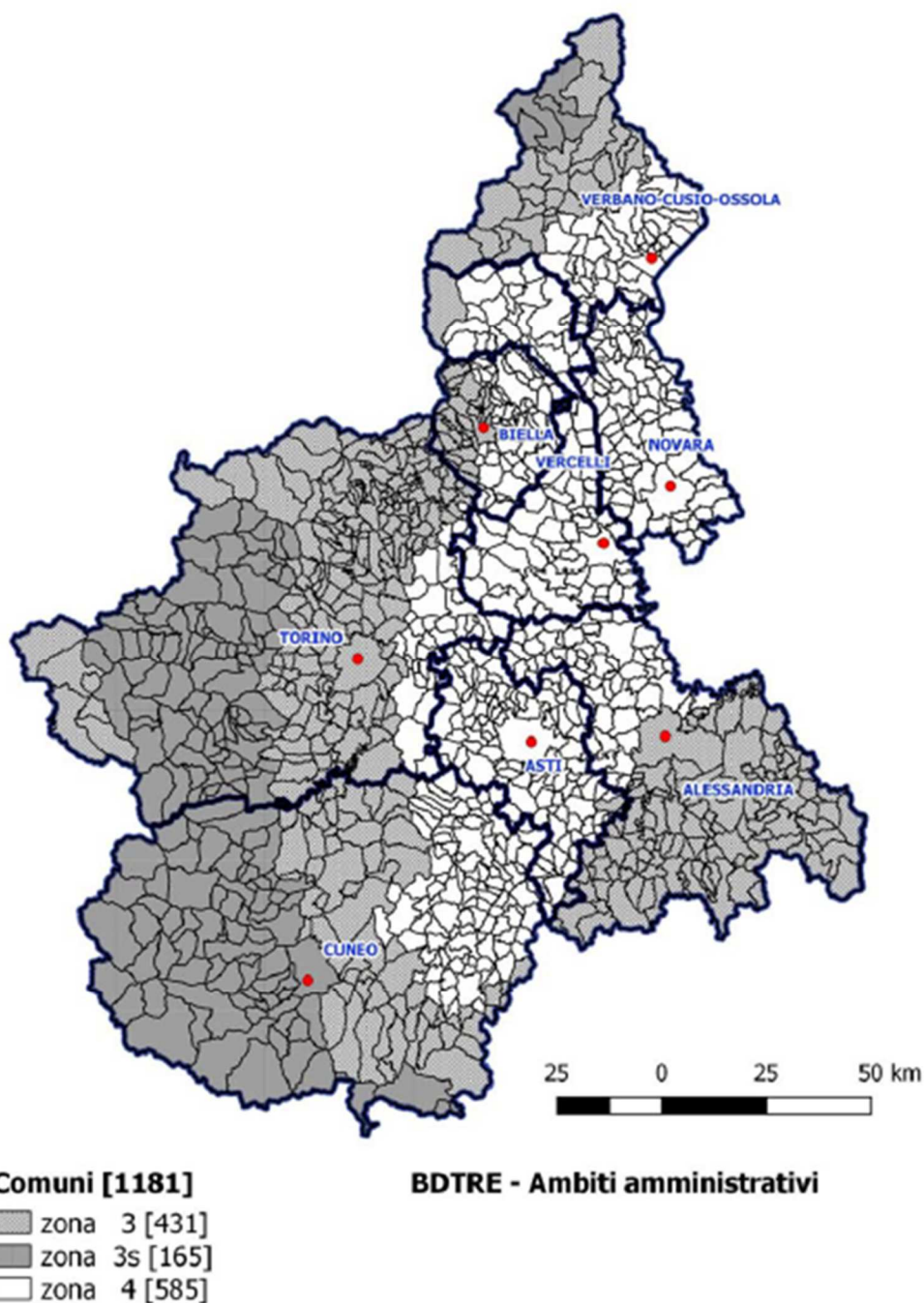


Figura 13: mappa di zonizzazione sismica aggiornata al 6 febbraio 2019

4.3 Analisi della pericolosità geologica e forme di dissesto

Sono stati consultati al fine di confermare la fattibilità dell'intervento l'Atlante dei Piani del PAI e gli elaborati della Direttiva Alluvioni (PGRA- piano gestione rischio alluvioni) del bacino del Po a conferma della presenza, nelle aree oggetto d'intervento di aree classificate in dissesto; in allegato si riporta un estratto delle mappe di pericolosità (PGRA).

Dalla verifica effettuata risulta che il dissesto riconducibile a fenomeni previsti dalla Direttiva Alluvioni interessa parte della cassa di laminazione del Lotto 2 (Litta Parodi), con scenari di pericolosità alta e media di cui al reticolo secondario di pianura (rio Lovassina).

4.4 Classe di idoneità all'utilizzazione urbanistica

Il Comune di Frugarolo è dotato di un Piano Regolatore Generale Comunale Vigente corredato da analisi geologica ai sensi della Circ. P.R.G. 7 LAP e s.m.i., redatta dal Geol. Luigi Priano (2006/2013).

Con riferimento agli elaborati geologici a corredo del PRGC vigente ed in particolare all'elaborato Tavola n° 6 "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" (2011) il settore oggetto di intervento risulta essere compresa all'interno delle classi I e classe II per la maggior parte dell'area interessata dalla realizzazione della vasca, oltre che all'interno della classe IIIa per le porzioni di territorio adiacenti all'alveo del rio Lovassina, quest'ultime perimetrate all'interno di aree a pericolosità molto elevata Eea e medio elevata Ema legate alle dinamiche fluviali e torrentizie.

- **Classe I** – Aree in cui le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. Gli interventi sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/3/1988.
- **Classe II** – Aree in cui le condizioni di moderata pericolosità, conseguente alla bassa intensità dei processi geomorfologici, possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 11/3/1988 e realizzabili. A livello esecutivo, esclusivamente nell'ambito del singolo lotto o dell'intorno significativo circostante. Le indagini dovranno ottemperare a quanto disposto dal D.M. 11/3/1988.
- **Classe IIIa** – Fasce di rispetto dei corsi d'acqua e ambiti territoriali nei quali gli elementi di pericolosità geomorfologica sono tali da impedirne l'utilizzo (aree potenzialmente dissestabili o alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, vale quanto indicato all'art. 31 della l.r. 56-77.

- **Dissesti legati alla dinamica fluviale e torrentizia:** Molto elevato (**aree EeA**) e Medio-moderato (**aree EmA**).

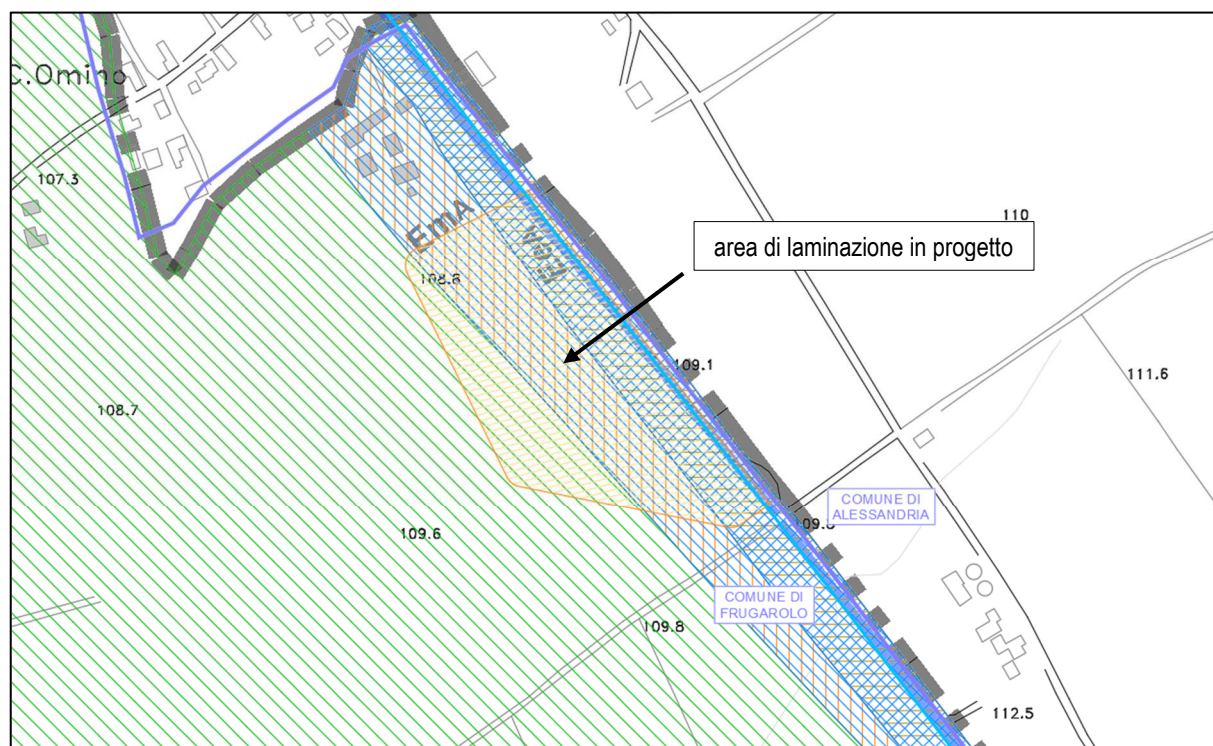


Figura 14: Estratto del P.R.G.C. di Frugarolo – Tavola 6 “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica”

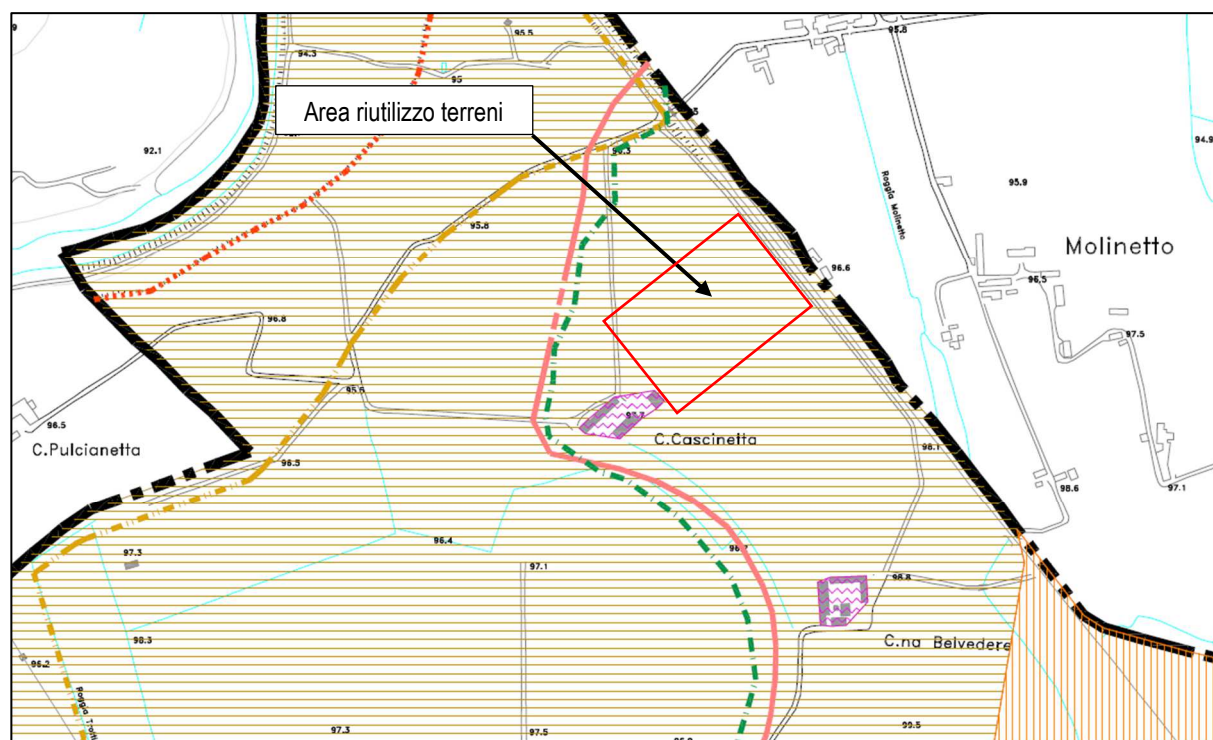


Figura 15: Estratto del P.R.G.C. di Frugarolo – Tavola 6 “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica”

LAVORI DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL RIO LOVASSINA DA SPINETTA MARENGO ALLA CONFLUENZA NEL FIUME BORMIDA – LOTTO 2 – PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO – ECONOMICA

**CLASSE I**

Aree in cui le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. Gli interventi sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11-3-1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"

**CLASSE II**

Aree in cui le condizioni di moderata pericolosità, conseguente alla bassa intensità dei processi geomorfologici, possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D. M. 11-3-1988 e realizzabili, a livello esecutivo, esclusivamente nell'ambito del singolo lotto o dell'intero significativo circostante. Le indagini dovranno ottemperare a quanto disposto dal D.M. 11-3-88.

**CLASSE IIIa**

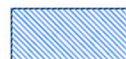
Fasce di rispetto dei corsi d'acqua e ambiti territoriali nei quali gli elementi di pericolosità geomorfologica sono tali da impedire l'utilizzo (aree potenzialmente dissestabili o alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, vale quanto indicato all'art. 31 della L. R. 56-77

**CLASSE IIb1**

Aree in cui l'attuazione delle previsioni urbanistiche è sospesa fino alla verifica della validità delle opere esistenti con successiva trasformazione in Classe IIb2

**CLASSE IIb2**

Aree nelle quali saranno possibili nuove edificazioni, ampliamenti e completamenti solo a seguito della realizzazione di interventi di riassetto territoriale

DISSESTI LEGATI ALLA DINAMICA FLUVIALE E TORRENTIZIA**Processi areali**molto elevato (aree E_{ea})medio moderato (aree E_{ma})**Processi lineari**molto elevato (E_{el})**DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI**

Limite tra la fascia A e la fascia B di progetto (come indicato da PSFF e PAI)



Limite tra la fascia B di progetto e la fascia C (come indicato da PSFF e PAI)



Limite esterno alla fascia C (come indicato da PSFF e PAI)



Limite piena con tempo di ritorno 200 anni

4.5 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area di presunto intervento risulta essere compresa a scala vasta alla base della fascia pedecollinare di raccordo della pianura con le estreme propaggini del basso Monferrato.

A scala di intervento la stessa si sviluppa nella porzione di pianura alluvionale compresa nella zona di confluenza tra i fiumi Tanaro e Bormida e risulta essere posta tra la quota altimetrica di circa 90 m s.l.m. in prossimità della sponda idrografica destra del fiume Bormida e quella di 138.50 m s.l.m. del settore di monte destinato alla realizzazione della cassa di espansione del lotto 4.

Nel dettaglio si presenta sostanzialmente pianeggiante con un debole gradiente in direzione nord ed i terreni sono condotti tutti con coltivazioni agricole; sono presenti alcuni sparsi fabbricati agricoli (non coinvolti nelle opere), strade poderali ma anche strade comunali e provinciali di connessione tra i centri abitati principali (Bosco Marengo, Frugarolo e frazioni minori) oltre che la linea ferroviaria nel settore nord (verso la confluenza del nuovo canale scolmatore con il Fiume Bormida); dal punto di vista idrologico sono presenti canali e fossi irrigui ed alcuni rii minori, tra i quali il Rio Lovassina, il rio Gazzo, la roggia della Ressa e il Rio della Bolla.

Fatta eccezione per il Rio Lovassina, che poco a valle della cassa di laminazione di monte si presenta artificializzato ed intubato in corrispondenza dell'abitato di Spinetta Marengo, i canali irrigui e le rogge esistenti risultano essere caratterizzati da alveo e sponde in terreno naturale.

I solo manufatti sono gli attraversamenti stradali e le chiuse per l'irrigazione dei campi.

Non si rilevano, ne sono presenti elementi morfologici rilevanti o significativi se posti in particolare relazione alla tipologia di opere previste.

Con riferimento agli elaborati di carattere geologico tratti principalmente dalla banca dati della Regione Piemonte e dalla presa visione degli elaborati specialistici dei vigenti piani regolatori comunali, il territorio risulta essere caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali identificati come depositi fluviali recenti, costituiti da "alluvioni ghiaioso-sabbiose o sabbioso-ghiaiose con intercalazioni limoso-sabbiose", identificabili in cartografia con le Sigle A13, A15 e fl1, che derivano dalle estreme propaggini dell'ampia conoide tardo pleistocenica del torrente Scrivia.

Lo spessore dei depositi alluvionali risulta essere plurimetrico, superando abbondantemente 90/100 m rispetto al piano campagna, come desumibile dalle sequenze stratigrafiche reperibili nella banca dati geotecnica regionale.

In allegato si riporta un estratto della carta geologica del Piemonte (scala 1:250.000)².

4.6 Analisi degli aspetti idrogeologici

Il drenaggio superficiale del settore di intervento, nel suo complesso pianeggiante, si esplica principalmente attraverso i due corsi d'acqua principali, Il Tanaro e la Bormida, che tagliano interamente il territorio ma anche con i corsi d'acqua secondari che in questi confluiscano, quali appunto il rio Lovassina.

Si evidenzia comunque come l'idrografia superficiale secondaria è stata localmente arricchita artificialmente con la costruzione di un sistema di canali per la distribuzione delle acque e l'uso irriguo.

In allegato si riporta un estratto delle carte delle isopiezometriche e della carta della soggiacenza della falda (fonte Arpa Piemonte) nel quale è possibile verificare l'andamento della falda e la soggiacenza.

Si osserva in particolare un gradiente della falda in direzione del Fiume Bormida, ossia disposta in direzione nord-ovest (direzione di scorrimento del canale scolmatore), con una soggiacenza compresa tra 5 e i 10 m rispetto al piano campagna; maggiore nel settore sud e minore nel settore nord dell'area.

Si riporta inoltre la carta della permeabilità dei suoli che evidenzia una variazione dei valori con un andamento areale. Infatti, si rileva un settore centrale che interessa il tratto centrale del canale scolmatore e parte della prima cassa di laminazione con valori di permeabilità $K > 10^{-3}$ m/s, tali valori poi diminuiscono esternamente al settore centrale, assestandosi su un intervallo compreso tra 10^{-3} e 10^{-5} m/s; quindi nel tratto terminale del canale (settore nord) e per parte della seconda vasca di laminazione (lato ovest) si evidenziano valori di permeabilità K compresi in un intervallo tra 10^{-5} e 10^{-7} m/s.

Di queste osservazioni occorrerà tenere conto nella progettazione e realizzazione della vasca dovranno essere dunque realizzati con un fondo prossimo alla impermeabilità, al fine di consentire il massimo deflusso e la minima infiltrazione delle acque derivate.

A parere dello scrivente si ritiene che raggiungere valori di permeabilità prossimi a 10^{-5} m/s possa essere adeguato.

4.7 Modello Geologico

Al fine di giungere alla definizione dell'assetto stratigrafico dell'area di intervento del Lotto 2 è stata inizialmente consultata la banca dati regionale, con l'osservazione delle stratigrafie dei

² https://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer2D/index.html?config=other-configs/geologia250k_config.json

pozzi ad uso agricolo presenti e delle perforazioni, quest'ultime posizionate prevalentemente nel settore nord e quindi è stata eseguita anche una campagna di indagine geognostica e ambientale in sito costituita da due carotaggi con SPT in foro e 16 trincee, utilizzate sia per la verifica diretta della stratigrafia che per il campionamento ambientale a supporto della fase di gestione dei terreni derivanti dagli scavi (piano di gestione e riutilizzo).

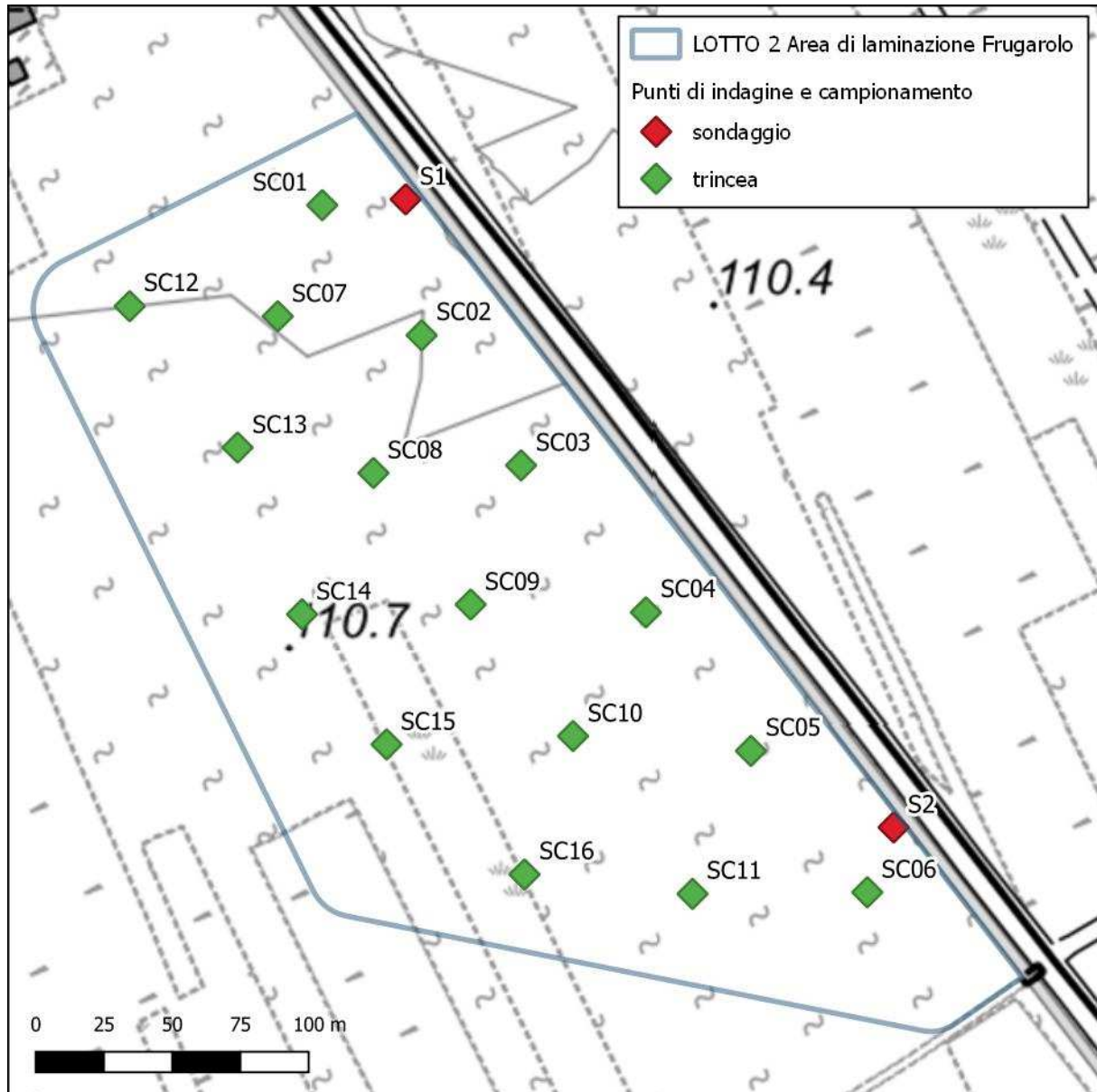


Figura 16: localizzazione punti di indagine – scala 1:2.500 su BDTRE 2024

Il modello geologico a scala vasta risulta pertanto essere rappresentato da terreni e materiali di origine fluviale aventi spessori maggiori di 50/70 m.

A scala locale è stato definito il seguente modello geologico, valido per l'area di intervento del Lotto 2:

- Primo livello costituito da terreno vegetale limoso-sabbioso con ghiaia fine sparsa, colore nocciola-brunastro; spessore inferiore al metro compreso tra 0.60 e 1.00 m.
- Secondo livello di depositi alluvionali costituiti da ghiaia eterometrica con sabbia siltosa talora scarsa, da addensata a molto addensata, colore grigio; spessore metrico compreso tra 3.0 e 4.5 m.
- Terzo livello di depositi alluvionali costituiti da ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa, molto addensata, colore grigio-brunastro; spessore metrico di circa 3.0 m.

Seguono ulteriori livelli, esclusi dal successivo modello geotecnico, la cui descrizione si rimanda al report della campagna geotecnica riportato nell'elaborato 02.2

La realizzazione delle opere in progetto interesserà in ogni caso il primo e il secondo livello, sia per quanto riguarda la realizzazione della cassa di espansione che per la formazione dei nuovi argini e delle opere accessorie (sfioratori in ingresso ed in uscita).

Di seguito si riporta, il modello geotecnico dei terreni dei primi due livelli determinato dall'elaborazione delle prove SPT in foro eseguite nei due carotaggi (S1 e S2), premettendo che la maggior parte delle prove sono andate a "rifiuto" cautelativamente è possibile considerare i seguenti parametri:

LIVELLO	LITOLOGIA	Profondità da p.c. (m)	N _{SPT}	D _r (%)	φ' (°)	γ (t/m ³)
A	Suolo agrario e di copertura	da 0.0 a – 0.3 / 1.0	100	100	41.	2.45
B	Ghiaie e sabbie	da – 0.3 / 1.0 a – 3.0/4.5	100	100	35	2.45

Dr: Densità relativa

γ: peso unità di volume

φ': angolo di resistenza al taglio

5 RELAZIONE SISMICA

5.1 Analisi sismica locale

5.1.1 Individuazione della categoria di suolo

Di seguito si riportano i risultati di una indagine geofisica realizzata sempre nell'ambito della campagna di indagine del secondo Lotto il cui report è riportato nell'elaborato 02.3.

Alla luce dei risultati ottenuti dall'indagine geologica del sito in esame e dell'indagine sismica locale è possibile attribuire la categoria di suolo di tipo B, con riferimento alla tabella di riferimento normativo.

Categoria	Descrizione del profilo stratigrafico
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

5.1.2 Individuazione dei parametri sismici

In base delle caratteristiche del suolo riscontrate in situ, si possono determinare gli spettri di risposta sismici, calcolati mediante l'ausilio del software Geostru-PS. Per fornire una definizione degli spettri previsti è stata individuata la posizione mediana dell'area di intervento (latitudine e longitudine riferite al sistema di riferimento WGS84): Latitudine 44.863430 / longitudine 8.704840.

Al fine di scegliere univocamente gli spettri di progetto è necessario conoscere la vita nominale dell'opera e il coefficiente d'uso.

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono i seguenti.

Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni		
Tipi di costruzione		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La classe d'uso di una struttura è invece definita, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso della stessa, nel modo seguente:

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{\max}) attesa in superficie ed una forma spettrale connessa ad essa. Il valore di a_{\max} può essere ricavato dalla relazione $a_{\max} = S_s \cdot a_g$ dove S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Circa l'effetto dovuto alla topografia, il D.M., per configurazioni topografiche superficiali semplici adotta la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

Il valore del coefficiente d'uso C_U , al variare della classe d'uso così come definita in precedenza, è indicato nella seguente tabella:

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0.7	1	1.5	2

Pertanto, per un'opera quale quella prevista si ritiene che la vita nominale (V_N) è pari a 50 anni e la classe d'uso sia la II, pertanto il periodo di riferimento (espresso in anni) è:

$$V_R = V_N * C_U = 50 * 1.0 = 50 \text{ anni}$$

Per il sito in esame sono assumibili i seguenti parametri e coefficienti sismici A_g , F_0 e T_c^* in funzione dei tempi di ritorno e stati limite considerati nonché come opera di riferimento quella di "fronti di scavo e rilevati".

Stato Limite	Probabilità di superamento [%]	Tr [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0.020	2.530	0.176
Danno (SLD)	63	50	0.022	2.516	0.184
Salvaguardia vita (SLV)	10	475	0.063	2.481	0.270
Prevenzione collasso (SLC)	5	975	0.085	2.471	0.276

A questo punto sarà possibile, in relazione alla tipologia di sottosuolo, alla tipologia di opera e in ragione del tipo di verifica geotecnica (stabilità dei pendii e fondazioni), determinare i coefficienti sismici.

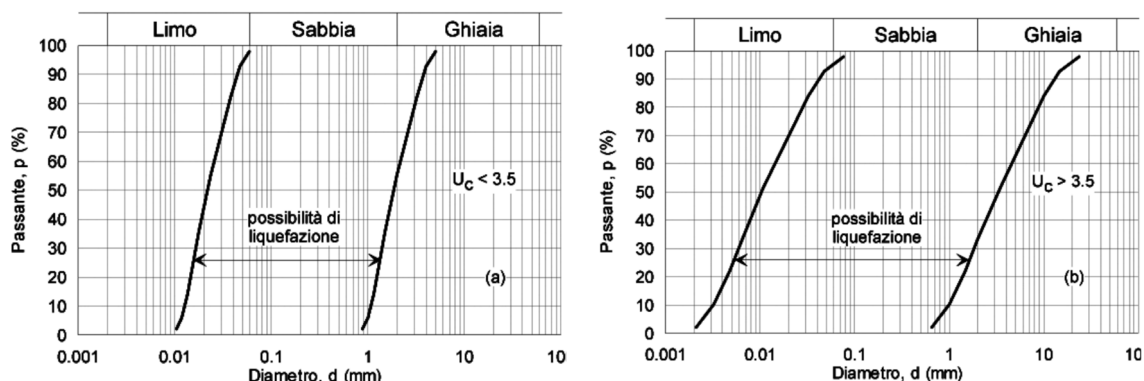
Stato Limite	S_s	C_c	St	Kh	K_v	A_{max} [m/s ²]	Beta
SLO	1.20	1.56	1.00	0.005	0.002	0.238	0.200
SLD	1.20	1.54	1.00	0.005	0.003	0.261	0.200
SLV	1.20	1.43	1.00	0.015	0.008	0.742	0.200
SLC	1.20	1.42	1.00	0.020	0.010	1.001	0.200

5.2 Verifica alla liquefazione

Infine, occorre valutare suscettibilità dei terreni di fondazione alla liquefazione, cioè una perdita di resistenza al taglio e/o di rigidezza dovuta all'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico che possa produrre deformazioni permanenti significative, o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove
4. penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Nello specifico, il contesto geologico e morfologico unitamente alle prevedibili magnitudo massime per eventi sismici attesi in zona 3 non consentono di escludere ragionevolmente, il rischio di liquefazione per i terreni di fondazione nel caso del sito di progetto, infatti risulta che:

Stato Limite	S_s	S_t	a_g
SLV	1.200	1.200	0.063
$a_{max} = S_s * S_t * a_g$			0.091

Si rimanda agli elaborati di progettazione esecutiva per la corretta ed approfondita analisi di questa verifica.

6 Piano di gestione delle terre e rocce da scavo

In ragione del fatto che la realizzazione della vasca comporterà significativi volumi di scavo, e che nella fase precedente della progettazione complessiva di cui alla fase di verifica ambientale, è stato stabilito di riutilizzare completamente i materiali derivanti dagli scavi, è stata condotta una indagine ambientale per la caratterizzazione al fine di consentire la corretta gestione delle terre e rocce da scavo per quanto disposto dal D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

In ragione della superficie di intervento e delle altezze di scavo previste in progetto, sono state realizzate 16 trincee disposte come riportato nella figura 14 e prelevati 3 campioni per trincea per un totale di 48 campioni avviati ad un laboratorio specializzato per le analisi chimiche previste dalla normativa vigente.

In questa sede si anticipa che tutti i campioni analizzati, per i parametri eseguiti e limitatamente ad essi, risultano essere conformi alla colonna A, Tabella 1, allegato 5 al Titolo V Parte Quarta del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 (Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).

In ragione di questi risultati sarà possibile precedere sia con il riutilizzo in sito per i terreni del primo livello (terreno vegetale limoso-sabbioso con ghiaia fine sparsa) che sarà poi riutilizzato per “ripristinare” il fondo della nuova vasca di laminazione, viceversa i terreni sottostanti e riferibili al secondo livello (ghiaia eterometrica con sabbia siltosa talora scarsa) potranno essere conferiti nell’area individuata sempre in comune di Frugarolo per come indicato nel paragrafo 3.2 Conferimento dei terreni derivanti dagli scavi.

Nell’elaborato 02.2 sono riportati i report completi dell’indagine ambientale.

7 CONCLUSIONI

Dall'analisi sin qui svolta, sugli aspetti geolitologici, geomorfologici ed idrogeologici dell’area, si rileva la sostanziale fattibilità delle previsioni progettuali, in quanto compatibili sia con l'assetto geotecnico dei terreni sia con le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area nel suo complesso.

Si ritiene in ogni caso ribadire le raccomandazioni di seguito riportate.

7.1 Esecuzione degli scavi

Visto che gli sbancamenti necessari alla realizzazione delle nuove opere di fondazione interesseranno prevalentemente materiali e terreni incoerenti con la possibilità di realizzare fronti di scavo anche a elevata inclinazione, valutata l’altezza massima degli stessi, sarà necessario effettuare:

- Una adeguata asportazione dei materiali di copertura, ovvero un adeguato scoronamento del ciglio superiore del fronte di scavo, avendo l’accortezza di creare comunque pareti e scarpate in equilibrio con l’angolo di naturale declivio e con le effettive condizioni riscontrate in loco;
- Per evitare il dilavamento delle pareti di scavo a causa delle acque ruscellanti in caso di abbondanti precipitazioni, sarà comunque opportuno ricoprire le scarpate con teli impermeabili.
- L’utilizzo dei teli impermeabili e di protezione sarà necessariamente da utilizzare anche per la conservazione dei terrei derivanti dalle operazioni di scotico, in ragione del fatto che gli stessi saranno riutilizzati per il ripristino dello strato di coltivo sul fondo della nuova vasca.
- In ragione dell’assistenza archeologica in fase esecutiva, richiesta da parte della SABAP nel parere espresso al termine delle Fase di verifica della procedura di VIA, anche in

questa sede, sia pur di non specifica competenza, si riporta che lo scavo con mezzo meccanico adeguato andrà realizzato con benna liscia e con assistenza archeologica fino al raggiungimento delle ghiaie.

7.2 Opere di fondazione

Per le opere di fondazione profonda come, per esempio, i pali e/o micropali sarà opportuno prevedere la presenza della falda sia pur essendo la stessa caratterizzata da una ridotta escursione.

Nel caso in cui, durante l'esecuzione degli scavi si rendesse necessario asportare blocchi o ciottoli di rilevanti dimensioni, o si riscontrassero livelli o lenti di materiali aventi caratteristiche geomeccaniche scadenti, sarà necessario sostituire tali materiali o colmare i vuoti con terreni aventi caratteristiche geomeccaniche idonee e adeguate alle lavorazioni ed ai carichi previsti; eventualmente sarà inoltre opportuno procedere ad un nuovo dimensionamento delle opere di fondazione.

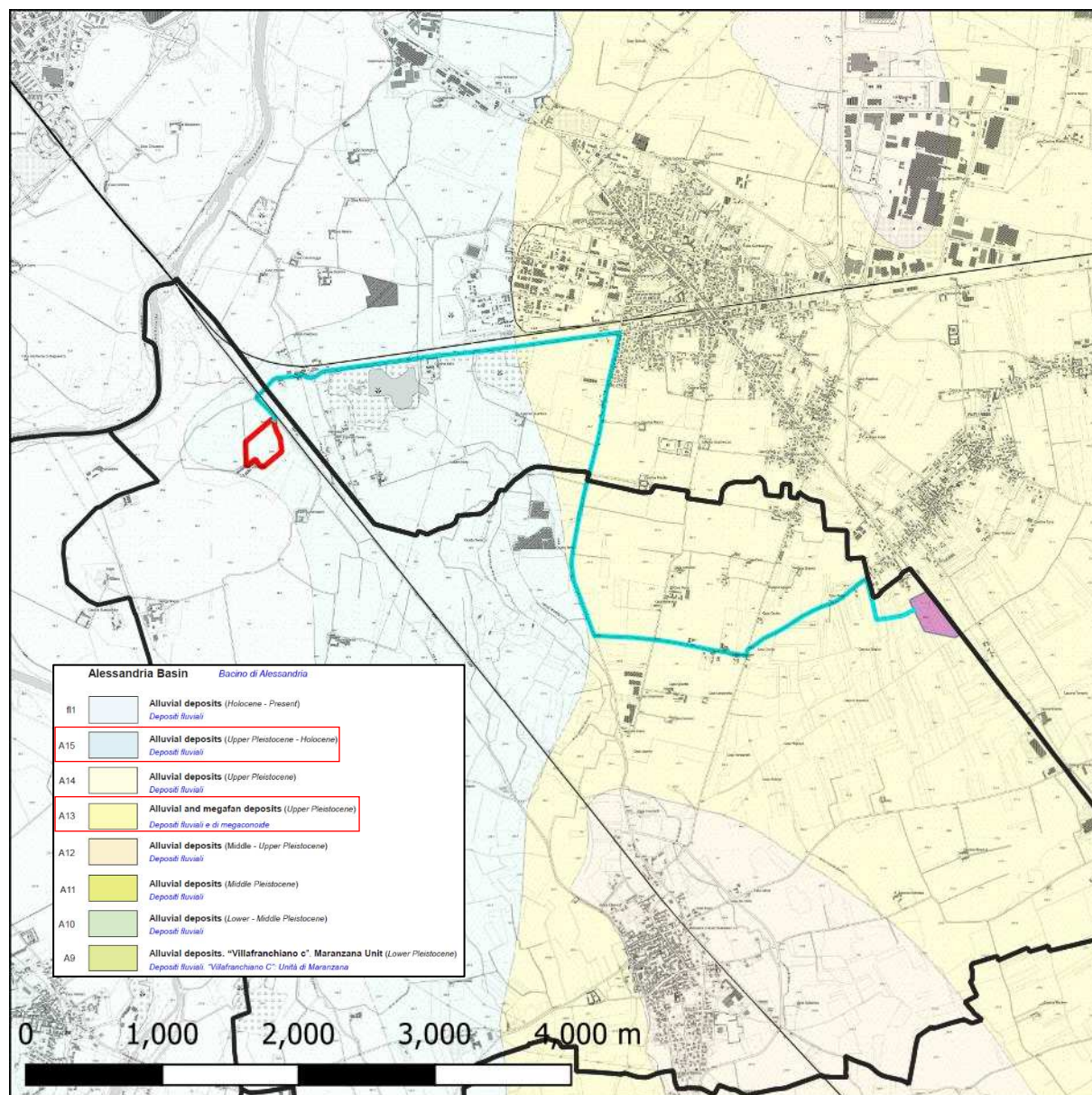
Si consiglia di porre in opera, quale piano di appoggio delle opere di fondazione, uno strato di materiale drenante con funzione di sottofondo e che omogeneizzi il piano stesso dal punto di vista delle caratteristiche geomeccaniche; a tale scopo si indica di utilizzare materiali granulari anidri, del tipo appartenenti al gruppo A1 (sottogruppo A1-a / A1-b) della classificazione delle terre secondo le norme italiane CRN-UNI 10006; avendo cura di realizzare una superficie omogenea e ben costipata dello spessore indicativo di 20/30 cm.

7.3 Interventi di ripristino

Al termine delle lavorazioni dovrà essere necessariamente ripristinato lo stato dei luoghi per quelle attività che abbiamo comportato modifiche temporanee dello stato dei luoghi (piste di cantiere) procedendo ai rinterri o riporti di materiali ove necessario, per quelle porzioni di terreno e aree oggetto delle lavorazioni temporanee; in ogni caso i rilevati arginali e le sponde esterne del canale dovranno quantomeno essere inerbite per evitare sia forme di erosione sia per prevenire la formazione di erbe e arbusti infestanti; in generale si dovrà porre cura che:

- avvengano con l'impiego di materiali aventi buone caratteristiche geotecniche;
- i terreni siano messi in posto adeguatamente costipati e che siano adottate tutte le misure, anche temporanee, per impedire il dilavamento dei materiali stessi ad opera delle acque superficiali e meteoriche.

8 ALLEGATI GRAFICI



□ Limiti Comunali

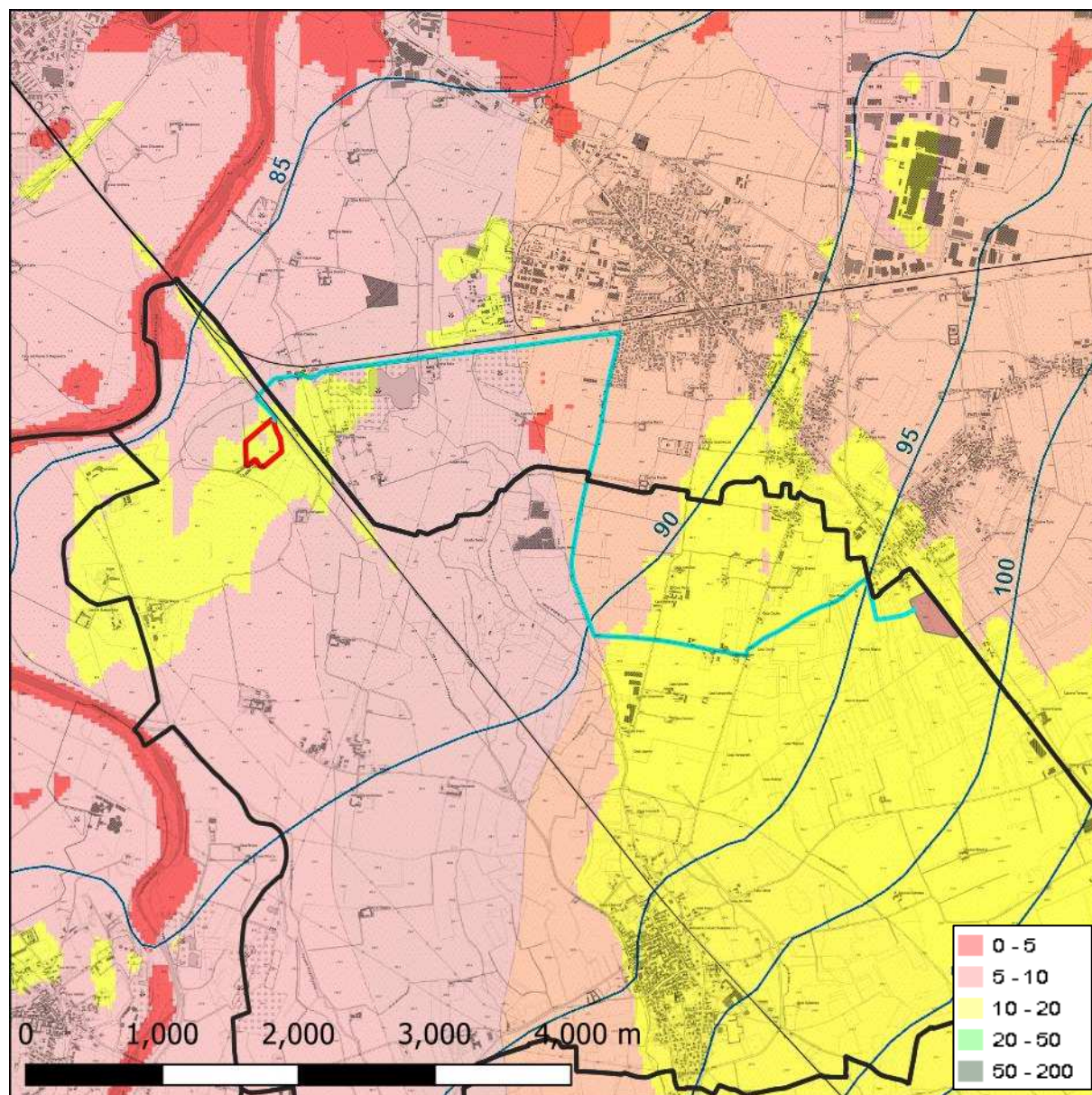
Progetto

■ LOTTO 2 Area di laminazione Frugarolo

— Tracciato trasporto materie

□ Contorno area stoccaggio

Figura 17: Estratto della carta geologica del Piemonte
scala grafica 1:50.000



Limiti Comunali

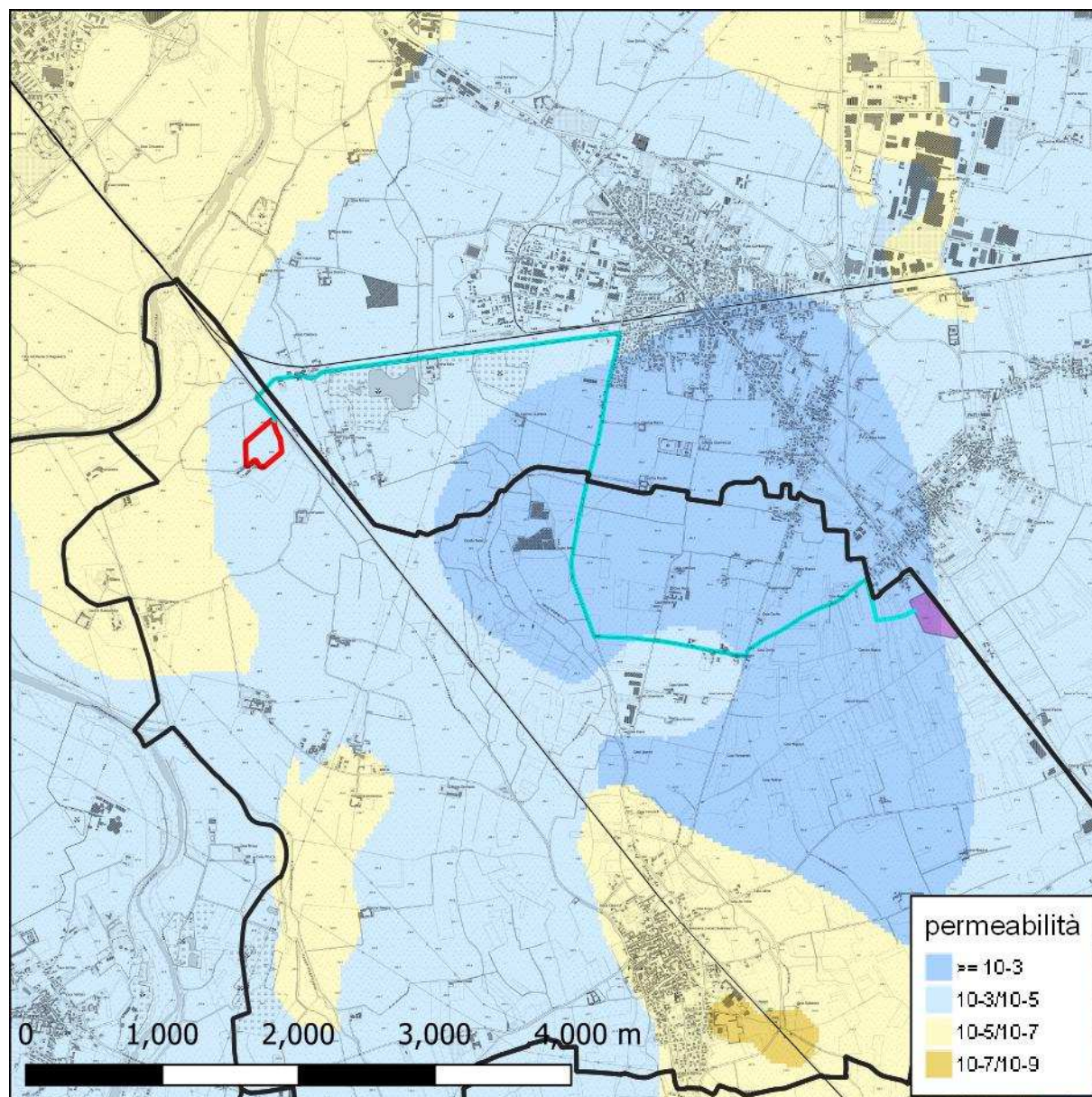
Progetto

LOTTO 2 Area di laminazione Frugarolo

Tracciato trasporto materie

Contorno area stoccaggio

Figura 18: Estratto della carta delle isopiezometriche e della soggiacenza della falda
Fonte ARPA regione Piemonte - scala grafica 1:50.000



Limiti Comunali

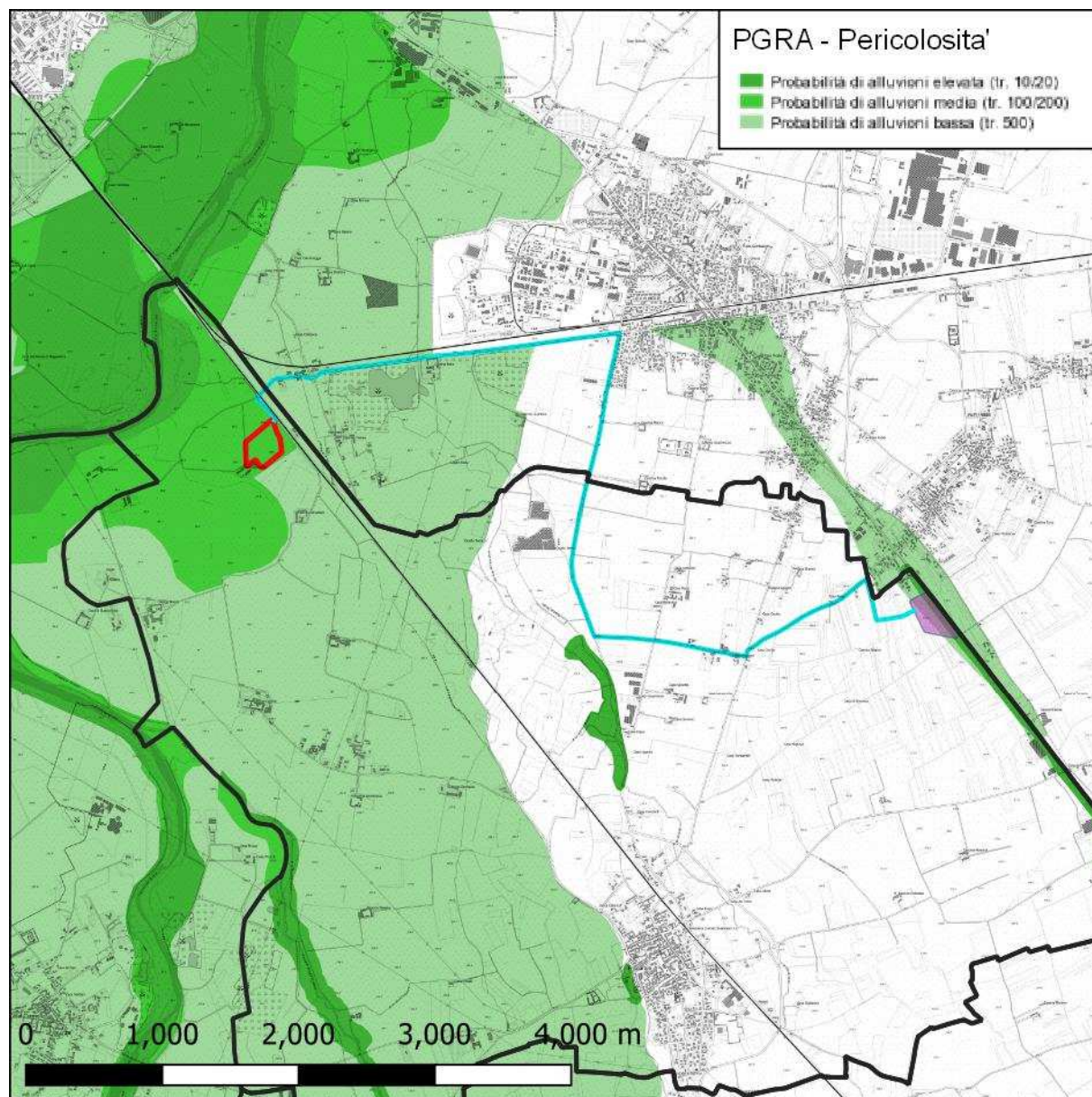
Progetto

LOTTO 2 Area di laminazione Frugarolo

Tracciato trasporto materie

Contorno area stoccaggio

Figura 19: Estratto della carta della permeabilità prevalente della zona non satura
Fonte ARPA regione Piemonte - scala grafica 1:50.000



Limiti Comunali

Progetto

LOTTO 2 Area di laminazione Frugarolo

Tracciato trasporto materie

Contorno area stoccaggio

Figura 20: Estratto delle mappe di pericolosità della PGRA
scala grafica 1:50.000

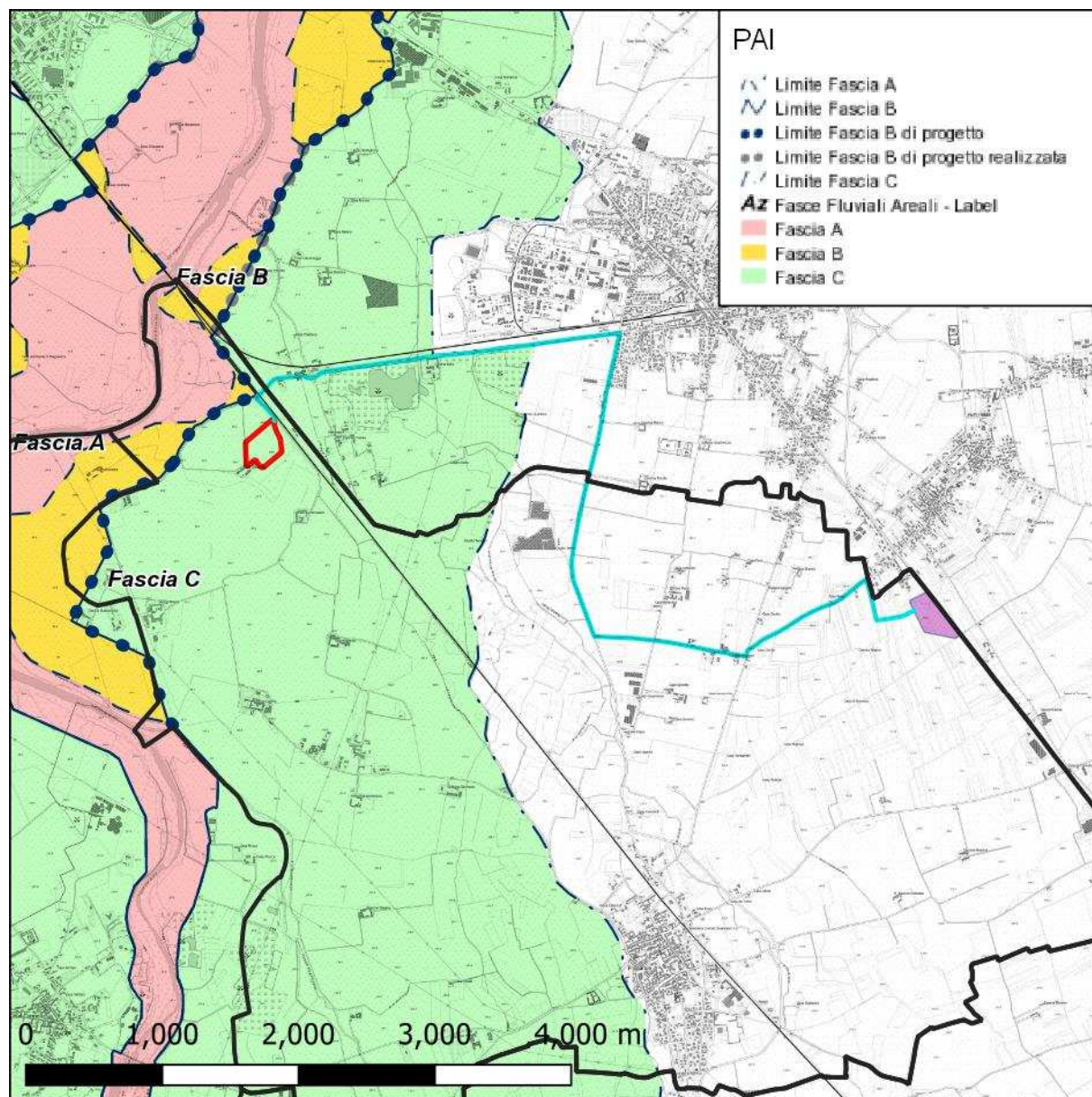
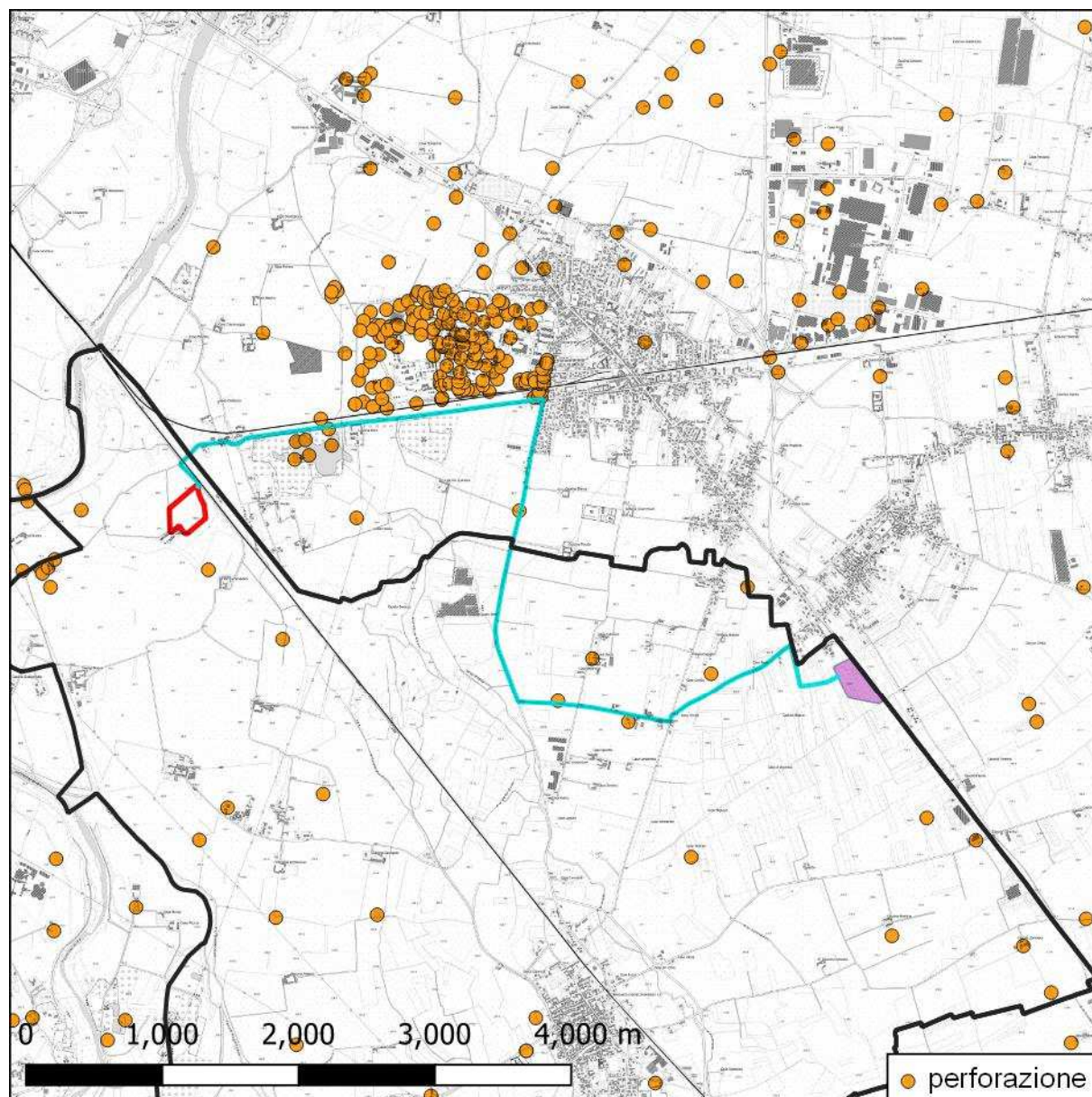


Figura 21: Estratto delle fasce fluviali del PAI
scala grafica 1:50.000



□ Limiti Comunali

Progetto

■ LOTTO 2 Area di laminazione Frugarolo

— Tracciato trasporto materie

□ Contorno area stoccaggio

Figura 22: Banca dati geotecnica ARPA Piemonte
scala grafica 1:50.000