

COMUNE DI ALESSANDRIA

**CAVA LA BOLLA – SPINETTA MARENGO
DISCARICA PER PIETRISCO
FERROVIARIO CONTENENTE AMIANTO**

**A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA
REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD
USO INDUSTRIALE**

SILPDUE S.R.L.



SILPDUE S.R.L.



CAVA LA BOLLA – SPINETTA MARENGO (AL)

DISCARICA PER PIETRISCO FERROVIARIO CONTENENTE AMIANTO

A1 – STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE DALL' ING. GIOVANNI FERRO
ISCRITTO ALL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI SAVONA N. 637

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE DAL DOTT. GEOL. FABIO BRUNAMONTE
ISCRITTO ALL'ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO AP SEZ. A N. 548

Doc. N. A23-008/ R09-1
3 Aprile 2025

INDICE

1.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	2
2.	BIBLIOGRAFIA	4
3.	PREMESSA	5
4.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA	7
5.	FINALITÀ DELL'OPERA E MOTIVAZIONI DELLA SCELTA.....	11
6.	RELAZIONE GEOLOGICA	13
6.1	Inquadramento geomorfologico.....	13
6.2	Inquadramento geologico	18
6.3	Stratigrafia di dettaglio del sito in esame	25
7.	STIMA DEL FABBISOGNO IDRICO.....	32
8.	RELAZIONE IDROLOGICA ED IDROGEOLOGICA.....	34
8.1	INQUADRAMENTO IDROLOGICO	34
8.2	ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO	36
8.2.1	P.A.I. - Piano stralcio delle Fasce Fluviali.....	36
8.2.2	Direttiva alluvioni – PGRA	37
8.3	Inquadramento idrogeologico	39
8.4	Caratteristiche idrogeologiche del sito in esame.....	40
8.5	Piezometria del sito.....	45
8.6	Base dell'acquifero superficiale	51
8.7	Caratteristiche idrodinamiche della falda freatica.....	53
9.	VERIFICHE PRELIMINARI DEL POZZO IN PROGETTO.....	56
9.1	Verifica della portata emungibile e dell'abbassamento indotto	56
9.2	Stima preliminare del raggio d'azione del pozzo	57
10.	INTERFERENZA CON POZZI LIMITROFI.....	59
11.	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	63
12.	CONCLUSIONI	68

1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] Regione Piemonte (2007) – Piano di Tutela delle Acque (D.C.R. n. 117-10731 del 13 marzo 2007), Rev. 03. Monografie: MS12 – Pianura Alessandrina orientale. 23 pp. Regione Piemonte, Direzione Pianificazione Risorse Idriche.
- [2] Regione Piemonte (2018) – Piano di Tutela delle Acque, Relazione generale 270 pp. Regione Piemonte, Direzione Ambiente, Governo e Tutela del territorio.
- [3] Città di Alessandria (2010) – PRGC 1990. Carta di sintesi delle Classi di pericolosità geomorfologica. Elaborato di Piano: “Norme di attuazione: allegato 2. Tav. 4. Tavola adeguata alle modifiche apportate con D.G.R. n. 36/29308 del 07/02/2000, D.G.R. n.13/29915 del 13/04/2000, e aggiornata alla III Variante Strutturale al PRGC del dicembre 2010.
- [4] Città di Alessandria (2022) – PRGC 1990. Norme di Attuazione, testo coordinato adeguato ai contenuti delle variazioni relative alle DDCC comprensive sino alla D.C. n. 132 del 21/12/2021 – Variante parziale. Novembre 2022.
- [5] Città di Alessandria (2022) – Variante parziale al P.R.G.C., Progetto preliminare. Relazione Geologico-Tecnica.
- [6] SILPDUE S.r.l.- AB GREEN S.r.l (2025) – Cava La Bolla – Spinetta Marengo (AL). Discarica per pietrisco ferroviario contenente amianto. Elaborati di Progetto.
- [7] SILPDUE S.r.l.- AB GREEN S.r.l (2025) – Studio geologico per la Variante semplificata al PRGC nell'Area Cava La Bolla - Spinetta Marengo (AL).
- [8] SILPDUE S.r.l.- AB GREEN S.r.l (2025) – Cava La Bolla – Spinetta Marengo AL). Campagna geognostica 2025: Indagini geotecniche in sito, Indagine geofisica, Prove geotecniche di laboratorio.
- [9] A.M.A.G. (2011) – Cava di sabbia e ghiaia in località Cascina La Bolla. Considerazioni idrogeologiche sulle possibili interazioni con il pozzo ad uso idropotabile “Molinetto”. Studio Associato ing. geol. Massone G. - ing. Di Cosmo R.. In data 12 luglio 2011.
- [10] Syensqo (2024) – Stabilimento di Spinetta Marengo (AL). Misure piezometriche eseguite sulle reti di monitoraggio dell'Azienda e di AMAG Reti Idriche nel periodo 2005-2024.

- [11] Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (2020) – Variante al PAI. Fiume Bormida da Acqui Terme ad Alessandria. Relazione descrittiva per tratti omogenei. Rev. V01, 11/11/2020.
- [12] Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (2019) – Variante al PAI. Fiume Bormida da Acqui Terme ad Alessandria. Atlante cartografico – Fasce fluviali. Rev. V02, 18/07/2019.
- [13] Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (2020) – Variante al PAI. Fiume Bormida da Acqui Terme ad Alessandria. Modifica Mappa della pericolosità relativa al Fiume Bormida del vigente Piano di Gestione Rischio Alluvioni. Rev. V01, 11/11/2020.
- [14] Città di Alessandria (2000) – Elaborato di Piano: 3. Destinazioni d'uso del suolo. Tav. U a scala 1:5.000. PRGC 1990 approvato con modifiche "ex ufficio" con D.G.R. n. 36/29308 del 07/02/2000 e successiva rettifica con D.G.R. n.13/29915 del 13/04/2000,
- [15] Autorità di Bacino del Fiume Po (1998) - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. 7. Norme di attuazione.
- [16] Regione Piemonte – Carta della base dell'acquifero superficiale, in riferimento alla D.G.R. n. 34-11524 del 3 Giugno 2009 - Legge regionale 30 aprile 1996 n. 22, articolo 2, comma 7. Criteri tecnici per l'identificazione della base dell'acquifero superficiale e aggiornamento della cartografia contenuta nelle "Monografie delle macroaree idrogeologiche di riferimento dell'acquifero superficiale" del Piano di Tutela delle Acque, approvato con D.C.R. 117-10731 del 13/03/2007. Successivi aggiornamenti con Det. n. 267 del 04/08/2011, Det. n. 900 del 03/12/2012, D.D. n. 229 del 06/07/2016, D.D. n. 63 del 07/03/2022 e D.D. n. 140 del 05/04/2022. Acquisizione della documentazione su base cartografica BDTRE mediante shape files dal sito web del Geoportale Regione Piemonte.

2. BIBLIOGRAFIA

- Bove A., Destefanis E., De Luca D. A., Masciocco L., Ossella L., Tonussi M. (2005) - Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero superficiale nel territorio di pianura della Provincia di Alessandria. In "Idrogeologia della Pianura Piemontese", Regione Piemonte, 2005.
- Celico P. (1986) – Prospezioni idrogeologiche. Vol. 1, 735 pp. Liguori Editore, Napoli.
- De Luca D., Masciocco L., Ricci P., Zuppi G.M. (1987) – Studio idrogeologico della Pianura alessandrina.
- Di Molfetta A. (1992) - Determinazione della trasmissività degli acquiferi mediante correlazione con la portata specifica. Ingegneria e Geologia degli Acquiferi, 1, 81–86.
- Irace A., Clemente P., Natalicchio M., Ossella L., Trenkwalder S., De Luca D.A., Mosca P., Piana F., Polino R., Violanti D. (2009) – Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana occidentale. 126 pp. C.N.R. – Istituto di Geoscienze e Georisorse, Università di Torino – Dip. Scienze della Terra, Regione Piemonte.
- Mosca P. (2006) - Neogene basin evolution in the Western Po Plain (NW Italy). PhD Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, 190 pp.
- Piana F. (Coord.), Barale L., Compagnoni R., d'Atri A., Fioraso G., Irace A., Mosca P., Tallone S., Morelli M., Vigna B. (2020) – Geological Map of Piemonte, scale 1:250.000, 2nd edition. CNR-Istituto di Geoscienze e Georisorse, ARPA Piemonte, Accademia delle Scienze di Torino, Politecnico di Torino – DIATI.
- Pozzi R., Francani V. (1968) – Lineamenti idrogeologici della Pianura di Alessandria. Geologia Tecnica, anno 15, n. 4, pp. 131-143.
- Servizio Geologico d'Italia (1970) – Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, Foglio 70 – "Alessandria". II edizione, con Note illustrative, 64 pp.. Min. Industria, Commercio e Artigianato.
- Servizio Geologico d'Italia (2016) – Nuova Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000, Foglio 194 – "Acqui Terme", con Note illustrative, 229 pp. ISPRA.

3. PREMESSA

Il presente studio idrogeologico generale, redatto su incarico delle Società committenti in indirizzo, illustra le condizioni geomorfologiche, geologiche e idrogeologiche che caratterizzano l'area interessata dalla prevista realizzazione di una captazione di acque sotterranee ad uso industriale, sito nel settore meridionale del territorio comunale di Alessandria, a margine dell'abitato di Spinetta Marengo.

Lo scopo del presente studio è quello di caratterizzare in via preliminare la situazione geomorfologica, geologico-tecnica ed idrogeologica dell'area in oggetto, fornendo un quadro esaustivo del contesto geologico e idrogeologico dell'area di intervento, della compatibilità con l'assetto geomorfologico dell'area e degli aspetti vincolistici da esso derivanti.

L'opera sarà destinata unicamente all'approvvigionamento idrico, non potabile, per utilizzo industriale a servizio dell'impianto di discarica per rifiuti non pericolosi in progetto nell'area della Cava La Bolla. Alla luce della normativa vigente, pertanto, la captazione dovrà interessare esclusivamente la falda freatica, ospitata nell'acquifero superficiale. Poiché le acque della captazione in progetto non saranno destinate ad uso idropotabile, non è prevista la definizione delle aree di salvaguardia della captazione, né l'individuazione dei centri di pericolo potenziale.

Lo studio è redatto in conformità a quanto previsto dai seguenti riferimenti normativi:

- Legge regionale 13 aprile 1994, n. 5 "Subdelega alle Province delle funzioni amministrative relative alle utilizzazioni delle acque pubbliche".
- Legge Regionale 30 aprile 1996, n. 22 "Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee".
- D.P.G.R. 29 luglio 2003, n. 10/R Regolamento regionale recante "Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica", in attuazione della Legge regionale 29 dicembre 2000 n. 61 "Disposizioni per la prima attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque";
- D.P.G.R. 6 dicembre 2004, n. 15/R Regolamento regionale recante "Disciplina dei canoni regionali per l'uso di acqua pubblica (Legge regionale 5 agosto 2020, n. 20) e modifiche al regolamento regionale 29 luglio 2003, n. 10/R

(Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica)";

- D.P.G.R. del 10 ottobre 2005, n. 6/R Regolamento regionale recante: "Misura dei canoni regionali per l'uso di acqua pubblica (legge regionale 5 agosto 2002, n. 20) e modifiche al regolamento regionale 6 dicembre 2004, n. 15/R (Disciplina dei canoni regionali per l'uso di acqua pubblica)".
- D.P.G.R. del 25 giugno 2007, n. 7/R Regolamento regionale recante "Prima definizione degli obblighi concernenti la misurazione dei prelievi e delle restituzioni di acqua pubblica (L.R. 29 dicembre 2000, n. 61)".
- D.P.G.R. del 9 marzo 2015, n. 2/R Regolamento regionale recante "Abrogazione del regolamento regionale 14 marzo 2014, n.1/R e revisione disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica di cui al regolamento regionale 29 luglio 2003, n. 10/R (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)";
- Modello di istanza e relativi allegati predisposto dalla Provincia di Alessandria - Direzione Ambiente Viabilità 1 - Sezione Coordinamento Tecnico Ambiente - Servizio Tutela e Valorizzazione Risorse Idriche - Ufficio Concessioni di Derivazione.

La definizione dell'assetto geologico e idrogeologico dell'area significativa per la realizzazione dell'opera di captazione è stata ottenuta sulla base della bibliografia scientifica e della cartografia tematica, integrate con gli studi condotti specificatamente per l'impostazione del Progetto di discarica e della relativa Variante urbanistica.

L'impostazione del progetto dell'impianto ha comportato lo svolgimento di un'articolata campagna geognostica e l'acquisizione delle misure piezometriche rilevate nell'intorno dell'area della Cava per quasi un ventennio. Con riferimento al quadro conoscitivo disponibile per gli aspetti geologici e idrogeologici non si è ritenuto necessario ricorrere all'esecuzione di ulteriori indagini geognostiche specifiche, potendosi ritenere sufficienti, per gli scopi del presente studio, gli elementi desumibili dalla documentazione acquisita.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

L'area individuata per la realizzazione dell'opera di captazione è ubicata ad est dell'abitato di Spinetta Marengo, nell'ambito del comprensorio estrattivo di Cava La Bolla, in prossimità della località Molinetto.

Il sito si localizza nell'ambito dell'ampia superficie pianeggiante che si sviluppa in sponda destra del Fiume Bormida, in prossimità del limite con il confinante territorio del comune di Frugarolo (Figura 1).

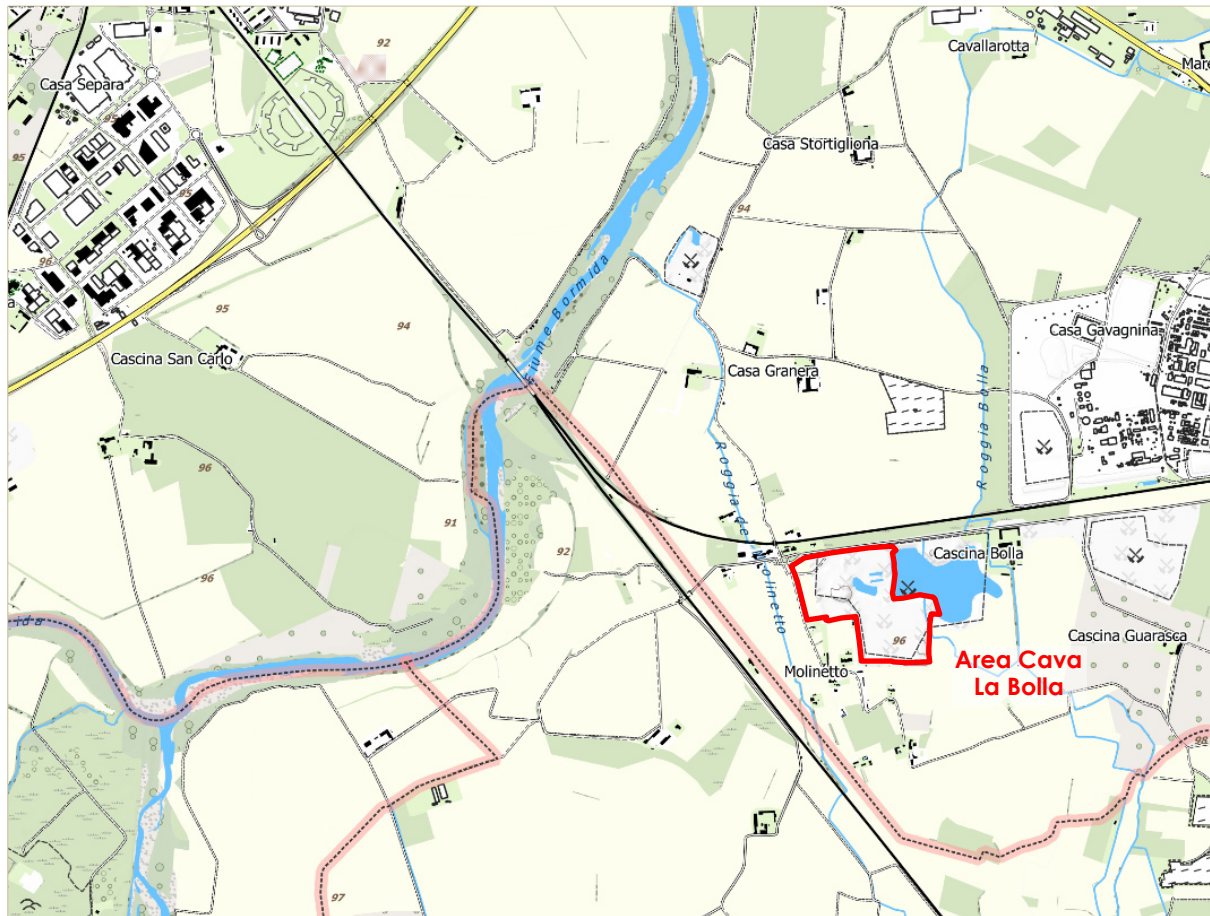


Figura 1 – Localizzazione dell'area interessata dal progetto di discarica nel cui ambito ricade l'opera di captazione idrica. Base cartografica tratta da BDTRE 2024, scala 1:25.000, Foglio 176-SE stralcio non in scala.

Da un punto di vista cartografico, l'area d'indagine è individuabile in corrispondenza del Foglio n. 70 "Alessandria" della Carta Geografica d'Italia, edita in scala 1:25.000 dall'Istituto Geografico Militare. Per un inquadramento di maggior dettaglio, l'area in oggetto è identificabile anche sulla Sezione n. 156.010 della Carta Tecnica della

Regione Piemonte, edita alla scala 1:10.000 dal Servizio Cartografico della Regione Piemonte. A seguito della progressiva obsolescenza della C.T.R., la base cartografica di riferimento ufficiale della Regione Piemonte è attualmente quella derivata dalla BD TRE (Banca Dati Territoriale di Riferimento degli Enti) da cui sono tratte la Figura 1 (dall'elaborazione a scala 1:25.000) e, alla scala 1:10.000, la Figura 2.

Nell'area di progetto, la superficie topografica non interessata dalle attività di cava si sviluppa attorno alla quota 95,5 m s.l.m. (riferimento BD TRE), con un assetto uniforme e praticamente pianeggiante, evidenziando solo una lieve inclinazione verso nord (nell'ordine dell'1 ‰).

La captazione idrica in progetto prevede la realizzazione di due pozzi, entrambi compresi nell'area dell'impianto di proprietà della Committenza (Figura 2), posizionati rispettivamente, il Pozzo 1 sul lato ovest (Foglio di mappa n. 212, part. catastale n. 306), e, il Pozzo 2, al suo margine est (Foglio di mappa n. 212, part. catastale n. 284). La distanza relativa tra i due pozzi è pari a 367 m.

Nell'intorno dell'ubicazione prevista per i pozzi, il reticolo idrico minore è limitato alla Roggia del Molinetto e dalla Roggia Bolla. La prima, presente sul lato ovest dell'area (Figura 2), si dispone sempre ad una distanza di un centinaio di metri dal limite della particella n. 306 (sede del pozzo principale). La Roggia Bolla scorre sul lato est del comprensorio estrattivo complessivo in corrispondenza della Cascina omonima, la sua sponda sinistra risulta sempre a distanze superiori ai 300 m dalla posizione individuata per il pozzo opzionale. In alcune cartografie è riportato ancora un ramo della Roggia Bolla che, distaccandosi poco a sud della Cascina, attraversava circa a metà il comprensorio di cava considerato nel suo complesso, comprendendo sia l'attuale area di cava (Cava La Bolla 2, posta sul lato ovest), che la precedente Cava La Bolla 1 (sul lato est), ora sito di deponia per i terreni di smarino del Terzo Valico (Figura 3). Lo sviluppo delle attività estrattive ha comportato l'interruzione di questo ramo e la sua completa obliterazione nell'ambito dell'area di cava.

Il campo di attività fluviale relativo al reticolo principale, rappresentato dal fiume Bormida, si dispone a distanze superiori a 1 km e non interferisce con il sito neanche in occasione degli eventi meteo-idrologici di maggiore severità.

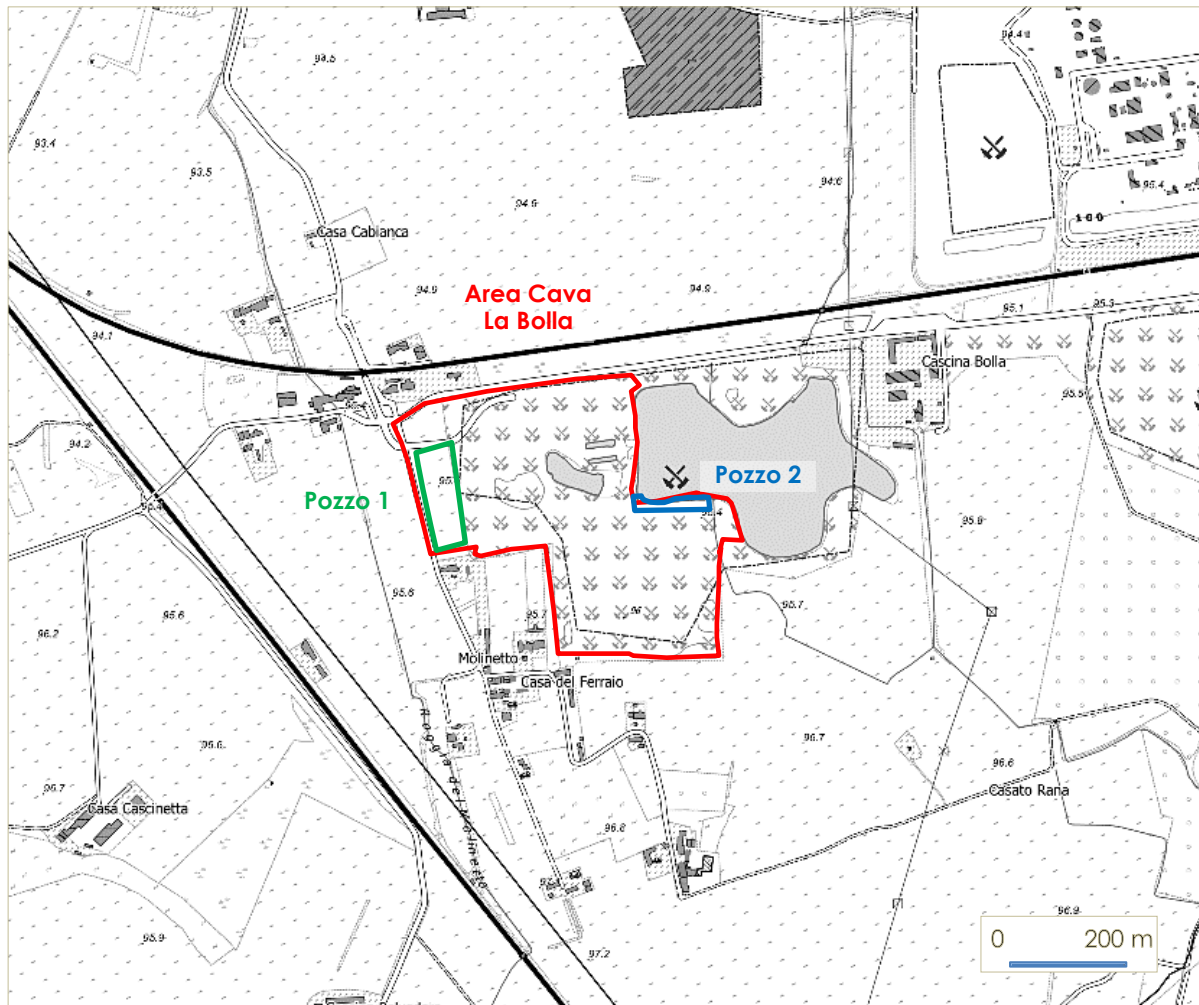


Figura 2 – Assetto attuale dell'area di cava interessata dal progetto di discarica per rifiuti non pericolosi (linea continua in rosso). I poligoni in colore individuano la posizione delle captazioni in programma: perimetro in verde – Pozzo 1, perimetro blu – Pozzo 2. Base cartografica tratta da BDTRE 2024, scala 1:10.000, Sez. 176120, stralcio non in scala.



Figura 3 – Ripresa satellitare di Cava La Bolla, in rosso è indicato il perimetro dell'area estrattiva attuale (Cava La Bolla 2). Nella porzione est dell'ex area estrattiva (Cava La Bolla 1), in prossimità di Cascina La Bolla, è presente il sito gestito da COCIV SpA di deposito di terre e rocce di scavo (cumuli in colore grigio chiaro) provenienti dal Terzo Valico. Immagine tratta da Google Earth datata 16/04/2024. Alla data del novembre 2024 l'abbancamento dei terreni ha portato al completo tombamento del bacino posto sul lato nord-est.

5. FINALITÀ DELL'OPERA E MOTIVAZIONI DELLA SCELTA

La perforazione dei pozzi in progetto risulta necessaria in quanto l'impianto di discarica, a partire dalla sua realizzazione, e nelle successive fasi di esercizio e post-operam, richiede la disponibilità di volumi idrici significativi non ottenibili con altre modalità di attingimento.

L'acqua estratta con i pozzi verrà utilizzata, in particolare, nella fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto, durante il conferimento del pietrisco ferroviario per l'abbattimento delle polveri, l'umidificazione delle superfici di lavoro e il lavaggio degli automezzi, e quindi, una volta esaurita la coltivazione per l'irrigazione della copertura vegetale.

Sebbene saranno adottate procedure e accorgimenti finalizzati al contenimento dei fabbisogni idrici e, ove possibile, al riciclo delle acque, è necessario prevedere la possibilità di rifornire in modo continuativo l'impianto.

L'approvvigionamento idrico mediante pozzi risulta, necessario, pertanto in quanto:

- non esistono nelle immediate vicinanze dell'area in esame altri pozzi di approvvigionamento ad uso non potabile le cui acque potrebbero essere utilizzate per le finalità richieste;
- l'allacciamento alla rete acquedottistica esistente, rappresenterebbe un inutile dannoso spreco di risorse idriche pregiate, dal momento che le acque emunte dal pozzo in progetto non saranno utilizzate per il consumo umano;
- l'approvvigionamento da corpi idrici superficiali non risulta praticabile poiché le citate Rogge circostanti, come pure le scoline presenti nelle vicinanze, sono alimentate principalmente dalle precipitazioni locali e dalle eventuali eccedenze irrigue, e per tale motivo risultano completamente asciutti per buona parte dell'anno. È da escludere pertanto la possibilità di potervi reperire risorse idriche adeguate, per volumi e continuità temporale, ai fabbisogni richiesti.

Per le suddette motivazioni si ritiene indispensabile la captazione di acque sotterranee mediante pozzi specificatamente dedicati.

La necessità di realizzare due pozzi è derivata da esigenze di diversa natura:

- evitare il sovrasfruttamento locale della falda idrica superficiale in un areale in cui sono presenti altre captazioni per uso agricolo;
- disporre di punti di approvvigionamento idrico distribuiti nell'ambito dell'impianto, la posizione sui due lati individuata per i pozzi consente di servire in modo efficiente i due macro-settori nord e sud della discarica;
- ottimizzare la rete di distribuzione idrica nell'area di discarica limitando, sia il fabbisogno energetico necessario alla sua alimentazione, sia l'esigenza di estesi sistemi di condotte.

6. RELAZIONE GEOLOGICA

6.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La Cava La Bolla si localizza nella porzione di Pianura alessandrina estesa in destra del F. Bormida, a valle della confluenza con il T. Orba. L'analisi territoriale estesa ad un'areale circostante il sito significativamente esteso ha individuato due ambiti geomorfologici di interesse, relativi rispettivamente alla pianura e al tratto finale del fiume Bormida.

Ambito di pianura

L'ampia superficie pressoché uniforme e pianeggiante che si estende in destra idrografica del fiume è geneticamente riferibile, sulla base della configurazione complessiva e dei depositi presenti, al grande conoide alluvionale (*megafan*) costruito dal T. Scrivia allo sbocco del tratto montano nel corso del Pleistocene superiore (Figura 4).

La sua morfologia complessiva evidenzia, in direzione longitudinale un profilo altimetrico convesso progressivamente decrescente, mentre in senso trasversale risulta improntato da una serie di blande ondulazioni riconducibili ai solchi dei canali di deflusso, in parte rimodellati dalle acque di ruscellamento superficiale. La stessa orditura delle coltivazioni ben rilevabile nelle riprese aeree evidenzia l'andamento locale delle linee di scorrimento superficiale sovra impostatesi alla morfologia primaria del conoide.

Il sistema T. Scrivia - conoide considerato nel suo complesso è da considerarsi inattivo. La zona apicale del conoide è riconoscibile in corrispondenza della zona di recente sviluppo urbanistico di Serravalle Scrivia (pianoro a quota 250 ÷ 255 m slm), mentre l'alveo dello Scrivia a seguito della fase di approfondimento recente risulta impostato alla quota di 195 m slm circa.

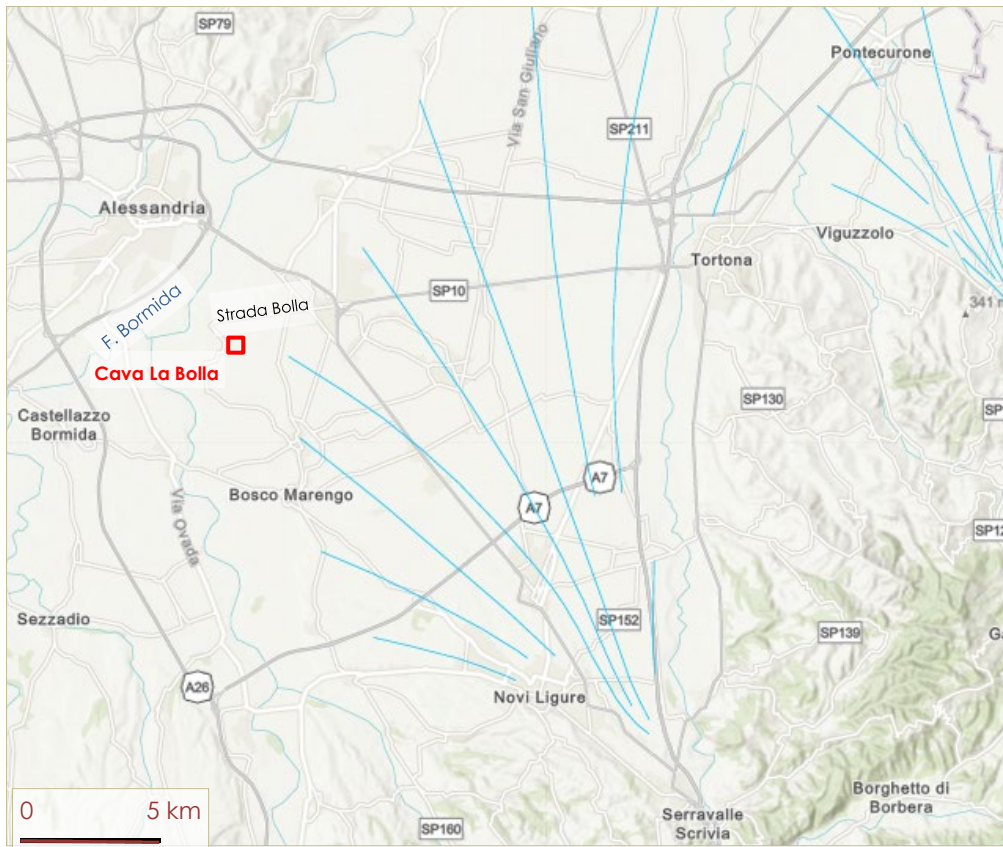


Figura 4 - Rappresentazione del grande conoide alluvionale originato dal T. Scrivia all'uscita dal tratto collinare-montano del bacino (da Geological Map of Piemonte; Piana et alii, 2020). Le posizioni previste per i pozzi, comprese nell'area della Cava La Bolla, si localizzano nella porzione di frangia distale del T. Scrivia rimodellata dal corso del F. Bormida.

Nell'intorno significativo del sito compreso nella frangia distale del conoide la morfologia originaria risulta pianeggiante con inclinazioni molto limitate, nell'ordine dell' $1 \div 2$ per mille, verso nord e verso ovest. Le morfologie in rilievo (cumuli, rilevati) e le forme depresse (scavi, sbancamenti) sono riconducibili ad attività antropica.

La progressiva migrazione del corso dello Scrivia verso est ha impedito un rimodellamento significativo del corpo del conoide, soggetto principalmente all'azione delle acque di ruscellamento incanalato relativo alle linee di deflusso locali e alle acque di scorrimento libero. Lungo i suoi margini laterali, in corrispondenza degli alvei dello Scrivia e del Bormida, l'azione erosiva e deposizionale dei corsi d'acqua ha comportato localmente l'asportazione delle porzioni distali e l'aggradamento di depositi fluviali terrazzati di età più recente (Pleistocene superiore finale-Olocene).

I siti individuati per la perforazione di entrambi i pozzi ricadono in uno di questi settori che si estende secondo una fascia allungata in direzione N-S, compresa tra la loc. Molinetto e la periferia di Spinetta Marengo.

Più ad ovest, a partire circa dal tracciato in affiancamento delle due linee ferroviarie, la morfologia diventa più articolata, con settori pianeggianti di estensione variabile, ma generalmente limitata, posti a quote lievemente diverse e delimitati da lineamenti con geometria arcuata, riferibili ad antiche forme di modellamento fluviale. Le quote diminuiscono progressivamente, tramite una serie di gradonature procedendo verso il corso del Bormida.

Valle del Bormida

Il tratto finale del fiume Bormida delimita il margine del settore di pianura di interesse. Il corso fluviale non interferisce con il sito, in quanto l'alveo di deflusso ordinario si dispone ad almeno 1 km dal perimetro dell'area di progetto e anche le morfologie interessate da eventi di piena con tempi di ritorno bi-secolari distano almeno 800 m da questo. Si è ritenuto necessario, tuttavia, analizzare questo ambito, sia per consentire una corretta valutazione delle condizioni di pericolosità geomorfologica e idraulica, sia per fornire una caratterizzazione adeguata dell'area in cui saranno perforati i pozzi.

Il fiume Bormida, con un bacino imbrifero esteso per 2663 km², rappresenta il principale affluente del Tanaro, in cui confluisce ad est di Alessandria. Una volta uscito dal tratto collinare-montano il corso principale del Bormida, in cui sono confluiti i 4 rami superiori, si sviluppa in zone di fondovalle e di pianura con un alveo di tipo meandriforme sino a Castellazzo Bormida. Un andamento prevalentemente di tipo monocursale sinuoso caratterizza, invece, il tratto finale sino alla confluenza in Tanaro. Poco a monte di Alessandria, dal versante in destra idrografica confluisce nel fiume il T. Orba.

La natura delle litologie costituenti il bacino, prevalentemente di natura terrigena e con permeabilità ridotta, unitamente al regime meteo-climatico improntano il regime dei deflussi. Il crinale prossimo allo spartiacque determina l'afflusso diretto delle correnti umide provenienti dal Mar Ligure responsabili frequentemente di precipitazioni rilevanti e di elevata intensità. Queste caratteristiche, insieme alla

configurazione complessiva del bacino, comporta un'elevata variabilità nel regime dei deflussi anche nel tratto finale del fiume di più diretto interesse.

A periodi temporali anche prolungati (vari mesi) con valori di portata limitata (nell'ordine di pochi m^3/s ÷ decine m^3/s), possono alternarsi deflussi molto elevati di ordine di grandezza confrontabile con quelli del Tanaro. Le piene più gravose si verificano generalmente in autunno, anche se sono possibili fenomeni alluvionali in quasi tutti i periodi dell'anno. La frequenza dei fenomeni è nettamente superiore rispetto a quella dei bacini alpini interni.

La disponibilità di cartografie storiche sufficientemente dettagliate consente di definire il campo di divagazione del tratto finale del Bormida su un periodo temporale superiore ai due secoli e, quindi poter datare l'attività di molte delle morfologie fluviali individuate. Il documento più antico, risalente alla fine del sec. XVIII, evidenzia ancora un corso fluviale con andamento di tipo meandriforme soggetto a rilevanti divagazioni.

L'accurata ricostruzione delle variazioni d'alveo svolta dal CNR-IRPI di Torino (Tropeano, 1989) sulla base della cartografia consente di definire il campo di divagazione del fiume a partire dall'inizio dell'Ottocento (Figura 5). Come definito nella stessa pubblicazione, le variazioni dell'alveo intervenute in un intervallo temporale significativo per i fenomeni geomorfici in esame, superiore ai 2 secoli, pur vistose risultano contenute in una fascia di divagazione corrispondente all'incirca al campo di esondazione associato alle piene straordinarie. Tale evidenza, all'epoca dello studio basata sul confronto degli eventi intervenuti sino al 1977, è riconoscibile anche nelle successive piene straordinarie verificatesi successivamente.

La posizione dei sito di progetto dei pozzi, compresa nell'area estrattiva di Cava La Bolla risulta del tutto esterna alle divagazioni storiche dell'alveo, e pertanto non interferisce in alcun modo con il campo di attività fluviale relativo alle piene straordinarie con tempi di ricorrenza nell'ordine di 1-2 secoli.

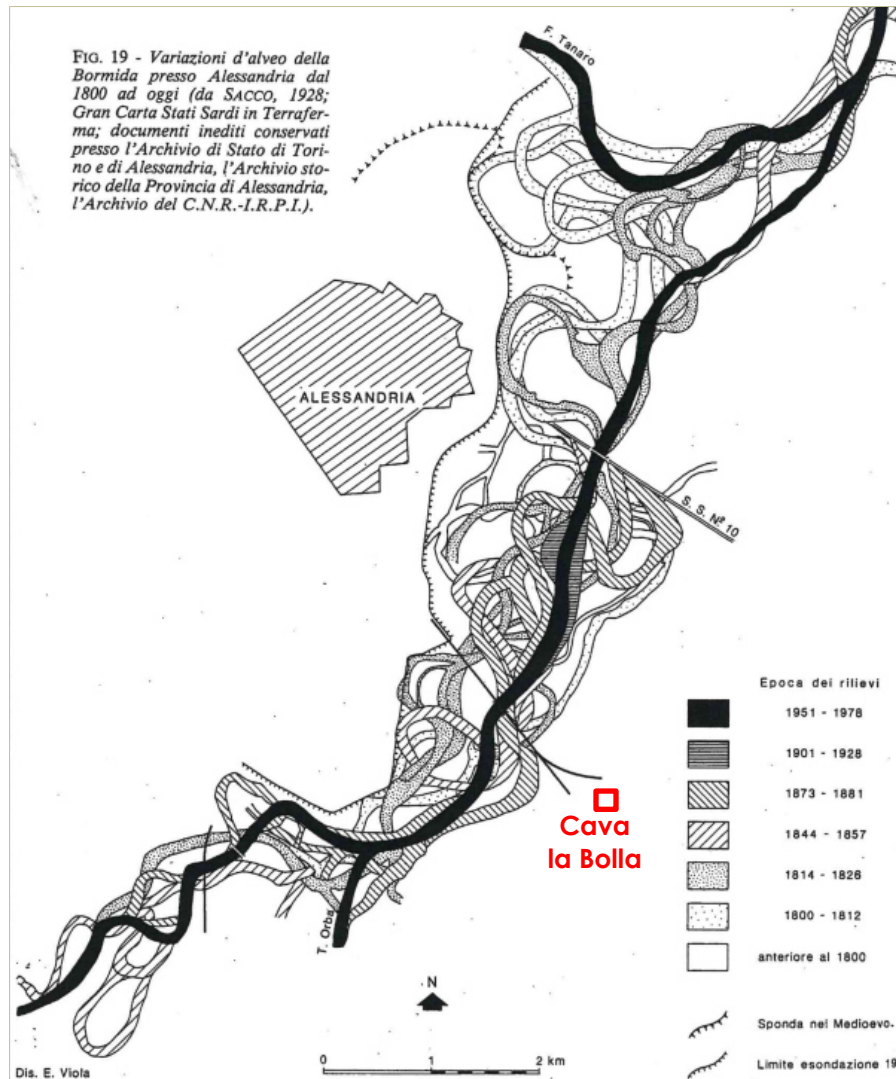


Figura 5 - Divagazione dell'alveo nel tratto finale del fiume Bormida nel periodo compreso tra il 1800 e il 1978 (tratta da Tropeano, 1989). I pozzi sono ubicati all'interno dell'area della Cava La Bolla (indicata schematicamente con il quadrato rosso). La posizione del sito, ben individuabile con riferimento al tracciato delle linee ferroviarie, si localizza nettamente al di fuori del campo di modellamento fluviale, corrispondente con buona approssimazione alla superficie massima esondabile nel corso di piene straordinarie.

6.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La pianura alessandrina, delimitata dalle Langhe a sud e dal Monferrato a nord, è compresa nella porzione occidentale della Pianura Padana. Questo settore e i suoi rilievi collinari sono localizzati in corrispondenza dell'attuale zona di giunzione strutturale tra i sistemi alpino ed appenninico (Figura 6).

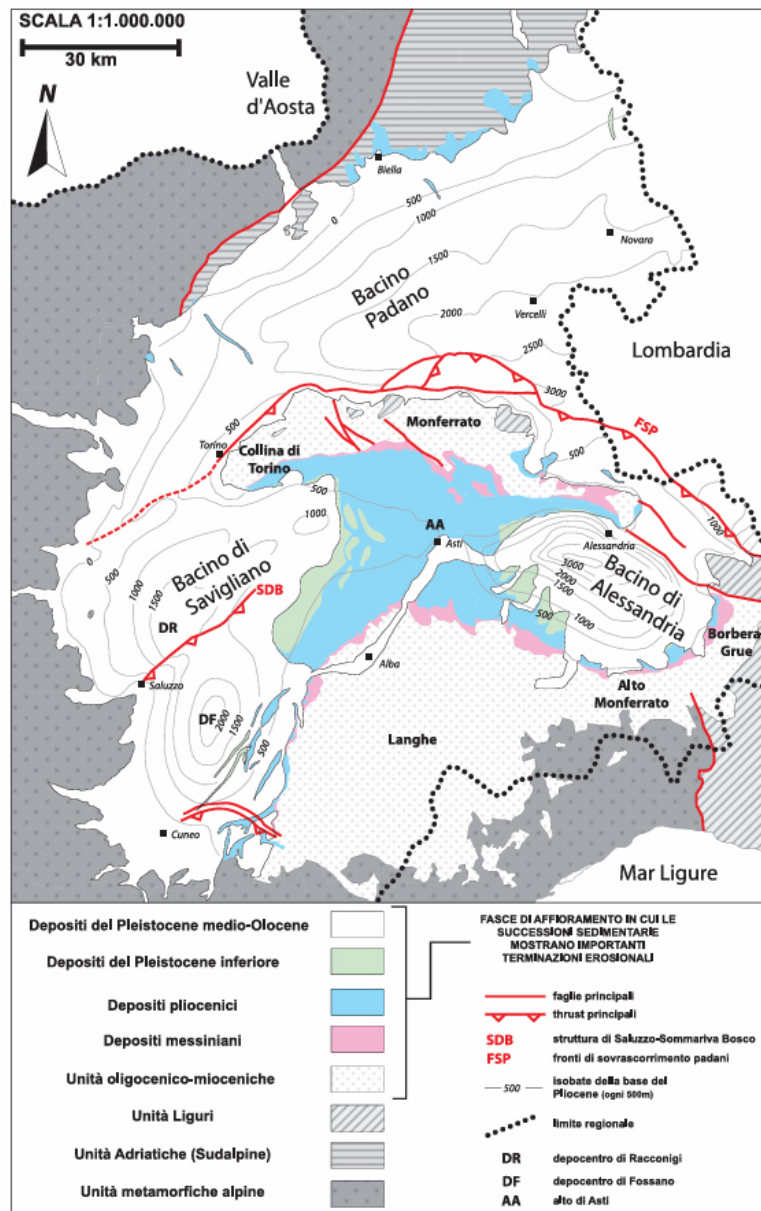


Figura 6 - Schema geologico semplificato della Regione Piemonte in cui sono rappresentati i principali domini strutturali e i più recenti bacini di deposizione plio-quadernaria (modificato da Irace et alii, 2009).

In questa zona una potente successione sedimentaria marina, definita come Bacino Terziario Piemontese (BTP), è stata deposta nel Cenozoico al di sopra di unità a diversa pertinenza paleogeografica (bibliografia in Irace et alii, 2009). I rapporti geometrici e stratigrafici tra queste successioni, come pure la loro prosecuzione laterale, sono mascherati dai sedimenti pliocenico-olocenici depositi nei bacini di Savigliano ed Alessandria.

In entrambi i bacini i depositi messiniano-olocenici definiscono sinclinali regionali. Gli spessori raggiungono, in corrispondenza dei depocentri sepolti, i valori massimi di 2000 m circa nel Bacino di Savigliano e 2500 m in quello di Alessandria (Mosca, 2006), per diminuire progressivamente verso gli attuali margini.

La revisione recente della geologia regionale svolta da Irace et alii (2009), basata sulla correlazione regionale delle superfici di discontinuità, ha portato alla distinzione di unità stratigrafiche a limiti inconformi corrispondenti a sintemi, ovvero a un corpo sedimentario complesso delimitato da superfici di discontinuità stratigrafica. L'uso di questo tipo di unità presenta il vantaggio di disporre di pacchi rocciosi depositi nello stesso intervallo temporale e in analoghe condizioni tettoniche e climatiche. Si può assumere quindi che a questa omogeneità genetica corrisponda ad un'uniformità di comportamento idrogeologico.

Nell'ambito del Bacino di Alessandria sono stati definiti 7 sintemi, che si estendono cronologicamente dal Messiniano superiore all'Olocene. Il sintema più recente, riferibile al Pleistocene medio-Olocene (indicato dalla sigla Q2), è costituito esclusivamente da depositi di tipo continentale e comprende la sequenza deposizionale caratterizzante il sito.

La sottostante sequenza stratigrafica riferibile cronologicamente al Pleistocene inferiore individua il sintema Q1. Questo termine comprende depositi continentali passanti, nella zona di maggiore approfondimento del bacino di Alessandria, a facies transizionali, probabilmente di ambiente litorale, rappresentate da alternanze discontinue di peliti con sabbie e ghiaie (Irace et alii, 2009). In corrispondenza del depocentro, il sintema Q1 assume potenze massime dell'ordine dei 300 m, mentre ai margini del bacino la sequenza si assottiglia, affiorando localmente con spessori ridotti a 50 ÷ 100 m.

L'ampio settore di pianura in destra idrografica del Bormida è impostato in una sequenza di sedimenti fluviali depositi dal Pleistocene medio all'Attuale (Figura 7). I termini più antichi (A11, A12 in Figura 10) affiorano alle quote maggiori, in prossimità del margine dei rilievi collinari. La gran parte del paesaggio compreso tra i corsi del Bormida e dello Scrivia è relativo al megaconoide costruito dal T. Scrivia nel corso del Pleistocene superiore (A13).

La migrazione dello Scrivia verso la posizione attuale e il progressivo approfondimento erosivo hanno interrotto l'evoluzione del conoide che a scala d'insieme risulta inattivo. La successiva attività dei corsi d'acqua principali ha portato al rimodellamento per erosione dei margini del megaconoide, associato localmente alla formazione di depositi fluviali terrazzati (A15 – età Pleistocene sup.-Olocene) relativi ad un livello di idrografico di base superiore all'attuale. I pozzi in progetto si localizzano nell'ambito dell'unità A15, affiorante tra Molinetto e il margine ovest di Spinetta Marengo a quote comprese tra 95 ÷ 99 m s.l.m., significativamente superiori a quelle dei depositi fluviali riferibili al reticolo principale attuale.

I depositi fluviali recenti (fl1 – età Olocene-Attuale) sono distribuiti lungo gli alvei dei corsi d'acqua e attorno alle zone di divagazione in corrispondenza delle confluenze. La fase di approfondimento generalizzato del reticolo principale ha portato, generalmente, al modellamento di lembi di superfici poste a quote via via decrescenti con il diminuire dell'età relativa. La divagazione in epoca attuale e storica degli alvei rimane compresa nell'ambito di questo termine, il cui areale di affioramento corrisponde, in generale, anche al campo di espansione delle piene straordinarie.

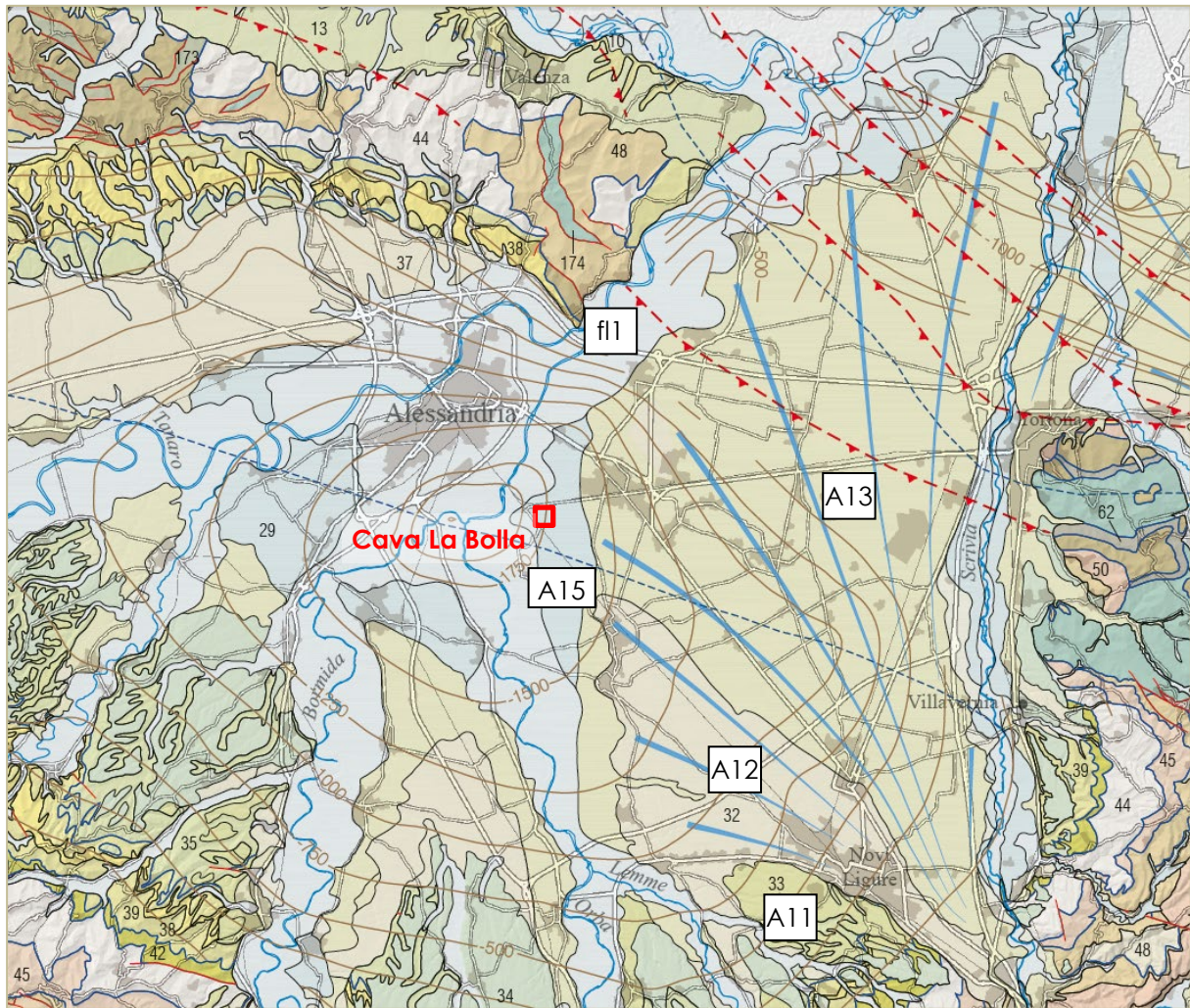


Figura 7 - Inquadramento geologico del sito, individuato dal simbolo rosso, sulla base della Carta Geologica del Piemonte (Piana et alii, 2020). *Legenda:*

- fl1 – Depositi fluviali (Olocene – Attuale);
- A15 – Depositi fluviali (Pleistocene superiore – Olocene);
- A13 – Depositi fluviali e di megaconoide (Pleistocene superiore);
- A12 – Depositi fluviali (Pleistocene medio-superiore);
- A11 – Depositi fluviali (Pleistocene medio).

Con riferimento al Foglio 70 - Alessandria della Carta Geologica d'Italia (SGI, 1970), l'area di prevista localizzazione dei nuovi pozzi (Figura 8) si localizza al margine del vasto affioramento di depositi attribuiti al fluviale recente (sigla fl³) presente tra Mandrogne e Spinetta M., nell'ambito delle alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale della pianura (sigla a¹fl³) attribuibili in parte alle alluvioni postglaciali (a²⁻¹) in parte al fluviale recente.

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

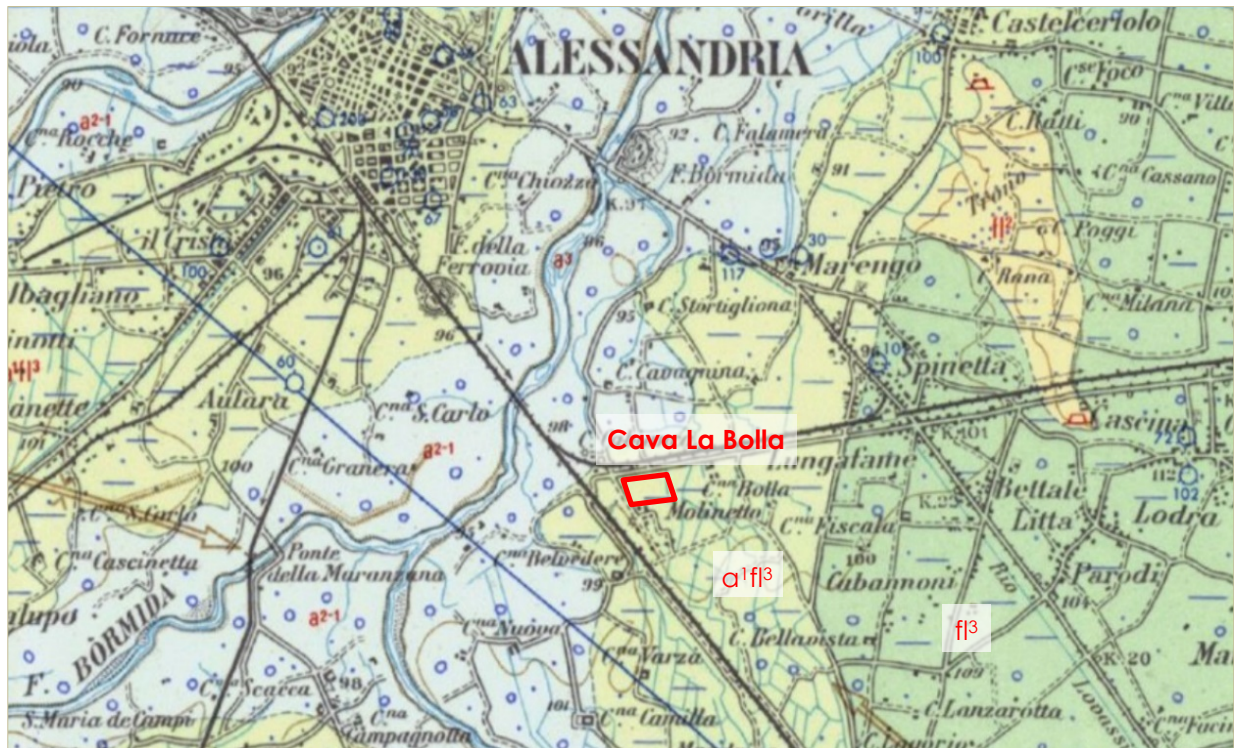


Figura 8 – Geologia dell'area di Cava La Bolla (stralcio della Carta geologica d'Italia, F. 70 – Alessandria; SGI, 1970). Legenda:

- a³ – alluvioni attuali degli alvei attivi dei corsi d'acqua;
- a²⁻¹ – alluvioni postglaciali;
- a¹f³ – alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale della pianura, attribuibili in parte alle alluvioni postglaciali (a²⁻¹) in parte al fluviiale recente (f³);
- f³ – alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose, con modesta alterazione superficiale.

Come specificato nelle stesse Note illustrative della Carta geologica, i criteri di rilevamento e l'assetto del territorio rendono difficoltosa e non univoca la distinzione tra le alluvioni della superficie principale della pianura (a¹f³) e i depositi delle adiacenti alluvioni postglaciali (a²⁻¹).

La metodologia adottata nella nuova Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG) per il rilevamento dei depositi quaternari si basa sull'individuazione e la correlazione delle superfici di discontinuità che separano i corpi rocciosi. È così possibile definire unità a limiti inconformi delimitate da superfici con elevato valore cronostatigrafico, superando le limitazioni derivanti dall'utilizzo del solo approccio litostratigrafico nello studio dei depositi continentali.

Facendo riferimento alla sequenza stratigrafica definita nei nuovi Fogli Geologici già pubblicati per le aree limitrofe, nell'area di interesse si individuano, a partire dall'unità

più recente, i seguenti termini appartenenti geneticamente al bacino deposizionale del Fiume Bormida:

Depositi quaternari

- Sintema di Cairo Montenotte: Subsintema di Rocchetta Cairo - Età Olocene-Attuale
- Sintema di Merana: Subsintema di Pian del Gatto - Età Pleistocene superiore

Unità del substrato locale

Non sono rilevabili direttamente nell'intorno del sito. Sulla base delle stratigrafie dei pozzi profondi, al di sotto dei depositi fluviali del Pleistocene medio-Olocene è ipotizzabile la presenza dei sedimenti fluvio-lacustri del "Villafranchiano" Auct. (età Pleistocene inf.) e dei depositi marini comprendenti le unità Sabbie di Asti e Argille azzurre (età Pliocene).

L'utilizzo delle nuove unità stratigrafiche, con i relativi elementi descrittivi già definiti nelle zone circostanti (Foglio 194 – Acqui Terme; SGI, 2016), fornisce una caratterizzazione maggiormente rappresentativa dei depositi, consentendo anche l'inquadramento delle stratigrafie ottenute con i sondaggi geotecnici recentemente eseguiti nell'area della Cava (Febbraio 2025).

Subsintema di Rocchetta Cairo

Depositi fluviali ghiaioso sabbiosi e ghiaiosi, generalmente a supporto di clasti. Clasti di taglia centimetrica o, meno frequentemente decimetrica, da subarrotondati a ben arrotondati, debolmente o per nulla alterati. La successione ghiaiosa è coperta da estese coltri di esondazione fluviale di spessore metrico (1-4 m), costituite da sabbie con laminazione parallela o limi e limi sabbiosi con rari elementi di ghiaia. Localmente ai depositi grossolani si intercalano lenti o livelli di spessore pluridecimetrico costituiti da sabbie e limi sabbiosi. Si distribuiscono negli attuali fondovalle in corrispondenza delle zone di divagazione, oppure formano superfici terrazzate sospese a non più di 10 m dagli alvei relativi al reticolo principale (F. Tanaro, F. Bormida), e localmente dai corsi d'acqua tributari. La potenza massima dei depositi è valutabile in circa 20 m. Nell'intorno del sito affiorano dal fondovalle del T. Bormida sino al margine ovest dell'abitato di Spinetta, costituendo una sorta di fascia estesa in direzione N-S compresa tra l'alveo del Bormida e il margine laterale del conoide del T. Scrivia.

Le attività estrattive di Cava La Bolla (settore est ed ovest) sono state condotte interamente all'interno di questa unità. Analogamente, le perforazioni ed i piezometri realizzati in passato interessano per la maggior parte del loro sviluppo i depositi di Rocchetta Cairo, mentre i nuovi sondaggi eseguiti nella recente Campagna 2025 (si cfr. Cap. 6.3), spinti a maggiore profondità (30 m dal p.c. originario) hanno attraversato interamente questa unità, raggiungendo i terreni sottostanti.

Subsistema di Pian del Gatto

Depositi fluviali costituiti da ghiaie sabbiose a supporto di matrice e sabbie ghiaiose. La frazione siltoso-argillosa è localmente abbondante. I clasti a composizione prevalentemente carbonatica e arenacea, presentano taglia centimetrica e forma da subarrotondata a ben arrotondata. All'interno del deposito si rinvencono lenti e livelli limoso-sabbiosi con spessore da pluridecimetrico a metrico. La successione prevalentemente ghiaiosa è localmente coperta da coltri di esondazione fluviale di spessore variabile (alcuni metri) a granulometria limoso-argillosa. Nella porzione sommitale dell'unità i clasti e la matrice presentano un moderato grado di alterazione. Età: Pleistocene superiore.

Questi depositi costituiscono la porzione principale del conoide del T. Scrivia. Lo spessore massimo conservato è valutabile tra 20 e 30 m. Nel settore in esame affiorano estesamente tra Frugarolo e Spinetta Marengo, disponendosi sino a quote di 10 ÷ 30 m superiori rispetto al fondovalle attuale. Procedendo verso ovest, sono rilevabili in affioramento sino al margine dell'insediamento di Spinetta, non giungendo ad interessare direttamente l'area di progetto.

Una maggiore estensione nel sottosuolo dell'unità di Pian del Gatto è tuttavia presumibile. I sondaggi realizzati in corrispondenza del sito, infatti, al di sotto dei più recenti depositi di Rocchetta Cairo hanno riscontrato localmente intercalazioni di terreni con granulometria prevalente fine, limoso-sabbiosa, riferibili verosimilmente a episodi di esondazione fluviale, in genere inglobanti elementi di ghiaia medio-fine. Il loro spessore varia da pluridecimetrico a metrico. Nell'area della Cava La Bolla queste intercalazioni fini, come rilevato con i nuovi sondaggi, assumono spessori compresi da 1 ÷ 2 dm a 1 ÷ 2 m, presentando comunque una giacitura lentiforme, non avendo riscontrato continuità degli intervalli tra i diversi sondaggi.

6.3 STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO DEL SITO IN ESAME

Lo svolgimento nel Febbraio 2025 di un'articolata campagna d'indagine nel settore ovest del sito estrattivo, denominato anche Cava La Bolla 2, consente la definizione puntuale dell'assetto del sottosuolo nell'area e, nello specifico, in corrispondenza della zona dove è prevista la realizzazione dei nuovi pozzi.

Il programma complessivo delle indagini ha compreso la perforazione di n. 5 sondaggi a carotaggio approfonditi sino alla quota di 65 m slm, lo svolgimento di prove geotecniche in foro, il prelievo di campioni di terreno con svolgimento di prove geotecniche di laboratorio e l'esecuzione di rilievi geofisici di superficie. L'ubicazione delle indagini è riportata in Figura 9, per la consultazione della documentazione si rimanda alla Relazione Indagini Geognostiche (Doc. No. A23-008-R30) annesso allo Studio geologico depositato nell'ambito della richiesta di PAUR per l'autorizzazione alla "Realizzazione di una discarica per pietrisco ferroviario contenente amianto in località Cava La Bolla".



Figura 9 - Ubicazione su ripresa aerea delle indagini eseguite nella Campagna 2025 nell'area di Cava La Bolla 2. Il poligono in colore rosso individua il mappale 306 del Foglio catastale n. 212 in cui ricade la posizione del Pozzo 1, mentre nell'ambito del poligono in colore blu, corrispondente a parte del mappale 284, sempre del Foglio n. 212, è previsto il Pozzo 2. Legenda: SC-01 ÷ SC05 sondaggi verticali a carotaggio continuo; MASW-01 ÷ MASW-02 rilievi sismici MASW.

Le diverse verticali d'indagine hanno riscontrato, nel complesso, assetti stratigrafici piuttosto uniformi, riferibili, sia come natura che composizione granulometrica ad un'unica sequenza stratigrafica costituita da depositi fluviali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi.

La sequenza litostratigrafica in posto presente in affioramento e riscontrata con le indagini dirette sino alla massima profondità indagata (30 m dal p.c.) è riferibile, sulla base della natura dei depositi e del loro comportamento geotecnico e sismico, ad un'unica unità geologico-tecnica, quella delle Ghiaie con sabbia limosa, comprendente la successione alluvionale.

I depositi, a composizione granulare medio-grossolana, sono costituiti per la quasi totalità da ghiaia eterometrica in matrice sabbioso-limosa, inglobanti a tratti ciottoli ($d_{max} = 6 \div 8$ cm), sciolti o moderatamente addensati. L'orizzonte superiore, affiorante con spessore $1 \div 3$ m, comprende sabbie limose e limi sabbiosi, con subordinata ghiaia medio-fine dispersa.

La sequenza nel suo complesso è riferibile nella Classificazione USCS alla categoria GM, comprendente ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo.

Non si rileva la presenza di cementazione. Lo stato di addensamento aumenta progressivamente con la profondità. Al di sotto dell'orizzonte superficiale fine e sino alla profondità media di circa 15 m (con riferimento al piano di campagna originario posto a circa 95 m slm), l'addensamento è moderato.

Nel campo di profondità compreso tra i 15 m e i 25 m i terreni sono addensati, sino a risultare molto addensati al di sotto dei 25 m dal p.c.. La densità relativa risulta in genere compresa tra il 60 e l'80 %, assumendo localmente valori superiori all' 80 %.

All'interno della sequenza descritta, i sondaggi hanno riscontrato solo puntualmente intercalazioni a granulometria medio-fine costituite da limi argilloso-sabbiosi, con rara ghiaia medio-fine. Si tratta comunque di terreni da consistenti a molto consistenti. Nella Carta di plasticità ricadono al limite tra il campo dei limi inorganici di bassa compressibilità e quello delle argille inorganiche di media plasticità. Dal punto di vista dell'ambiente deposizionale sono riferibili a sedimenti fini di esondazione in ambito di pianura e a paleosuoli. Lo spessore varia da $2 \div 3$ dm a $1 \div 2$ m. La giacitura è riferibile a lembi residuali, discontinui, delle originarie coperture o lenti, in quanto non risultano correlabili tra le diverse verticali d'indagine. La loro incidenza complessiva sul

comportamento geologico-tecnico ed elastico dell'ammasso è da ritenersi trascurabile, in quanto i rilievi MASW attraversandoli non evidenziano, come ci si dovrebbe aspettare in presenza nel sottosuolo di orizzonti caratterizzati da minore rigidità, inversioni nel profilo delle velocità delle onde di taglio Vs correlabili alla scala del sito.

Il substrato locale è riferibile, in base all'assetto regionale e ai dati delle stratigrafie profonde ai sedimenti fluvio-lacustri del "Villafranchiano" Auct. e dei depositi marini comprendenti le Sabbie di Asti e le Argille azzurre. Questi termini non sono stati raggiunti nell'ambito delle profondità indagate direttamente nel sito con i sondaggi approfonditi sino a 30 m dal piano campagna naturale. Sulla base della "Carta della base dell'acquifero superficiale" [16] la sua posizione è ipotizzabile a partire da 45 ÷ 55 m dalla superficie topografica. La porzione sommitale del substrato è costituita da terreni coesivi sovraconsolidati, come indicato dalle stratigrafie dei pozzi idrici profondi e la compartimentazione della circolazione sotterranea che determina l'esistenza di falde confinate.

Quale stratigrafia rappresentativa per il sito in cui è prevista la realizzazione dei nuovi pozzi sono riportate le schede stratigrafiche rispettivamente del sondaggio SC-01 (Figura 10), più prossimo all'ubicazione del Pozzo 1, e del sondaggio SC-03 in prossimità al Pozzo 2 (Figura 11), entrambi eseguiti nella Campagna d'indagine 2025 per l'impostazione del progetto della discarica. Va ricordato che i sondaggi sono stati perforati all'interno della cava, con il piano d'imposta in posizione ribassata rispetto alla superficie topografica originaria. La stratigrafia ottenuta non comprende, quindi, l'orizzonte superficiale dei depositi.

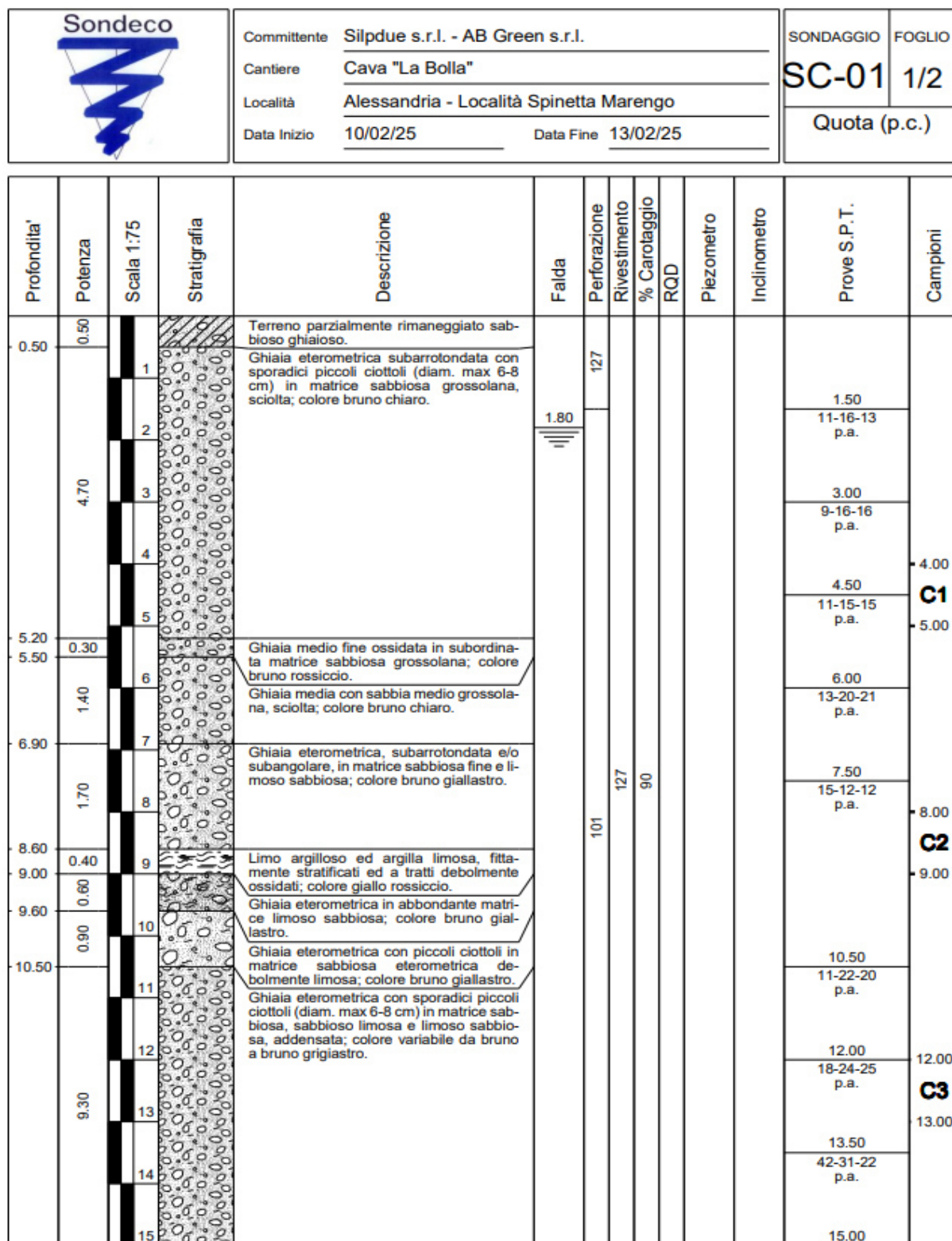


Figura 10 – Scheda stratigrafica del sondaggio SC-01 eseguito nella Campagna geognostica 2025. La perforazione ha preso avvio da un piano di coltivazione della cava, a quota di circa 90 m slm, e raggiunge la profondità di 25 m.


SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

				Committente <u>Silpdue s.r.l. - AB Green s.r.l.</u>							SONDAGGIO		FOGLIO	
				Cantiere <u>Cava "La Bolla"</u>							SC-01		2/2	
				Località <u>Alessandria - Località Spinetta Marengo</u>							Quota (p.c.)			
				Data Inizio <u>10/02/25</u> Data Fine <u>13/02/25</u>										
Profondita'	Potenza	Scala 1:75	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni	
												15.00		
				Ghiaia eterometrica con sporadici piccoli ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa, sabbioso limosa e limoso sabbiosa, addensata; colore variabile da bruno a bruno grigiastro.								12-18-21 p.a.		
												16.50		
	9.30											15-18-19 p.a.		
												18.00	18.00	
												13-18-23 p.a.	C4	
19.80												19.50	19.00	
	1.10			Ghiaia medio fine in abbondante matrice limoso sabbiosa, debolmente ossidata; colore bruno rossiccio.	101		127	90				12-10-12 p.a.		
20.90												21.00		
21.00	0.10			Ciottolo litoide; colore grigio chiaro.								13-30-26 p.a.		
				Ghiaia eterometrica con piccoli ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, addensata ed a tratti ossidata; colore bruno chiaro grigiastro con passate decimetriche bruno rossicce.								22.50		
	4.00											20-50-44 p.a.		
												24.00		
												33-29-35 p.a.		
25.00														
Nella colonna "Falda" si riporta il livello idrico non stabilizzato rilevato in fase di sondaggio.														

segue **Figura 10** – Stratigrafia sondaggio SC-01 (2025).

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1


				<div>Committente Silpdue s.r.l. - AB Green s.r.l.</div> <div>Cantiere Cava "La Bolla"</div> <div>Località Alessandria - Località Spinetta Marengo</div> <div>Data Inizio 20/02/2025<div>Data Fine 26/02/2025</div></div>							<div>SONDAGGIO</div> <div>SC-03</div>		<div>FOGLIO</div> <div>1/2</div>	
													Quota (p.c.)	
Profondita'	Potenza	Scala 1:75	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni	
0.50	0.50			Terreno parzialmente rimaneggiato sabbioso limoso ghiaioso.										
	3.00	1		Sabbia eterometrica con ghiaia eterometrica, sciolta, e con piccoli ciottoli (diam. max 6-8 cm); colore bruno chiaro.		127						1.50		
		2										11-10-9 p.a.		
		3										3.20	3.00	
3.50		4		Ghiaia eterometrica con rari piccoli ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, poco addensata; colore bruno giallastro e bruno grigiastro.								12-15-13 p.a.	C1	
	3.50	5			5.00							4.50	4.00	
		6										7-8-12 p.a.		
		7										6.00		
7.00		8		Ghiaia eterometrica con abbondanti ciottoli subarrotondati e/o subangolari (diam. max 10-12 cm) in matrice limosa e limoso sabbiosa; colore bruno giallastro.								20-20-18 p.a.		
		9				101	127	90				7.50	8.00	
	5.00	10										11-10-11 p.a.	C2	
		11										9.00	9.00	
		12										10-16-11 p.a.		
		13										10.50		
12.00		14		Alternanze pluridecimetriches di ghiaia medio fine in matrice sabbiosa, da sciolta a poco addensata, e di ghiaia media con ciottoli subarrotondati (diam. max 8-10 cm) in matrice limosa e limoso sabbiosa, addensata ed a tratti debolmente ossidata; colore variabile da bruno chiaro grigiastro a bruno giallastro.								28-18-15 p.a.		
	15.00	15										13.50		
												30-26-20 p.a.	14.00	
												15.00	C3	

Figura 11 - Scheda stratigrafica del sondaggio SC-01 eseguito nella Campagna geognostica 2025. La perforazione ha preso avvio da un piano di coltivazione della cava, a quota di circa 93 m slm, e raggiunge la profondità di 27 m.


SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

				Committente <u>Silpdue s.r.l. - AB Green s.r.l.</u>							SONDAGGIO		FOGLIO	
				Cantiere <u>Cava "La Bolla"</u>							SC-03		2/2	
				Località <u>Alessandria - Località Spinetta Marengo</u>										
				Data Inizio <u>20/02/2025</u> Data Fine <u>26/02/2025</u>							Quota (p.c.)			
Profondita'	Potenza	Scala 1:75	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni	
				Alternanze pluridecimetriche di ghiaia medio fine in matrice sabbiosa, da sciolta a poco addensata, e di ghiaia media con ciottoli subarrotondati (diam. max 8-10 cm) in matrice limosa e limoso sabbiosa, addensata ed a tratti debolmente ossidata; colore variabile da bruno chiaro grigiastro a bruno giallastro.								15.00		
													23-30-32 p.a.	
													16.50	
													6-8-8 p.a.	
													18.00	18.00
													26-15-18 p.a.	C4
													19.50	19.00
													28-28-27 p.a.	
													21.00	
													16-15-16 p.a.	
												22.50		
												18-21-20 p.a.		
												24.00	24.00	
												15-10-16 p.a.	C5	
												25.50	25.00	
												26-40-R p.a.		
27.00												27.00		
28-R p.a.														
Nella colonna "Falda" si riporta il livello idrico non stabilizzato rilevato in fase di sondaggio.														

segue **Figura 11** – Stratigrafia sondaggio SC-03 (2025).

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

7. STIMA DEL FABBISOGNO IDRICO

L'opera di captazione è destinata unicamente all'approvvigionamento idrico, non potabile, per uso industriale. L'acqua emunta dalla falda sarà destinata alle esigenze idriche richieste in fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto, nella fase di coltivazione della discarica e, una volta completata la coltivazione, al mantenimento della copertura vegetale.

Il fabbisogno maggiore è previsto nella fase di coltivazione dell'impianto in quanto le operazioni di scarico e abbancamento del pietrisco ferroviario saranno condotte impiegando in modo continuativo sistemi di cannon fog per l'abbattimento delle polveri e l'umificazione delle superfici di lavoro. Volumi idrici significativi sono richiesti anche dal lavaggio delle ruote degli automezzi e dei piani viari.

A livello stagionale è da prevedere il ricorso in modo consistente e continuativo all'emungimento dalla falda nei mesi con minori precipitazioni (es., fine primavera-estate-inizio autunno), mentre questo si ridurrà nei periodi caratterizzati da più frequenti apporti meteorici, che potranno sopperire almeno parzialmente all'esigenza di abbattimento delle polveri e all'approvvigionamento idrico.

La gestione delle risorse idriche prevede la raccolta delle acque di falda e degli eventuali apporti di pioggia nel bacino idrico da realizzarsi sul lato ovest dell'area dell'impianto, prospiciente Via del Molinetto. Altri serbatoi di minore capacità saranno dislocati nell'impronta della discarica, in modo da disporre dei volumi idrici necessari alla nebulizzazione e umidificazione dei diversi settori del bacino di raccolta del ballast.

Per ottimizzare la funzionalità dell'impianto di discarica e le sue esigenze energetiche, l'intervento per la captazione della falda prevede la perforazione del Pozzo 1 nell'area prospiciente Via del Molinetto, in prossimità del bacino di accumulo, nell'ambito della zona dedicata ai servizi tecnologici (Figura 2). L'altro punto di emungimento, il Pozzo 2, è ubicato sul lato est dell'area di Cava La Bolla 2.

La valutazione quantitativa dei fabbisogni idrici necessari all'impianto di discarica è di seguito riassunta.

Periodo di emungimento intensivo:

- utilizzo dei 2 pozzi con frequenza giornaliera;
- intervallo temporale di utilizzo: 12-18 ore/giorno;
- portata emunta complessivamente sui 2 pozzi: 14 l/s, corrispondenti a 50,4 m³/ora;
- volume idrico medio estratto giornalmente dall'insieme dei due pozzi: 756 m³;
- portata media giornaliera riferita all'arco delle 24 ore: 31,5 m³/s, pari a 8,75 l/s;
- periodo annuale di applicazione dei prelievi sopra specificati: 240 giorni/anno;
- volume idrico totale estratto: 181.440 m³.

Periodo di emungimento ridotto:

- utilizzo dei 2 pozzi con frequenza giornaliera;
- intervallo temporale di utilizzo: 1-5 ore/giorno;
- portata media emunta complessivamente sui 2 pozzi: 14 l/s, corrispondenti a 50,4 m³/ora;
- volume idrico medio estratto giornalmente dall'insieme dei due pozzi: 151,2 m³;
- portata media giornaliera riferita all'arco delle 24 ore: 6,3 m³/s, pari a 1,75 l/s;
- periodo annuale di applicazione dei prelievi sopra specificati: 125 giorni/anno;
- volume idrico totale estratto: 18.900 m³.

In conclusione, il volume idrico massimo richiesto in concessione risulta essere pari a 200.340 m³/anno, riferibili ad una portata media distribuita sull'intero periodo annuale di 22,87 m³/h, corrispondenti a 6,35 l/s.

8. RELAZIONE IDROLOGICA ED IDROGEOLOGICA

8.1 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

In relazione all'assetto territoriale in precedenza descritto, i corpi idrici superficiali di interesse per l'intorno significativo dei nuovi pozzi sono relativi esclusivamente al reticolo minore, in quanto il corso del fiume Bormida è posto ad una distanza di oltre 1 km.

La configurazione complessiva del conoide impronta nell'ambito di pianura il reticolo idrico minore, comprendente un numero significativo di linee di drenaggio a sviluppo locale e pochi corpi idrici riferibili ad un reticolo idrografico organizzato.

Le linee di drenaggio minori presentano uno sviluppo generalmente limitato (alcune centinaia di metri), con andamenti rettilinei o segmentati che evidenziano un'impostazione antropica. Le sezioni di deflusso sono sempre modeste. Il loro ruolo nella regimazione dello scorrimento superficiale è infatti duplice, assolvendo il compito di alimentare i fossi preposti all'irrigazione e smaltire le acque in eccesso impedendo la formazione di ristagni idrici dannosi per le coltivazioni. L'accorpamento degli appezzamenti agrari in relazione alla meccanizzazione delle coltivazioni ha comportato una livellazione delle superfici e la soppressione di parte della rete secondaria di fossi di scolo.

I pochi corpi idrici di una certa rilevanza, corrispondono a piccoli corsi d'acqua impostatisi in corrispondenza di solchi di deflusso impostatisi in precedenza, la cui morfologia si è conservata nell'ambito del conoide. In questi casi si individuano bacini imbriferi anche di dimensioni significative, tipicamente dallo sviluppo areale fortemente allungato, sede di un'unica asta principale con lunghezza anche superiore alla decina di chilometri. Anche in questi casi, la diffusa antropizzazione dell'area ha comportato la modifica dell'assetto originario del bacino imbrifero e delle linee di drenaggio.

Nell'intorno del sito gli unici corsi d'acqua di dimensioni significative sono costituiti dalla Roggia del Molinetto e dalla Roggia Bolla o Roggia della Bolla (Figura 12).

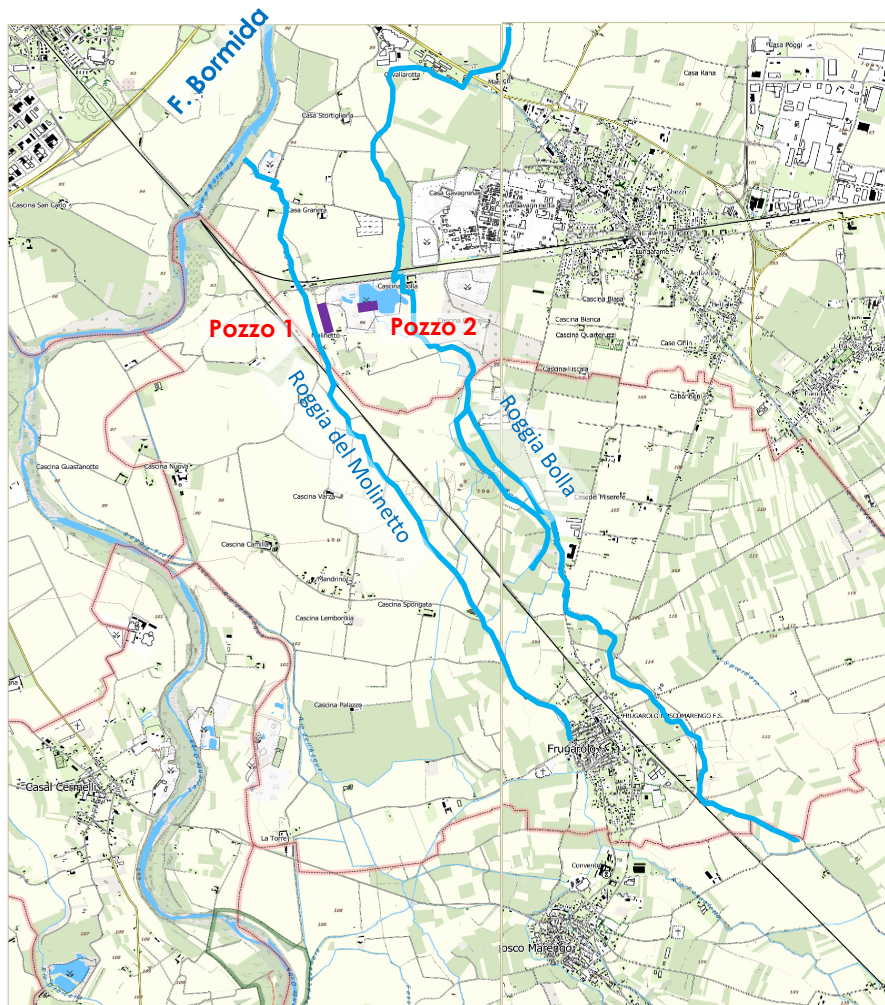


Figura 12 – Assetto del reticolo minore nell'intorno dell'area di Cava La Bolla (base cartografica tratta da BDRE scala 1:25.000 F. 176-SE, F. 177-SO). Le aree in colore viola individuano l'ubicazione prevista per i due pozzi.

La Roggia del Molinetto, con origine nel territorio di Frugarolo a quota di circa 108 m slm, defluisce con un tracciato pressoché lineare da SSE verso NNO, passando a margine della località Molinetto. Superata la Strada Bolla e la Linea ferroviaria costeggia quindi un tratto della Strada Stortigliona per confluire direttamente nel corso del Bormida, poco a valle del Ponte della ferrovia. In corrispondenza del sito, l'alveo si localizza sempre a distanze prossime al centinaio di metri almeno rispetto al perimetro dell'area di prevista localizzazione del Pozzo 1. Per la Roggia del Molinetto non è stata reperita nessuna segnalazione relativa a fenomeni di criticità idraulica che hanno interessato in modo diretto o indirettamente l'area di progetto.

La Roggia Bolla ha origine anch'essa nel territorio di Frugarolo, e a valle di questo abitato è compreso nell'elenco delle "Acque Pubbliche". I tratti iniziali denominati Rio

Bolla (105 m slm) e Rio Riato (125 m slm), quest'ultimo con origine nel comune di Bosco Marengo, evidenziano l'origine naturale del corso d'acqua, ancora riconoscibile nel tratto di monte. Procedendo verso valle, già all'altezza dell'abitato di Frugarolo risulta evidente l'impostazione artificiale del corso d'acqua finalizzata alla conduzione delle coltivazioni. Il suo corso si sviluppa nell'insieme con andamento circa da S verso N sino a costeggiare Cascina La Bolla, passando al margine est dell'ex comprensorio di cava. Superate la Strada Bolla e la Linea ferroviaria, la Roggia prosegue sino in prossimità della strada SP 10 dove, a seguito di una evidente modifica artificiale, subisce una deviazione ad angolo retto per confluire nell'asta del Rio Roggio-Rio Ressa. Il corso d'acqua attraversa quindi l'intero tratto di bassa pianura per immettersi direttamente nell'alveo del Tanaro in corrispondenza di Montecastello.

Nel tratto prossimo al settore oggetto di Variante, la distanza minima dell'alveo rispetto al sito individuato per il nuovo pozzo è sempre di oltre 300 m. La prevista ubicazione del nuovo pozzo risulta pertanto non interessata dalla Fascia di rispetto dei corsi d'acqua (ex D. Lgs. n. 42/2004), con ampiezza di 150 m a partire dal piede della sponda o argine.

L'analisi degli strumenti di pianificazione territoriale, condotta unitamente alla consultazione dei Rapporti di evento meteo-idrologico e alla ricerca documentale, non ha individuato segnalazioni di fenomeni di esondazione o altre condizioni di criticità idraulica, in un ampio intorno circostante al sito, esteso a partire da monte nel settore confinante di Frugarolo verso valle sino alla Cascina Stortigliona. Nell'intero periodo di esercizio del sito di cava, avviato alla fine degli Anni Novanta, analogamente non si è manifestato alcun fenomeno di criticità idraulica.

8.2 ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

8.2.1 P.A.I. - Piano stralcio delle Fasce Fluviali

La Variante al PAI del Fiume Bormida approvata nel Novembre 2020 [11], [12] ha modificato nel tratto fluviale di interesse per la Variante urbanistica la delimitazione della Fascia B di progetto, introducendo anche il limite di "Area inondabile a tergo della Fascia B di progetto in assenza della realizzazione degli interventi di progetto". L'intera area di Cava La Bolla, compresi quindi i siti dei due nuovi pozzi, risulta esterna alla Fascia B e compreso all'interno della Fascia C (Figura 13). Non risulta pertanto

interessata né dalla Fascia B, né dalla Fascia B di progetto, ed è esterna altresì anche all' "*Area inondabile a tergo della Fascia B di progetto*" in assenza di interventi di sistemazione idraulica.

La regolamentazione delle attività e della localizzazione di opere nelle aree esterne alla Fascia B, ma comprese nell'ambito della Fascia C, non pone divieti o limitazioni alla realizzazione dei pozzi in progetto [15].

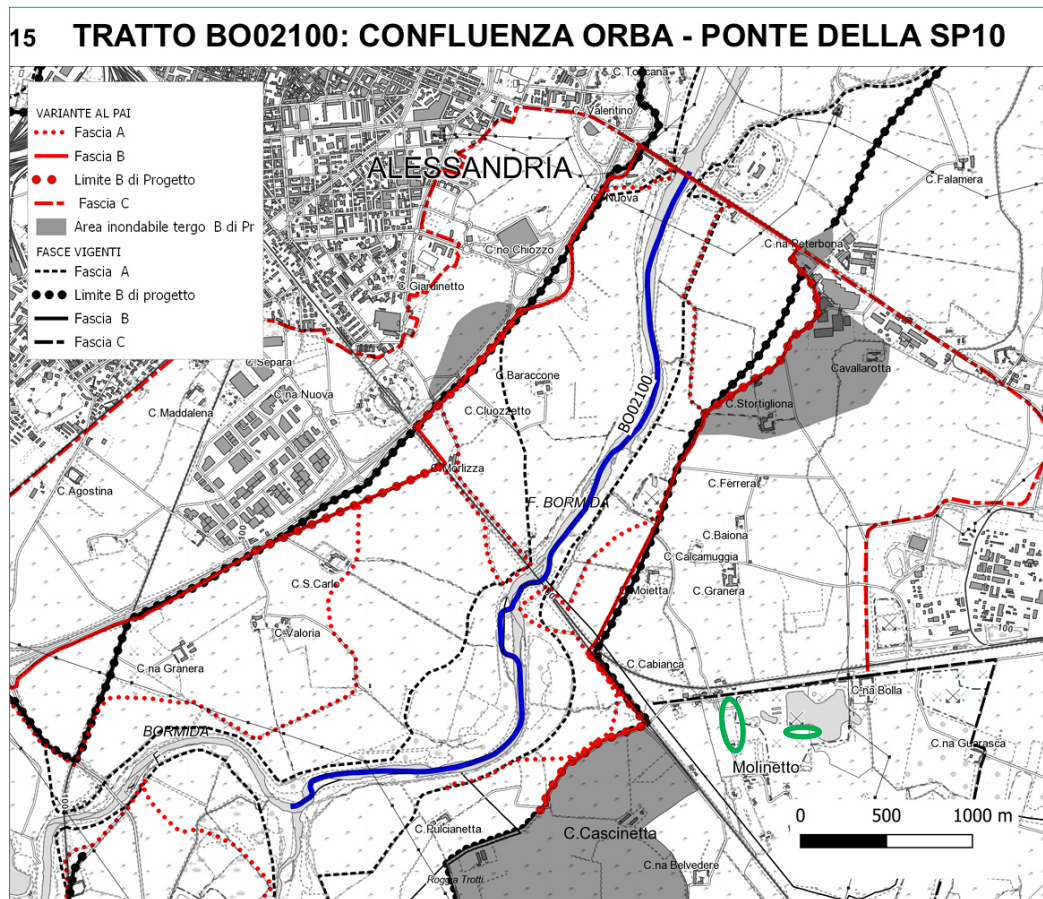


Figura 13 – Fiume Bormida, limiti delle Fasce Fluviali a seguito della Variante al PAI del Novembre 2020 (da ABDPO, 2020 [18]. I siti di prevista ubicazione dei nuovi pozzi, indicati dai cerchi in colore verde, si localizzano in posizione esterna, sia alla Fascia B, che alla Fascia B di progetto, non risultando interessati neanche dalle aree di esondazione a tergo della Fascia B di progetto.

8.2.2 Direttiva alluvioni – PGRA

L'attuale Mappa di pericolosità relativa al Fiume Bormida è derivata dalle modifiche apportate con il *“Progetto di Variante al Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del*

fiume Po (PAI): Fiume Bormida da Acqui Terme ad Alessandria" divenuto operante nel Novembre 2020 [12]. Lo stralcio della Mappa di pericolosità relativo al sito di Cava La Bolla è riportato in Figura 14.

L'intera area di Cava La Bolla, come pure i siti individuati per i nuovi pozzi, risulta compresa nelle zone classificate P1, ovvero caratterizzate da una bassa probabilità di inondazione da parte del Fiume Bormida e dei suoi affluenti.

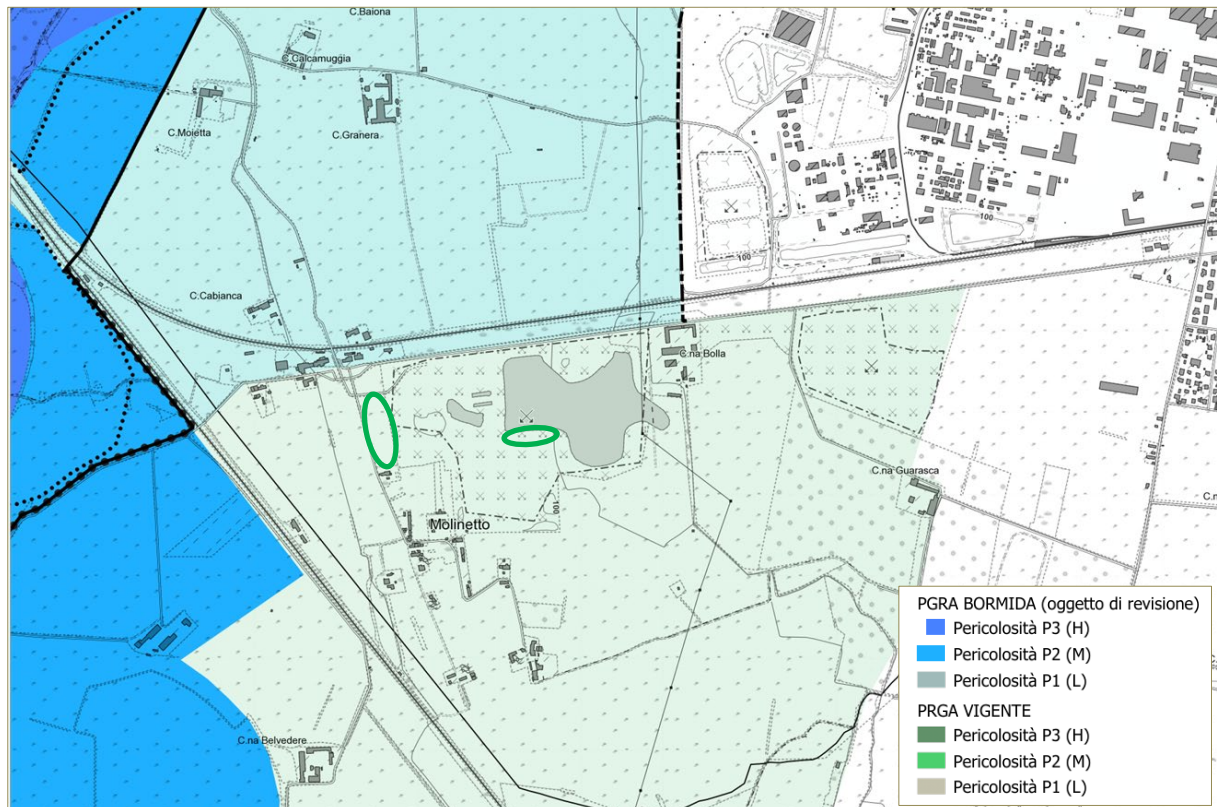


Figura 14 – Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA). Mappa della pericolosità relativa al sito di Cava La Bolla (da [13], Tav. BO06). L'area di prevista ubicazione dei nuovi pozzi, indicata dai cerchi in colore verde, sia nel PGRA previgente, sia nella zona soggetta a revisione, risulta compresa nella classe P1 (low) corrispondente ad una "Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi" ad opera del reticolo idrografico.

8.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Con riferimento all'evoluzione deposizionale del bacino di Alessandria, la porzione di sequenza stratigrafica compresa nel sistema Q2, comprendente i depositi di ambiente continentale, individua nell'analisi idrostratigrafica (Irace et alii, 2009) il cosiddetto Gruppo Acquifero A, corrispondente nella nomenclatura tradizionale agli Acquiferi superficiali. Nel bacino di Alessandria buona parte della pianura è contraddistinta da aree a media e alta permeabilità passanti a zone a bassa permeabilità ai suoi margini settentrionali (Figura 15).

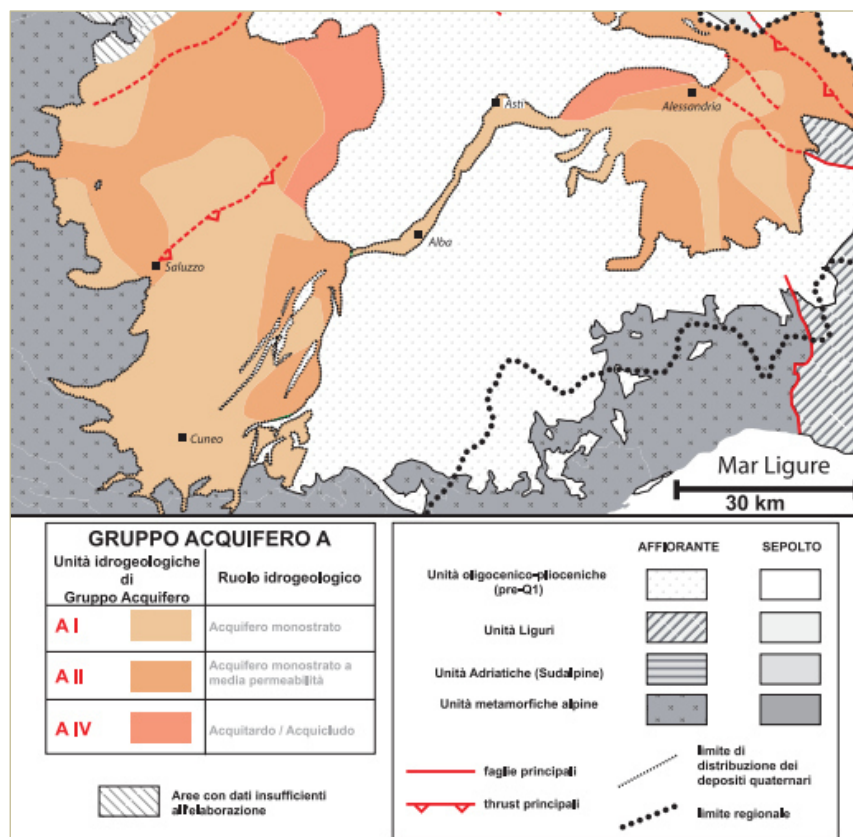


Figura 15 - Distribuzione nel sottosuolo delle unità idrogeologiche a diversa permeabilità comprese nel Gruppo Acquifero A (da Irace et alii, 2009).

L'Acquifero A è totalmente permeato da acque dolci. I valori di potenza massima, sino a 80 m circa, si rilevano nei settori centromeridionali del bacino (Figura 16). Nel complesso la circolazione è riferibile ad un unico acquifero monostrato, le intercalazioni fini presenti al suo interno ne limitano localmente la permeabilità senza tuttavia determinare condizioni di confinamento.

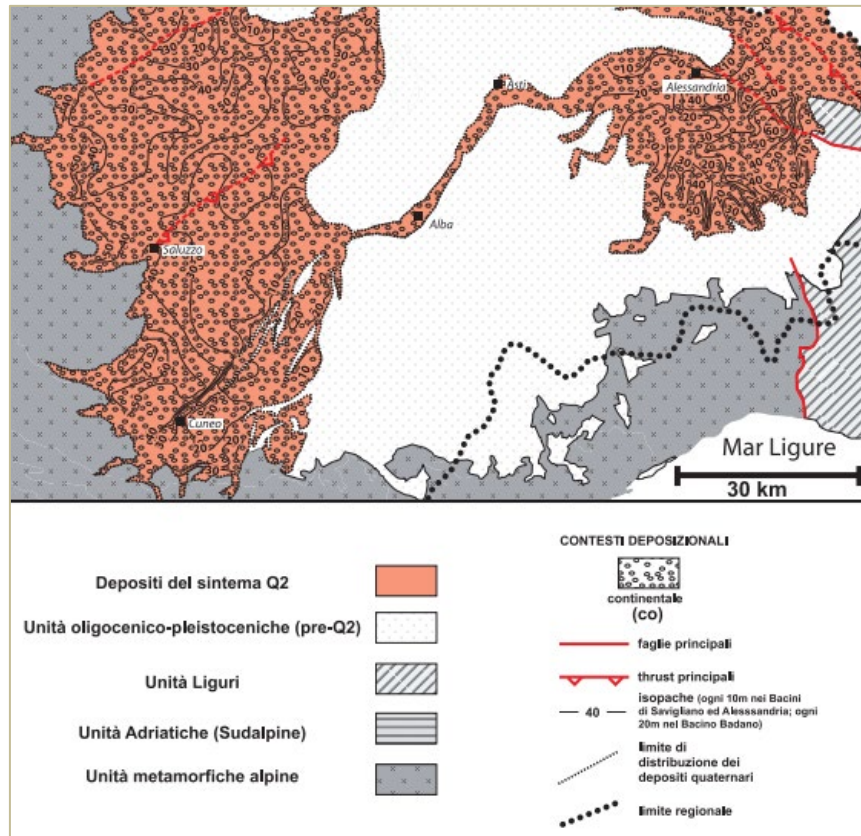


Figura 16 - Distribuzione nel sottosuolo degli spessori relativi ai depositi del sistema Q2, costituenti il Gruppo Acquifero A (da Irace et alii, 2009).

I depositi continentali del sistema Q2 poggiano sulla sequenza continentale-transizionale relativa al sistema Q1 del Pleistocene inferiore. Il sistema Q1 individua il Gruppo Acquifero B, corrispondente nella nomenclatura usuale agli Acquiferi profondi "tradizionali" (ovvero estesi sino a profondità nell'ordine dei 300 m), permeati anch'essi da acque dolci. Nel bacino di Alessandria la circolazione sotterranea nell'ambito di questo Gruppo è caratterizzata dalla presenza di acquiferi multistrato con ridotta continuità dei livelli a bassa permeabilità. Nell'ambito della pianura della Frascchetta, il Gruppo acquifero B è sede della circolazione confinata e semi-confinata captata con pozzi profondi a scopo idropotabile.

8.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SITO IN ESAME

A sud di Alessandria la sequenza stratigrafica descritta è riconducibile nell'insieme ad un unico complesso idrogeologico (nell'accezione di Celico, 1988), denominato

“complesso dei depositi fluviali”, caratterizzato da una permeabilità di tipo primario per porosità. La conducibilità idraulica complessiva è controllata dall'assortimento granulometrico della componente grossolana (ghiaia e sabbia) e dall'incidenza e distribuzione della matrice fine, comunque a composizione fondamentalmente granulare (sabbia fine e limo). Le locali intercalazioni di terreni fini, limi e argille, individuate a tratti con i sondaggi geognostici, non assumono carattere di continuità e, pertanto, non sono in grado di determinare compartimentazioni nella circolazione idrica sotterranea.

Il complesso dei depositi fluviali ospita un acquifero di tipo libero, sede di una circolazione di tipo freatico, estesa all'intero settore di pianura compresa tra il margine dei rilievi collinari presenti più a sud e le colline del Monferrato a nord.

L'assetto idrogeologico del settore comprendente Cava La Bolla, nello specifico, è improntato dal grande conoide alluvionale costruito dal T. Scrivia, sede di una falda superficiale che si estende per oltre 400 km², compresa tra i corsi del Bormida-Tanaro, del Po a nord, e i rilievi collinari tortonesi verso est (Figura 17). Il reticolo fluviale principale rappresenta il recapito finale della circolazione sotterranea.

Le caratteristiche idrogeologiche dei depositi appaiono legate alla natura dei sedimenti e all'evoluzione geomorfologica dell'area. La paleo-idrografia e parte dell'attuale reticolo minore di questo tratto di pianura evidenziano direttrici di deflusso che in passato erano dirette da sud-est verso nord-ovest. Da questo andamento si discosta sensibilmente l'attuale alveo del T. Scrivia, defluente con un andamento meridiano a ridosso dei rilievi collinari di Tortona.

L'acquifero superficiale, con potenza massima dell'ordine dei 30 metri, è costituito da sabbie e ghiaie con locali lenti di limi e argilla. Nel complesso è caratterizzato da valori di conducibilità idraulica medio-alta, decrescenti con la profondità (Pozzi & Francani, 1968). La riduzione della granulometria media, rilevabile spostandosi dal settore apicale verso la parte distale del conoide, analogamente, determina una significativa riduzione della permeabilità.

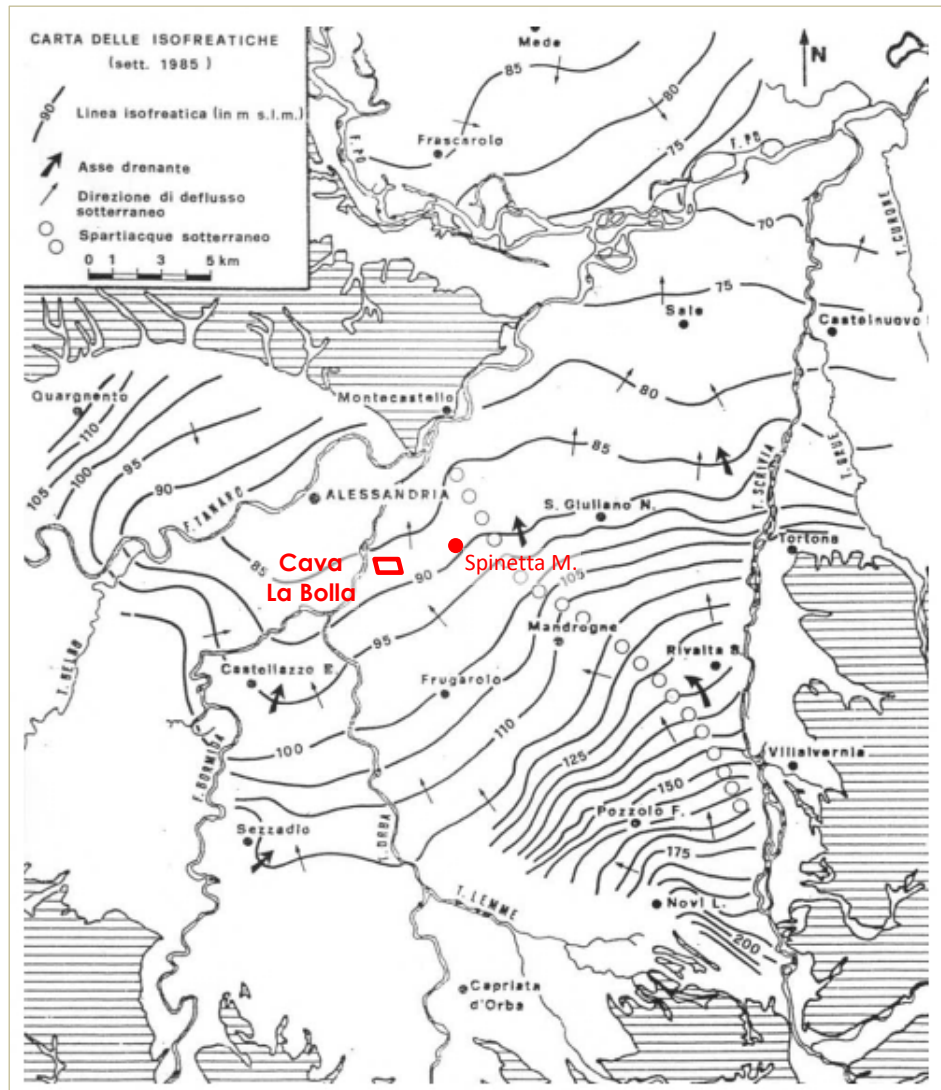


Figura 17 - Schema Idrogeologico del conoide del T. Scrivia, nella configurazione della circolazione sotterranea relativa della pianura alessandrina (De Luca et alii, 1987).

Il deflusso sotterraneo risulta avere un andamento radiale, venendo però localmente condizionato e controllato dalla presenza di numerosi assi drenanti, che si concentrerebbero lungo le direzioni di paleoalveo del T. Scrivia. L'alimentazione della circolazione sotterranea è rappresentata principalmente dal contributo delle precipitazioni dirette e dalla dispersione nel sottosuolo dei deflussi relativi alla rete di scolo superficiale. Gli apporti da parte dei corsi d'acqua sono limitati ai settori in cui gli alvei dei corsi d'acqua risultano modellati nei depositi fluviali e a quote comparabili con essi.

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

La superficie della falda nel settore apicale del conoide, nei pressi di Novi Ligure, si dispone attorno ai 200 m slm, degradando con uno sviluppo complessivo a morfologia conica verso i tratti finali del F. Bormida – F. Tanaro, dove assume quote variabili tra 85 e 75 m slm.

La ricostruzione di Figura 17 è confermata, con maggior grado di dettaglio, dal monitoraggio piezometrico condotto dalla Regione Piemonte nell'ambito del Progetto PRISMAS (2002) sull'intera pianura piemontese. L'andamento del pannello piezometrico nell'intorno significativo dell'area, tratto dall'elaborazione di un'apposita campagna di rilievi piezometrici svolti dalla Regione nel corso del 2002 sull'intera pianura piemontese è illustrato in Figura 18.

Nel tratto pianura in destra del fiume Bormida, la superficie piezometrica degrada gradualmente dal margine del conoide verso il corso d'acqua. Le isopieze assumono a scala ampia uno sviluppo leggermente arcuato che ribadisce l'andamento della superficie topografica. Il campo di moto complessivo dell'acquifero è rivolto da sud-est verso nord-ovest, con direzione rivolta al tratto inferiore del Bormida che rappresenta il recapito ultimo di questa porzione della falda. Il sito in esame, compreso tra le isopieze 90 m slm e 85 m slm, ricade in prossimità di quest'ultima.

I gradienti piezometrici medi, nel tratto di conoide posto a quote più elevate (verso sud) compresi tra l'1,0% e l'1,5 %, si riducono sensibilmente avvicinandosi al corso d'acqua, dove assumono valori nell'ordine di 0,1 ÷ 0,5 %.

Avvicinandosi al Bormida è evidente l'effetto di richiamo determinato dalla presenza dell'alveo associata alla maggiore permeabilità dei depositi fluviali attuali. La piezometria complessiva rileva anche un maggiore "avanzamento" della falda nella zona al margine est di Spinetta, riconducibile a una zona con maggiore conducibilità idraulica dovuta alla presenza di paleo-alvei. Tale assetto non subisce variazioni sostanziali a seguito delle fluttuazioni della superficie piezometrica (innalzamento/abbassamento) conseguenti al regime di ricarica della circolazione idrica sotterranea.

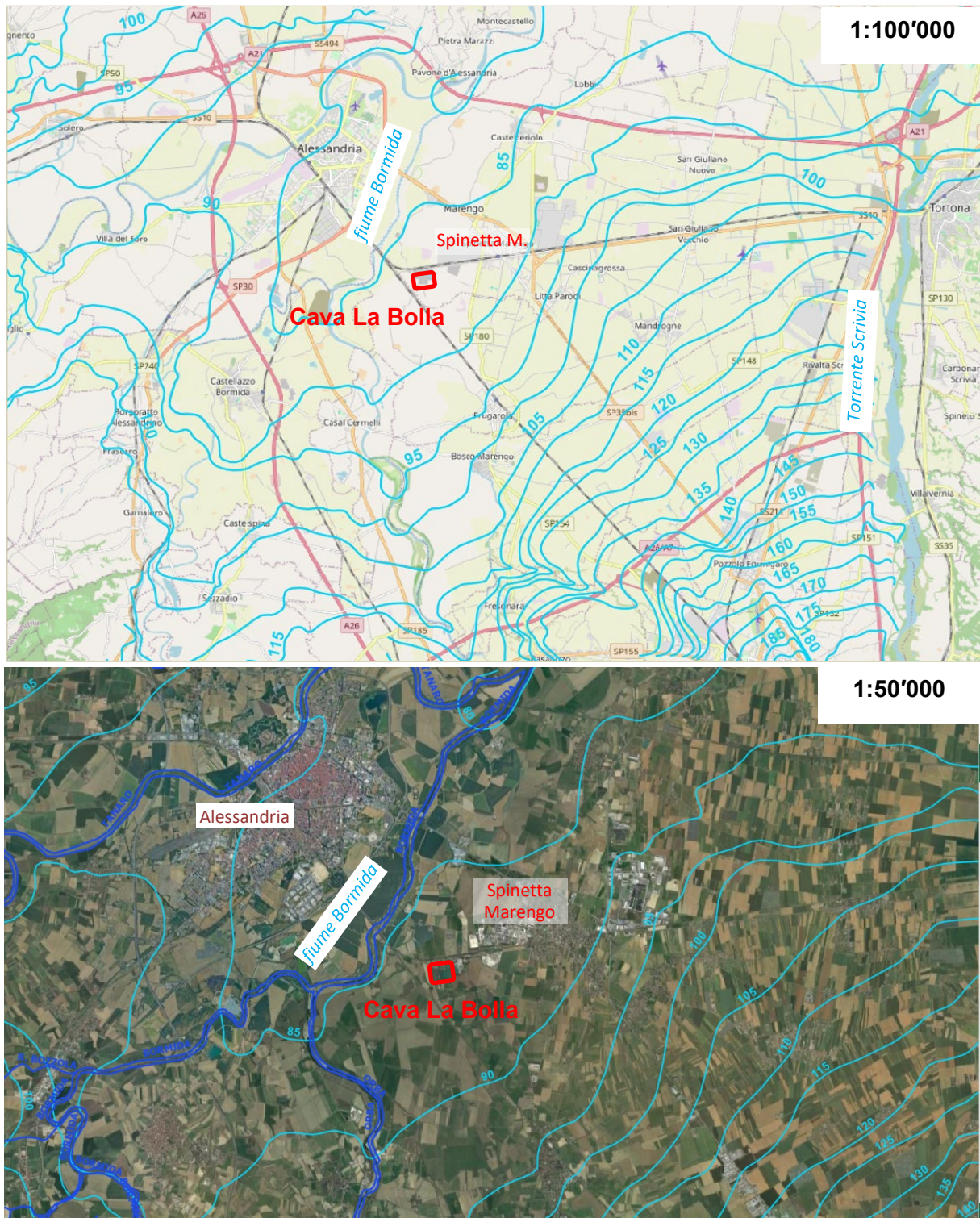


Figura 18 - Piezometria della falda superficiale ospitata nel complesso dei depositi fluviali (da Progetto PRISMAS 2002, Regione Piemonte). Nel settore di interesse la direzione media del flusso sotterraneo è disposta da sud-est verso nord-ovest, con recapito finale verso l'alveo del Fiume Bormida.

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

8.5 PIEZOMETRIA DEL SITO

Per il controllo del livello della falda in corrispondenza dell'area in esame sono disponibili:

- Il sistema di piezometri installato nell'ambito dell'attività estrattiva di Cava La Bolla, al cui interno ricadono le ubicazioni previste per i due nuovi pozzi in progetto.
- La rete di monitoraggio piezometrico di area vasta a servizio dello Stabilimento Syensqo (ex Solvay).

Congiuntamente all'avvio della cava sono stati realizzati n. 4 piezometri a tubo aperto disposti rispettivamente a monte e valle idrogeologico delle aree di scavo. In relazione alle lavorazioni in atto nel sito, inoltre, alcuni piezometri hanno subito variazioni di altezza della testa tubo, assunto a riferimento per il rilievo della soggiacenza della falda, e di conseguenza della loro quota topografica oggetto di nuovi rilievi.

La configurazione definitiva della rete piezometrica, mantenutasi sino ad oggi, è illustrata nella Figura 19, le caratteristiche dei piezometri presenti sono riassunte nella Tabella 1. Nell'intervallo temporale per cui è stato possibile acquisire i rilievi, nella definizione dei livelli piezometrici sono state tenute in considerazione le variazioni intervenute nella posizione della testa tubo dei punti di misura.

Tabella 1 – Area di Cava La Bolla, caratteristiche dei piezometri costituenti l'attuale rete di monitoraggio della falda.

Piezometro	Installazione	Tipo	Quota testa tubo [m slm]	Profondità [m da testa tubo]	Diametro
P1 (ex P4)	2005	Tubo aperto	95,45	20,0	4"
P2	2001	Tubo aperto	95,66	15,0	3"
P3	2009	Tubo aperto	93,06	20,0	4"

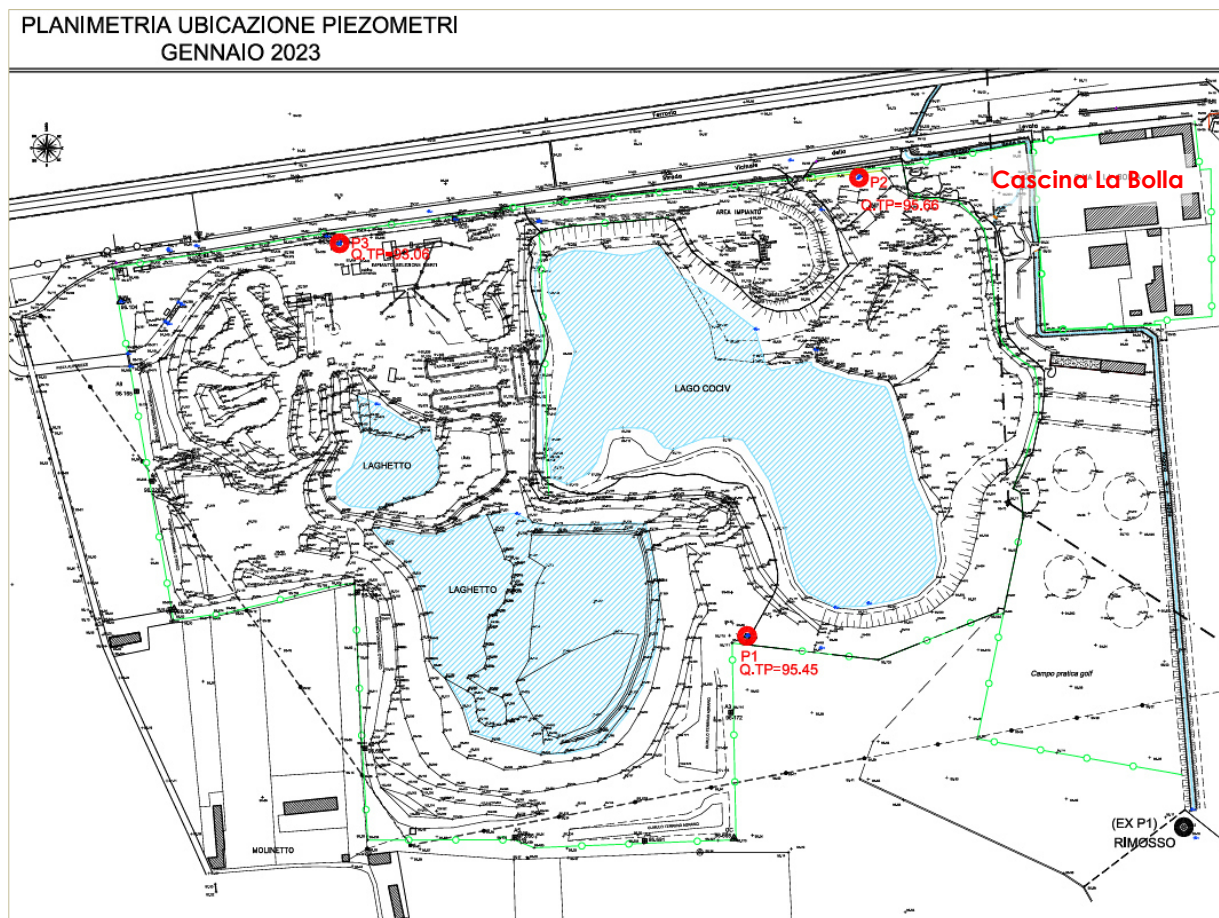


Figura 19 - Planimetria della configurazione attuale della rete di monitoraggio piezometrico comprendente i punti di misura P1, P2, P3 (in colore rosso).

Per il periodo 2011-24 è stato possibile ricostruire una serie uniforme e pressoché continua di misure (Figura 20).

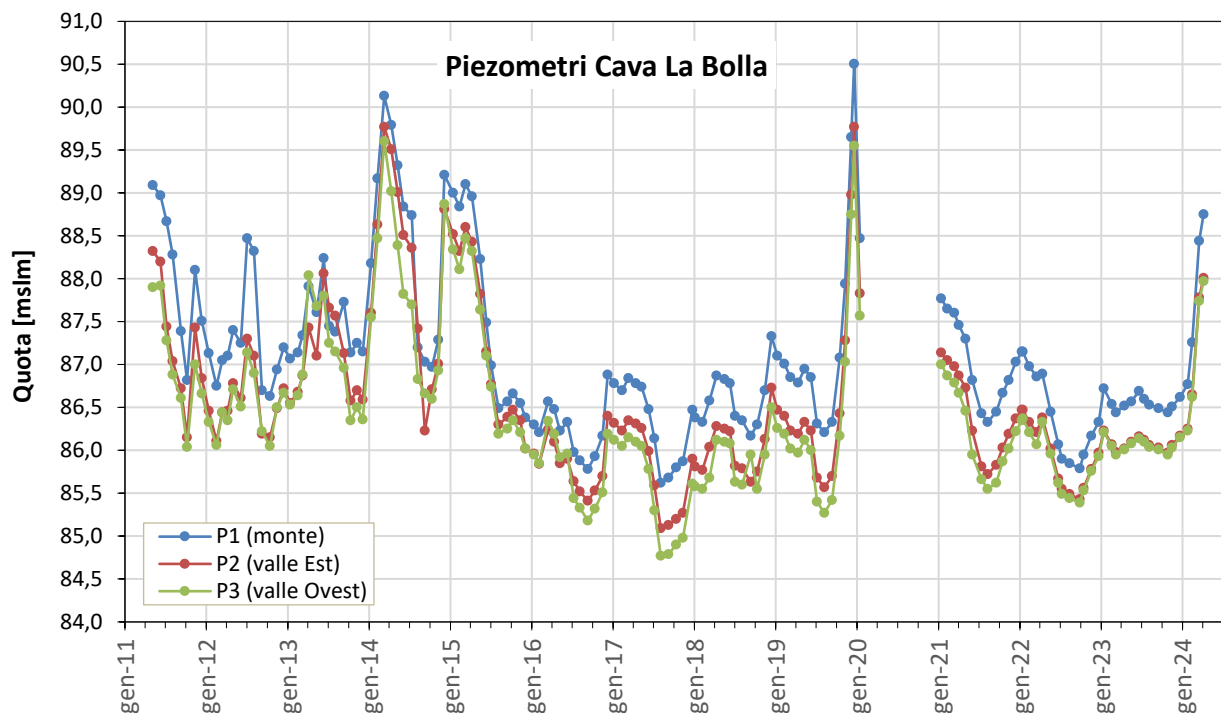


Figura 20 - Andamento del livello freatico rilevato nei piezometri di Cava La Bolla nel periodo 2011 ÷ 2024. Per l'ubicazione dei punti di monitoraggio si veda Figura 18.

Considerato nel suo insieme il monitoraggio evidenzia due andamenti distinti nel tempo, direttamente riconducibili al regime delle precipitazioni. Nel primo periodo, sino all'estate del 2015, gli apporti meteorici elevati e contraddistinti dal susseguirsi di eventi idrologici rilevanti, determinano il permanere per periodi prolungati di livelli di falda relativamente elevati (tra 86,8 ÷ 87,8 m slm), a cui si assommano più picchi di massimo innalzamento, anche superiori agli 89 m slm. Nel periodo seguente, sino al 2024, in relazione ai generalmente ridotti apporti atmosferici, la falda si dispone prevalentemente tra 85,5 ÷ 87,0 m slm. In questo decennio si rilevano solo due innalzamenti significativi in cui sono rilevati dal piezometro P1, rispettivamente, 90,44 m slm nel dicembre 2019 e 88,75 nell'aprile 2024.

Su scala annuale, il regime piezometrico evidenzia con una buona sistematicità, l'alternarsi di un periodo di alti livelli, nelle stagioni invernale-primaverile, e di bassi livelli in estate-autunno. Il campo di variazione tra i due periodi semestrali è di 0,5 ÷ 2,0 m nei periodi con regime pluviometrico ordinari, ma può raggiungere i 3,0 ÷ 4,0 m a seguito degli eventi meteo-idrologici di maggiore severità.

Ad una scala areale più ampia, nell'intorno del sito è presente la rete di monitoraggio piezometrico della Syensqo, estesa dall'altezza di Cascina La Bolla sino al centro di Spinetta Marengo. La rete comprende sia i piezometri realizzati dalla Ditta, sia i punti di monitoraggio installati dall'Azienda AMAG. Grazie alla disponibilità della Direzione Tecnica della Syensqo è stato possibile acquisire le serie di misure piezometriche rilevate con cadenza mensile dal 2005 ÷ 2008 al 2024.

Per consentire un corretto inquadramento delle misure condotte a Cava La Bolla, con quelle ottenute dalla rete di monitoraggio Syensqo, estesa su un areale molto più vasto e interessante a livello locale condizioni idrogeologiche diverse da quelle del sito, è stata condotta un'attenta valutazione dei singoli punti di misura. Il gruppo di piezometri selezionati (Figura 21; Tabella 2) risponde ai seguenti requisiti:

- coprono con continuità l'intervallo temporale 2005 ÷ 2024;
- rispetto allo Stabilimento sono ubicati nella zona di monte idrogeologico (ovvero a sud o in adiacenza alla Linea ferroviaria), in modo da non risentire dell'emungimento operato dai sistemi di barriera idraulico per il controllo ambientale del sito;
- possiedono caratteristiche di completamento confrontabili con quelli presenti nella cava e profondità di installazione analoghe (15 ÷ 25 m), tali da interessare esclusivamente il corpo acquifero superficiale.

L'andamento rappresentativo della falda superficiale è riportato nella Figura 22.

Tabella 2 – Piezometri appartenenti alla rete di monitoraggio Syensqo utilizzati per l'inquadramento dei rilievi condotti nel sito di Cava La Bolla. Dati caratteristici forniti dalla Direzione Tecnica Syensqo.

Piezometro	Quota t.f. di riferimento [m slm]	Profondità [m da p.c.]	Inizio rilievi	Fine rilievi
P14AMAG	94,85	20,0	Set. 2008	Nov. 2024
P17AMAG	95,53	20,0	Set. 2008	Gen. 2024
P18AMAG	98,79	20,0	Set. 2008	Gen. 2024
P19AMAG	98,71	20,0	Set. 2008	Nov. 2024
P20AMAG	96,30	20,0	Set. 2008	Nov. 2024
PD2	98,62	22,0	Nov. 2005	Nov. 2024
PzES5	97,96	15,0	Giu. 2009	Nov. 2024
PzIN5	95,97	15,0	Giu. 2008	Nov. 2024
PzIN56	95,47	25,0	Giu. 2009	Nov. 2024



Figura 21 - Ubicazione dei piezometri appartenenti alla rete di monitoraggio Syensqo utilizzati per l'inquadramento e la correlazione delle misure acquisite presso il sito di Cava La Bolla.

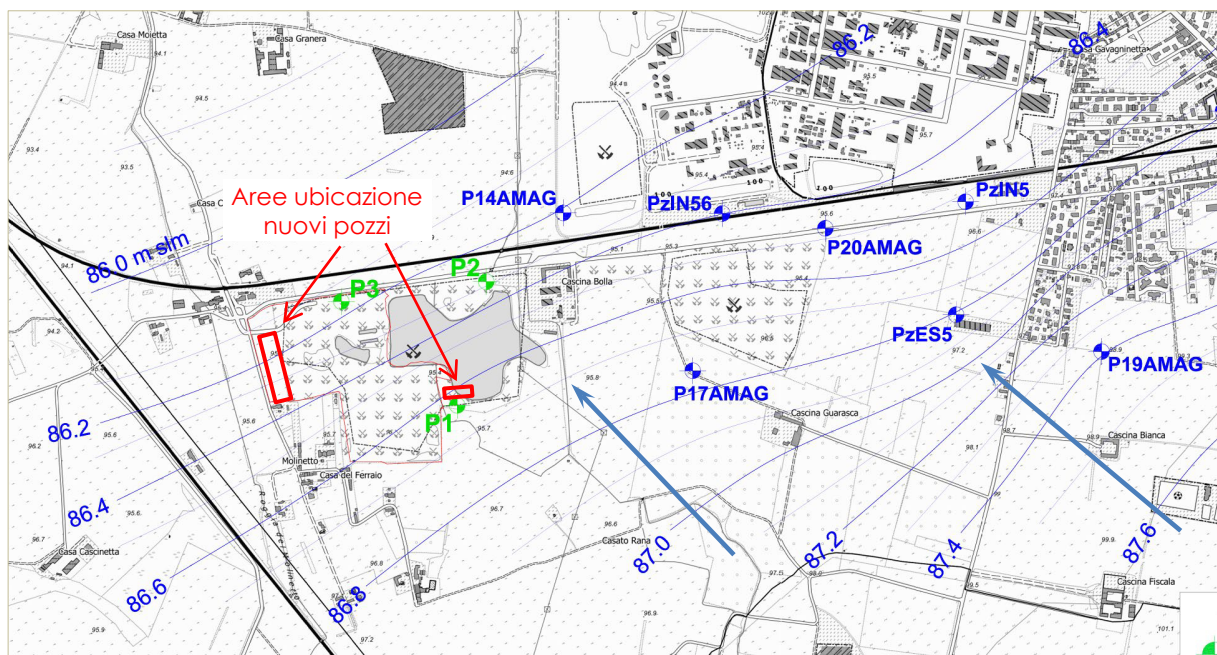


Figura 22 – Ricostruzione della piezometria della falda superficiale in corrispondenza dell'area in esame, sulla base dei rilievi eseguiti sui piezometri della Cava (P...) e della rete Syensqo (P...) nel periodo gennaio-aprile 2017. Per la definizione del valore piezometrico rappresentativo per l'impostazione dei pozzi in progetto si veda nel testo seguente e in Figura 23.

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

Il pannello piezometrico è stato elaborato sulla base dei rilievi condotti, sia nei piezometri dell'area di Cava (Tabella 1), che in quelli della rete Syensqo (Tabella 2). Il periodo preso in considerazione –gennaio-aprile 2017– è compreso in un esteso intervallo temporale privo di forzanti (situazioni meteo-idrologiche eccezionali). I livelli piezometrici riportati sono derivati, per ciascun piezometro, dal valore medio derivante dalle misure condotte nel periodo preso a riferimento. Questo approccio consente nell'elaborazione della piezometria di minimizzare gli effetti derivanti da possibili anomalie nelle singole misure derivanti dalle perturbazioni indotte dai sistemi di controllo della falda presenti ad ovest dell'area di Cava.

L'estesa serie di misure piezometriche disponibili in forma continuativa per il sito (circa 15 anni) consente una valutazione adeguata del valore piezometrico effettivamente rappresentativo per l'impostazione dell'opera di captazione (Figura 23). La gran parte dei dati piezometrici rilevati, circa il 70 %, è compresa nell'intervallo 86,0 ÷ 87,5 m slm, con un valore modale ben pronunciato nella classe 86,5 ÷ 87,0 m slm, che da sola rappresenta quasi il 30 % dell'intera serie di misure.

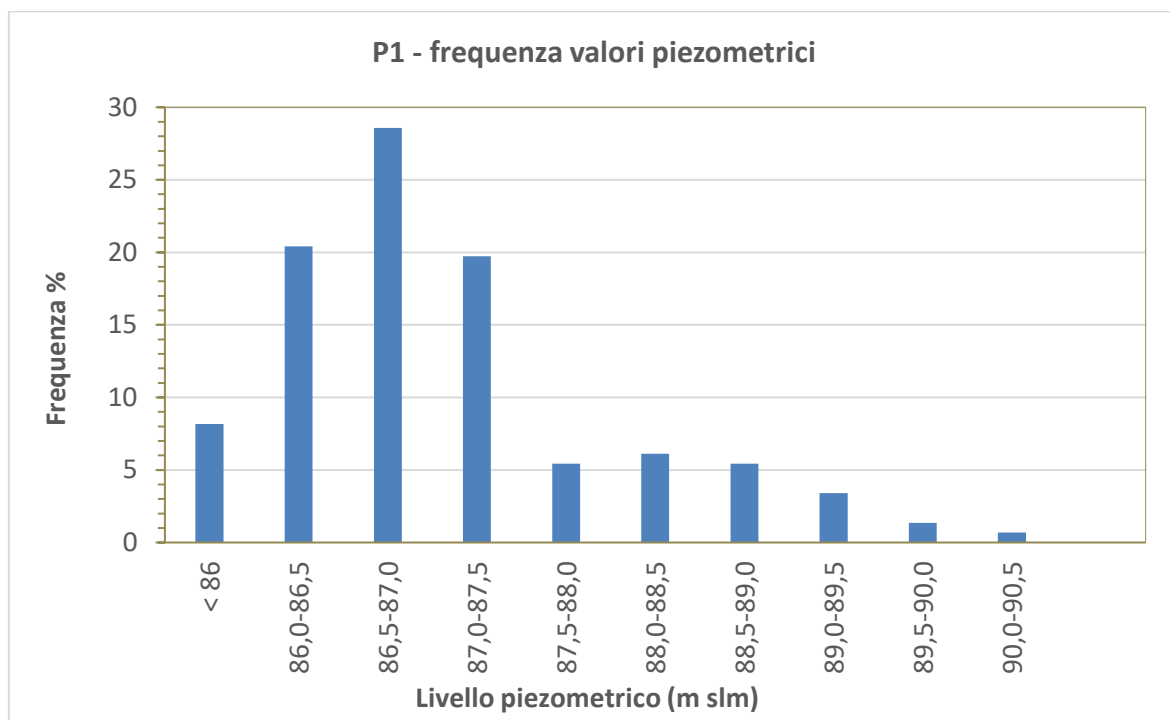


Figura 23 – Distribuzione di frequenza dei valori piezometrici rilevati mensilmente sul piezometro P1 di Cava La Bolla nel periodo 2011-24. Il 70 % circa delle misure piezometriche è compreso nell'intervallo 86,0 ÷ 87,5 m slm.

8.6 BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

L'esigenza di salvaguardare le risorse idriche, nel rispetto della normativa vigente (L.R. n. 22 del 30/04/1996, così come modificata dalla L.R. n. 6 del 7/04/2003), e in particolare di riservare i prelievi dalle falde profonde, salvo casi specifici, all'uso potabile ha portato all'esigenza tecnico-amministrativa di definire una base dell'acquifero superficiale.

Tramite Convenzione tra la Regione Piemonte e il Dip. di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino, è stata realizzata a tal fine una cartografia regionale della base dell'acquifero superficiale alla scala 1:50.000 per la zona di pianura. Per le aree montane, collinari e di fondovalle alpino sono stati stabiliti, invece, dei criteri indicativi per identificare la profondità massima della superficie di delimitazione tra i sistemi di flusso superficiali e quelli profondi. A questa prima fase di pianificazione tecnico-scientifica, conclusasi nel giugno 2002, hanno fatto seguito una serie di approfondimenti e integrazioni derivanti dal progredire delle conoscenze sul sottosuolo e sulle relative strutture idrogeologiche.

La normativa regionale, nello specifico, vieta la costruzione di opere di captazione che consentano la comunicazione tra l'acquifero superficiale e quello profondo. Per la sua attuazione, con la D.G.R. n. 34-11524 del 03/06/2009 è stata approvata la cartografia di riferimento oltre ai criteri tecnici utilizzati per la ricostruzione della base dell'acquifero superficiale. Tale documentazione è stata successivamente oggetto di aggiornamenti con Det. n. 267 del 04/08/2011, Det. n. 900 del 03/12/2012, D.D. n. 229 del 06/07/2016, D.D. n. 63 del 07/03/2022 e D.D. n. 140 del 05/04/2022. La rappresentazione della Base dell'acquifero superficiale delle aree di pianura è stata resa disponibile sul Geoportale della Regione Piemonte [16].

Nell'area di prevista ubicazione dei due pozzi in progetto, pianeggiante e posta alla quota media di 95 m slm, la base dell'acquifero superficiale si dispone a quote comprese tra i 40 e i 45 m slm (Figura 24). Lo spessore complessivo dell'acquifero superficiale è quindi stimabile tra 50 e 55 m. Applicando un approccio cautelativo per la perforazione in progetto è stata ipotizzata una profondità massima pari a 40 m, calcolati a partire dalla quota del piano campagna attuale, non interessata da rimodellamenti, posta a 95 m slm (riferimenti BDTRE).

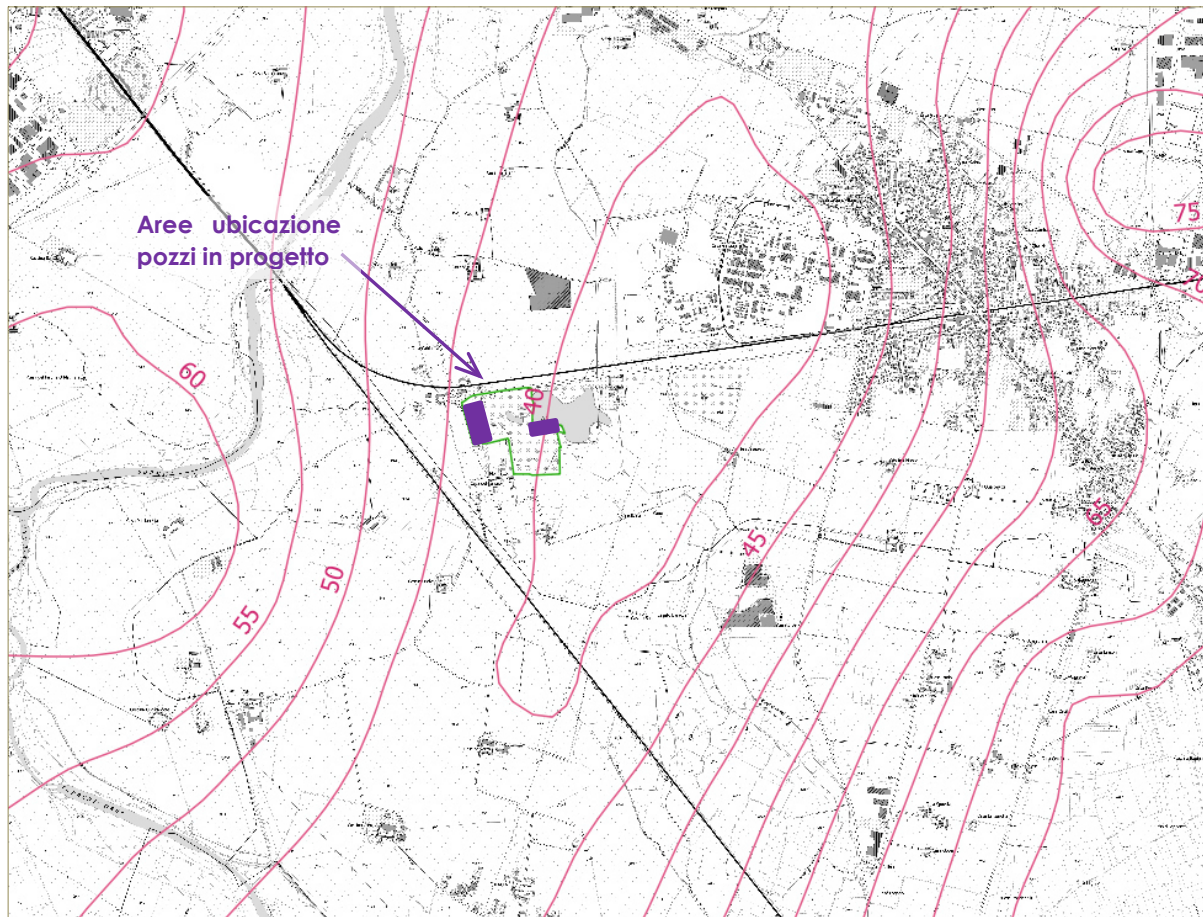


Figura 24 - Estratto, fuori scala, della "Carta della base dell'acquifero superficiale delle aree di pianura della Regione Piemonte", aggiornata con D.D. n. 229 del 06/07/2016, D.D. n. 63 del 07/03/2022 e D.D. n. 140 del 05/04/2022 [16], estrapolata mediante shape files dal sito web Geoportale Regione Piemonte su base cartografica BDTRE. In rosso sono indicate le curve di livello rappresentative della base dell'acquifero superficiale, con relativa quota assoluta in m slm.

8.7 CARATTERISTICHE IDRODINAMICHE DELLA FALDA FREATICA

Nell'area della Cava La Bolla la circolazione idrica sotterranea captabile per l'utilizzo previsto è rappresentata dalla falda freatica ospitata nell'acquifero di tipo libero ospitato nel complesso dei depositi fluviali. L'assetto complessivo dei depositi è improntato dal grande conoide alluvionale costruito dal T. Scrivia, che nella porzione più distale interferisce con i depositi della piana alluvionale modellata dai corsi del F. Bormida e del F. Tanaro.

In corrispondenza del sito, caratteristiche composizionali dei sedimenti e risultati acquisiti con le prove in foro consentono di individuare all'interno della porzione satura dell'acquifero due porzioni a diverso comportamento idrodinamico.

L'orizzonte superiore, rilevabile in genere sino a quote prossime a 80 m slm (ovvero sino a 15 m di profondità dal p.c.), è costituito per la quasi totalità da ghiaie e sabbie con matrice fine nettamente subordinata, moderatamente addensate. La sua conducibilità idraulica, generalmente elevata, è superiore rispetto a quella dell'unità sottostante. Nell'ambito di questo intervallo, le prove di pompaggio condotte su pozzi superficiali ubicati nell'area circostante forniscono valori di conducibilità idraulica media compresi tra $1,5 \times 10^{-4}$ e $7,5 \times 10^{-4}$ m/s [9].

La porzione inferiore dell'acquifero è costituita, sino alla massima profondità indagata (30 m), sempre da terreni a scheletro ghiaioso-sabbioso, ma con maggiore incidenza della frazione fine rappresentata in prevalenza da limo. Lo stato di addensamento aumenta con la profondità sino a risultare molto addensato.

In questi depositi la definizione del valore di permeabilità effettivamente rappresentativo del loro comportamento idraulico richiede lo svolgimento di prove di emungimento a grandezza reale, in modo da poter verificare anche l'incidenza dei fattori eterogeneità e anisotropia caratteristici dell'ambiente deposizionale in esame. Non disponendo di prove di acquifero locali, che saranno eseguite in fase di realizzazione delle opere di captazione, per un'impostazione di massima delle caratteristiche dei pozzi si è fatto riferimento principalmente alla composizione e assortimento granulometrico dei terreni per la valutazione del coefficiente medio di conducibilità idraulica considerato, $k = 5 \times 10^{-6}$ m/s.

I due pozzi sono previsti con analoghe caratteristiche costruttive e dimensionali. In Tabella 3 sono riportati i dati assunti per il loro dimensionamento preliminare, definiti

sulla base dell'assetto stratigrafico, delle modalità della circolazione idrica sotterranea, e delle caratteristiche complessive note per l'acquifero superficiale (si cfr. Cap. 8.6). La distanza tra le due opere è di 365 m, ampiamente superiore al raggio di influenza dei singoli pozzi calcolato in circa 64 m (si cfr. Cap. 9.2), per cui anche in relazione alle relative ubicazioni (Figura 2), sono da escludere possibili interferenze reciproche.

In considerazione della posizione della base dell'acquifero superficiale, nel sito in esame individuata tra 50 ÷ 55 m dal p.c. (Figura 24; [16]), per il pozzo è stata assunta cautelativamente una profondità di 40 m rispetto alla superficie topografica attuale posta mediamente a 95,0 m slm. Assumendo per il livello della falda una soggiacenza media rappresentativa di 8,5 m sulla base delle considerazioni svolte nel Cap. 8.5, lo spessore dell'acquifero saturo intercettato dai pozzi è definibile in 31,5 m.

L'estrapolazione della natura del terreno a profondità maggiori di quelle direttamente indagate (30 m) è supportata dai dati stratigrafici forniti dalla perforazione del pozzo Molinetto ([9]) ubicato nei pressi dell'omonima località.

Per l'acquifero saturo interessato dal pozzo è possibile valutare i parametri:

- permeabilità complessiva equivalente $K_{eq} = 1,07 \times 10^{-4} \text{ m/s}$;
- trasmissività relativa alla porzione di acquifero intercettato
 $T = k \times H_s = 1,07 \times 10^{-4} \times 31,5 = 3,358 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

Tabella 3 – Valori caratteristici assunti per la valutazione del dimensionamento preliminare del pozzo.

Parametro	Unità misura	Sigla	Valore
Potenza totale acquifero superficiale in corrispondenza delle ubicazioni dei pozzi, sulla base della Carta della base dell'acquifero superficiale (cfr. Figura 24; [16]).	m	Ht	50 ÷ 55
Profondità ipotizzata per i due nuovi pozzi.	m	Hp	40
Soggiacenza rappresentativa. Dato modale ricavato dai rilievi 2011-24 svolti nell'area di Cava La Bolla.	m	sog	8,5
Livello piezometrico rappresentativo assunto per il dimensionamento del pozzo. Dato modale ricavato dai rilievi 2011-24 svolti nell'area di Cava La Bolla (cfr. Figura 23)	m	L	86,5
Spessore acquifero saturo	m	Hsat	31,5
Spessore rappresentativo porzione superiore acquifero saturo a maggiore permeabilità	m	Hsup	6,5
Conducibilità idraulica porzione superiore acquifero	m/s	Ks	5×10^{-4}
Spessore rappresentativo porzione inferiore acquifero saturo	m	Hinf	25,0
Conducibilità idraulica porzione inferiore acquifero	m/s	Ks	5×10^{-6}
Gradiente idraulico	m/m	i	0,005
Direzione media flusso sotterraneo	da SE verso NO		

I valori considerati in questa valutazione preliminare saranno comunque verificati a seguito della realizzazione, una volta perforate e completate le opere di captazione, di prove di emungimento che consentiranno anche la definizione della portata critica del pozzo e, conseguentemente, accertare l'effettiva possibilità di emungere la massima portata richiesta in autorizzazione.

9. VERIFICHE PRELIMINARI DEL POZZO IN PROGETTO

9.1 Verifica della portata emungibile e dell'abbassamento indotto

La stima dell'abbassamento indotto nel pozzo in progetto è stata valutata adottando l'equazione di Dupuit-Thiem relativa all'emungimento da un pozzo esteso e finestrato su tutto lo spessore della formazione permeabile, valida per falde freatiche. Nella relazione si tiene conto delle seguenti assunzioni, la componente verticale della velocità del flusso è considerata nulla e la curva di depressione si raccorda senza discontinuità alla superficie piezometrica e all'asse del pozzo:

$$s = \frac{Q}{2\pi T} \cdot \ln\left(\frac{R}{r_w}\right)$$

Inserendo il concetto di portata specifica, definita come il rapporto fra la portata emunta e l'abbassamento registrato in pozzo ($q_{sp} = Q/s$), si può riscrivere la formula precedente come:

$$T = \frac{\ln\left(\frac{R}{r_w}\right)}{2\pi} \cdot q_{sp}$$

Da considerazioni sull'ordine di grandezza del raggio di influenza del pozzo (R) e sul valore del fattore di fuga (B), si ottiene la seguente espressione (Di Molfetta, 1992), che mette in relazione trasmissività e portata:

$$T = \left(0,73 - \frac{\ln r_w}{2\pi}\right) \cdot q_{sp}$$

Ipotizzando:

- raggio del pozzo = 0,20 m
- trasmissività $T = 3,358 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- portata emunta = 7 l/s, corrispondenti a 25,2 m³/ora

si ottiene la portata specifica $q_{sp} = 3,404 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ corrispondente a 3,404 l/s m

Il valore ottenuto è coerente con i dati contenuti nel Piano di Tutela delle Acque per il territorio alessandrino in sinistra idrografica del Bormida [1]. Assumendo in modo cautelativo la casistica riportata nella monografia MS12 – Pianura Alessandrina orientale, per la portata specifica si rileva infatti il campo di valori $q_{sp} = 1 \div 10 \text{ l/s m}$.

Considerando una portata massima (Q) di 7 l/s, assumendo la portata specifica sopra calcolata (q_{sp}) si prevede un abbassamento del livello in pozzo pari a circa:

$$s = Q / q_{sp} = 7 \text{ l/s} / 3,404 \text{ l/s m} = 2,06 \text{ m}$$

valore accettabile, se confrontato con lo spessore della falda captata, in quanto corrispondente a circa il 7 % dello spessore complessivo dell'acquifero saturo.

Va ricordato che tale valutazione dell'abbassamento del livello di falda riferita al valore di portata massima prevista è basata sulle condizioni al contorno ragionevolmente adottabili con il quadro conoscitivo disponibile attualmente. L'effettiva rappresentatività dei dati ottenuti sarà comunque verificata attraverso le prove di emungimento dell'acquifero previste sulle opere di captazione una volta realizzate.

9.2 Stima preliminare del raggio d'azione del pozzo

Al fine di valutare la generale fattibilità dell'intervento in rapporto alle eventuali interferenze indotte dal pompaggio nei confronti delle altre opere di captazione presenti nell'area, si è proceduto alla stima del raggio di azione del pozzo in progetto. Un'opera di captazione, richiamando acqua dall'acquifero, crea un campo di moto radiale e una depressione piezometrica denominata cono di influenza. Avviato il pompaggio, ad una portata costante, il cono si espande progressivamente sino al raggiungimento di una condizione di equilibrio tra la portata estratta e quella defluente dalla falda. Il raggio di influenza R di un pozzo può essere quindi definito come la distanza fino alla quale si risente in modo apprezzabile della depressione piezometrica provocata dalle operazioni di prelievo del pozzo stesso.

Con riferimento ai parametri ottenuti in precedenza è stata effettuata, in forma preliminare, una prima valutazione del raggio di influenza del pozzo per mezzo dell'impiego della relazione proposta da Sichardt.

Prendendo a riferimento il livello statico rappresentativo della falda, pari a 86,5 m slm, l'emungimento alla portata massima ipotizzata di 7 l/s, corrispondenti a 25,2 m³/ora, determina nel pozzo un abbassamento di 2,06 m, con un livello dinamico a 84,44 m slm. Lo spessore dell'acquifero saturo intercettato nelle due condizioni assume,

rispettivamente, i valori di 31,5 m in condizione statica e 29,44 m in condizione dinamica, quest'ultima riferita alla fase dell'emungimento.

Applicando la formula di Sichardt

$$R = 3000 \cdot (H - h) \cdot \sqrt{k}$$

dove:

H = spessore acquifero saturo in condizione statica,

h = spessore acquifero saturo in condizione dinamica,

si può valutare per il pozzo in progetto un valore del raggio di azione pari a 63,7 m circa.

Il valore ottenuto per il raggio di influenza di un singolo pozzo, pari a 63,7 m, risulta significativamente inferiore rispetto alla distanza prevista tra le due opere di captazione, di 365 m, si può escludere quindi l'insorgere di interferenze reciproche tra i nuovi pozzi durante le fasi di emungimento contemporaneo.

10. INTERFERENZA CON POZZI LIMITROFI

Per la valutazione delle potenziali interferenze tra i pozzi in progetto e le opere di captazione già esistenti sul territorio, si è proceduto per un vasto areale circostante all'ubicazione prevista, all'esame del data-base caricato sul portale del "Sistema Informativo Risorse Idriche" (SIRI) della Regione Piemonte, unitamente alla documentazione di AMAG Reti idriche. La localizzazione dei pozzi individuati è illustrata nella Figura 25.

Nell'intorno del sito previsto per il Pozzo 1 sono presenti e autorizzate alcune captazioni per uso agricolo impostate nell'acquifero principale. Ubicate per lo più nella loc. Molinetto – Casa del Ferraio, verso sud, e attorno all'insediamento sparso tra Strada Bolla e la Cabianca, poco a nord, distano almeno $300 \div 350$ m dal sito di progetto del Pozzo 1 (con riferimento al suo perimetro esterno). Tale distanza risulta significativamente superiore al raggio di influenza calcolato per il nuovo pozzo, pari a circa 64 m, si ritiene pertanto che non si sviluppino interferenze tra questo e le opere esistenti.

A sud-est dell'area di ubicazione del Pozzo 1 è presente un pozzo idropotabile (profondità 200 m) gestito dalla soc. AMAG Reti idriche SpA (Figura 25; [9]). L'opera intercetta i circuiti idrici confinati relativi all'acquifero profondo individuati tra le profondità di $84 \div 194$ m dal p.c.. In questo caso la distanza minima tra il margine esterno dell'area individuata per il nuovo pozzo e l'opera di presa Molinetto è di 800 m, risultando quindi ampiamente superiore al raggio di influenza calcolato.

L'area individuata per il Pozzo 2 è posta a circa 340 m dal pozzo più vicino ubicato a margine di Via del Molinetto (Figura 25), mentre rispetto alla posizione del pozzo idropotabile Molinetto dista circa 540 m.

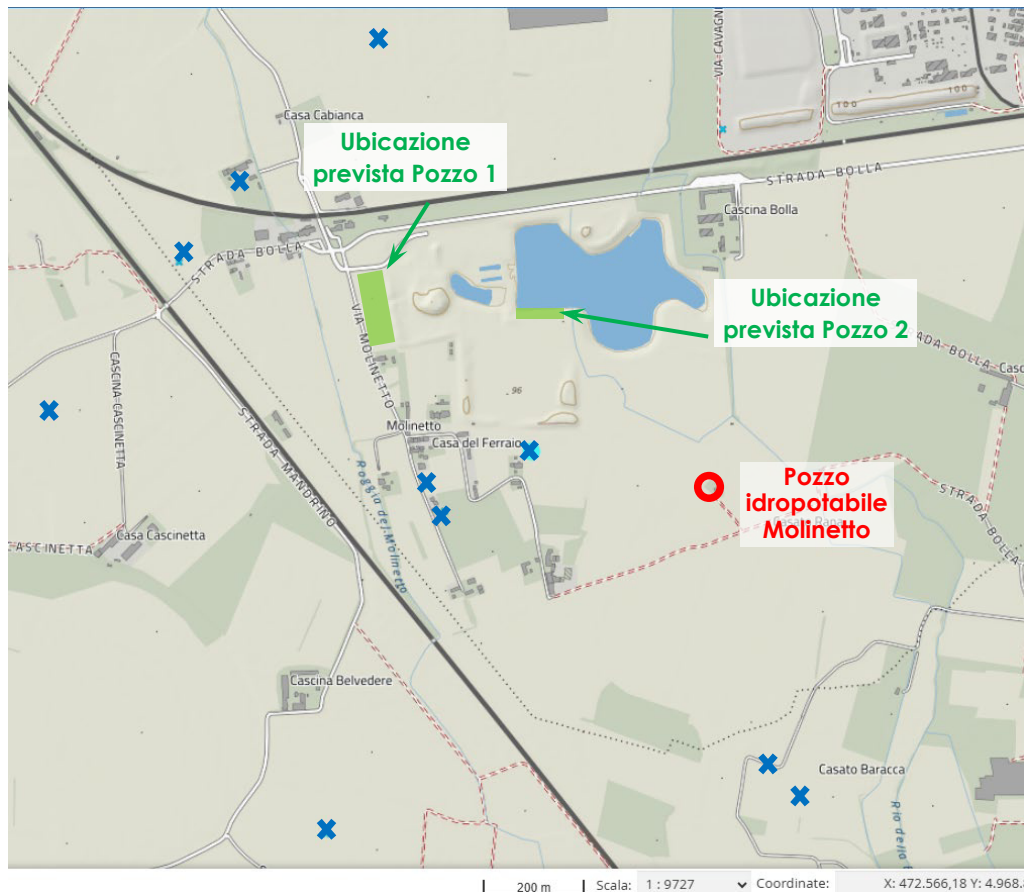


Figura 25 – Localizzazione dei pozzi presenti nel territorio circostante l'ubicazione prevista per il pozzo in progetto (da <https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/sistema-conoscenze-ambientali>). **Simbologia:** X - pozzo a scopo agricolo impostato nell'acquifero superficiale; ○ - pozzo idropotabile Molinetto impostato nell'acquifero profondo confinato. Il previsto Pozzo 1 si colloca a distanza di almeno 300 m dalle captazioni più vicine e a 800 m dal pozzo idropotabile, mentre il Pozzo 2 dista 340 m dal pozzo agricolo più vicino e 540 m circa dal pozzo Molinetto.

AMAG SpA nella veste di gestore del pozzo idropotabile Molinetto ha condotto uno specifico Studio (AMAG, 2011), volto a verificare la possibile interferenza delle attività estrattive condotte nell'ambito dell'intero comprensorio di Cava La Bolla, anche in relazione ad un possibile approfondimento degli scavi. Lo studio, approvato dalla Regione Piemonte con la Determinazione n. 230 del 31 marzo 2010, ha portato alla definizione delle aree di salvaguardia del pozzo definite in base al criterio cronologico delle isocrone, ovvero sulla delimitazione delle aree corrispondenti a determinati intervalli temporali necessari alle particelle d'acqua della falda per raggiungere l'opera di captazione, con l'individuazione delle:

- Zona di tutela assoluta;

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

- Zona di rispetto ristretta, relativa all'isocrona a 60 giorni;
- Zona di rispetto allargata relativa, rispettivamente, alle isocrone a 180 e 365 giorni.

L'intero comprensorio dell'area della Cava (e della discarica), e quindi anche l'ubicazione prevista per i nuovi pozzi, risultano completamente esterni (Figura 26), sia alla Zona di Tutela assoluta, sia alle Zone di rispetto ristretta e allargata (con riferimento alle isocrone 60, 180 e 365 giorni). La distanza minima tra la posizione prevista per il Pozzo 1 e l'isocrona 365 giorni risulta comunque non inferiore a 600 m, mentre per il Pozzo 2 assume un valore di 280 m. Si può affermare, quindi, l'assenza di qualsiasi interferenza tra le opere in progetto e il pozzo Molinetto, anche con riferimento alle Zone di rispetto allargate della captazione idropotabile.

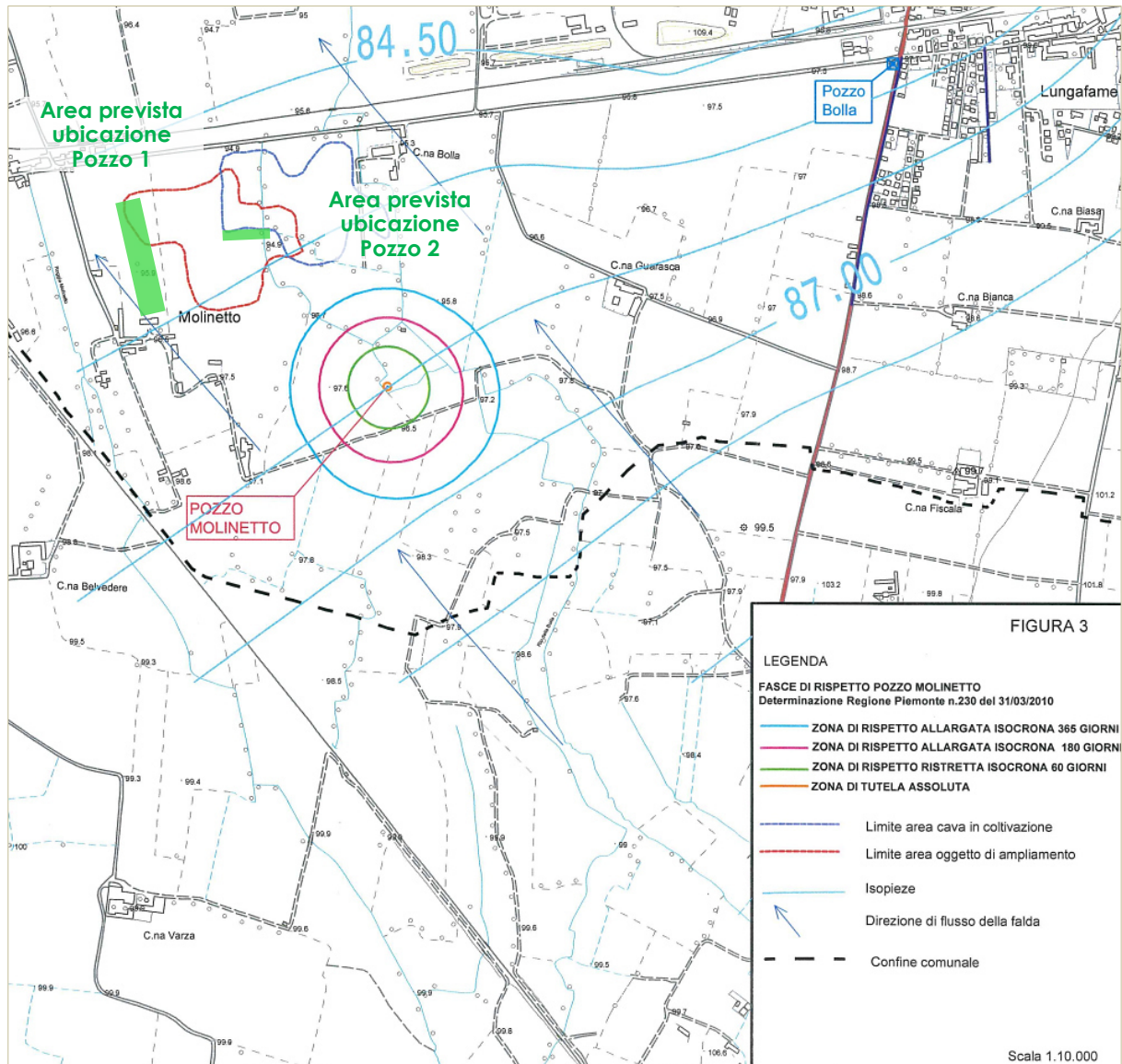


Figura 26 – Pozzo idropotabile Molinetto. Definizione delle zone di salvaguardia con il metodo delle isocrone (AMAG, 2011). L'ubicazione prevista per i nuovi pozzi risulta esterna a tutte le zone di salvaguardia, collocandosi ad una distanza minima di almeno 600 m dal limite della "Zona di rispetto allargata con isocrona 365 giorni".

11. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Dal punto di vista urbanistico, il settore ove sarà ubicato il nuovo pozzo è compreso, nello strumento urbanistico vigente, all'interno della concessione per estrazione di ghiaia e sabbia di Cava La Bolla, come riportato nella Tavola di Piano 3. Destinazioni d'uso del suolo del PRGC 1990, Variante parziale (Luglio/dicembre 2021) – Tav. U [14]. Nell'ambito dello stesso PAUR, comprendente anche l'autorizzazione alla realizzazione del pozzo, è stata sottoposta una Variante urbanistica semplificata per modificare la destinazione d'uso dell'area attualmente dedicata all'attività estrattiva in discarica, in modo da poter attuare il recupero ambientale del sito perseguendo criteri di elevata sostenibilità sotto il profilo ecologico e socio-economico. La proposta di variante urbanistica presentata è illustrata nella Figura 27. La posizione prevista per i due nuovi pozzi non interessa vincoli di tipo urbanistico, non interferisce con le opere di captazione della falda superficiale esistenti (cfr. Cap. 10), né con il pozzo idropotabile Molinetto – Pozzo 33 (cfr. Cap. 10) e la relativa area definita quale "Riserva idrica" nella Tavola di Piano (Figura 27; [14]).

Con riferimento alla *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*, nello strumento urbanistico vigente (Figura 28), la posizione prevista per il nuovo Pozzo 1 si localizza nell'ambito della Classe II (aree a pericolosità geomorfologica moderata), sottoclasse II α che individua "Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna, dalla presenza del reticolo idrografico minore e da potenziale esondabilità, seppure con presenza d'acqua a bassa energia e con battente idraulico limitato o da fenomeni di erosione al piede dei principali terrazzi fluviali". Il Pozzo 2, invece, ricade in un vasto settore compreso nella Classe 1 (aree a pericolosità geomorfologica bassa o nulla).

La Variante urbanistica sottoposta al PAUR è associata ad una modifica locale della zonizzazione della Carta di sintesi. Sulla base di un apposito Studio geologico e idrogeologico [7] è stato verificato l'assetto territoriale della zona interessata dalla modifica nella destinazione d'uso, che risulta coerente con le caratteristiche attribuite alle aree in Classe II. È stata richiesta, quindi, la modifica dell'originale settore inserito in Classe II α , con la sua parziale trasformazione in Classe II α (Figura 29).

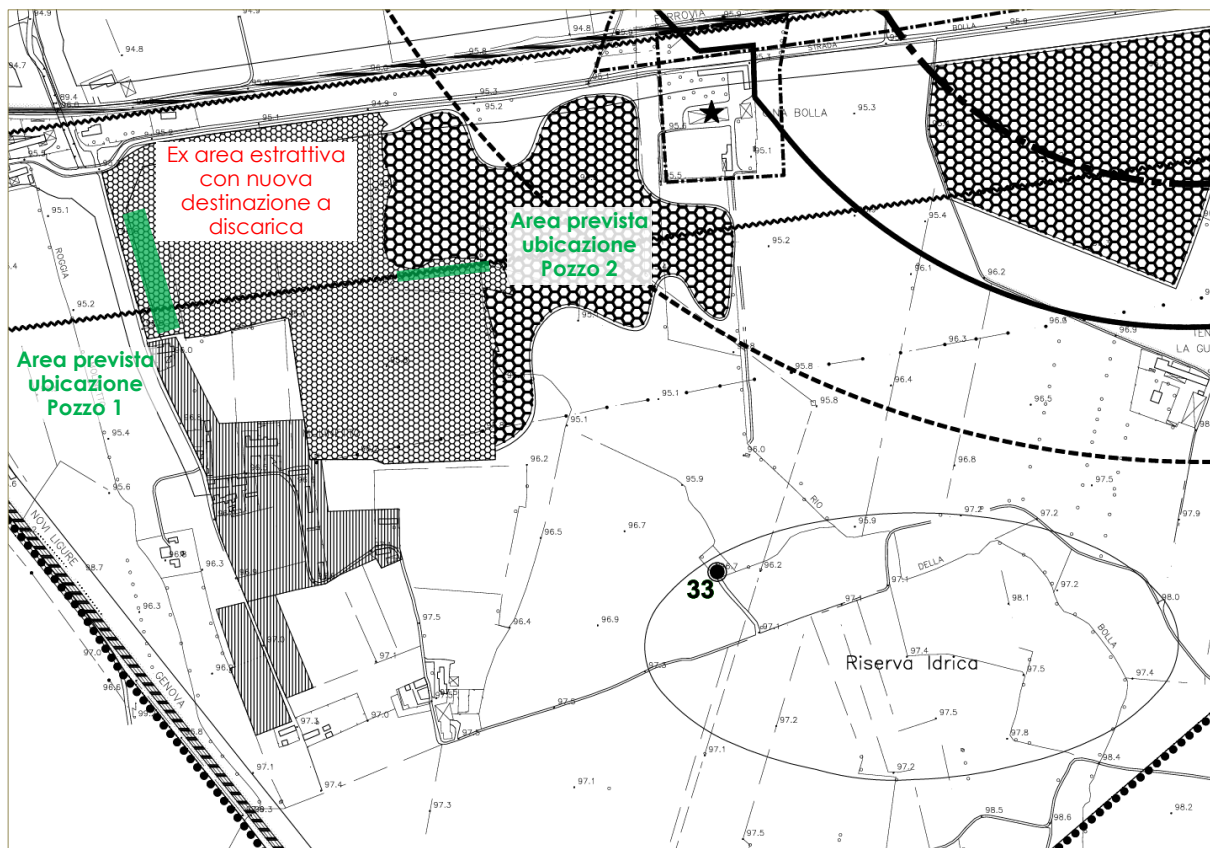


Figura 27 – Stralcio della Tavola Destinazioni d'uso del suolo PRGC 1990 Tav. "U" (agg. alla Variante parziale 2021) con proposta di Variante per la modifica dell'area estrattiva della Cava La Bolla in impianto di discarica. Entrambi i nuovi pozzi in progetto si localizzano nell'ambito di questo settore.

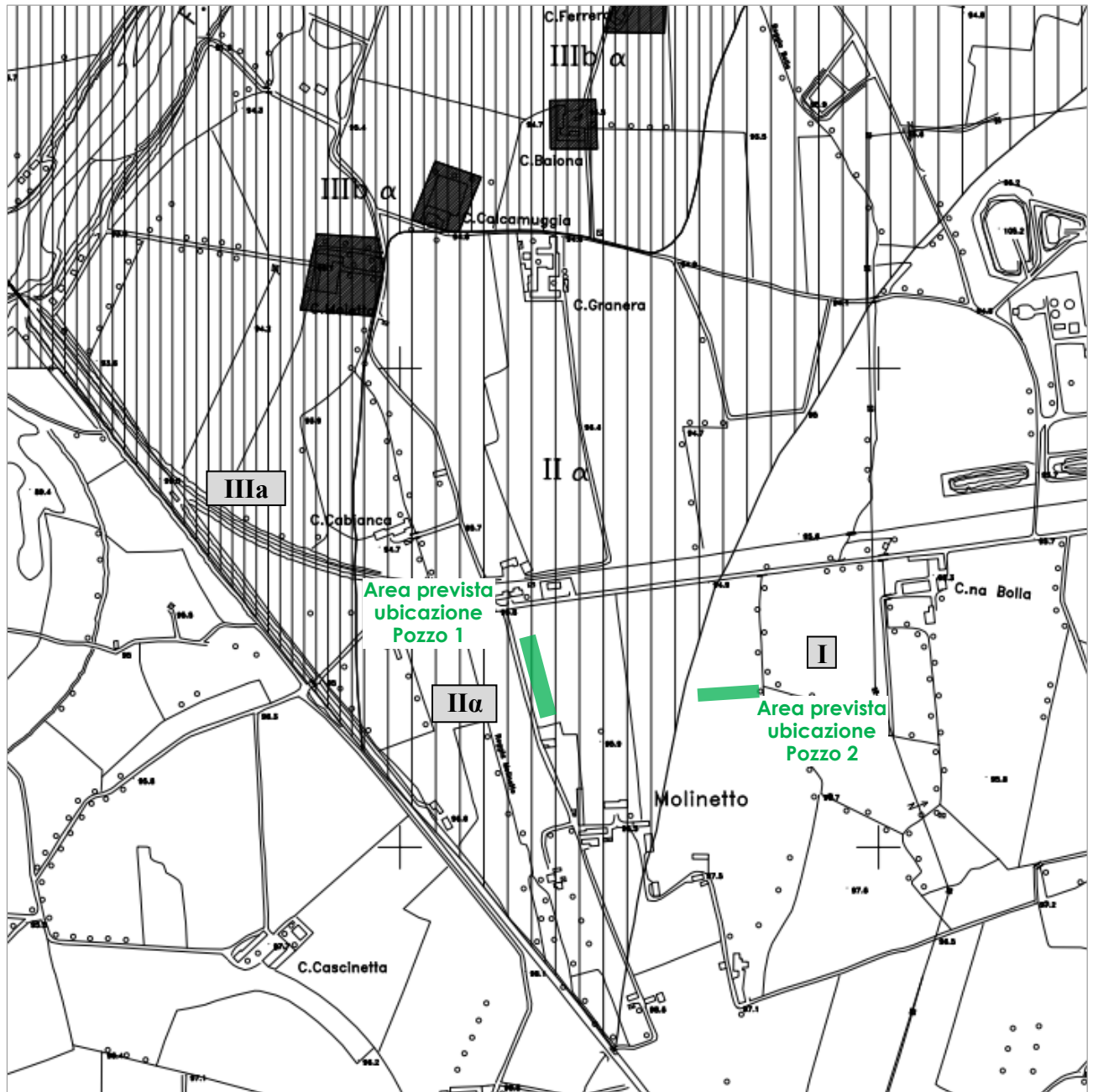


Figura 28 - Stralcio della "Carta di Sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica" Tav. 4, scala 1:10.000 (PRGC 1990, III Variante Strutturale al PRGC – Dicembre 2010, Norme di attuazione: allegato 2 [3], [4]). *Legenda:*

- I - Classe I: Pericolosità geomorfologica bassa o nulla.
- IIα - Classe II: Pericolosità geomorfologica media. Sottoclasse IIα: Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna, dalla presenza del reticolo idrografico minore e da potenziale esondabilità, seppure con presenza d'acqua a bassa energia e con battente idraulico limitato o da fenomeni di erosione al piede dei principali terrazzi fluviali.
- IIIα - Classe III: Pericolosità geomorfologica alta. Sottoclasse IIIα. Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (Circ. 7/LAP).

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

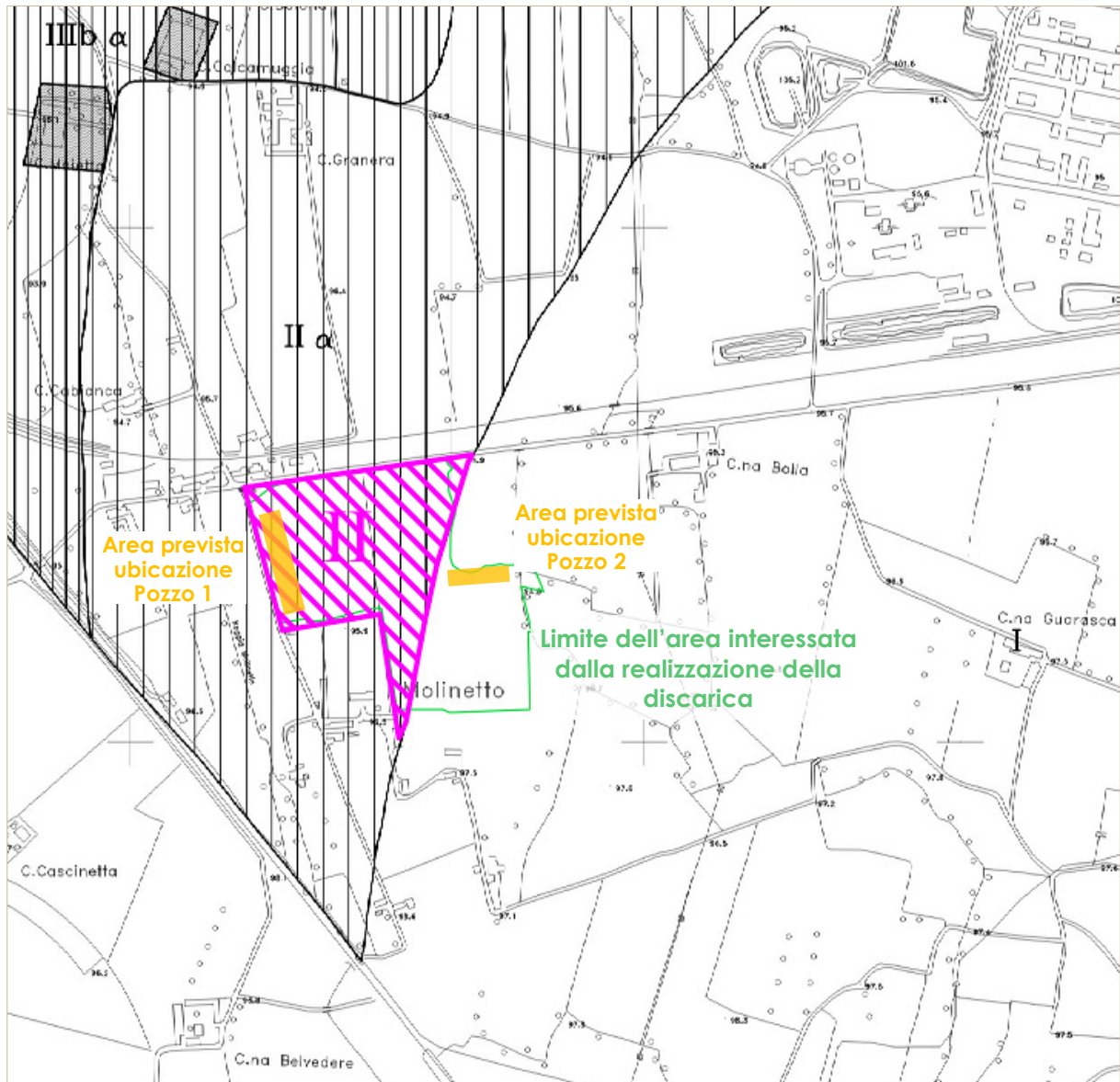


Figura 29 – Stralcio della Carta di sintesi vigente (PRGC 1990, Tav. 4, adeguata a III Var. Strutturale [3]), con evidenziata in color fucsia l'area per cui è stata richiesta la modifica dell'attribuzione della pericolosità geomorfologica passante dalla Classe II α alla Classe II. La posizione prevista per il nuovo Pozzo 1 si localizza nell'ambito dell'area da modificare in Classe II, mentre il nuovo Pozzo 2 ricade nella Classe di pericolosità I.

All'area stralciata dalla Classe II α attuale e inserita nella Classe II (indifferenziata) relativa all'ambito della pianura, si applicano le Norme Tecniche vigenti per l'intero territorio comunale [4]. Nello specifico, si ritengono valide le attuali indicazioni riportate nelle Norme Tecniche - Prescrizioni geologiche (art. 51) con riferimento all'Area di pianura, per la Classe II:

SILPDUE S.r.l. - AB Green S.r.l.

CAVA LA BOLLA - ALESSANDRIA

Discarica Per Pietrisco Ferroviario Contenente Amianto

A1 - STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE POZZI IDRICI AD USO INDUSTRIALE

Doc. N. A23-008/R09-1

“Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano campagna e dalla presenza del reticolo idrografico minore.

In questo ambito l'edificazione è subordinata alle seguenti prescrizioni:

- 1. Accertamento geotecnico nel rispetto del D.M. LL.PP 11/03/1988 e del D.M. 14/01/2008 e s.m.i., volto a determinare la quota di imposta e la tipologia delle fondazioni.*
- 2. Esecuzione preventiva di una corretta regimazione delle acque superficiali e di falda, previa relazione geologica”.*

Con riferimento ai vincoli territoriali di tipo idrogeologico e ambientale, il sito in esame [7] non risulta compreso in aree sottoposte a:

- Vincolo idrogeologico, ai sensi della L.R. n. 45/1989 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici" e smi;
- Vincolo paesaggistico ed ambientale ai sensi del D.C.R. n. 233-35836 del 3 ottobre 2017 “Approvazione del piano paesaggistico regionale ai sensi della legge regionale 5 dicembre 1977, n. 56 Tutela ed uso del suolo”);
- Fasce di rispetto fluviale ai sensi del D. Lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio.

12. CONCLUSIONI

La presente relazione ha descritto i caratteri geomorfologici, geologici e idrogeologici del sito in oggetto, ubicato in prossimità dell'abitato di Spinetta Marengo (AL), nella località Cava La Bolla, in cui è in progetto la perforazione di due pozzi per uso industriale a servizio di una discarica per pietrisco ferroviario contenente amianto proveniente dallo Scalo merci di Alessandria.

Lo studio, condotto per mezzo di rilevamenti in sito, esame della bibliografia geologica recente, esecuzione di indagini geognostiche, esecuzione ed elaborazione di rilievi piezometrici, ha consentito la definizione di un quadro conoscitivo rappresentativo dell'assetto stratigrafico e delle modalità della circolazione idrica sotterranea per le aree individuate per l'ubicazione dei due nuovi pozzi e un significativo areale circostante.

L'area in esame è inserita in un contesto di pianura, privo di tratti acclivi e morfologie accidentate. Nell'ambito dell'area di progetto e di un esteso areale circostante non sono stati rilevati fenomeni di instabilità, riferibili all'azione della gravità o delle acque di scorrimento superficiale. Dall'analisi della documentazione tecnica e di archivio, come pure dall'esame degli eventi meteo-idrologici dell'ultimo quarantennio, per cui è disponibile un'adeguata illustrazione, non risulta alcun coinvolgimento del sito da parte di fenomeni idraulici e/o erosionali da parte del reticolo idrico principale e secondario.

Con riferimento ai vincoli territoriali sovraordinati di natura idraulica e idrogeologica per il sito di progetto è stato verificato che:

- si localizza esternamente al limite della Fascia fluviale B, ovvero non è interessata da fenomeni fluviali con tempi di ritorno sino a 200 anni;
- ricade nella classificazione del PGRA nella zona con pericolosità bassa (P1);
- non è compreso in aree soggette al Vincolo idrogeologico;
- non è interessato dalle fasce di rispetto dei corsi d'acqua;
- risulta del tutto esterno alle zone di tutela assoluta, rispetto ristretta e rispetto allargata (con riferimento alle isocrone a 180 e 365 giorni).

L'integrazione dei dati di superficie con lo svolgimento di uno specifico piano d'indagine geognostica (con sondaggi a carotaggio, prove in foro, rilievi MASW, prove geotecniche di laboratorio) finalizzato all'impostazione del Progetto

dell'impianto di discarica ha consentito la ricostruzione dell'assetto e la caratterizzazione del volume di sottosuolo significativo per l'intervento.

Nel PRGC vigente, l'area in esame è in parte compresa nella Classe di pericolosità II α , che individua *"Aree prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna, dalla presenza del reticolo idrografico minore e da potenziale esondabilità, seppure con presenza d'acqua a bassa energia e con battente idraulico limitato o da fenomeni di erosione al piede dei principali terrazzi fluviali"*. Gli studi e le analisi propedeutiche alla progettazione della discarica hanno consentito, tuttavia, di verificare l'assenza, sia sotto gli aspetti geomorfologico, idrogeologico e idraulico, di fattori di criticità ostativi alla realizzazione dell'impianto nel suo complesso e, nello specifico, delle opere di captazione della falda.

L'analisi dei dati piezometrici rilevati in corrispondenza dell'area a partire dai primi Anni Duemila, inquadrati a scala più ampia con l'analogia serie di misure ottenute sulla rete di monitoraggio dello Stabilimento Syensqo, ha consentito di definire il massimo innalzamento della falda, pari a 90,5 m slm, verificatosi a seguito degli eventi alluvionali straordinari dell'autunno 2019. La soggiacenza minima determinatasi (4,5 ÷ 5,0 m dal p.c.) consente comunque la realizzazione delle opere di captazione e, nello specifico degli avampozzi, in condizioni di sicurezza rispetto alla possibile risalita della falda.

Il sottosuolo del tratto di pianura in esame comprende a partire dalla superficie una sequenza di depositi fluviali quaternari, costituita in prevalenza da ghiaie e sabbie con contenuti variabili, ma comunque nettamente subordinati di limi. La circolazione idrica sotterranea, afferente a scala più ampia al grande conoide inattivo del T. Scrivia, individua un acquifero di tipo libero sede di una falda superficiale con livelli posti a limitata profondità dal piano campagna.

Lo spessore complessivo, desumibile dalle stratigrafie dei pozzi, è normato dalla Regione Piemonte [16] come *"base dell'acquifero superficiale"*, nell'area in esame posizionata tra 45 e 55 m dal p.c., in quanto sede della circolazione superficiale captabile in genere per utilizzi non potabili.

Le opere di captazione in progetto a servizio della discarica sono previste con caratteristiche analoghe e interesseranno esclusivamente i depositi dell'acquifero superficiale. Il fabbisogno idrico complessivo massimo, comprensivo dei contributi di

entrambi i pozzi, è definito in 7 l/s (corrispondenti a 50,4 m³/ora). L'emungimento sarà continuativo nel tempo, ma con utilizzo giornaliero variabile da 12 ÷ 18 ore/giorno a 1 ÷ 5 ore/giorno in funzione delle esigenze dell'impianto e del regime meteorologico stagionale. La fase di maggiore utilizzo della risorsa idrica è limitata al periodo di coltivazione della discarica, per consentire la nebulizzazione dei lotti in lavorazione e il lavaggio di mezzi e sedi viarie. Nella fase successiva, post-operam della discarica, i fabbisogni idrici saranno limitati al mantenimento della copertura vegetale di sistemazione finale e ai servizi di manutenzione locale.

L'analisi e le verifiche di dimensionamento preliminare dei pozzi, condotte sulla base del quadro idrogeologico definito, fanno ritenere le portate di progetto compatibili con le caratteristiche dell'acquifero e le modalità della circolazione idrica sotterranea nel settore significativo per l'area di ubicazione dei pozzi.

Facendo riferimento al singolo pozzo, l'ottenimento di una portata di 7 l/s comporta un abbassamento del livello di falda di circa 2 m. Il raggio di influenza è stimato in 64 m circa. Tale valore, pur tenendo in considerazione le inevitabili approssimazioni, risulta significativamente inferiore alla distanza prevista tra le due captazioni, assunta pari a 365 m. Sono da escludersi quindi potenziali interferenze idrauliche tra i due pozzi nel corso degli emungimenti.

In modo analogo è stata verificata la posizione dei due nuovi pozzi in relazione alle captazioni per uso agricolo esistenti in località Molinetto e al pozzo idropotabile Molinetto impostato nell'acquifero confinato, sottostante alla falda idrica superficiale. Le captazioni in progetto si situano a distanze sempre superiori ai 300 m dai pozzi agricoli esistenti e ad almeno 540 m dalla posizione del pozzo idropotabile. Con riferimento a quest'ultimo, i nuovi pozzi risultano esterni a tutte le zone di salvaguardia della captazione idropotabile, compresa la Fascia di rispetto allargata (per isocrona 365 giorni), rispetto alla quale si posizionano rispettivamente alle distanze di 600 m (Pozzo 1) e 280 m (Pozzo 2).

I parametri assunti per il dimensionamento delle captazioni saranno comunque verificati in fase di perforazione dei pozzi, la produttività effettiva del sistema acquifero-pozzo sarà avvalorata al termine della terebrazione tramite l'esecuzione di apposite prove di emungimento per determinare con esattezza i parametri idrogeologici che caratterizzano la falda in questo settore. Sarà così definita anche la

portata critica del pozzo, verificando la possibilità di emungere la massima portata richiesta in autorizzazione.

Le caratteristiche realizzative della captazione idrica sono state individuate secondo le ordinarie procedure di progettazione delle opere di captazione di acque sotterranee; ulteriori considerazioni tecniche potranno essere svolte anche in funzione degli elementi acquisiti durante la trivellazione e in fase di completamento dei pozzi. Alla luce delle considerazioni esposte e considerata le posizioni individuate per i due nuovi pozzi, si conclude che le opere capteranno la sola falda superficiale di tipo freatico, non arrecheranno danni o alterazioni alla circolazione idrica intercettata e non interferiranno con eventuali altri utilizzi della falda presenti nelle aree circostanti, con specifico riferimento anche al pozzo idropotabile Molinetto.