



Ingegneria Ambientale del Sottosuolo
Subsoil Environmental Engineering

Sede Operativa
Via Privata De Vitalis 2 - 25124 Brescia
Sede Legale
Via San Zeno 145 - 25124 Brescia

Comune di Passirano

Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione

Sito di Interesse Nazionale (SIN)
“Ex Cava Vallosa” – Comune di
Passirano (BS)



ISO 9001:2008
Cert. n. SNR 29024134/6/Q



ISO 14001:2004
Cert. n. IT.0039.1



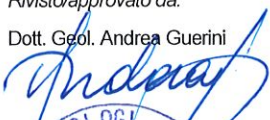
OHSAS 18001:2007
Cert. n. IT.0039.2

NCE S.r.l.
Capitale Sociale € 25.000
REA Brescia n. 0448809
Registro Imprese di Brescia e
P.IVA 02426820987

Comune di Passirano

Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione

Sito di Interesse Nazionale (SIN)
"Ex Cava Vallosa" – Comune di
Passirano (BS)

Preparato da: Dott. Ing. Gianbattista Attinasi Dott. Ing. Tiziano Cancelli	Rivisto/approvato da: Dott. Geol. Andrea Guerini 	Data: Aprile 2018	Documento n. R1.02-17-068 Revisione: 0 Emissione: per Enti
--	--	----------------------	---



INDICE

1.0 INTRODUZIONE	1-1
1.1 Motivazioni circa l'identificazione della tipologia di intervento di prevenzione	1-2
1.2 Iter tecnico amministrativo	1-3
1.3 Struttura del documento	1-8
2.0 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'AREA.....	2-1
2.1 Inquadramento territoriale	2-1
2.2 Inquadramento morfologico	2-1
2.3 Inquadramento geologico.....	2-2
2.4 Inquadramento idrogeologico.....	2-3
3.0 STATO DI FATTO DELL'AREA.....	3-1
3.1 Stato di fatto e valutazione sul perimetro SIN.....	3-1
3.2 Interferenze presenti/disponibilità dei servizi	3-1
4.0 SINTESI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI AMBIENTALI PREGRESSE REALIZZATE IN SITO (CAMPAGNE DEL 1985, 1987 E 1993 E 2014-2015)	4-1
4.1 Indagini ambientali precedenti al Piano di Caratterizzazione (1985-2005).....	4-1
4.2 Indagini ambientali previste dal Piano della Caratterizzazione (2014-2016)	4-4
4.3 Monitoraggio delle acque sotterranee (2004 – 2016).....	4-6
5.0 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO.....	5-1
5.1 Modello stratigrafico-idrogeologico.....	5-1
5.2 Individuazione di sorgenti primarie di contaminazione	5-1
5.2.1 Corpo rifiuti	5-1
5.2.2 Percolato	5-2
5.3 Individuazione delle sorgenti secondarie di contaminazione	5-2
5.3.1 Matrice terreno	5-2
5.3.2 Matrice acque sotterranee	5-3

5.3.3	Matrice soil-gas	5-3
5.4	Individuazione di vie di migrazione delle sorgenti secondarie di contaminazione	5-3
6.0	DISAMINA E VALUTAZIONE DELLE TECNOLOGIE APPLICABILI.....	6-1
6.1	Disamina delle tecnologie	6-2
6.1.1	Landfill Mining.....	6-2
6.1.2	Incapsulamento del sito	6-3
6.1.3	Phytoremediation	6-6
6.1.4	Aerazione In-Situ.....	6-7
6.1.5	Barriere Idrauliche	6-8
6.1.6	Attenuazione Naturale e Monitoraggio	6-9
6.2	Confronto tra le tecnologie selezionate e selezione dell'approccio progettuale	6-10
7.0	DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI	7-1
7.1	Obiettivi degli interventi.....	7-1
7.2	Sintesi degli interventi.....	7-1
8.0	REALIZZAZIONE DEL CAPPING.....	8-1
8.1	Inquadramento generale dell'intervento.....	8-1
8.2	Interventi preliminari.....	8-2
8.2.1	Rimozione della vegetazione.....	8-2
8.2.2	Recinzione dell'area di intervento.....	8-3
8.2.3	Eventuale dismissione impianti in sito	8-3
8.2.4	Predisposizione logistica del cantiere.....	8-3
8.3	Rimodellamento morfologico della superficie della discarica e preparazione del piano di posa	8-5
8.4	Posa del pacchetto di copertura e sistemazione delle fasce perimetrali	8-5
8.4.1	Struttura del pacchetto di copertura del capping e delle fasce perimetrali	8-5
8.4.2	Modalità di raccordo del pacchetto di copertura del capping con le fasce perimetrali e con le aree esterne	8-7

8.4.3	Impermeabilizzazione delle scarpate di raccordo	8-8
8.4.4	Procedure di verifica e tracciabilità dei materiali	8-8
8.5	Risoluzione delle interferenze con le installazioni tecnologiche presenti (pozzi biogas e percolato)	8-8
8.5.1	Sistema di monitoraggio del biogas.....	8-8
8.5.2	Sistema di monitoraggio percolato/falda sospesa.....	8-9
8.6	Strato superficiale della copertura con possibile inerbimento	8-9
8.7	Sistema di regimazione delle acque meteoriche	8-9
8.7.1	Calcolo delle portate generali di progetto per il dimensionamento delle canalette perimetrali.....	8-9
8.7.2	Dimensionamento delle canalette perimetrali	8-10
8.7.3	Sistema di scarico	8-10
8.7.4	Recinzione definitiva dell'area	8-14
8.8	Impianto di captazione e trattamento dei gas provenienti dal corpo discarica ...	8-14
9.0	ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA	9-1
9.1	Rilievo piano-altimetrico.....	9-1
9.2	Realizzazione test di ricarica in SI07.....	9-1
10.0	PIANO DI MONITORAGGIO	10-1
10.1	Monitoraggio delle acque sotterranee.....	10-1
10.1.1	Frequenza del monitoraggio	10-1
10.1.2	Punti di monitoraggio	10-1
10.1.3	Programma analitico	10-2
10.2	Monitoraggio dei gas interstiziali nel corpo di discarica.....	10-2
10.3	Monitoraggio delle caratteristiche e delle performance dell'intervento di riprofilamento e capping	10-3
11.0	COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DELL'INTERVENTO	11-1
12.0	CRITERI GENERALI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI.....	12-1
13.0	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA..	13-1

INDICE	I
TAVOLE	V
ALLEGATI.....	VI

1.0 INTRODUZIONE

Il presente documento, predisposto conformemente ai criteri generali definiti all'art. 23 del D.lgs. 50/2016, costituisce il Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione previsti presso l'area "Ex cava Vallosa", sita nel territorio del Comune di Passirano (BS).

Il presente documento è preliminare alla futura predisposizione di un progetto di Messa In Sicurezza Permanente e gli interventi definiti in questa fase progettuale sono da considerarsi parte costituente, eventualmente oggetto di successive integrazioni, degli interventi futuri di Messa In Sicurezza Permanente del sito.

L'area in esame fa parte del Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Brescia Caffaro perimetrato con D.M. 24 febbraio 2003 (SO alla Gazzetta ufficiale 27 maggio 2003, n. 121) e identificata in cartografia nella Tavola 2 allegata al suddetto Decreto (Allegato 1).

Il sito, di superficie pari a circa 31.000 m², sino agli anni '60 è stato soggetto alla coltivazione di sabbia e ghiaia; negli anni '70 l'area di cava è stata destinata successivamente a discarica, sino all'emissione nel 1979 di un'ordinanza, da parte dell'Amministrazione Comunale di Passirano, che ne ha prescritto la chiusura immediata. Attualmente l'area si presenta come un terreno incolto, coperto da vegetazione superficiale, completamente recintata, e l'accesso è vietato alle persone non autorizzate.

Il presente documento fa seguito alla conclusione delle indagini di caratterizzazione previste dal Piano di Caratterizzazione (e sua integrazione) approvato nel 2006 che ha permesso di definire con maggiore dettaglio il modello concettuale del sito.

Oggetto del presente documento è anche l'area, denominata "Area Minelli", di cui al Mappale 1206 Foglio 9 Sez. Passirano, di proprietà privata, attualmente esterna al perimetro del SIN, e oggetto di indagini nel 2017 previste dal documento "Addendum tecnico al Piano di Caratterizzazione", Settembre 2006.

Tale area, oggi recintata per una superficie di circa 3.450 m², è stata anch'essa oggetto di interramenti di rifiuti, della stessa natura di quelli conferiti nell'"Ex Cava Vallosa" e risulta sprovvista di qualsiasi elemento di copertura che riduca il fenomeno di lisciviazione delle acque meteoriche all'interno del corpo rifiuti.

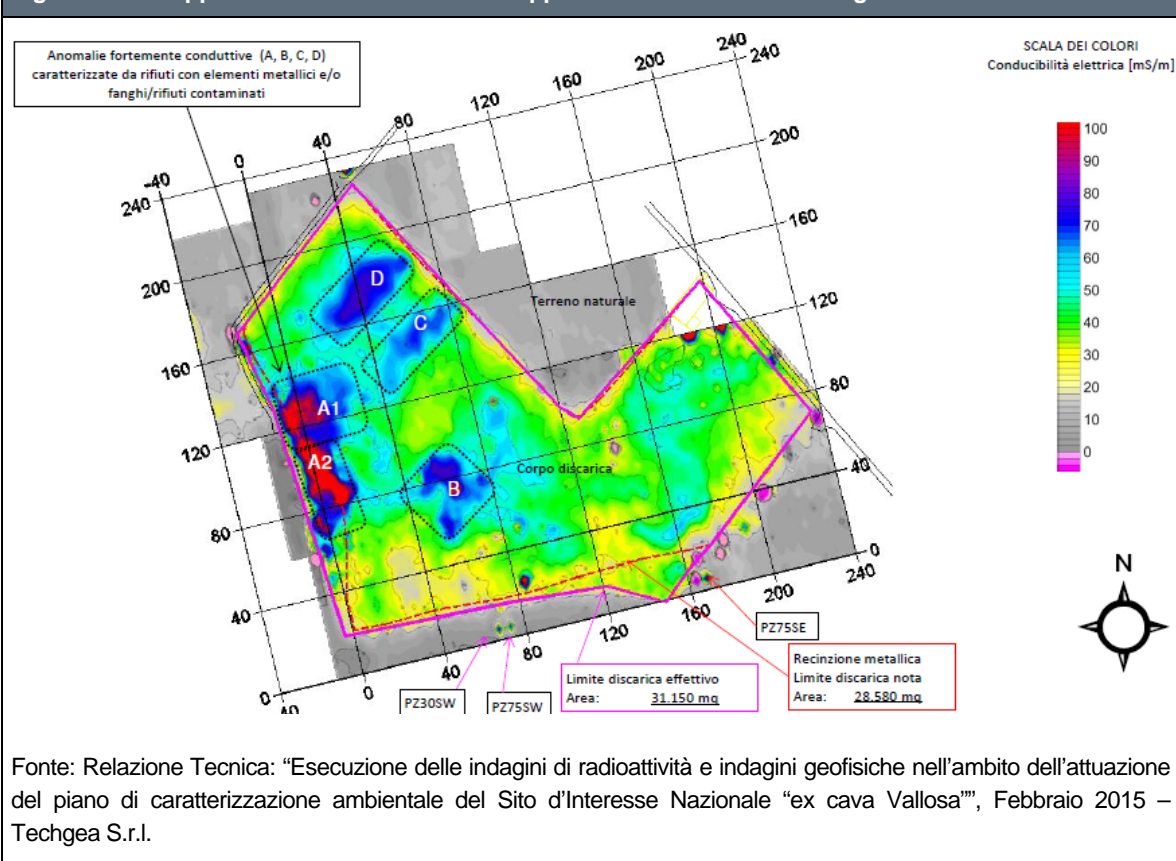
Per tali motivi e considerato soprattutto l'ubicazione del sito in posizione di monte idrogeologico, si ritiene necessario estendere gli interventi di prevenzione di cui al presente documento, al fine di non rendere inefficaci gli interventi sull' "Ex Cava Vallosa".

1.1 Motivazioni circa l'identificazione della tipologia di intervento di prevenzione

Nel presente paragrafo si intende anticipare le motivazioni che hanno portato ad identificare l'immediata realizzazione di un capping superficiale al posto di preliminari interventi di rimozione e smaltimento dei rifiuti più "critici" interrati nell'area "Ex Cava Vallosa" (es. fusti).

Le indagini geofisiche condotte nel 2014 hanno individuato alcune zone di probabile presenza di fusti metallici contenenti fanghi/rifiuti (Zone A1-A2, B, C, D in [Figura 1.1](#)), poi confermate dall'indagine geognostica eseguita nel 2016, grazie all'esecuzione di alcune trincee esplorative.

Figura 1.1 – Mappa di conducibilità elettrica apparente – Rilievo Elettromagnetico



Considerato che le trincee eseguite nel 2016 hanno individuato nelle zone denominate A1-A2, B, C, D ([Figura 1.1](#)) la presenza di fusti disarticolati frammisti ad altri rifiuti oppure direttamente materiale sciolto precedentemente contenuto in fusti/contenitori, è chiaro che un ipotetico intervento mirato a rimuovere tali rifiuti più critici debba prevedere in via preliminare tutto il volume stimabile dai risultati delle indagini svolte.

Considerate le superfici identificate dall'indagine geofisica (Zone A1-A2, B, C, D in [Figura 1.1](#) per una superficie complessiva pari a circa 5.700 m²) e una profondità di ipotetico scavo pari a 5 m

(profondità stimata sulla base delle trincee eseguite), il volume che ne deriva ammonta a circa 28.500 m³, per un peso totale indicativo di circa 50.000 t.

In base alle analisi eseguite su alcuni campioni di rifiuto provenienti dalle trincee eseguite nelle zone critiche in esame, non è possibile escludere che l'intero volume identificato possa essere conferito in discarica per rifiuti pericolosi. Considerate le tariffe medie di mercato per tale tipologia di smaltimento, la spesa economica risultante per l'intervento di rimozione e smaltimento dei rifiuti più critici nelle aree identificate dall'indagine geofisica è risultata insostenibile in base ai fondi disponibili per il SIN "Ex Cava Vallosa".

Considerato il principio di scelta delle migliori tecnologie disponibili a costi sostenibili (B.A.T.N.E.E.C. - Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs), si è ritenuto prioritario prevede un intervento mirato a ridurre il rischio di lisciviazione del corpo rifiuti e conseguente contaminazione delle acque sotterranee.

Tale aspetto verrà meglio dettagliato all'interno del [Capitolo 6](#).

1.2 Iter tecnico amministrativo

Di seguito è riportata una sintesi dell'iter tecnico-amministrativo che ha riguardato il sito "ex cava Vallosa".

1971: Richiesta di utilizzo come discarica RSU della ex cava di ghiaia Vallosa dei proprietari (Orizio) al Comune.

1972: Autorizzazione comunale per attività di discarica di RSU all'interno della ex cava di ghiaia Vallosa dismessa dal 1965 (atto n. 1962/71 del 09/03/1972) ai proprietari Giovanni e Domenico Orizio, subordinatamente a determinate condizioni finalizzate alla salvaguardia della salute pubblica e dell'ambiente.

1978: La gestione della discarica passa alle società Itarifiuti S.r.l e Ecoservizi S.p.A.

1979: A seguito della relazione dell'ufficiale sanitario, che ha rilevato la presenza di rifiuti "inquinanti", con ordinanza n. 23 del 24/03/1979 il Sindaco impone di cessare la discarica.

1983: Comunicazione scritta della società Caffaro S.p.A. all'USSL nella quale dichiara di aver smaltito presso la discarica Vallosa tra il 1969 e il 1975 fusti metallici contenenti PCB.

1984: Incarico della Provincia di Brescia alla società GE.T S.r.l. per la redazione di uno studio di indagine.

1985: Prima fase di indagini ambientali di GET (caratterizzazione geologica e idrogeologica preliminare).

1987: Seconda e terza fase di indagini ambientali di GET (indagini geofisiche, perforazione sondaggi/piezometri, analisi chimiche). Viene localizzato un fusto con pece contenente PCB. Si rilevano tracce di PCB nelle acque sotterranee e si definisce la presenza di rifiuto misto (RSU, macerie, rifiuti industriali). Vengono avanzate proposte per la «messa in sicurezza del sito» (rimozione dei possibili fusti, rimozione di tutto il rifiuto, inertizzazione del rifiuto in sito, confinamento dell'area (perimetro) con colonne jet-grouting, ecc.).

1989: L'Assessorato provinciale all'Ecologia comunica al Comune di Passirano e, per conoscenza all'USL 36 ed alla Regione Lombardia, di ritenere ormai esaurita la fase conoscitiva, da cui non risulta la presenza di PCB. Esprime quindi l'avviso che l'Amministrazione Comunale di Passirano valuti direttamente l'eventuale fattibilità di un intervento di bonifica dell'area, con il supporto finanziario della Regione.

1990: La Provincia segnala l'area alla Regione Lombardia ai fini di un suo inserimento nel Piano di Bonifica delle aree contaminate di cui alla Legge 441/87.

1991: Proposta di bonifica della discarica Vallosa presentata dalla società Sageter S.p.A. (Spa a maggioranza provinciale): realizzazione di un giacimento controllato di massima sicurezza di II categoria tipo C (per rifiuti tossico-nocivi).

1992: Parere negativo del Comune di Passirano al progetto Sageter SpA. L'Amministrazione Comunale si impegna ad aggiornare gli studi conoscitivi già condotti dalla G.E.T ed a presentare un proprio progetto di bonifica dell'area.

1993: Il Comune di Passirano commissiona un nuovo studio di approfondimento alla società A.DI.GE S.r.l.. Le indagini confermano la presenza di rifiuti speciali e tossico nocivi e rilevano concentrazioni di PCB superiori rispetto agli studi precedenti. Le conclusioni dello studio sottolineano che, un elemento prioritario della bonifica, sebbene non definitivo, è rappresentato dalla copertura superficiale con adeguato terreno impermeabile e la sagomatura morfologica, onde ridurre e per quanto possibile evitare, infiltrazioni di acque meteoriche.

1995: Su incarico del comune di Passirano la società Cogeme S.p.A., predispone e presenta all'Amministrazione Comunale un progetto di messa in sicurezza permanente del sito: confinamento dei rifiuti nell'ambito della stessa area, senza prevedere una loro rimozione. Il progetto è stato successivamente inviato a Regione Lombardia e Provincia di Brescia per l'approvazione. Gli Enti locali si attivano nella ricerca dei finanziamenti necessari per la sua realizzazione (costo previsto: circa 1.700.000.000 di lire).

1999: Conferenza dei Servizi presso il Comune di Passirano e successiva istituzione di un gruppo di lavoro che detti le linee guida degli interventi di bonifica, costituito da funzionari della Provincia, dell'ASL, della Regione; tutti concordano sull'ipotesi di messa in sicurezza dei rifiuti senza che vengano asportati dal sito, operazione estremamente onerosa.

2001: ASL e ARPA conducono un'indagine approfondita nelle aree esterne adiacenti alla discarica Vallosa, prendendo in considerazione diverse matrici: il terreno, gli alimenti di origine animale e vegetale, il siero sanguigno umano.

2002: I risultati delle indagini condotte da ASL e ARPA nelle aree esterne adiacenti alla discarica Vallosa mostrano il superamento dei limiti delle concentrazioni di PCB e mercurio nel terreno in quasi tutti i campioni prelevati nei dintorni della discarica Vallosa. Ordinanza Sindacale n. 14 del 24/04/2002 che vieta, in un raggio di 100 metri da alcuni punti indicati da ASL e ARPA, l'alimentazione con foraggi prodotti nelle zone riconosciute contaminate, di animali destinati direttamente o con i loro prodotti, al consumo umano, il pascolo degli stessi animali, l'asportazione di terreno, il commercio e il consumo di prodotti per l'alimentazione umana e animale provenienti dall'area in oggetto.

2003: Con D.M. 24/02/2003 il Ministero dell'Ambiente perimetra il Sito di Interesse Nazionale "Brescia – Caffaro", in cui viene inclusa la discarica "ex cava Vallosa".

2004: Cogeme S.p.A. presenta il progetto di realizzazione dei piezometri di monitoraggio della falda ed esecuzione della prima campagna di analisi, nell'ambito degli interventi preliminari alla messa in sicurezza d'emergenza dell'area. L'Amministrazione Comunale, con Ordinanza n. 31 del 27/07/2004 ordina:

- la recinzione dell'area Vallosa perimetrata come SIN;
- la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza, così come individuati nel progetto Cogeme ed in particolare la realizzazione dei piezometri di monitoraggio della falda con l'esecuzione della prima campagna di analisi.

2005: In relazione ai divieti nelle aree esterne adiacenti al SIN, l'Amministrazione Comunale emette l'Ordinanza Sindacale n. 1 del 13/01/2005 di reiterazione dei divieti espressi con le precedenti limitatamente alla coltivazione di vegetali destinati direttamente all'alimentazione umana e zootecnica fino a revoca.

Tra marzo (14 marzo) e maggio (6 maggio 2005) viene eseguita la 2^a campagna di monitoraggio delle acque di falda presso le tre coppie di piezometri realizzate nel settembre-ottobre 2004: le analisi chimiche indicano una contaminazione da PCB, oltre che da monoclorigenene e metalli pesanti nel piezometro superficiale di valle PZ30SW e di tricloroetilene, monoclorigenene e manganese nel piezometro superficiale di monte PZ30N. L'Amministrazione Comunale ha contestualmente avviato il procedimento amministrativo nei confronti del proprietario dell'area in oggetto, ai fini della messa in sicurezza, della bonifica e del ripristino ambientale della stessa.

Inoltre è stata emessa l'Ordinanza Sindacale n. 27 del 11/08/2005 di recinzione e divieto di accesso.

In data 18/10/2005 ha luogo la Conferenza dei Servizi Istruttoria durante la quale è stato esaminato il Piano della Caratterizzazione elaborato per conto dell'Amministrazione Comunale dalla società ENSR Italia S.r.l. (COGEME SpA) e sono state contestualmente formulate una serie di prescrizioni.

2006: Il Ministero dell'Ambiente, nell'ambito della Conferenza dei Servizi Decisoria del 20/01/2006 approva il Piano di Caratterizzazione Ambientale con prescrizioni.

Le attività previste nel Piano di Caratterizzazione sono principalmente finalizzate all'approfondimento dei seguenti aspetti:

- limite areale e verticale dell'ammasso dei rifiuti;
- eventuale presenza di ristagni di percolato;
- eventuale presenza di un livello di ridotta permeabilità alla base del corpo rifiuti;
- eventuale presenza di fusti metallici sepolti in superficie o in profondità all'interno dell'ammasso di rifiuti;
- eventuale presenza di radioattività;
- eventuale presenza di biogas all'interno dell'ammasso rifiuti;
- caratterizzazione chimica e qualitativa dei rifiuti, del percolato e del terreno.

Sempre nel 2006, la redazione del "Addendum tecnico al Piano di Caratterizzazione", che prevede l'esecuzione delle indagini oltre che sull'area perimetrata come SIN ex Cava Vallosa (superficie 29.100 m²) anche sull'area attualmente esterna al SIN, denominata "Nord-Est" (superficie 3.450 m²) (AREA MINELLI).

2007: Conferenza dei Servizi Decisoria del 27/07/2007: il Ministero dell'Ambiente approva le specifiche tecniche dell'impianto di Messa in Sicurezza d'Emergenza (MISE), la cui funzione è quella di impedire la contaminazione riscontrata nel piezometro PZ30SW, minimizzando gli impatti ed impedendo la migrazione della contaminazione dal corpo acquifero superficiale alla falda freatica sottostante.

2009: Accordo di Programma tra il Ministero dell'Ambiente, Regione Lombardia, Provincia di Brescia, Comune di Brescia, Comune di Castegnato e Comune di Passirano per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e successiva bonifica nel Sito di Interesse Nazionale Brescia – Caffaro. Per quanto riguarda la discarica "ex Cava Vallosa" l'Accordo di Programma alla lettera H) prevede lo stanziamento di 450.000 euro per:

- la prosecuzione degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza delle acque di falda;

- esecuzione delle indagini previste dal Piano di Caratterizzazione;
- progettazione degli interventi di messa in sicurezza permanente/bonifica del sito.

2010 – 2013: Monitoraggio acque e smaltimento dal sistema di MISE.

2013: Aggiudicazione a WTE S.r.l. per il servizio di prelievo, trasporto e smaltimento di rifiuti speciali prodotti dalla MISE per il triennio 2013-2015.

Indagini sulle aree esterne per la verifica della concentrazione di PCB presente nei terreni rispetto al nuovo valore di Concentrazione Limite Ammissibile (CLA) introdotto dal Testo Unico Ambientale D. Lgs. 152/2006 s.m.i. per la destinazione d'uso residenziale/verde pubblico pari a 0,06 mg/kg (nel 2003 era in vigore una CLA più bassa pari a 0,001 mg/kg, come stabilito dal D.M. 471/99 oggi abrogato dal Testo Unico Ambientale).

In data 18 novembre 2013 ARPA ha avviato le attività di campionamento.

2014: Aggiudicazione alla società NCE S.r.l. del servizio di monitoraggio semestrale delle acque sotterranee per il triennio 2014-2016.

A causa dell'impossibilità ad utilizzare i fondi ministeriali previsti nell'ambito dell'Accordo di Programma per le attività di indagine previste dall'Addendum al Piano di Caratterizzazione sull'area limitrofa attualmente esterna alla perimetrazione del SIN oggetto di indagine da parte di ARPA nell'Agosto 2005, nel 2014 l'Amministrazione Comunale, in attesa di un'eventuale proposta di ridefinizione del perimetro del SIN da parte di Regione Lombardia, ha proceduto all'aggiudicazione definitiva alla società Techgea S.r.l., del servizio di esecuzione delle indagini di radioattività e indagini geofisiche previste dal Piano di Caratterizzazione Ambientale sull'area perimetrata ad oggi come SIN.

In novembre – dicembre, esecuzione indagini di radioattività e geofisiche

- Proposta di modifica e integrazione alle successive indagini geognostiche previste dal Piano di Caratterizzazione.
- Spostamento di posizione per alcuni dei sondaggi geognostici interni al corpo discarica indagato.
- Posizionamento di alcune indagini integrative per la verifica delle anomalie elettromagnetiche potenzialmente correlabili con la presenza di fusti (o fanghi) interrati entro i primi 4-5 m (trincee geognostiche TR1÷6).
- Spostamento di posizione per alcuni dei sondaggi geognostici esterni poiché non rappresentativi del perimetro regolare posto intorno alla discarica ricadente nell'area SIN.

- Sono rimasti inalterati i punti di verifica gas survey (minisondaggi) all'interno dell'area di discarica (1÷12).

2015: Nell'Aprile 2015 ARPA e Regione Lombardia hanno trasmesso un parere positivo alle richieste di modifica/integrazione alle indagini geognostiche avanzato dall'Amministrazione Comunale sulla base dell'esito delle indagini geofisiche eseguite nel Dicembre 2014.

ARPA esprime la necessità di avere a disposizione in sede di campionamento geognostico un adeguato escavatore per consentire la visione dei rifiuti eventualmente presenti nella porzione Nord-Est attualmente esterna al SIN.

2016: In data 07/06/2016 con determinazione n. 149 è stata aggiudicata definitivamente la procedura di gara per l'affidamento del servizio di esecuzione delle indagini geognostiche presso il sito SIN discarica ex Cava Vallosa al raggruppamento temporaneo di imprese costituito dal laboratorio CPG Lab S.r.l. e dallo Studio Tecnico geom. Ugo Celotti S.r.l..

Nei mesi di Settembre e Ottobre 2016 sono state eseguite le indagini geognostiche previste dal Piano di Caratterizzazione. Le indagini geognostiche hanno previsto l'esecuzione di analisi chimiche da effettuarsi sui campioni di terreno, rifiuti ed eventuale percolato prelevati dai seguenti punti di indagine presso il sito denominato "discarica ex Cava Vallosa":

- n. 12 sondaggi geognostici all'interno del corpo discarica,
- n. 12 sondaggi geognostici all'esterno del corpo discarica su una fascia perimetrale di 50 metri (di cui n. 1 ricadente nell'area esterna al SIN ubicata a nord-est),
- n. 12 sonde fisse per rilievo gas interstiziali,
- n. 10 trincee geognostiche (di cui n. 3 nell'area esterna al SIN ubicata a nord-est).

2017: Nel febbraio 2017, la società Techgea S.r.l. redige la documentazione tecnica di sintesi dei risultati ottenuti nel corso delle indagini condotte e previste dal Piano di Caratterizzazione.

Nel luglio 2017 sono state eseguite le indagini geofisiche sull'area "Minelli" previste dall'Addendum al Piano di Caratterizzazione nel 2006. I risultati di tale indagini sono descritti nel documento Techgea *"Esecuzione delle indagini geofisiche nell'area Minelli, adiacente al sito di interesse nazionale "ex cava Vallosa" in comune di Passirano – Relazione di sintesi dei risultati"*, Settembre 2017.

1.3 Struttura del documento

La presente relazione è articolata nei seguenti capitoli:

- *Capitolo 2:* Inquadramento ambientale dell'area;

- *Capitolo 3:* Stato di fatto dell'area, con analisi delle interferenze, disponibilità dei servizi necessari e modalità dei relativi allacciamenti;
- *Capitolo 4:* sintesi dei risultati delle indagini ambientali pregresse realizzate in sito (campagne del 1985, 1987 e 1993 e 2014-2015);
- *Capitolo 5:* modello concettuale definitivo;
- *Capitolo 6:* disamina e valutazione delle tecnologie applicabili;
- *Capitolo 7:* descrizione generale degli interventi;
- *Capitolo 8:* realizzazione del capping;
- *Capitolo 9:* attività propedeutiche alla progettazione definitiva/esecutiva;
- *Capitolo 10:* piano di monitoraggio;
- *Capitolo 11:* compatibilità ambientale dell'intervento;
- *Capitolo 12:* criteri di protezione dei lavoratori;
- *Capitolo 13:* Computo metrico estimativo e cronoprogramma di massima.

2.0 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'AREA

2.1 Inquadramento territoriale

L'area oggetto di studio è sita in località Vallosa nel territorio comunale di Passirano (BS) ([Tavola 1](#)).

Tale area si sviluppa a sud dell'abitato di Passirano ed a Nord del casello autostradale di Ospitaletto, sull'autostrada A4 (MI-VE), in una zona di pianura scarsamente urbanizzata e soggetta ad attività produttive agricole e zootecniche (cfr. Tav. 1- Corografia).

L'area è localizzata sul Foglio Rovato (F 47 IV SO) della carta IGM (scala 1:25.000) e sul Foglio Ospitaletto (D5a5) della CTR in scala (1:10.000).

L'area "Ex-cava Vallosa" è inserita in un contesto rurale con destinazione reale dei suoli ad uso agricolo. I campi adiacenti al sito sono destinati primariamente alla cerealicoltura, alla produzione di foraggi da sfalcio e alla viticoltura.

Gli insediamenti abitati più prossimi (insediamenti civili rurali) si trovano verso Est (Vallosa) e verso Ovest (F.le Minelli) ad una distanza di circa 200 m. Verso Sud è presente il nucleo di C.na Casarotte (a circa 300 m) e oltre, l'area industriale di Cazzago San Martino e di Passirano. Verso Nord, a circa 500 m dal sito, è presente il nucleo delle cascine Pitass.

Il centro abitato più prossimo di un certo rilievo è la frazione Barco del Comune di Cazzago San Martino, posto a circa 800 m ad Ovest.

2.2 Inquadramento morfologico

Dal punto di vista morfologico, il sito è ubicato nel contesto dell'alta pianura fluvioglaciale terrazzata posta a monte della fascia delle risorgive, che si estendono più a sud lungo l'allineamento Roncadelle – Torbole – Trezzano.

L'area della ex-cava Vallosa si inserisce nell'ambito delle ampie conoidi ghiaiose a morfologia sub pianeggiante o leggermente convessa costituite da materiali grossolani fluvioglaciali, comprese tra le superfici rilevate (terrazzi antichi e rilievi morenici) ed il limite superiore della fascia delle risorgive ([Tavola 2](#)).

L'assetto geomorfologico dell'area vasta è quindi definito dal susseguirsi di terrazzi che si aprono a ventaglio verso sud, separati da scarpate con livello di espressione morfologica assai variabile.

Esistono evidenze morfologiche di paleoalvei (es. scaricatore fluvioglaciale del Fosso Longherone) con tracce di corsi d'acqua tipo braided (intrecciati).

2.3 Inquadramento geologico

I contenuti riportati nel presente paragrafo sono stati desunti dal Piano di Caratterizzazione ambientale approvato nel 2006.

Il territorio in esame appartiene alla fascia dell'alta pianura terrazzata. Si tratta di un'area a morfogenesi fluviale/ fluvioglaciale, caratterizzata da numerosi ordini di terrazzi che rappresentano i livelli di aggradazione della pianura, connessi, secondo la nomenclatura geologica classica, alle glaciazioni Mindell e Würm (estratto Carta Geologica in [Tavola 3](#)).

L'integrazione dei dati morfologici con quelli pedologici e litologici ha permesso l'identificazione di tre unità principali, così definite:

- 1) Ceppo dell'Oglio
- 2) Unità delle ghiaie e sabbie ferrettizzate
- 3) Unità delle ghiaie e sabbie

Descrizione delle singole unità

1) Ceppo dell'Oglio

All'interno del territorio studiato non è in affioramento, ma si riscontra descritto nelle stratigrafie dei pozzi trivellati.

Appare come un conglomerato grossolano, con clasti poligenici ed arrotondati. L'ambiente deposizionale è fluviale, come attestato anche dalle strutture sedimentologiche. È nota la variabilità della cementazione più spinta in prossimità dei corsi d'acqua come conseguenza della miscelazione tra acque di falda e fluviali.

2) Unità delle ghiaie e sabbie ferrettizzate

L'unità è formata dalla seguente successione, a partire dall'alto:

- coltre pedologica di spessore > 2m: limi sabbiosi e limi argillosi a scheletro assente o raro fortemente pedogenizzati, rubefatti su ghiaie alterate (depositi fluvioglaciali sotto descritti);
- depositi fluvioglaciali: ghiaie a prevalente supporto clastico, con matrice da limosa a limoso argillosa; ciottoli da arrotondati a subspigolosi, con diametro medio centimetrico. La superficie superiore è ondulata alla scala metrica.

Le litologie terrigene e carbonatiche sono fortemente alterate, mentre il grado di alterazione delle rocce endogeno-metamorfiche è talvolta elevato, in funzione del contenuto in silice e dei caratteri tessiturali.

L'unità affiora nel settore nord/orientale e nord/occidentale del territorio studiato, e limitatamente in aree centrali (Barco).

L'unità costituisce un terrazzo morfologicamente ben espresso nelle aree settentrionali, mentre affiora come relitto nelle aree centrali in cui l'evidenza morfologica dei terrazzi è stata del tutto elisa.

Sulla base dei dati litologici (presenza costante di depositi eolici) e pedologici, l'unità viene attribuita al Pleistocene Inferiore (Riss Auct.).

3) Unità delle ghiaie e sabbie

L'unità è costituita da:

- depositi fluvioglaciali: ghiaie a matrice sabbiosa; ciottoli arrotondati e subarrotondati; diametro medio centimetrico; diametro massimo osservato 50 cm. Grossolana stratificazione suborizzontale; strati e lenti sabbiosi. Sono presenti livelli e lenti a supporto di matrice limoso-sabbiosa di probabile origine lacustre o palustre.

I depositi fluvioglaciali risultano pedogenizzati fino ad una profondità massima di circa 2m.

L'unità affiora estesamente nell'area centrale del territorio studiato e lungo lo scaricatore fluvioglaciale del Fosso Longherone.

L'età dei depositi copre un arco di tempo compreso tra il Pleistocene Superiore e il Tardiglaciale.

2.4 Inquadramento idrogeologico

I complessi idrogeologici riconosciuti si succedono dal più profondo e antico al più superficiale secondo il seguente schema (estratto Carta idrogeologica in [Tavola 4](#)):

1) Complesso delle ghiaie e sabbie

Il complesso, presente con continuità areale in tutto il territorio con uno spessore variabile da 40 m a 90 m e oltre, è costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie di natura fluvioglaciale, sede di acquifero libero, talvolta cementate (Ceppo).

I livelli argillosi, in aumento verso il settore meridionale, non costituiscono soluzioni alla continuità idraulica dell'acquifero.

L'alimentazione della falda libera è dovuta all'infiltrazione efficace dovuta alla ricarica irrigua e alle precipitazioni.

L'acquifero è captato da tutti i pozzi, potabili e non, presenti nell'area.

2) Complesso superficiale

E' costituito da una successione di origine fluvioglaciale di depositi ghiaiosi alternati a limi ed argille, alterati in superficie (fino a profondità di alcuni metri), sede di acquiferi "sospesi" rispetto a quello libero superiore, di limitato spessore ed estensione laterale, contenuti nei livelli grossolani. I livelli a bassa permeabilità non costituiscono un limite continuo alla eventuale percolazione degli inquinanti verso la falda libera.

La falda freatica principale nei pressi del sito in esame, posta a circa 52-60 metri di profondità, è stata oggetto di numerose campagne di monitoraggio, sempre descritte con report specifici cui si rimanda per maggiori dettagli.

A scala di sito, con riferimento alla [Figura 2.1](#), la falda freatica principale viene monitorata attraverso 5 piezometri: Pz75 Monte, PZ75N, PZ75SE, PZ75SW e PZ4

Il piezometro Pz75 Monte (profondità pari a 75 m), realizzato nel settembre 2005, è ubicato idrogeologicamente a monte della rete di monitoraggio sopra descritta.

Le sigle PZ75N, PZ75SE, PZ75SW sono riferite ai piezometri profondi (di profondità pari a 75 m) ubicati rispettivamente a Nord, Sud-Est e Sud-Ovest dell'area d'interesse, all'esterno del confine del sito, a pochi metri di distanza dai corrispondenti piezometri superficiali (che monitorano l'eventuale presenza della falda superficiale).

Il PZ4, unico piezometro rimasto tra quelli realizzati nell'ambito della prima campagna conoscitiva condotta presso l'area in oggetto (anno 1987), è posto a circa 200 m al di fuori del confine meridionale dell'area "Ex cava Vallosa", ed è profondo circa 78 m.

Di seguito (vedi [Tabella 2.1](#)), si riportano i dati di soggiacenza e livello piezometrico relativi all'ultima sessione di monitoraggio acque eseguita (Aprile 2016).

Tabella 2.1 – Soggiacenza e livello piezometrico rilevati nei piezometri –Aprile 2016		
Piezometri	Soggiacenza (m da t.p.)	Livello piezometrico (m slm)
Falda profonda		
Pz75monte	58,50	113,81
Pz75N	59,85	113,77
Pz75SE	56,53	113,73
Pz75SW	58,02	113,61
Pz4	55,30	113,65

Tabella 2.1 – Soggiacenza e livello piezometrico rilevati nei piezometri –Aprile 2016		
Piezometri	Soggiacenza (m da t.p.)	Livello piezometrico (m slm)
Falda superficiale		
Pz30SW	n.r. (MISE)	/
Pz30SE	26,83	143,40
Pz30N	28,70	144,71

Considerata l'assenza di dati significativi per l'interpolazione dei dati piezometrici relativi alla falda superficiale, l'elaborazione dei dati di soggiacenza registrati risulta possibile solo per i piezometri profondi (Figura 2.1).

Figura 2.1 – Elaborazione piezometrica (monitoraggio ottobre 2016)



In tutte le piezometrie ricavate nel corso delle sessioni di monitoraggio eseguite si conferma la direzione generale del flusso di falda da Nord-Ovest a Sud-Est. Appare evidente un'anomalia delle linee di flusso ricavate nell'intorno del Pz75SW causato dal livello di falda registrato che risulta più basso rispetto al livello di Pz4, storicamente considerato come piezometro di valle dell'intero sito. Si evidenzia tuttavia come in tale zona si è sempre riscontrata un'alterazione delle linee isopiezometriche in corrispondenza di PZ75SE e PZ75SW.

3.0 STATO DI FATTO DELL'AREA

3.1 Stato di fatto e valutazione sul perimetro SIN

Attualmente l'area si presenta come un terreno incolto, coperto da vegetazione superficiale, completamente recintata, e l'accesso è vietato alle persone non autorizzate.

L'area oggi recintata fa riferimento alla definizione del perimetro del Sito di Interesse Nazionale "Brescia – Caffaro" stabilito con D.M. 24/02/2003 del Ministero dell'Ambiente (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - MATTM).

A seguito dell'esecuzione delle indagini geofisiche eseguite nel novembre-dicembre 2014, che hanno evidenziato un allargamento del perimetro dell'ex Cava Vallosa rispetto al perimetro SIN con aumento della superficie di circa il 10% (da 28.580 m² a 31.150 m²), il Comune di Passirano ha richiesto con nota *Prot. n. 0004233 - Cat. 6/Cl. 9/ES/ss del 23 aprile 2015* la ripermetrazione del SIN discarica "ex Cava Vallosa", con riferimento ai 1247 e 1248 Foglio 9 Sez. Passirano.

Nella stessa nota, il Comune di Passirano ha richiesto l'inserimento all'interno del SIN Brescia Caffaro anche il Mappale 1206 Foglio 9 Sez. Passirano ("Area Minelli"), porzione di discarica ubicata a nord-ovest (circa 4.000 mq), di proprietà privata, attualmente esterna al perimetro del SIN, e oggetto di indagini nel 2017, previste dal documento "Addendum tecnico al Piano di Caratterizzazione", Settembre 2006.

Considerata la problematica ambientale dell'area in oggetto (interramento di rifiuti con conseguente lisciviazione di contaminanti nel sottosuolo/falda) e l'adiacenza dei mappali citati all'ex Cava Vallosa, ai fini del presente documento si ritiene di includere nelle aree coinvolte dagli interventi proposti anche i mappali 1206-1247-1248 Foglio 9 Sez. Passirano quale ulteriore opera di prevenzione ambientale (stato di fatto in [Tavola 5](#)) – superficie complessiva pari a 34.575 m².

3.2 Interferenze presenti/disponibilità dei servizi

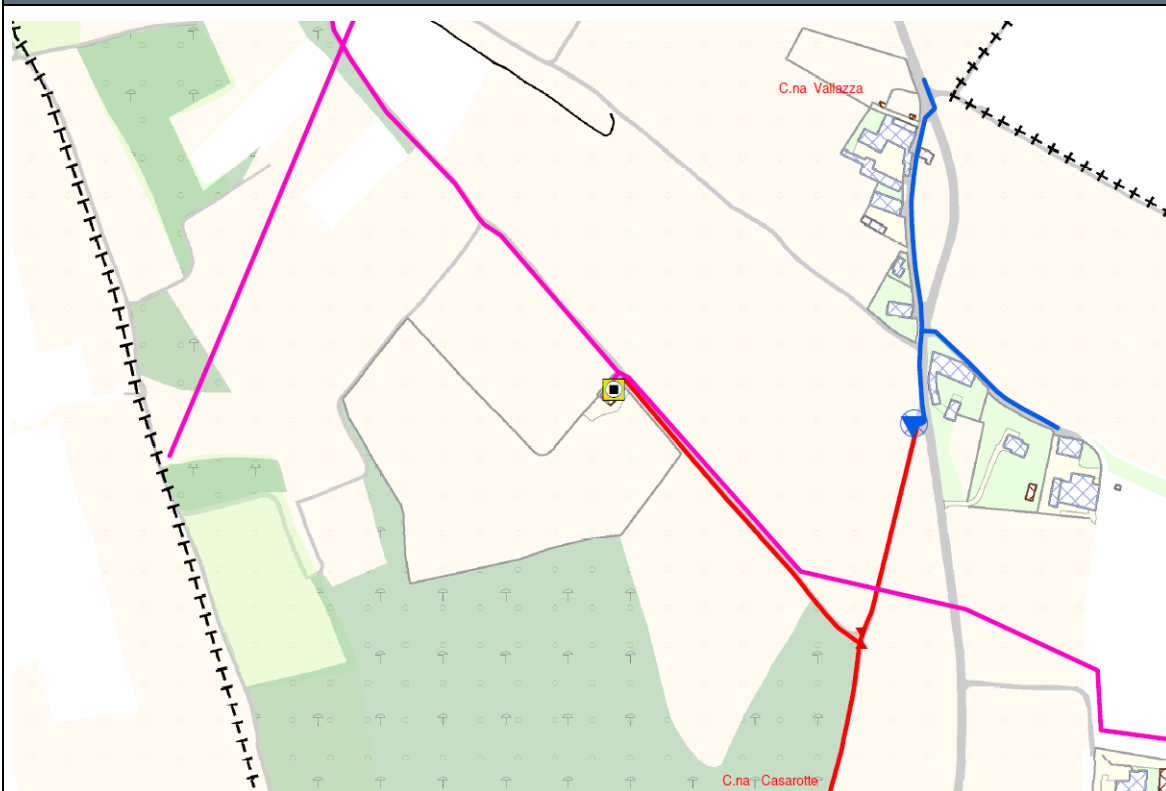
Nei pressi del sito "Ex Cava Vallosa" risultano presenti i seguenti elementi che possono costituire un potenziale elemento di interferenza con gli interventi previsti dal presente documento (estratto carta dei vincoli in [Tavola 6](#)):

- *Cabina SNAM e rete gas SNAM*: in corrispondenza dell'angolo Nord-Est del perimetro del sito in esame è ubicata una cabina SNAM (cabina 1° salto), pavimentata e perimetrata da un cordolo in cls ([Figura 3.1](#) e [3.2](#)). L'intervento di messa in sicurezza dovrà essere opportunamente raccordato ai cordoli dell'area SNAM.

Lungo la strada di accesso all'ex cava Vallosa dalla strada provinciale corrono le reti di alta e media pressione che si staccano dalla cabina SNAM. L'ubicazione di tali reti,

anche in base alla presenza dei picchetti di segnalazione, risulta esterna al perimetro dell'area in esame, tuttavia risulta necessario in tutte le fasi di indagini da eseguire e preliminarmente ai futuri interventi, coinvolgere preliminarmente SNAM per l'opportuno picchettamento.

Figura 3.1 – Ubicazione cabina rete gas SNAM e rete di distribuzione



Legenda

- Tratta di alta pressione
- Tratta di media pressione
- Tratta di bassa pressione
- - - Allacciamento utenza a MP
- ✕ Valvola
- ⚡ Punto di controllo protezione catodica
- Cabina 1° salto
- ⬇ Gruppo di riduzione finale

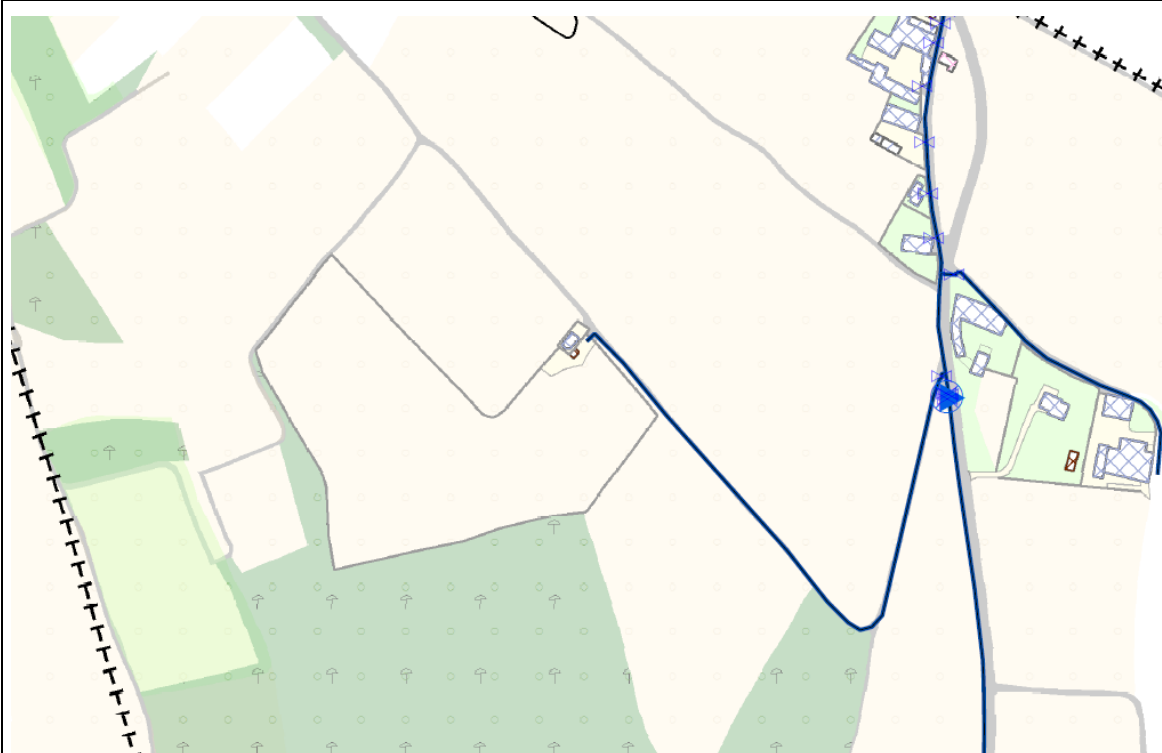
Fonte: Planimetria reti di sottoservizi - Gasdotto - Tav.4B del Piano Urbano Generale dei Servizi del Sottosuolo (PGT Comune di Passirano)

Figura 3.2 – Ingresso cabina rete gas SNAM











- *Acquedotto*: parallelamente alle condotte gas SNAM corre la linea di acquedotto, la cui ubicazione è riportata in [Figura 3.3](#). Anche in questo caso, l'ubicazione della condotta risulta esterna al perimetro dell'area in esame, tuttavia risulta necessario in tutte le fasi di indagini da eseguire e preliminarmente alle lavorazioni previste, coinvolgere il gestore dell'acquedotto per l'opportuno picchettamento.

Figura 3.3 – Rete acquedotto



Legenda

- Tratta di adduzione
- Tratta di distribuzione
-  Pozzo
-  Serbatoio
-  Impianto di trattamento delle acque
-  Pompa
-  Riduttore
-  Idrante
-  Fontana
-  Saracinesca

Fonte: Planimetria reti di sottoservizi - Acquedotto - Tav.1B del Piano Urbano Generale dei Servizi del Sottosuolo (PGT Comune di Passirano)

- Rete energia elettrica: non è nota l'ubicazione del tracciato della rete elettrica che serve la cabina SNAM e il sistema di MISE presente in Pz30SW, tuttavia è presumibile che sia parallelo alla rete acquedottistica. Tale aspetto dovrà essere necessariamente affrontato

sia in sede di eventuali perforazioni sia nell'ambito delle misure di prevenzione previste dal presente documento.

- Sistema di MISE (Pump&Stock) in Pz30SW: nell'angolo nord-ovest dell'area "ex Cava Vallosa" (interno al perimetro SIN), adiacente alla cabina SNAM è ubicata una cisterna di stoccaggio (serbatoio da 15 m³) che accumula le acque emunte dal Pz30SW dove è installata una pompa elettrosommersa (Figura 3.4). Il serbatoio è provvisto di bacino di contenimento in cls che dovrà opportunamente raccordarsi con il sistema di isolamento superficiale (capping).

Non è noto con precisione il tracciato del cavo elettrico della pompa elettrosommersa e della tubazione che convoglia le acque dal piezometro Pz30SW alla cisterna di stoccaggio. Tali dubbi dovranno essere necessariamente risolti prima della progettazione esecutiva dell'intervento di messa in sicurezza (capping), il quale dovrà riportarne l'eventuale spostamento qualora interferente con l'area oggetto delle lavorazioni.

Figura 3.4 – Cisterna di stoccaggio sistema MISE P&S



Figura 3.4 – Cisterna di stoccaggio sistema MISE P&S



4.0 SINTESI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI AMBIENTALI PREGRESSE REALIZZATE IN SITO (CAMPAGNE DEL 1985, 1987 E 1993 E 2014-2015)

Nel presente capitolo sono riassunte le attività di indagini eseguite nell'area di interesse a partire dal 1985 ad oggi. Le campagne conoscitive condotte hanno consentito una definizione delle dimensioni e delle caratteristiche del corpo di discarica nonché dello stato qualitativo delle matrici ambientali presenti.

4.1 Indagini ambientali precedenti al Piano di Caratterizzazione (1985-2005)

A partire dal 1985, su incarico dell'Amministrazione provinciale di Brescia e dell'Amministrazione comunale di Passirano, sono state eseguite differenti attività di indagine con l'obiettivo di definire il volume e la natura dei rifiuti stoccati nell'Ex Discarica in Località Vallosa.

Le indagini ambientali sono state eseguite in fasi successive secondo tecnologie e modalità differenti consentendo un progressivo approfondimento del quadro conoscitivo dell'area. Nel 1985, la società GE.T S.r.l., per conto dell'amministrazione provinciale di Brescia, ha condotto uno studio idrogeologico finalizzato alla definizione dell'assetto geologico e idrogeologico dell'area di interesse.

Due anni dopo, nel luglio del 1987, è stata realizzata la prima campagna di indagine conoscitiva, sempre ad opera della società GE.T. S.r.l. su incarico della Provincia di Brescia. In questa fase, sono state condotte diverse indagini geognostiche utilizzando metodi indiretti e diretti.

Le indagini indirette, condotte con la precisa finalità di individuare l'andamento stratigrafico e di stimare le dimensioni del corpo di discarica, hanno previsto l'esecuzione di 12 sondaggi elettrici verticali (S.E.V.) e una serie di rilievi elettromagnetici. Le indagini dirette hanno invece previsto (ubicazione in [Tavola 7](#)) le seguenti attività:

- la realizzazione di 8 sondaggi a carotaggio continuo realizzati nel corpo di discarica e spinti sino al substrato ghiaioso di base;
- la realizzazione di un piezometro (PZ4) spinto sino a 78,5 m da p.c. collocato idrogeologicamente a valle della ex cava ad una distanza di circa 200 m (piezometro ancora esistente);
- l'esecuzione di 3 sondaggi a carotaggio continuo successivamente attrezzati a piezometro ubicati lungo il perimetro esterno al sito e attestati nella "falda sospesa" più superficiale (PZ1, PZ2 e PZ3 – piezometri non più esistenti)

Una seconda campagna d'indagine conoscitiva è stata condotta nel 1993 dalla società A.DI.GE S.r.l su incarico dell'Amministrazione comunale di Passirano (BS). L'indagine è consistita nella realizzazione di 5 sondaggi geognostici integrativi realizzati, come i precedenti, all'interno del corpo di discarica e spinti in profondità sino al substrato naturale ghiaioso-sabbioso sottostante posto tra 5 e 10 m da p.c..

Durante le attività di perforazione condotte nelle due campagne di indagine descritte, sono stati prelevati ed analizzati complessivamente 29 campioni di materiale solido (rifiuti e terreno naturale), 3 campioni di percolato e 3 campioni di acque di falda sottoposti ad analisi di laboratorio. Il test di cessione è stato condotto per 26 campioni di materiale solido (rifiuti e terreno naturale).

Per il dettaglio dei campioni prelevati e dei risultati analitici ottenuti si rimanda alla seguente documentazione di riferimento:

- Relazione “Indagine conoscitiva Ex Discarica Vallosa Comune di Passirano” – G.E.T. Gestione Territorio S.r.l. (1987);
- Programma di monitoraggio delle acque di falda “Discarica Vallosa Comune di Passirano” – Gestione Territorio S.r.l. (1988);
- Indagine Geognostica ed Analitica della Discarica in Località Vallosa – A.DI.GE (1993);

In linea generale, il piano di campionamento ed analisi effettuato nel corso delle due campagne di indagini dell'area “Ex-cava Vallosa” ha permesso di definire un quadro conoscitivo della tipologia e del grado di contaminazione rilevata. Nei campioni di rifiuto solido/fango/terreno prelevati è stata rilevata una diffusa presenza di Metalli Pesanti (Cd, Pb, Cu, Hg, Zn), Fenoli e Solventi in concentrazioni superiori ai limiti imposti dalla normativa allora vigente. È stata inoltre rilevata la presenza di PCB in alcuni campioni di rifiuto prelevati in corrispondenza dei fusti metallici intercettati e la presenza di Idrocarburi nel solo campione in cui sono stati ricercati.

I tre campioni di acqua analizzati, prelevati da 3 piezometri posti a valle del flusso idrogeologico, sono riferiti a tre “livelli acquiferi” differenti posti a 10 m da p.c. (PZ1), a circa 20 m da p.c. (PZ3) e all'acquifero superiore libero “tradizionale” posto a circa 55 m da p.c. (PZ4). Si evidenzia come nel campione prelevato dall'acquifero tradizionale (Pz4), siano stati rilevati 0,0001 mg/l di Fenclor-60 (composto policlorobifenile), concentrazione superiore di un ordine di grandezza rispetto al limite per PCB attualmente previsto dalla Tabella 2 dell'allegato 5 alla parte V del D.lgs 152/2006.

Le indagini condotte tra il 1985 ed il 1993 hanno permesso di valutare, in linea preliminare, lo spessore e la natura dei materiali eterogenei depositati nell'ex discarica. Lo spessore dei rifiuti è stato stimato mediamente pari a 10 m con un graduale aumento a partire dalla fascia perimetrale verso la parte centrale della discarica. I rifiuti stoccati sono risultati appartenenti a categorie merceologiche differenti che comprendono: rifiuti solidi urbani, fili di gomma, rifiuti speciali di fonderia, scorie, morchie oleose, legno, fanghi di lavorazione, materiale ferroso, fusti contenenti peci di scarto della produzione di PCB, materiale di demolizione edile, scarti di lavorazione della plastica. Le indagini svolte hanno inoltre evidenziato la presenza di contaminanti anche nel terreno naturale posto alla base del corpo di discarica senza però riuscire a definire con precisione lo spessore del substrato impattato.

In accordo con quanto previsto dal documento “Interventi preliminari alla messa in sicurezza di emergenza dell'area Ex Cava in loc. Vallosa – Realizzazione piezometri di monitoraggio falda ed esecuzione campagna di analisi”, predisposto da Ecosphera in collaborazione con Cogeme nel giugno 2004, nell'ottobre 2004 sono state realizzate 3 nuove coppie di piezometri ubicate a Nord, a SW ed a SE rispetto alla ex discarica (ubicazione in [Tavola 7](#)).

I 3 pozzi profondi (denominati PZ 75xx) interessano la falda freatica principale posta a circa 55 – 60 m di profondità, e raggiungono tutti la profondità di 75 m dal p.c.. I 3 pozzi superficiali (denominati PZ 30xx) sono stati attestati nel corpo geologico limoso argilloso posto a 20 – 30 m di profondità dal p.c.; di questi ultimi pozzi quello ubicato a nord è stato spinto sino a 30 m di profondità mentre i due pozzi a valle sono stati terebrati sino alla profondità di 27 m così da garantire che non venisse oltrepassato il corpo geologico limoso argilloso, onde evitare eventuali percolazioni localizzate di sostanze inquinanti attraverso i fori di perforazione. Nel corso di tale intervento, è stato inoltre ristrutturato il PZ4, questo risulta essere l'unico piezometro ancora accessibile tra quelli realizzati durante le campagne di indagine di fine anni '80.

Dall'analisi delle stratigrafie dei 3 carotaggi continui profondi 30 e 27 m, è stato possibile ricostruire la litostratigrafia del sottosuolo, confermando quanto già in parte emerso dalle prime campagne d'indagine conoscitive. I carotaggi eseguiti hanno confermato, oltre alla presenza del corpo argilloso limoso posto a 20-30 m di profondità da p.c., l'esistenza di un livello con limi argillosi probabilmente utilizzato come base del corpo di discarica. Tale orizzonte, situato tra gli 8 e i 12 m di profondità e caratterizzato da una permeabilità stimata in circa $10E-7$ m/s, potrebbe aver svolto una debole funzione di rallentamento delle infiltrazioni idriche superficiali nonostante la sua discontinuità areale.

L'orizzonte argilloso limoso riscontrato fra 20 e 30 m sembra avere uno spessore significativo ed un andamento praticamente orizzontale del proprio tetto se non con una lieve immersione verso nord. La conducibilità idraulica per questo livello è stata stimata tra $5x10E-6$ e $7x10E-6$ m/s, valore inferiore a quanto ipotizzato nel corso delle prove di permeabilità eseguite durante le indagini del 1987 ($K=2x10E-5$ m/s). I dati di soggiacenza registrati nei piezometri superficiali hanno individuato la presenza di un possibile “acquifero superficiale” probabilmente dovuto a moti di infiltrazione accumulati in corrispondenza di questo orizzonte limo argilloso.

L'acquifero principale riscontrato al di sotto del livello argilloso descritto (20-30m) si colloca a circa 60 m da p.c.. La litologia dei depositi fluvioglaciali del sopra-falda compresi fra il livello limo argilloso 20-30 m ed il tetto della falda risulta di prevalenti ghiaie sabbiose con presenza di tratti cementati. In corrispondenza degli strati acquiferi il materasso alluvionale è costituito in prevalenza da ghiaie sabbiose con ciottoli poligenici e con presenza di tratti conglomeratici. Ad esclusione del paleosuolo limo-argilloso posto a 20-30 m entro cui si potrebbero verificare dei movimenti idrici in senso orizzontale, la restante parte del non saturo è risultata essere adatta a infiltrazioni verticali. Le stratigrafie di dettaglio, l'esito delle prove di permeabilità e di pompaggio eseguite sui 3 piezometri profondi, sono contenute nel documento tecnico “Rapporto finale con commento dei dati acquisiti” redatto da Ecosphera in collaborazione con Cogeme nel ottobre 2004.

Con l'intento di valutare le caratteristiche idrauliche dell'"acquifero superficiale" riscontrato in corrispondenza del livello limo argilloso situato tra 20 e 30 m di profondità da p.c., nell'agosto del 2005 sono state condotte delle prove idrogeologiche sui piezometri superficiale (PZ30N, PZ30SE e PZ30SW). Le modalità esecutive, le tipologie di prove e i risultati ottenuti sono descritti nel seguente documento predisposto dalla società ENSR in collaborazione con COGEME: "Risultati prove idrogeologiche relative ai piezometri superficiali esistenti, Area "EX cava Vallosa" Comune di Passirano (BS).

L'assenza di acqua o comunque i valori di soggiacenza non significativi registrati in due dei tre piezometri oggetto delle prove idrauliche, ha evidenziato una distribuzione non uniforme dell'acquifero attraverso tutta l'area indagata e quindi, la probabile presenza di una falda libera che si sviluppa a livello locale, molto spesso con carattere di "stagionalità", dipendente fortemente dalla quantità di acqua meteorica che vi affluisce. Il rinvenimento di acqua all'interno del PZ 30SW rispetto alla non significativa presenza o totale assenza rilevata rispettivamente nei due punti di monitoraggio PZ30N e PZ30SE, conforta l'ipotesi della presenza di una falda sospesa legata all'esistenza nel sottosuolo di un livello a bassa permeabilità caratterizzato da una geometria lenticolare e di tipo "sinforme"; tale geometria permette quindi un accumulo di acqua in corrispondenza di una zona con concavità del livello impermeabile, nell'intorno della quale è stato allestito il PZ 30SW. In ragione di tali considerazioni e alla luce dei diffusi superamenti riscontrati nei campioni prelevati dal PZ30SW, nel 2007 il Ministero dell'Ambiente ha approvato le specifiche tecniche dell'impianto di MISE prevedendo, come strumento per minimizzare gli impatti e limitare la migrazione dei contaminanti, l'aspirazione mediante sistema Pump & Stock delle acque presenti nel PZ30SW.

4.2 Indagini ambientali previste dal Piano della Caratterizzazione (2014-2016)

Le attività previste dal documento "Piano della Caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99 area Ex Cava Vallosa" del marzo 2005 e successive integrazioni (addendum tecnico), sono state eseguite solo a partire dal novembre 2014. Come previsto dal PdC, si è proceduto con un'iniziale campagna di indagini geofisiche e con l'esecuzione di un rilievo di radioattività su tutta l'area di interesse.

La radioattività misurata è caratterizzata da valori molto bassi e rientranti nei valori di fondo della radioattività naturale (2,4 mSievert/anno). Il rilievo elettromagnetico eseguito è risultato in linea di massima concorde con quanto già evidenziato nella campagna indiretta del 1987. Nel confronto con le precedenti indagini, sono state confermate le medesime macro-anomalie conduttive precedentemente individuate mentre si è registrata una lieve modifica del perimetro esterno della discarica. Le ulteriori indagini elettromagnetiche eseguite nel luglio 2017 (esecuzione delle indagini previste dall'Addendum Tecnico al Piano di Caratterizzazione) hanno evidenziato la presenza di un interrimento di rifiuti anche nell'area a nord adiacente all'ex Cava Vallosa.

Per quanto riguarda l'ex Cava Vallosa, l'indagine elettromagnetica ha consentito di stimare dimensioni e forma del corpo di rifiuto definendo una profondità compresa tra 7-8 m e 12-13 m e un volume totale di circa 440.000 mc tra rifiuti e terreno impattato sottostante. I terreni sottostanti al corpo di rifiuto sono verosimilmente contaminati con presenza di accumuli di percolato o rifiuti/terreni intrisi di percolato al fondo della discarica. Non sono stati però registrati significativi

fenomeni di perdite o presenza di pennacchi di percolato diretti verso il basso a profondità maggiori di 20-30 m, a testimonianza della probabile presenza a queste profondità di terreni con conducibilità idraulica limitata (acquitardo).

Per quanto riguarda l'area indagata nel 2017 relativa all'Addendum Tecnico al Piano di Caratterizzazione, le indagini hanno rilevato la presenza di rifiuti di varia natura (RSU, rifiuti industriali, ecc.), fino a una profondità compresa tra 4 e 5 m e terreni sottostanti al corpo rifiuti verosimilmente contaminati, con spessore generalmente compreso tra 1 e 2 m. Nel settembre 2016 sono state condotte le indagini geognostiche proposte e approvate nel PdC, l'ubicazione dei punti di indagine è stata definita in accordo con gli Enti e in considerazione di quanto emerso dalla campagna di indagini geofisiche del 2014. Le attività condotte in questa fase sono state (ubicazione in [Tavola 7](#)):

- Esecuzione di 12 sondaggi interni al corpo di discarica con profondità di circa 15 m da p.c. con prelievo di campioni rappresentativi del corpo di rifiuto riscontrato e del terreno naturale alla base della discarica;
- Terebrazione di 12 sondaggi geognostici a 5 m di profondità esterni al perimetro della discarica con prelievo di campioni utili alla caratterizzazione delle aree circostanti la discarica;
- Allestimento di 3 piezometri interni al perimetro della discarica finalizzati al campionamento di eventuale percolato/acqua di falda circolanti all'interno della discarica;
- Realizzazione di 12 punti fissi di monitoraggio soil-gas interni alla discarica con profondità di 5 m da p.c. al fine di verificare eventuale presenza di biogas;
- Scavo di 10 trincee esplorative con profondità massima di 4-5 m, necessarie per la valutazione delle aree con potenziale interrimento di fusti con pece contenente PCB.

Le attività svolte all'interno del perimetro della discarica hanno consentito di definire la litostratigrafia di dettaglio dell'area di interesse. L'orizzonte di terreno di copertura, composto da sabbie fini con ghiaia debolmente limose e/o ghiaie sabbiose limose, è stato calcolato con spessore variabile tra 1,5 e 4,3 m. Lo spessore del corpo di rifiuto medio è stato calcolato in circa 6 m con valore variabile tra un minimo di 4,9 m e un massimo registrato di 8,1 m; la base del corpo di rifiuto è caratterizzata da ghiaie e sabbie fini limose con ciottoli di colore chiaro.

Le analisi effettuate sui campioni di **terreno** prelevati hanno rilevato alcuni superamenti relativamente ai limiti di riferimento della colonna A del D.Lgs. 152/2006, limiti ad uso residenziale. In particolare, sono stati registrati superamenti per Cobalto, Piombo, Zinco, Idrocarburi pesanti C>12, Fenoli clorurati e PCB in campioni rappresentativi di terreno superficiale di copertura e in terreni alla base del corpo di discarica; superamenti di Cobalto, PCB e Fenoli clorurati sono stati registrati anche in corrispondenza di campioni provenienti da sondaggi esterni all'area di discarica. Si sono infine riscontrati superamenti per Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF esclusivamente in campioni di terreno prelevati alla base del corpo di rifiuto. In [Tavola 10](#) e in [Tavola 11](#) si riportano i risultati ottenuti dai campioni di terreno

superficiale di copertura e profondo prelevati durante le indagini geognostiche eseguite all'interno ed all'esterno al perimetro di discarica.

In riferimento ai campioni di **rifiuto** prelevati, si sottolinea come siano state registrate concentrazioni significative (superiori anche a limiti di classificazione di pericolosità del rifiuto) per i parametri PCB, metalli pesanti, esteri dell'acido ftalico e idrocarburi totali. Per il dettaglio di tutti i campioni prelevati e i relativi risultati analitici si rimanda al documento tecnico "Esecuzione delle indagini geognostiche e ambientali nell'ambito dell'attuazione del piano di caratterizzazione ambientale del sito d'interesse nazionale "ex cava Vallosa" – Relazione di sintesi dei risultati" predisposto dalla società Techgea S.r.l. nel febbraio 2017.

Le trincee esplorative, realizzate in corrispondenza di alcune anomalie riscontrate dalle indagini geofisiche (ubicazione in [Tavola 7](#)), hanno permesso di individuare l'effettiva presenza di fusti metallici (con probabile dispersione del contenuto) in porzioni del corpo di discarica (in prossimità di TR02 e TR03) e in aree adiacenti (TR07, TR08 e TR09), successivamente (luglio 2017) oggetto di approfondimento mediante indagine elettromagnetica, previsto dall'Addendum Tecnico al Piano di Caratterizzazione. I fusti rinvenuti sono stati rimossi e destinati a smaltimento, al rifiuto proveniente dai fusti di pece (e terreno circostante contaminato) è stato attribuito il codice CER 16 07 09* - rifiuti contenenti altre sostanze pericolose.

La verifica della presenza di gas interstiziale nei 12 punti di monitoraggio attrezzati ha individuato la presenza di elevate concentrazioni di metano e dei COV totali mentre dei 3 piezometri installati internamente alla discarica, solo uno ha raccolto una fase campionabile, caratterizzata da una notevole viscosità e ricca di solventi e benzeni riconducibile a "percolato" proveniente da sorgenti di contaminazione quali probabilmente fusti interrati. In [Tavola 9](#) si riporta la sintesi dei risultati dei due monitoraggi soil-gas eseguiti.

4.3 Monitoraggio delle acque sotterranee (2004 – 2016)

La prima sessione di campionamento acque sulla rete piezometrica superficiale e profonda è stata eseguita il 14 ottobre 2004; gli esiti di tale monitoraggio sono contenuti nel documento "Rapporto di monitoraggio acque sotterranee - sessione di campionamento del 14.10.2004", predisposto nel novembre 2004.

Nei piezometri profondi PZ75N, PZ75SE e PZ75SW, è stata riscontrata una contaminazione da Tricloroetilene e Tetracloroetilene, con concentrazioni superiori ai limiti di riferimento della normativa allora vigente (D.M. 471/99) sia a monte che a valle per entrambi i parametri. Nei piezometri profondi è stata inoltre rilevata la presenza di Tetracloruro di Carbonio, composto al tempo non normato, in concentrazioni significative. Dall'analisi dei campioni prelevati con bailer per la scarsa presenza di acqua dai piezometri attestati nella "falda superficiale" (PZ30xx), è stata riscontrata una contaminazione da Tricloroetilene e Tetracloroetilene nel solo piezometro di monte PZ30N e da Manganese, Idrocarburi disciolti e Nitriti sia a monte che a valle dell'area di interesse.

A seguito del primo monitoraggio dell'ottobre 2004, nell'ambito degli interventi di Messa in Sicurezza dell'area ex cava in Loc. "Vallosa", la rete piezometrica superficiale e profonda (con l'aggiunta del PZ75 Monte realizzato nel settembre 2005) è stata oggetto di monitoraggi periodici ad opera delle società ENSR/AECOM S.r.l. sino al gennaio 2012 e successivamente, dall'aprile 2014 sino a fine 2016, ad opera della società NCE S.r.l..

Le attività di monitoraggio sono state condotte in conformità al documento "Specifiche tecniche per la realizzazione dei piezometri di controllo falda ed esecuzione della prima campagna di analisi - Area "Ex cava Vallosa", Comune di Passirano (BS)", del Luglio 2004, ed alle successive osservazioni della Direzione per la Qualità della Vita indicate nei documenti preparatori alla Conferenza dei Servizi del sito di interesse nazionale "Brescia – Caffaro".

In tutte le sessioni di monitoraggio a partire dall'ottobre 2005, tra i piezometri superficiali il solo PZ30SW è stato oggetto del campionamento a causa dell'assenza di battente nei restanti piezometri PZ30SE e PZ30N. Per questo piezometro, comparando i risultati dei monitoraggi condotti, è stata registrata una progressiva riduzione delle concentrazioni per alcuni contaminanti, a testimonianza dell'efficacia del sistema di MISE installato. Nell'ultimo monitoraggio effettuato nell'ottobre del 2016, in PZ30SW sono stati rilevati superamenti alle CSC di riferimento per i parametri: Manganese, Nichel, PCB e TPH (come n-esano).

Tra i piezometri profondi di monte, si segnala come il PZ75Monte non abbia mai registrato superamenti delle concentrazioni stabilite dalla legislazione vigente (CSC) mentre nel PZ75N siano stati registrati superamenti per i parametri Tricloroetilene, Tetracloroetilene e Tetracloruro di Carbonio esclusivamente nel corso della prima sessione di monitoraggio dell'ottobre 2004. Nei piezometri profondi PZ75SW e PZ75SE, ubicati a valle idrogeologico in prossimità del confine esterno della discarica, non sono stati registrati superamenti alle CSC di riferimento a partire rispettivamente dall'ottobre 2007 per il PZ75SW e dal settembre 2011 per il PZ75SE. Per tali piezometri, si sottolinea inoltre che, ad eccezione della sessione di monitoraggio dell'ottobre 2007, in nessuna sessione di monitoraggio eseguita è stata rilevata la presenza di superamenti per il parametro PCB.

Situazione diversa è stata invece osservata per il PZ4 posto a circa 150 m più a valle; in questo punto di monitoraggio sono stati registrati diffusi superamenti per i parametri Manganese e PCB con concentrazioni che oscillano rispetto al limite di CSC nel corso delle ultime sessioni di monitoraggio (eccezione per il parametro PCB nell'ultima sessione di monitoraggio eseguita – Ottobre 2016).

Per il dettaglio dei campioni prelevati e dei superamenti registrati per ciascuna sessione di monitoraggio si rimanda alla documentazione tecnica predisposta dalle società ENSR/AECOM S.r.l. e NCE S.r.l.; in [Tavola 8](#) si riporta, per ciascun piezometro oggetto di campionamento, una sintesi delle concentrazioni dei parametri con superamenti registrati nel corso dei monitoraggi periodici.

5.0 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO

Nel presente capitolo viene presentato il modello concettuale definitivo del sito, definito alla luce delle evidenze riscontrate durante le indagini conoscitive e di caratterizzazione condotte nel corso degli anni nell'area di interesse.

5.1 Modello stratigrafico-idrogeologico

Il modello stratigrafico locale, definito a seguito delle indagini realizzate, risulta caratterizzato dalla successione di origine fluvioglaciale di depositi ghiaiosi sabbiosi alternati a depositi fini composti da limi ed argille. In particolare, il sito si caratterizza per la presenza dei seguenti livelli:

- livello discontinuo con limo argilloso situato alla base del corpo di discarica tra gli 8 e i 12 m di profondità da p.c., caratterizzato da una permeabilità ridotta con possibile rallentamento e accumulo temporaneo delle infiltrazioni idriche superficiali alla base del corpo rifiuti;
- orizzonte argilloso limoso situato fra 20 e 30 m di profondità da p.c. con spessori significativi e andamento orizzontale, senza però continuità areale certa (Relazione Tecnica: "Esecuzione delle indagini di radioattività e indagini geofisiche nell'ambito dell'attuazione del piano di caratterizzazione ambientale del Sito d'Interesse Nazionale "ex cava Vallosa", Febbraio 2015 – Techgea S.r.l.). La conducibilità idraulica limitata consente la formazione di possibili acquiferi temporanei sospesi in corrispondenza delle zone di concavità del livello;
- livelli grossolani composti da ghiaie e sabbie di natura fluvioglaciale, caratterizzati da continuità areale e inglobanti livelli fini e, in profondità, sede dell'acquifero libero con soggiacenza media compresa tra 50 e 60 m da p.c..

5.2 Individuazione di sorgenti primarie di contaminazione

5.2.1 Corpo rifiuti

La sorgente primaria di contaminazione è costituita dal corpo di rifiuti della discarica, le indagini eseguite hanno evidenziato una composizione merceologica eterogenea, che comprende rifiuti solidi urbani e assimilabili, rifiuti industriali (fusti con peci di PCB, scorie di fanghi di lavorazione, morchie oleose), materiale plastico e ferroso, materiale di demolizione e costruzione. Lo spessore medio del corpo di rifiuti nell'ex Cava Vallosa è di circa 6 m con base situata a profondità variabile tra 7 e 13 m da p.c.; la superficie complessiva della discarica è di circa 31150 mq.

Per quanto riguarda l'area a nord adiacente all'ex Cava Vallosa oggetto di indagine nel luglio 2017, lo spessore medio del corpo di rifiuti è di circa 3-4 m con base situata a profondità variabile tra 4 e 5 m da p.c.; la superficie complessiva dell'area oggi recintata è di circa 3450 m².

5.2.2 Percolato

Le analisi chimiche eseguite sul campione liquido prelevato dal sondaggio SI07 interno al perimetro di discarica hanno rilevato la presenza di composti organici aromatici (in particolare etilbenzene) e di solventi clorurati (in particolare cloroformio) oltre ad un'anomala concentrazione di Boro e di Ferro/Manganese probabilmente dovuti a fenomeni di ossido-riduzione di sostanza organica. Il liquido contaminante campionato è caratterizzato da notevole viscosità, colore marrone scuro e intenso odore organico. Presumibilmente, il percolato riscontrato è il prodotto di miscelazione di acque di infiltrazione meteoriche con sostanze liquide fuoriuscite da sorgenti di contaminazione quali fusti interrati.

5.3 Individuazione delle sorgenti secondarie di contaminazione

5.3.1 Matrice terreno

Le indagini condotte hanno consentito di definire e caratterizzare i terreni posti alla base e in sommità al corpo rifiuti.

Il terreno di copertura del corpo rifiuti, osservato sia nell'ex Cava Vallosa sia nell'area adiacente indagata, ha uno spessore variabile compreso tra 1,3 m e 4,3 m ed è caratterizzato dalla presenza di sabbie fini con ghiaia debolmente limosa e/o ghiaie sabbiose limose con o senza presenza di resti vegetali. Le analisi sui campioni prelevati hanno evidenziato superamenti per i parametri PCB, idrocarburi pesanti, metalli pesanti e Fenoli clorurati probabilmente dovuti a contaminazione incrociata conseguente ad attività superficiali quali passaggio di mezzi e attività agricole. Si sottolinea come il terreno di copertura costituisca un orizzonte permeabile alle infiltrazioni di acqua piovana. Probabile contaminazione incrociata è stata registrata anche in corrispondenza di alcuni punti di indagine esterni alle aree con presenza di rifiuti individuate.

Il terreno sottostante il corpo dei rifiuti è contraddistinto dalla presenza di ghiaie e sabbie fini limose; per questi orizzonti, la contaminazione riscontrata è costituita da PCB, idrocarburi, metalli pesanti, Fenoli Clorurati e Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF. Si evidenzia come per il parametro PCB siano stati prelevati campioni con superamenti importanti rispetto alle CSC di riferimento (max rilevato in campione SI03 8.3-10 m pari a 81,83 mg/kg) probabilmente provenienti da livelli intrisi dalle acque di percolazione. Le indagini geognostiche condotte in area discarica e spinte mediamente fino a 15-20 m di profondità da p.c. non hanno consentito di delimitare verticalmente la porzione di terreno contaminata. Tuttavia, dalle risultanze emerse durante le indagini geofisiche eseguite, è stato stimato un volume del corpo rifiuto e dei terreni contaminati o alterati pari a 440.000 mc per l'ex Cava Vallosa e di 11200 mc per quanto riguarda l'area adiacente indagata nel luglio 2017.

In [Tavola 10](#) e [Tavola 11](#), si riassumono i superamenti registrati su campioni di terreno superficiale e profondo prelevati durante le indagini di caratterizzazione all'interno e all'esterno dell'area discarica.

5.3.2 Matrice acque sotterranee

Il livello fine collocato tra 20-30 m da p.c. consente la formazione di una falda sospesa temporanea, già oggetto dell'intervento di MISE mediante sistema Pump e Stock installato nel PZ30SW (unico PZ con battente campionabile dal 2005). Nell'ultima sessione di monitoraggio dell'ottobre 2016, in questo piezometro sono stati registrati superamenti per i parametri Manganese, Nichel, PCB e Idrocarburi

Per quanto riguarda la falda profonda, i campioni prelevati dal piezometro profondo PZ4, posto 150 m circa a valle discarica, hanno registrato superamenti ripetuti nel corso dei monitoraggi periodici del parametro PCB e Manganese.

La contaminazione interessa quindi sia le falde sospese su livelli fini superficiali che la falda profonda posta tra circa 50 e 60 m da p.c.. In [Tavola 8](#) si riporta la sintesi dei superamenti registrati per campioni di acque sotterranee prelevati durante i monitoraggi periodici.

5.3.3 Matrice soil-gas

L'analisi dei campioni di gas interstiziali prelevati dai punti di monitoraggio hanno evidenziato la presenza di concentrazioni significative di metano, anidride carbonica e altri composti volatili. In [Tavola 9](#) sono riportati gli esiti delle due campagne di monitoraggio SGS eseguite a ottobre 2016 e febbraio 2017.

5.4 Individuazione di vie di migrazione delle sorgenti secondarie di contaminazione

Fatta eccezione per i livelli discontinui di materiale fine precedentemente descritti, i terreni presenti in sito, costituiti principalmente da ghiaie sabbiose con conducibilità idraulica elevata, favoriscono processi di lisciviazione e trasporto verticale di contaminazione da parte delle acque meteoriche d'infiltrazione. La presenza di superamenti del parametro PCB nei piezometri profondi indica come la contaminazione sia arrivata in profondità sino alla falda freatica, collocata tra 50 e 60 m circa da p.c., con conseguente trasporto dei contaminanti in direzione di falda.

I livelli limo argillosi individuati, situati a 10-12 m di profondità e tra i 20-30 m da p.c., non presentano continuità areale certa ma generano comunque un rallentamento della dispersione verticale della contaminazione e, in funzione dei flussi meteorici di infiltrazione, falde sospese a carattere temporaneo con possibili limitate migrazioni orizzontali dei contaminanti. Questo comportamento potrebbe essere responsabile dell'assenza di superamenti registrata nei piezometri profondi posti a valle idrogeologico in prossimità del confine della discarica (PZ75SW e PZ75SE) a differenza dei diffusi superamenti registrati nel PZ4 situato a circa 150 m più a valle del perimetro del sito.

In considerazione dell'assenza di una barriera di copertura e di un confinamento laterale del corpo di discarica, non è possibile escludere possibili migrazioni dei gas interstiziali contaminati in superficie o entro la porzione insatura del terreno circostanze il corpo rifiuti.

In [Tavola 12](#) si riporta la rappresentazione grafica del modello concettuale definitivo.

6.0 DISAMINA E VALUTAZIONE DELLE TECNOLOGIE APPLICABILI

Nel presente capitolo si riporta la disamina e la valutazione delle possibili soluzioni d'intervento in relazione agli obiettivi da perseguire e al rapporto costi/benefici specifici per il caso in esame. Come già anticipato, in ragione delle risorse economiche disponibili, gli interventi definiti in questo documento rappresentano importanti misure di prevenzione senza però garantire l'isolamento definitivo delle fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali richiesto per gli interventi di Messa In Sicurezza Permanente.

Ciò nonostante, per una completa valutazione delle iniziative necessarie a garantire un sufficiente livello di sicurezza per le persone e l'ambiente, si è deciso di valutare le tecnologie applicabili in riferimento al raggiungimento degli obiettivi fissati da un ipotetico intervento di Messa In Sicurezza Permanente del sito in esame.

Una volta definito il quadro dei possibili interventi, tra le lavorazioni previste dalla tecnologia applicabile scelta, si è deciso di attuare come misure di prevenzione solo le attività ritenute urgenti, con effetti significativi ed economicamente sostenibili. Questo approccio consente di considerare le attività di prevenzione scelte come parte integrante delle lavorazioni di un futuro intervento di Messa in sicurezza Permanente.

Le possibili soluzioni di intervento sono di seguito presentate alla luce del quadro delle Migliori Tecnologie Disponibili a Costi Sostenibili in relazione a differenti obiettivi da perseguire e anche in funzione del rapporto costi/benefici specifici per il caso in esame della ex cava Vallosa.

In generale, l'obiettivo degli interventi di messa in sicurezza permanente (MISP) è isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente. In tali casi devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo e limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici.

Di contro, l'obiettivo degli interventi di bonifica è eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti ovvero ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR).

Per le discariche la norma di riferimento è il Dlgs 36/03 anche in termini di MTD (migliori tecniche disponibili). Nella norma sono riportati i presidi e le modalità da adottare per una progettazione adeguata per garantire prestazioni e garanzie ambientali nelle varie fasi di vita di una discarica.

Le soluzioni applicabili di messa in sicurezza sono di seguito valutate in relazione alle caratteristiche della matrice primaria (corpo dei rifiuti e percolato) e della matrice secondaria impattata (falda sospesa, al netto dei limiti per cui tale recettore possa essere considerata compiutamente come matrice ambientale oggetto di tutela, e falda profonda).

L'applicabilità delle diverse tecnologie di bonifica è valutata in funzione dei parametri connessi sia alla tipologia di inquinanti, alla loro concentrazione e distribuzione spaziale sia alle

caratteristiche della matrice coinvolta, alle dimensioni ed alla collocazione dell'area su cui si interviene, sia infine ai costi ed all'impatto sull'ambiente circostante.

La conoscenza delle diverse tecnologie di bonifica applicabili al caso in esame rappresenta ovviamente uno degli aspetti fondamentali già in fase di programmazione dell'intervento, visto che ognuna di esse presenta proprie caratteristiche e limitazioni.

La scelta fra le diverse alternative va condotta con stretto riferimento alle condizioni locali, sulla base dei parametri condizionanti l'applicabilità dei diversi processi come ad esempio:

- 1) Caratteristiche della matrice: quantitativi e tipologie di rifiuti presente, geologia, ecc.;
- 2) Caratteristiche del sito: estensione dell'area, volume/spessori/giacitura del corpo rifiuti, possibili interazioni con la falda ecc.;
- 3) Tipo di contaminazione: natura degli inquinanti rilevati in falda, loro concentrazione, obiettivi di risanamento, ecc.;

In funzione delle finalità che si intendono perseguire sono state selezionate alcune famiglie di tecnologie:

1. Landfill Mining;
2. Interventi di contenimento fisico (es. capping);
3. Trattamenti sostenibili di mobilizzazione degli inquinanti e loro trasferimento (Phytoremediation), o mirati alla rimozione dei contaminanti (organici) come risultato di processi di degradazione biologica (Aerazione in Situ).
4. Barriere Idrauliche;
5. Monitoraggio dell'attenuazione naturale.

6.1 Disamina delle tecnologie

6.1.1 Landfill Mining

Il *Landfill Mining* (LFM) consiste nell'escavazione di un deposito di rifiuti e nel loro successivo trattamento (*on-site* o *off-site*) al fine di selezionare e separare le diverse componenti (materiale fine, frazioni recuperabili e residui) per avviarle a recupero (*on-site* o *off-site*) e smaltimento (*on-site* o *off-site*).

Anche per ragioni di sicurezza in fase operativa, l'intervento di LFM è spesso accoppiato ad un intervento preventivo di aerazione in situ o comunque di estrazione vapori del corpo rifiuti.

Il LFM rappresenta un'opera ingegneristica di notevole complessità nella quale intervengono molteplici aspetti progettuali. Le fasi di intervento considerate comprendono:

- Lo scavo e la rimozione dei rifiuti;
- Lo stoccaggio temporaneo;
- La realizzazione dell'impianto di trattamento e di selezione meccanica;
- Il recupero delle frazioni recuperabili;
- Lo smaltimento delle frazioni non recuperabili.

Una stima preliminare del costo di un intervento di *landfill-mining* per il caso in oggetto si colloca nel range dei 60-70 M€.

I tempi per il completamento dell'intervento sono correlati ai quantitativi di rifiuti da scavare, movimentare, trattare e conferire presso una nuova discarica o impianto di trattamento. Nel caso del sito oggetto di studio si può ipotizzare circa tre anni di attività a pieno regime.

6.1.2 Incapsulamento del sito

Per incapsulamento si intende il contenimento delle sorgenti di contaminazione primaria e secondaria attraverso barriere fisiche, in modo da impedire la diffusione verso altre matrici ambientali e impedendo il contatto con i recettori. Nel caso in esame, per un confinamento completo è necessario impedire l'infiltrazione delle precipitazioni meteoriche all'interno del corpo rifiuti.

In tal modo si impedisce la percolazione di inquinanti e si ostacola la percolazione verso le acque di falda.

Questa tecnologia è utilizzata per prevenire la dispersione della contaminazione senza giungere alla degradazione e/o alla trasformazione o all'estrazione dei contaminanti stessi.

Le componenti principali di un sistema di incapsulamento completo sono:

1. copertura superficiale (capping);
2. cinturazione impermeabile perimetrale mediante diaframma in cemento bentonitico;
3. barriera di fondo.

6.1.2.1 Tecnologie di confinamento

Copertura

Sulla base anche di quanto previsto dal D.lgs 36/03, è possibile individuare nel caso più generale sei componenti di base di un sistema di copertura:

- Strato superficiale: funge da supporto alla vegetazione; contrasta l'erosione; riduce i valori estremi di temperatura e umidità;
- Strato di protezione: immagazzina e rilascia acqua attraverso l'evapotraspirazione; separa il terreno contaminato dalle attività antropiche; protegge gli strati sottostanti dagli eventi ambientali;
- Strato drenante: permette il drenaggio dell'acqua proveniente dagli strati soprastanti, per ridurre il carico piezometrico e quindi il gradiente sullo strato costituente la barriera a ridotta permeabilità e per aumentare la stabilità, mediante la riduzione delle pressioni interstiziali;
- Strato costituente la barriera a ridotta conducibilità idraulica: impedisce l'infiltrazione di acqua nel terreno sottostante e limita la fuoriuscita di gas dal terreno o materiale contaminato;
- Strato per la raccolta del gas: serve a raccogliere e rimuovere il gas per evitare fenomeni esplosivi e per permettere un eventuale recupero energetico;
- Strato di fondazione: fornisce una superficie meccanicamente robusta sulla quale costruire gli altri strati della copertura.

I materiali con cui possono essere costituite le barriere sono riportati di seguito:

- *Coperture di argilla compattata.* Le coperture tradizionali mirano a ridurre drasticamente l'infiltrazione, minimizzando la conducibilità idraulica satura dello strato barriera. Le coperture di argilla compattata sono privilegiate nella scelta per la modesta conducibilità idraulica (satura) dello strato di argilla ($10^{-8} - 10^{-10}$ m/s) limitando la percolazione profonda di acqua, favorendo il ruscellamento e facilitando il processo di evapotraspirazione. Lo strato di argilla è potenzialmente soggetto a degradazione determinata da eventi atmosferici (fenomeni di erosione, cicli di umificazione ed essiccamento, cicli di gelo e disgelo) e cedimenti del corpo dei rifiuti sottostante (la formazione nel capping di fratture)
- *Coperture composite,* costituite da geomembrane messe in opera direttamente su uno strato di argilla compattata, e utilizzate quando si vuole ridurre al minimo l'infiltrazione di acqua meteorica e la migrazione di gas.

Vantaggi: la geomembrana è molto efficace nel limitare il flusso attraverso la strato di argilla, anche in presenza di difetti localizzati. La geomembrana può anche limitare l'essiccamento della barriera d'argilla e, potenzialmente, limitare l'intrusione delle radici delle piante nella barriera stessa.

- Svantaggi: elevati costi dei materiali e realizzativi. L'utilizzo di coperture composite può comportare problemi di stabilità se non si assicura un adeguato drenaggio, a causa dello sviluppo di pressioni neutre positive al di sopra della geomembrana, che provocano una riduzione delle tensioni efficaci della resistenza a taglio all'interfaccia. Questi problemi possono essere superati mediante l'utilizzo appropriato di strati drenanti.
- *Geocompositi bentonitici* (GCL: Geosynthetic Clay Liners), prodotti costituiti da un sottile strato di argilla (bentonite sodica) racchiuso tra 2 geotessili o incollato ad una geomembrana sintetica.
- *Coperture alternative*. Le coperture alternative sono sostanzialmente costituite da terreno e sono progettate in base al principio di immagazzinamento dell'acqua da parte del terreno stesso, esibendo elevata durabilità e costi inferiori a quelli delle coperture tradizionali. Possono essere "monolitiche", ovvero costituite da un semplice strato di terreno a grana medio-fine vegetato, o "capillari multistrato", sfruttando un contrasto di tessitura (per esempio uno strato di limo al di sopra di uno di sabbia) per formare una "discontinuità" in termini di pressioni idrauliche per effetto capillare, che impedisce il flusso verso il basso fino a che il terreno più fine non diviene quasi completamente saturo.

Vantaggi: elevata durabilità e costi inferiori rispetto alle coperture tradizionali; sono efficaci in zone a clima secco, dove l'evapotraspirazione eccede di gran lunga le precipitazioni; trattengono l'acqua durante i periodi umidi, senza che si verifichi una apprezzabile percolazione;

Svantaggi: richiedono un'attenta progettazione e nella maggior parte dei regimi evapotraspirativi hanno prestazioni nettamente inferiori alle coperture impermeabili

Cinturazione perimetrale

La cinturazione impermeabile perimetrale può essere realizzata con diverse metodologie:

- Palancolate
- Diaframmi in c.a.
- Barriere di pali secanti
- Diaframmi con membrane impermeabili
- Diaframmi plastici

Nel caso in esame, sarebbe potenzialmente applicabile la tecnologia del diaframma plastico. Lo sviluppo lineare di un diaframma lungo il perimetro sarebbe di circa 850 m, con uno spessore indicativo di 1 metro e profondità di circa 25-30 metri (profondità dell'orizzonte limoso - acquitardo), per un totale di circa 21-25.000 m². La profondità indicata corrisponde all'orizzonte

più continuo e poco permeabile presente al di sotto del corpo discarica, ma in base alle considerazioni riportate nel modello concettuale (Capitolo 4) si sottolinea come tale orizzonte non rappresenti uno strato impermeabile idoneo all'interno del quale immergere l'ipotetico diaframma plastico, ma necessiti di un intervento di impermeabilizzazione adeguato, descritto di seguito.

Barriera di fondo

Per la creazione di tamponi di fondo impermeabili vengono principalmente utilizzate le tecnologie del *jet-grouting* e delle iniezioni. Queste barriere vengono di norma realizzate con una serie di perforazioni verticali disposte su una maglia a quinconce, per creare una base impermeabile continua. In alternativa, si possono usare tecnologie di perforazioni direzionate curvilinea (*directional drilling*), in cui le perforazioni vengono collocate al perimetro esterno del terreno inquinato, per evitare di attraversare l'area contaminata.

6.1.2.2 Costi di intervento

Per la stima dei costi di intervento è possibile applicare dei costi unitari aggregati tenendo conto della superficie di intervento:

- Copertura: area ~35.000 m², costi unitari 40 €/m², costi totali 2 M€
- Cinturazione laterale: ~27.000 m², costi unitari di 180 €/m², costi totali 5 M€
- Tampone di fondo: ~35.000 m², , costi unitari di 120 €/m², costi totali 4,5 M€

6.1.3 Phytoremediation

La phytoremediation prevede l'impiego di piante per la realizzazione di coperture che svolgano un ruolo attivo nella riduzione dei rischi associati alla presenza dei rifiuti.

Il loro impiego può essere articolato in diverse strategie progettuali, che prevedono comunque i seguenti processi:

- minimizzare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo;
- contribuire progressivamente alla stabilizzazione del rifiuto sottostante e ad una progressiva degradazione delle frazioni non inerti.

Una copertura basata sulla Phytoremediation è pertanto un sistema complesso per cui è prevista un'evoluzione nel tempo ed incorpora aspetti di controllo idraulico, fitoestrazione, fitostabilizzazione, fitodegradazione, rizodegradazione, fitovolatilizzazione.

L'intervento di phytoremediation consiste in realtà in un intervento pensato per evolversi in due fasi:

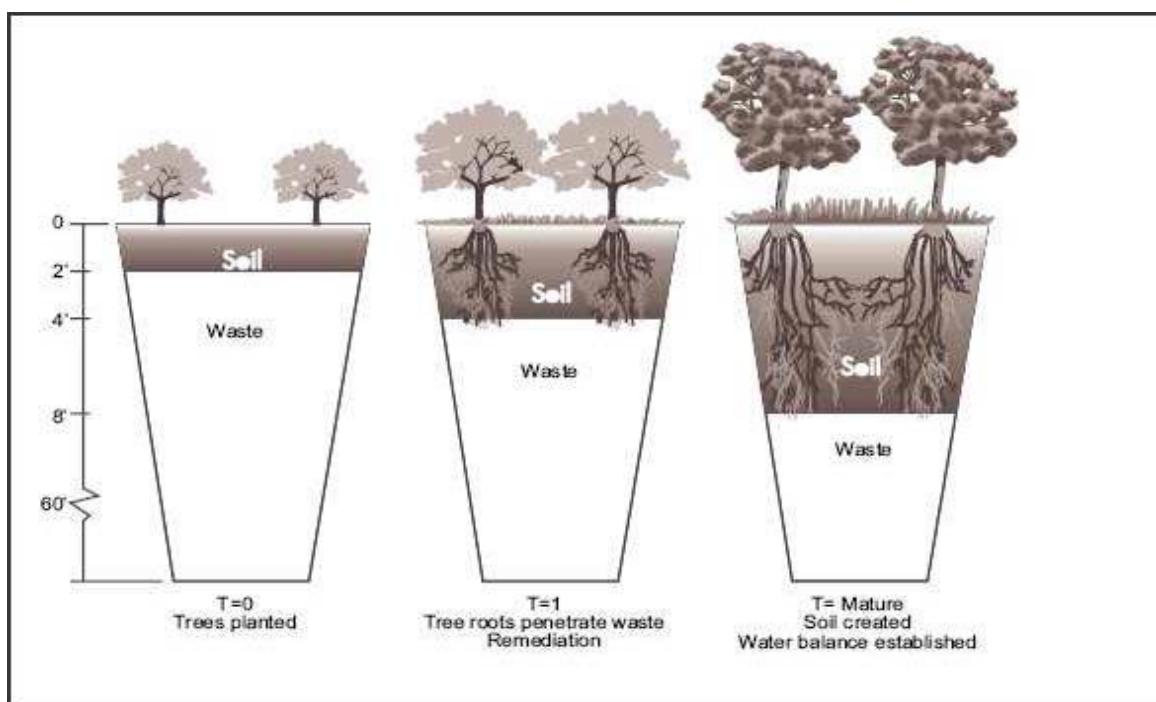
- Una prima fase prevede l'installazione di una copertura evapotraspirante costituita da terreno a piante pensata per massimizzare la capacità di immagazzinamento del suolo,

il rate di evaporazione ed i processi di traspirazione delle piante per minimizzare l'infiltrazione dell'acqua.

- In una seconda fase viene perseguita la vera e propria fitostabilizzazione-fitodegradazione, una copertura progettata per minimizzare l'infiltrazione di acqua e per contribuire alla degradazione del rifiuto sottostante. La riduzione del rischio avviene attraverso la degradazione del contaminante, l'isolamento del contaminante per prevenire l'esposizione umana o animale e la riduzione della formazione e del movimento del percolato. I meccanismi includono l'assorbimento dell'acqua, le reazioni microbiologiche nella zona radicale e il metabolismo della pianta.

Nella seguente [Figura 5.1](#) si fornisce uno schema evocativo del modello evolutivo di un intervento di fitostabilizzazione.

Figura 5.1 – Modello evolutivo di un intervento di fitostabilizzazione di un corpo rifiuti



6.1.4 Aerazione In-Situ

Tale tecnica prevede di procedere all'ossigenazione del corpo rifiuti mediante pozzi (generalmente verticali) finestrati in corrispondenza dell'orizzonte di interesse, ai quali si prevede di applicare pressioni positive (iniezione) rispetto al valore atmosferico. Tali pressioni inducono nel sottosuolo una perturbazione (gradiente) del campo di pressione, che costituisce la forza motrice del flusso di gas nel sottosuolo. L'ossigenazione è generata direttamente dall'aria atmosferica, eventualmente additivata con ossigeno puro, iniettata nel terreno.

L'incremento delle concentrazioni di ossigeno generato dal sistema permette di promuovere i meccanismi di biodegradazione aerobica. In questo modo, è possibile spostare l'equilibrio delle reazioni presenti all'interno del corpo rifiuti verso condizioni aerobiche, paragonabili a quelle esistenti nella fase iniziale del ciclo di vita della discarica.

Il ciclo si chiude con il convogliamento del gas esausto in pozzi di estrazione (che operano quindi con pressioni negative) con il successivo trattamento tramite biofiltro o filtro a carboni attivi prima del rilascio in atmosfera.

Numerose esperienze internazionali e nazionali hanno dimostrato l'efficacia dell'aerazione in situ per la mitigazione degli impatti e la messa in sicurezza di discariche non controllate di rifiuti, attraverso l'azione diretta di rimozione e strippaggio di composti volatili e l'instaurarsi di condizioni aerobiche che promuovono la mineralizzazione della sostanza organica biodegradabile.

L'aerazione in situ è stata validata nel 2009 come nuova metodologia per l'eliminazione di emissioni di gas da discarica da parte del "Clean Development Mechanism Executive Board" nell'ambito dell'United Nation Framework Convention for Climate Change¹.

6.1.5 Barriere Idrauliche

Le barriere idrauliche sono realizzate mediante l'installazione ed attivazione di più pozzi con caratteristiche costruttive e di funzionamento adeguate per determinare un fronte continuo di sbarramento al deflusso idrico sotterraneo. Dai pozzi sono prelevate acque sotterranee contaminate (in fase solubile) impedendone la migrazione verso valle e producendo nel tempo il risanamento dell'acquifero. Tale tecnica è particolarmente idonea in presenza di specifici recettori a rischio.

Tale tecnica viene largamente applicata alla fase solubile dei contaminanti presenti nelle acque sotterranee. E' poco efficace con i composti dotati di solubilità molto bassa per i quali si ha necessità di lunghi tempi di impiego. Inoltre, in presenza di contaminanti poco solubili possono verificarsi anche fenomeni di rimbalzo della decrescita asintotica delle concentrazioni nel tempo.

Richiede ottimizzazione del prelievo di acque con metodi sperimentali e teorici per poter raggiungere la massima efficacia.

Possono prodursi inoltre interferenze con prelievi di acque sotterranee limitrofi.

Vi è ovviamente necessità di impianto di trattamento delle acque emunte e successiva necessità di uno scarico controllato ed autorizzato.

¹ (rif. UNFCCC – CDM Executive Board (2009). *Avoidance of landfill gas emissions by in-situ aeration of landfills*. AM0083 "Approved baseline and monitoring methodology".

Tale tecnologia di controllo è inoltre sfavorita in presenza di una bassa permeabilità e/o elevata eterogeneità dell'acquifero, mentre risulta non significativa in assenza di interventi specifici ed esaustivi sulla sorgente primaria della contaminazione.

6.1.6 Attenuazione Naturale e Monitoraggio

La strategia di bonifica basata sul monitoraggio dell' attenuazione naturale delle contaminazioni nelle acque sotterranee è stata ampiamente discussa nella comunità scientifica negli ultimi anni, con una significatività ormai riconosciuta a livello internazionale. Ciò in conseguenza di esperienze negative con soluzioni tecnologiche tradizionali, caratterizzati da alti costi dei sistemi di bonifica e prestazioni talvolta limitate nell'efficacia, che hanno stimolato sia la ricerca di strategie di bonifica alternative che il ripensamento degli obiettivi di bonifica e tempi.

L'*Environmental Protection Agency* (EPA) definisce attenuazione naturale come "una varietà di fisici, chimici, o processi biologici che, in condizioni favorevoli, agire senza l'intervento umano per ridurre la massa, la tossicità, la mobilità, il volume, o la concentrazione di contaminanti nel suolo o sotterranee. Questi processi in situ includono biodegradazione; dispersione, diluizione; assorbimento; volatilizzazione, decadimento radioattivo e chimico o stabilizzazione biologica, la trasformazione, o la distruzione dei contaminanti "[EPA 1999]

Tale soluzione può inoltre consentire di prevenire la diffusione secondaria di prodotti intermedi che possono teoricamente essere più mobili e tossici di quelli di partenza, a seguito dei vari processi di solubilizzazione, mobilizzazione o di degradazione che si possono instaurare nel sottosuolo.

La tecnica si basa sul monitoraggio in condizioni favorevoli dei Processi naturali quali la diluizione, la volatilizzazione, la biodegradazione, l'adsorbimento e le reazioni chimiche nel sottosuolo, determinano la riduzione delle concentrazioni dei contaminanti a livelli accettabili secondo le normative (CSC).

Tale approccio risulta sostenibile ed efficace laddove le matrici impattate (tipicamente le acque sotterranee di falde limitate ed effimere nelle loro caratteristiche idrogeologiche) non hanno un carattere significativo ed effettiva importanza dal punto di vista della protezione delle risorse idriche significative e presenti nel sottosuolo.

Il processo in particolare può essere usato se non vi sono potenziali recettori o dove non si ha comunque un impatto significativo su altri corpi idrici.

Le applicazioni più significative sono per i contaminanti interessati da processi che si svolgono in seguito a reazioni chimico-fisiche e biologiche naturali, quali i VOC, gli SVOC e i combustibili. In qualche caso è stato utilizzato anche per i pesticidi.

La presenza di composti organici alogenati o di metalli pesanti deve essere valutata al fine di poter comprendere la presenza e significatività di eventuali condizioni sfavorevoli. A tal proposito è fondamentale eseguire un adeguato monitoraggio basato con dati specifici per poter controllare e modellare il fenomeno.

I costi dell'intervento sono essenzialmente i costi del monitoraggio ambientale da eseguirsi , variabili da caso a caso.

6.2 Confronto tra le tecnologie selezionate e selezione dell'approccio progettuale

La normativa vigente (cfr all. 3 al titolo V della parte quarta del D.Lgs 152/03) stabilisce i criteri con il quali gli interventi di bonifica e di MISP devono essere selezionati.

Sulla base delle indicazioni della normativa e delle caratteristiche delle differenti tecnologie presentate è possibile riassumere di seguito (Tabella 5.2) l'applicabilità delle varie soluzioni indicate in relazione al caso specifico della ex cava Vallosa.

Tabella 5.2 – Confronto tra tecnologie						
Tecnologia	Tipo di intervento e finalità	Efficacia	Fattibilità tecnica	Impatti ambientali	Sostenibilità economica	Giudizio
Scavo e rimozione ammasso rifiuti (Land Fill Mining)	Bonifica - Rimozione matrice primaria di contaminazione	elevata	complessa e da verificare	Elevati	Non sostenibile	Non applicabile
Incapsulamento-Capping	MISP – eliminazione infiltrazioni delle acque meteoriche nel corpo rifiuti	elevata	fattibile	trascurabili	sostenibile	Applicabile con certezza di efficacia
Incapsulamento-Confinamento laterale	MISP – eliminazione diffusione laterale acque sotterranee contaminate della falda sospesa che poggia sull'orizzonte limoso presente tra i 20 e 30 m.	Parziale e non risolutiva per la mancanza di un livello impermeabile affidabile per ammorsamento della barriera (confinamento basale necessario)	fattibile	trascurabili	potenzialmente sostenibile	Applicabile, da verificare l'utilità a seguito della realizzazione del capping (che riduce drasticamente la ricarica della falda sospesa).
Incapsulamento-Confinamento basale	MISP – eliminazione infiltrazioni percolato in matrice secondaria (falda principale)	Parziale (incertezza di continuità laterale con iniezioni verticali)	fattibile	sensibili	potenzialmente sostenibile	Applicabile con incertezza di efficacia
Fitoremediation	Bonifica - Rimozione	limitata	contenuta	nulli	sostenibile	Non

Tabella 5.2 – Confronto tra tecnologie						
Tecnologia	Tipo di intervento e finalità	Efficacia	Fattibilità tecnica	Impatti ambientali	Sostenibilità economica	Giudizio
	inquinanti da ammasso rifiuti					applicabile
Aerazione in situ	Bonifica - Rimozione inquinanti da ammasso rifiuti	Parziale (comunque d verificare con test pilota)	contenuta	nulli	sostenibile	Applicabile con incertezza di efficacia
Barriera Idraulica	MISP – contenimento alla diffusione laterale acque sotterranee contaminate della falda sospesa	Parziale per assenza di informazioni dettagliate sulle caratteristiche della falda sospesa.	fattibile	trascurabili	sostenibile	Applicabile con incertezza di efficacia
Monitoraggio dell'attenuazione naturale dei fenomeni a seguito di un efficace intervento di MISP	Bonifica	elevata	fattibile	trascurabili	sostenibile	applicabile

Sulla base delle considerazioni complessivamente svolte nei precedenti capitoli anche in relazione alle caratteristiche della contaminazione e della effettiva significatività della stessa, risulta plausibile, in questa fase, pensare all'esecuzione di alcuni degli interventi valutati nella prospettiva di un successivo intervento di messa in sicurezza permanente.

Le attività previste, inquadrare come interventi di prevenzione del sito, sono mirate all'isolamento superficiale del corpo rifiuti e alla contestuale minimizzazione dei possibili fenomeni secondari e/o di mobilitazione degli inquinanti. Il tutto in un'ottica di sostenibilità degli interventi e della loro effettiva efficacia.

Alla luce di quanto sopra e dei risultati del confronto tra le tecnologie, si ritiene opportuno procedere con un approccio integrato basato su:

- azioni concrete e immediatamente efficaci sulla matrice primaria, mediante il pompaggio dell'eventuale percolato presente in SI07, SI3 e SI11;
- azioni concrete e immediatamente efficaci sulla falda sospesa, mediante il mantenimento del sistema di emungimento presente in Pz30SW;

- contestuali azioni di incapsulamento secondo le indicazioni del D.lgs 36/03, limitate al solo confinamento superficiale, in ragione delle difficoltà tecniche realizzative e alla sostenibilità economica degli interventi (realizzazione di un capping);
- interventi di aspirazione e trattamento delle emissioni gassose provenienti dal corpo rifiuti.

Le azioni indicate verranno accompagnate dal mantenimento del monitoraggio delle caratteristiche qualitative della falda sospesa e della falda profonda.

7.0 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

7.1 Obiettivi degli interventi

Per il sito ex cava Vallosa si pone l'obiettivo primario di minimizzare il potenziale contributo che il corpo rifiuti può apportare nei confronti delle matrici ambientali, agendo sul confinamento e sulla prevenzione di possibili trasferimenti. L'insieme delle azioni individuate per tale obiettivo sono state ispirate tanto dai principi e dalle soluzioni indicate nel D.Lgs 36/03 quanto, sotto il profilo tecnico-concettuale, dalle «*Linee guida per la progettazione e gestione sostenibile delle discariche*» adottate con la Delibera della Giunta regionale della Lombardia del 7 ottobre 2014 n. X/2461.

Inoltre si è ritenuto necessario prevedere, sulla base dei risultati delle sessioni di monitoraggio dei soil-gas, un intervento di captazione e trattamento dei gas provenienti dal corpo discarica e il mantenimento del sistema di emungimento della falda sospesa presente in Pz30SW al fine di tenere in costante depressione il già modesto contributo idrico di tale "acquifero", caratterizzato principalmente da accumuli localizzati.

7.2 Sintesi degli interventi

L'intervento proposto si basa sulle seguenti azioni:

1. Riprofilatura della morfologia del corpo rifiuti mediante sterro-riporti del materiale di copertura presente in sito nella porzione ex cava Vallosa, lasciando in posto uno spessore minimo di materiale in situ pari a 50 cm che costituirà gli strati di regolarizzazione e lo strato di drenaggio e rottura capillare, così come previsti dal DLgs 36/2003 per discariche di rifiuti non pericolosi e pericolosi;
2. Realizzazione del "capping" con caratteristiche simili a quelle previste per discariche per rifiuti non pericolosi, con la presenza di argilla e geomembrana in HDPE ed esecuzione accurata nei collegamenti perimetrali per avere la massima garanzia della sigillatura.
3. Realizzazione del sistema di regimazione delle acque superficiali dell'area interessata dalla realizzazione del capping, con smaltimento delle stesse presso un idoneo corpo recettore (infiltrazione nel sottosuolo);
4. Mantenimento del sistema di emungimento della falda sospesa ed eventuale potenziamento del sistema mediante collegamento a piezometri che presentino situazioni critiche (es. fasi liquide in SI07);
5. Installazione e gestione dei sistemi di captazione e trattamento gas interstiziali;
6. Monitoraggi ambientali e controlli di assestamento qualitativo del sistema.

Le soluzioni tecniche e operative definite per gli interventi sopra elencati sono descritte nei seguenti capitoli.

8.0 REALIZZAZIONE DEL CAPPING

8.1 Inquadramento generale dell'intervento

L'intervento di "capping" consiste nella realizzazione di una copertura impermeabile dell'area al fine di impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche nel corpo rifiuti e la conseguente potenziale formazione di percolato.

L'intervento verrà eseguito per fasi successive e includerà le seguenti attività:

- Interventi preparatori dell'area di intervento:
 - rimozione della vegetazione sull'intera area;
 - integrazione/modifica della recinzione dell'area di intervento;
 - predisposizione logistica del cantiere.
- Rimodellamento dell'attuale superficie della discarica per la formazione del piano di posa del pacchetto di copertura mediante sterri e riporti (apporto di materiale esterno complessivo pari a circa 18.000 m³), finalizzati al conferimento di pendenze idonee allo scorrimento delle acque meteoriche.
- Formazione di strade di servizio perimetrali e di pendenze di raccordo con le aree esterne al confine dell'area di intervento.
- Posa del pacchetto di copertura composto da (dal basso verso l'alto):
 - Strato di materiale inerte per captazione eventuale biogas (30 cm), al cui interno saranno poste delle opportune tubazioni fessurate;
 - Strato di argilla compattata (30 cm);
 - Geomembrana in HDPE (sp. 2 mm);
 - Geotessile in TNT;
 - Strato drenante in ghiaia (30 cm);
 - Strato di terreno vegetale (80 cm).
- Adeguamento del sistema di monitoraggio dei gas interstiziali e di monitoraggio della falda sospesa/percolato (attualmente presente solo in SI07, SI03 e SI11), mediante prolungamento delle tubazioni al piano campagna di progetto e sigillatura del pacchetto di copertura.

- Predisposizione del sistema di regimazione delle acque meteoriche, costituito da canalette intermedie e perimetrali in calcestruzzo, aventi pendenze tali da convogliare le acque verso un punto finale di raccolta situato nell'area comunale a est, verso cui confluiranno anche le acque di infiltrazione raccolte dalle tubazioni fessurate.
- Eventuale inerbimento della superficie finale del capping in funzione della futura destinazione d'uso dell'area.
- Installazione del sistema di captazione e trattamento dei gas provenienti dal corpo discarica.
- Installazione di recinzione definitiva a delimitazione di tutta l'area di intervento.

Si fornisce di seguito la descrizione delle attività previste, che nel presente documento sono illustrate con un grado di dettaglio adeguato al livello di progettazione in oggetto, e che saranno necessariamente specificate in fase di progettazione definitiva/esecutiva.

In [Tavola 5](#) si fornisce il layout dello stato di fatto attuale del sito.

8.2 Interventi preliminari

Gli interventi preliminari da effettuare sull'area di intervento in preparazione alla realizzazione del capping consistono in:

- A. rimozione della vegetazione sull'intera area;
- B. integrazione recinzione dell'area di intervento;
- C. disinstallazione e accantonamento degli impianti in sito;
- D. predisposizione logistica del cantiere.

Nell'ambito della realizzazione del capping, si dovrà provvedere alla rimozione e smaltimento, previa caratterizzazione chimica, di eventuali macerie presenti in sito. Non si prevedono tuttavia operazioni di rimozione preliminari, ma si ipotizza che la loro rimozione avvenga in concomitanza alle operazioni di rimodellamento della superficie dell'area, in modo da sfruttare i mezzi meccanici già presenti in sito per tale attività.

8.2.1 Rimozione della vegetazione

Poiché l'intera area di intervento presenta zone con presenza di una vegetazione arborea ed arbustiva, sarà necessario provvedere preliminarmente alla sua rimozione al fine di consentire l'accesso all'area per le successive operazioni.

Si provvederà quindi al taglio e al decespugliamento della vegetazione arborea ed arbustiva mediante attrezzature manuali e meccaniche.

8.2.2 Recinzione dell'area di intervento

Il confine dell'area di intervento dovrà prevedere una delimitazione mediante recinzione provvisoria di cantiere. A tal fine verranno mantenute le recinzioni già presenti a perimetrazione dell'attuale area, opportunamente integrate per il perimetro aggiuntivo emerso dalle indagini geofisiche e per tutte le zone ove la recinzione esistente risultata ammalorata o danneggiata.

8.2.3 Eventuale dismissione impianti in sito

Tra le operazioni preliminari si prevede, ove si accerti l'interferenza, il temporaneo spostamento dei collegamenti elettrici e idraulici dell'impianto di MISE presente in Pz30Sw.

Si dovrà inoltre aver cura di mantenere operativi gli attuali punti di monitoraggio soil-gas e i piezometri SI03, SI07 e SI11, al fine di verificarne, nel corso dei lavori, il possibile riutilizzo per ulteriori azioni di pompaggio falda sospesa/percolato o eventualmente per le eventuali opere di areazione in sito.

Nella successiva fase di ripristino si dovrà prevedere la posa delle linee dell'impianto di MISE e l'innalzamento dei piezometri e punti di monitoraggio soil-gas sino al raggiungimento della quota dello stato finale del capping (spessore capping + terreno di riporto per modellazione e regolarizzazione dell'area).

8.2.4 Predisposizione logistica del cantiere

Accessi e viabilità di cantiere

Il cantiere avrà un unico accesso, dotato di appropriata cartellonistica indicativa e monitoria. Ulteriori cartelli monitori e di sicurezza specifici dell'intervento dovranno essere posizionati in corrispondenza delle aree operative.

L'accesso al cantiere sarà mantenuto normalmente chiuso e sarà aperto manualmente a soggetti esterni previa opportuna autorizzazione da parte del Capo Cantiere o delegato. Solo gli operatori potranno accedere liberamente al cantiere. Nelle ore notturne e nei giorni non lavorativi l'accesso rimarrà chiuso.

La viabilità di cantiere verrà regolata in funzione delle aree di lavoro mediante la predisposizione di piste di cantiere temporanee per lo spostamento dei mezzi. I servizi necessari per il cantiere saranno collocati nel primo tratto dell'area di rispetto, in corrispondenza dell'accesso al sito. In tale area saranno predisposte le zone di stoccaggio dei materiali da costruzione e dei rifiuti provenienti dalle lavorazioni in corso.

Mezzi di lavoro

Per la realizzazione del capping si prevede di utilizzare indicativamente i seguenti mezzi operativi:

- Dozer apripista cingolato con lama per la movimentazione superficiale del materiale in situ, dotato di potenza idonea a movimentare materiali fortemente compattati anche di origine inorganica;
- Escavatore cingolato a benna rovescia per la movimentazione del materiale, per la formazione delle pendenze di raccordo e delle canalette di raccolta delle acque meteoriche;
- Miniescavatore tipo Bobcat per piccoli interventi;
- Motrice cassonata ribaltabile, per il trasporto dei materiali all'interno dell'area di intervento;
- Rullo compattatore per la preparazione del piano di posa e rullo a piè di pecora per la compattazione dell'argilla;
- Eventuale pala gommata per lavori di rifinitura.

Servizi

Per la realizzazione dell'intervento sarà necessario disporre di acqua per i servizi igienici del personale, per le docce d'emergenza e per l'eventuale lavaggio delle ruote degli automezzi. A questo scopo dovrà essere richiesto un allacciamento all'acquedotto (che in base alle informazioni riportate al Capitolo 3 arriva alla cabina SNAM adiacente al sito) o, in alternativa, il cantiere dovrà essere dotato di un serbatoio di riserva acqua potabile.

Il sito dovrà essere dotato di uffici, spogliatoi e servizi igienici di cantiere. A tal fine si prevede l'installazione di due box delle dimensioni di circa 6 x 2 m, di cui uno adibito ad uso uffici ed uno ad uso spogliatoio. Nel box uffici si prevede di ricavare uno spazio ad uso infermeria. Saranno installati inoltre servizi igienici di cantiere.

Altre installazioni

Dovranno essere presenti presso il sito tutte le attrezzature necessarie per raccolta, aggrottamento e adeguato smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulle superfici in lavorazione in corso d'opera e del percolato che venisse eventualmente riscontrato durante le operazioni di movimentazione del materiale in situ sotto il piano campagna. Tali prodotti dovranno essere stoccati in appositi serbatoi di raccolta, caratterizzati chimicamente e smaltiti presso idoneo impianto esterno ai sensi della vigente normativa sui rifiuti.

Si prevede inoltre l'installazione, in uscita dal cantiere, di un sistema di pulizia delle ruote degli automezzi di cantiere potenzialmente contaminati. Tale sistema dovrà prevedere delle vasche per il lavaggio, a spruzzo o ad immersione, delle ruote degli automezzi. Le acque raccolte saranno caratterizzate chimicamente e smaltite presso idoneo impianto esterno ai sensi della vigente normativa sui rifiuti.

8.3 Rimodellamento morfologico della superficie della discarica e preparazione del piano di posa

La necessità di eseguire un rimodellamento morfologico della superficie della ex discarica è conseguente all'intenzione di limitare la necessità di approvvigionamento di materiale da fonti esterne e di evitare il più possibile variazioni importanti della morfologia dell'area, considerato l'attuale inserimento in un contesto pianeggiante.

Si rende pertanto necessario procedere con una nuova profilatura dello strato di materiale posto al di sopra del corpo rifiuti tale da ricreare una superficie omogenea e regolare con pendenze adeguate a consentire il regolare deflusso delle acque meteoriche verso le aree perimetrali.

Al fine di ottimizzare la formazione di una morfologia regolare con minimi aumenti di quota del punto di colmo sono necessari scavi e rinterri che interesseranno l'orizzonte superficiale posto a copertura del corpo rifiuti, attualmente presente con spessore minimo 1,5 m e massimo 4,3 m (ciò andrà meglio definito e ottimizzato in sede di progettazione preliminare e definitiva).

In generale considerata l'area pressoché pianeggiante, sono necessari conferimenti di materiali da recupero al fine di creare le pendenze utili allo smaltimento delle acque meteoriche verso il perimetro esterno in direzione delle zone drenanti.

A tal proposito si prevede di:

- effettuare uno scotico di superficie in sporadiche zone per un volume pari a circa 2.000 m³ di materiale da rimuovere e ricollocare per la formazione del piano di posa;
- effettuare un riporto omogeneo con circa 18.000 m³ di materiali idonei come materiali "vergini" di cava, materie prime/sottoprodotti certificati, terre e rocce da scavo, aggregati artificiali certificati idonei a recupero ambientale da stendere e porre in opera con pendenze tali da creare pendii omogenei con pendenza minima pari al 2%;

Le pendenze sopra indicate e le stime volumetriche potranno essere oggetto di parziali e non sostanziali modifiche nel corso dei successivi livelli di progettazione (Progetto definitivo/esecutivo).

Si prevede inoltre nell'area "Ex Cava Vallosa" la formazione di una strada perimetrale di servizio avente larghezza pari a 2,5 m, che sarà ricavata al piede del *capping*, lateralmente alle canalette di raccolta delle acque meteoriche, al fine di favorire il passaggio dei mezzi per la futura pulizia e manutenzione dell'area.

8.4 Posa del pacchetto di copertura e sistemazione delle fasce perimetrali

8.4.1 Struttura del pacchetto di copertura del capping e delle fasce perimetrali

L'isolamento superficiale del corpo discarica sarà basato sulla realizzazione di una nuova copertura idonea ad isolare il corpo rifiuti dall'esterno impedendo che le acque meteoriche possano infiltrarsi al suo interno e generare di conseguenza percolato. Tale intervento, condotto

sia sull'ex Cava Vallosa che nell'adiacente Area Minelli, unito alla regolare e costante azione di emungimento della falda sospesa in Pz30SW, consente di interrompere il meccanismo di trasferimento di percolato verso la falda sospesa, nonché di permettere nel medio tempo di ridurre i costi per lo smaltimento delle acque emunte da Pz30SW.

La posa del pacchetto di copertura avrà un'estensione adeguata a rivestire le fasce perimetrali del sito consentendo un adeguato collegamento funzionale con la nuova rete di regimazione delle acque meteoriche che si andrà contestualmente a realizzare e che convoglierà le acque meteoriche in apposito recettore nella zona sud-est.

Sulla base delle informazioni reperite presso il Comune, non risulta presente nei pressi dell'area in esame alcun corpo idrico superficiale, pertanto si ritiene, sia in termini di ragioni tecnico-economiche, sia in termini di sostenibilità ambientale, realizzare un sistema disperdente delle acque meteoriche mediante trincea disperdente.

Per il conferimento delle acque al recapito si prevede la formazione delle quote idonee a consentire il deflusso per gravità.

Per quanto riguarda le caratteristiche del capping, si prevede di installare un pacchetto impermeabilizzante con caratteristiche in linea con quanto stabilito dal D.Lgs 36/03 per una discarica di rifiuti non pericolosi, ulteriormente migliorato nelle garanzie ambientali mediante la posa di un telo impermeabile in HDPE.

Il pacchetto impermeabilizzante scelto è un misto naturale – artificiale che garantisce una buona adattabilità ai futuri movimenti residui della morfologia del corpo discarica, seppure il lungo tempo trascorso dal momento dell'ultimo conferimento di rifiuti - più di 20 anni – faccia ritenere che i movimenti residui saranno di assai limitata entità.

Sul piano di posa così formato e compattato come precedentemente descritto verrà dapprima collocato uno strato di materiale inerte drenante, avente funzione di captazione dei gas formati nel corpo discarica. All'interno di tale strato verranno posate tubazioni fessurate che permetteranno la captazione dei gas mediante l'installazione di un sistema di estrazione e trattamento dei vapori estratti.

Sopra lo strato inerte di captazione dei gas sarà posto uno strato di impermeabilizzazione naturale costituito da 30 cm di argilla livellata e compattata secondo le quote di progetto, con conducibilità idraulica inferiore a 10^{-8} m/s.

Direttamente sullo strato di argilla verrà posta una geomembrana di polietilene ad alta densità (HDPE) dello spessore di 2 mm. Il pacchetto così costituito garantisce l'impermeabilità e la resistenza nel tempo grazie alle caratteristiche auto sigillanti e di elevata plasticità dell'argilla naturale unita alle elevate caratteristiche geomeccaniche della geomembrana in HDPE.

Sulla geomembrana verrà posato a protezione della stessa uno strato di geotessile non tessuto (TNT) in fibre di HDPE o fibre di polipropilene consolidate con agugliatura con elevata resistenza alla punzonatura (maggiore di 4,5 KN).

Al di sopra dello strato impermeabilizzante verrà posato uno strato di ghiaia con lo scopo di favorire lo scivolamento delle acque meteoriche di infiltrazione verso la massima pendenza fino al bordo vasca.

Sullo strato drenante verrà posto in opera uno strato di 80 cm di terra da coltivo con lo scopo di favorire l'inerbimento della superficie e di fungere da effetto laminante del deflusso delle acque meteoriche, andando ad aumentare il tempo di ruscellamento delle acque piovane.

Le fasce perimetrali ricavate lungo il piede del *capping* per la formazione delle canalette di raccolta delle acque meteoriche e della strada di servizio saranno sistemate mediante la stesura dei seguenti strati, a partire dal piano di posa:

- argilla compattata (spessore 0,50 m), avente funzione di impermeabilizzazione del materiale in situ;
- geotessile in TNT (massa areica 300 g/m²), avente funzione di protezione dello strato di argilla e di separazione tra gli strati;
- misto granulare compattato tipo macadam (spessore 0,95 m), avente funzione di drenaggio delle acque meteoriche e al contempo caratteristiche di resistenza meccanica e compattazione adeguate per consentire il transito di mezzi pesanti.

La sistemazione sopra descritta per le fasce perimetrali è stata progettata nell'ottica di disporre di aree di servizio perimetrali adeguate al transito di mezzi pesanti per gli interventi di manutenzione del *capping*.

Al termine dell'esecuzione delle misure di prevenzione previste, si avrà una morfologia leggermente variata ma accettabile nell'ambito morfologico locale, ma il corpo rifiuti risulterà superiormente isolato dall'ambiente esterno e le acque meteoriche incidenti sulla superficie del corpo scarica scivoleranno verso i bordi esterni della vasca o per ruscellamento superficiale o per ruscellamento lungo lo strato drenante dopo avere imbevuto ed attraversato lo strato di terreno vegetale.

Una rappresentazione grafica di quanto descritto è fornita nelle Tavole 13, 14 e 15.

8.4.2 Modalità di raccordo del pacchetto di copertura del capping con le fasce perimetrali e con le aree esterne

La riprofilatura del corpo della scarica determina il convogliamento delle acque di ruscellamento verso le canalette di raccolta delle acque meteoriche, poste al piede del *capping*.

Come anticipato precedentemente, si prevede inoltre in adiacenza alla canaletta, la formazione di una strada perimetrale di servizio, anch'essa posta al di sopra del pacchetto impermeabilizzante (argilla e geomembrana in HDPE). In considerazione delle superfici interessate, la realizzazione della strada perimetrale è prevista per la sola area "Ex Cava Vallosa".

Il raccordo delle fasce perimetrali con le aree esterne all'area di intervento verranno realizzate in funzione della differenza tra le quote di progetto della strada di servizio e le quote del piano campagna esistente. Tali quote saranno raccordate mediante scarpate di raccordo a pendenza 1:1,5.

La recinzione definitiva sarà installata lungo il tratto sommitale delle scarpate di raccordo, a delimitazione dell'area di intervento.

8.4.3 Impermeabilizzazione delle scarpate di raccordo

Al fine di prevenire l'infiltrazione di acque meteoriche all'interno delle scarpate di raccordo, si è previsto un sistema di impermeabilizzazione di tali scarpate mediante la sovrapposizione dei seguenti strati:

- geomembrana in HDPE;
- strato drenante;
- terreno vegetale (spessore 30 cm).

Il telo in HDPE verrà ancorato sulla sommità delle sponde mediante risvolto entro trincea di dimensioni 40x40 cm, e successivamente si procederà al getto in calcestruzzo necessario per il posizionamento dei paletti di recinzione.

La sistemazione delle scarpate di raccordo sopra descritta è prevista per differenze tra le quote di progetto della strada di servizio e le quote dell'esistente > 0,50 m.

8.4.4 Procedure di verifica e tracciabilità dei materiali

Presso l'area di cantiere, verranno allestite delle aree con realizzazione di baie di caratterizzazione dei materiali e degli eventuali rifiuti prodotti durante le attività di scortico e rimodellamento, gestite secondo criteri di totale tracciabilità dei materiali.

In particolare, saranno oggetto di caratterizzazione (tal quale e test di cessione):

- Tutti gli eventuali rifiuti rinvenuti non compatibili con il rimodellamento, ai fini di una loro gestione con messa a dimora o allontanamento.
- Tutti i materiali in ingresso al sito per il rimodellamento delle pendenze, per lotti omogenei e in generale almeno ogni 5000 m³ di materiali inerti in ingresso caratterizzati dal non essere materiali vergini naturali.

8.5 Risoluzione delle interferenze con le installazioni tecnologiche presenti (pozzi biogas e percolato)

8.5.1 Sistema di monitoraggio del biogas

Ai fini di controllare lo stato qualitativo dei soil-gas, si prevede di conservare i pozzi esistenti per il monitoraggio del biogas.

Sono necessari pertanto degli interventi di adeguamento dei pozzi esistenti, mediante prolungamento degli stessi e rifacimento della cementazione.

8.5.2 Sistema di monitoraggio percolato/falda sospesa

Nel corso delle indagini geognostiche del 2016 sono stati realizzati n. 3 piezometri (SI03, SI07 e SI11) finalizzati al campionamento di acqua incontrata nel corso della perforazione.

Dei tre punti di monitoraggio, solamente il punto SI07 ha rilevato liquido oleoso, successivamente oggetto di analisi chimica.

Si prevede ad ogni modo di conservare i piezometri esistenti, mettendo in atto degli opportuni interventi di adeguamento, mediante prolungamento degli pozzi stessi e rifacimento della cementazione

8.6 Strato superficiale della copertura con possibile inerbimento

Le caratteristiche dello strato superficiale del capping verranno valutate in funzione della nuova destinazione d'uso prevista per il sito. In assenza di un progetto di riutilizzo dell'area, si prevede che tutta la superficie del capping venga ricoperta con terreno vegetale vergine, eventualmente, in base alla destinazione d'uso futura dell'area, da inerbire mediante idrosemina con miscuglio di sementi erbacee prative autoctone, aventi caratteristiche di resistenza e rusticità.

8.7 Sistema di regimazione delle acque meteoriche

A seguito dell'impermeabilizzazione della parte superiore della discarica, tutte le acque meteoriche scolanti verranno intercettate da un sistema di raccolta, collettamento e scarico negli strati superficiali del sottosuolo (trincea disperdente).

La conformazione della superficie finale della discarica prevista dal progetto è tale da assicurare una corretta raccolta ed un adeguato allontanamento delle acque meteoriche (pendenza minima 2%).

I sistemi di raccolta saranno costituiti da dorsali principali realizzate con canali prefabbricati in cls a sezione variabile idraulicamente calcolata. Le dorsali di raccolta saranno posizionate indicativamente in posizione adiacente alla strada/pista di manutenzione laterale e al di sopra della copertura. Per evitare che le acque meteoriche che penetrano all'interno dello strato superiore di copertura in terra (posto al di sopra della membrana) passino al di sotto delle dorsali stesse, sarà posata una apposita lingua di telo impermeabile che, collegata alla membrana sottostante, convoglierà le acque nelle canalette.

Il layout del sistema di regimazione delle acque è rappresentato in [Tavola 16](#).

8.7.1 Calcolo delle portate generali di progetto per il dimensionamento delle canalette perimetrali

La portata che deve essere smaltita da ciascun tratto di canaletta è calcolata a partire dai dati di precipitazione delle stazioni pluviometriche in prossimità dell'area in oggetto.

Dai dati storici di precipitazione reperiti sul sito di ARPA Lombardia, si può stimare una precipitazione massima pari a circa 98 mm/h (tempo di ritorno pari a 10 anni) che ragguagliata ad una superficie prossima a 3 ha (30 000 m²) fornirebbe una portata al punto di recapito delle acque pari a circa 0,5 l/s.

Nelle successive fasi di dettaglio progettuale (progettazione definitiva/esecutiva) si provvederà ad una analisi più dettagliata della pluviometria dell'area, valutando tempi di corrivazione e portate massime che potrebbero rivelarsi anche inferiori a quelle stimabili con il processo prima descritto.

8.7.2 Dimensionamento delle canalette perimetrali

In relazione alle portate derivanti dal calcolo pluviometrico relativo all'area in oggetto, si provvederà al dimensionamento delle canalette perimetrali. Per queste si adotteranno indicativamente sezioni variabili da un minimo di 60 cm di larghezza ad un massimo di 120 cm in relazione alla distanza dal punto di consegna all'area di scarico.

8.7.3 Sistema di scarico

Considerata l'assenza di corpi idrici superficiali nei pressi dell'area oggetto di intervento, si prevede di effettuare lo scarico delle acque meteoriche di scolo del capping nel sottosuolo mediante trincea disperdente.

Alla luce del modello concettuale riportato al Capitolo 5, si prevede di realizzare il sistema disperdente a una distanza di circa 200 m dall'area, al fine evitare l'eventuale apporto di acqua alla falda sospesa nei pressi della discarica.

Allo stato attuale si è scelto di ubicarlo nel punto indicato in [Tavola 16](#). L'ubicazione definitiva sarà da confermare anche in virtù dei permessi da ottenere, considerata l'assenza di aree di proprietà comunale. In sede di progettazione definitiva/esecutiva saranno valutati con puntualità le caratteristiche geometriche del manufatto di scarico.

Il criterio di dimensionamento del sistema di infiltrazione è stato eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (quindi l'idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con l'eventuale volume invasato nel sistema; tale confronto può essere espresso con la seguente equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti per il mezzo filtrante, in cui per semplicità è stata trascurata l'evaporazione:

$$(Q_p - Q_f) \cdot Dt = DW \quad \text{con:}$$

Q_p portata influente;

Q_f portata infiltrazione

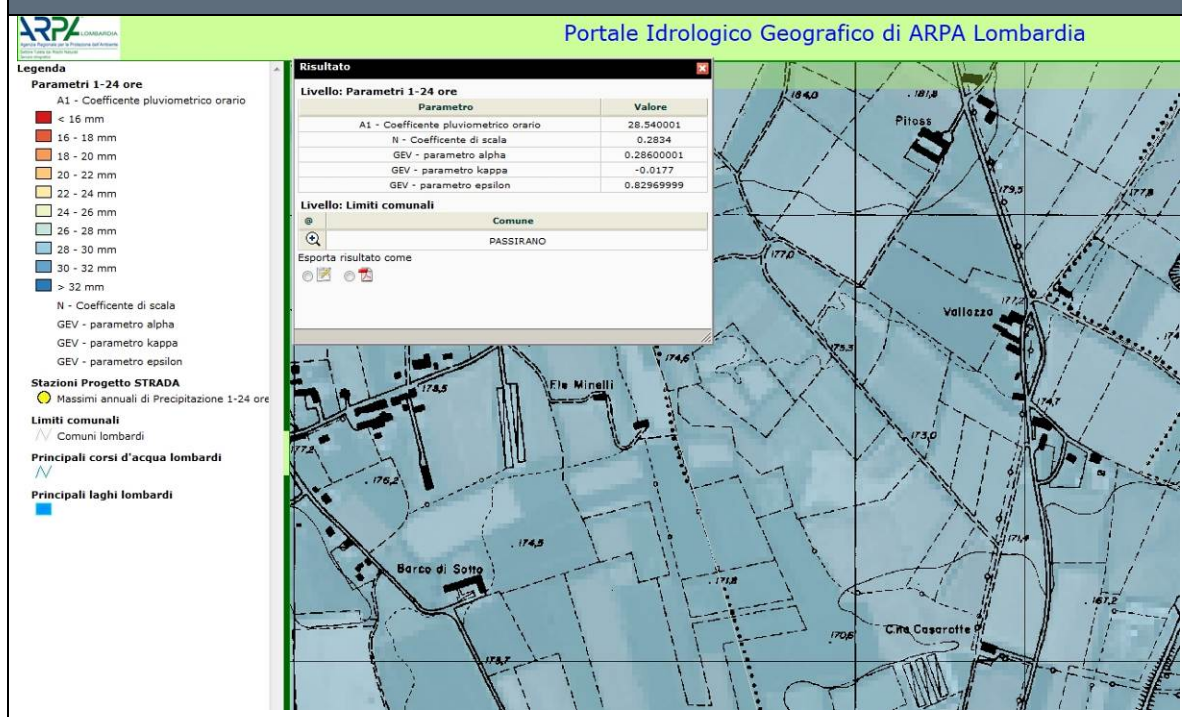
Dt intervallo di tempo

DW variazione del volume invasato nel mezzo filtrante nell'intervallo Dt.

Per quanto riguarda i metodi di determinazione dell'idrogramma di piena, e quindi della portata Q_p , si è fatto riferimento a un tempo di ritorno pari a 10 anni (in accordo con la normativa vigente sulle discariche - D.lgs. 36/2003) e all'espressione della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP) ricavata sul portale informatico di ARPA Lombardia per i dati di precipitazione intensa relativamente alle durate comprese nell'intervallo 1-24 ore per il sito di Passirano:

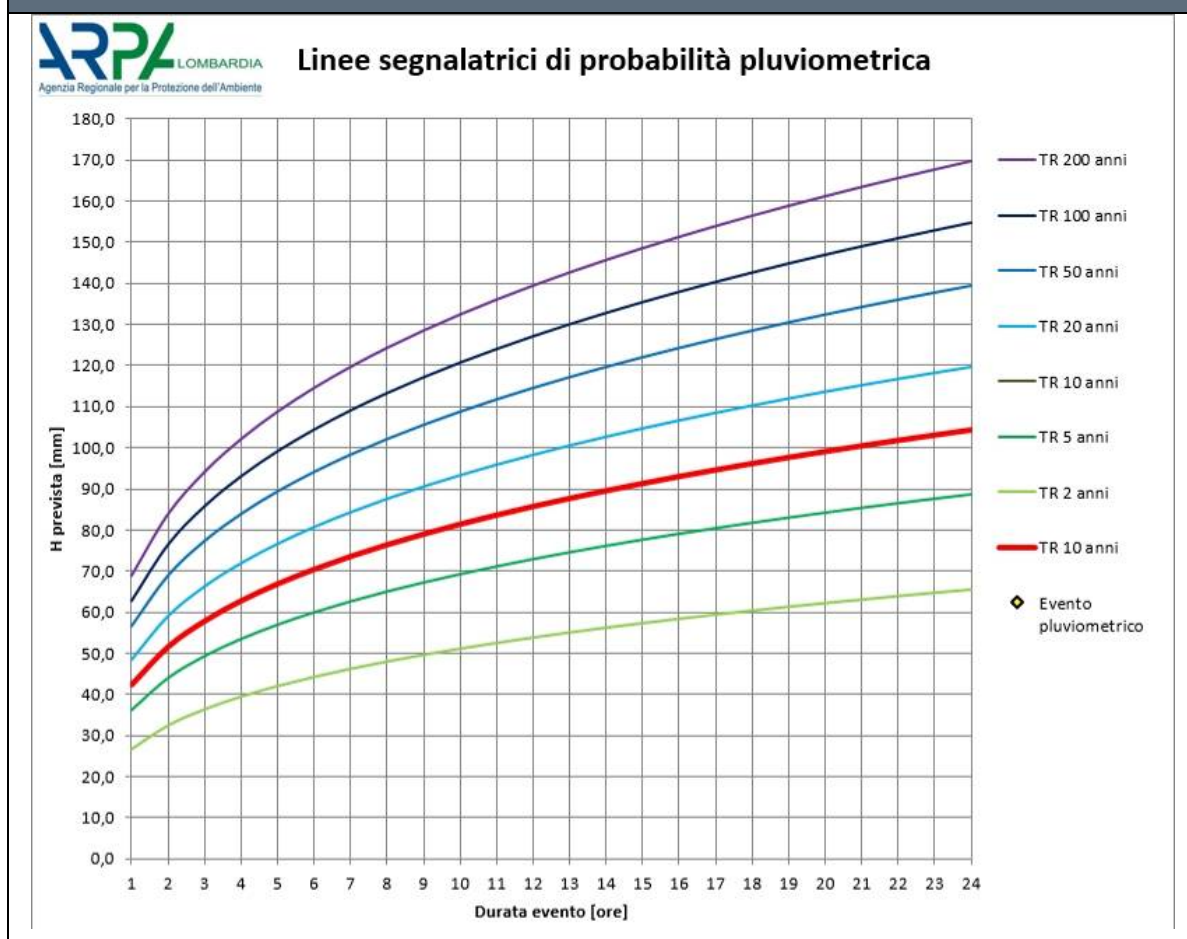
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

Figura 8.1 – Parametri caratteristici LSPP – calcolati per il sito “ex Cava Vallosa”



Nella figura seguente, sono riportate le linee segnalatrici per diversi tempi di ritorno utilizzate per l'area in oggetto, calcolate utilizzando la distribuzione generalizzata del valore estremo (GEV).

Figura 8.2 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) – calcolate per il sito “ex Cava Vallosa”



Di seguito i parametri caratteristici della curva LSPP ricavata per tempi di ritorno pari a 10 anni:

$$a_1 = 28,540$$

$$n = 0,2834$$

$$w_{10} = 1,48629$$

La capacità d'infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q_f = KJA \text{ con:}$$

Q_f portata d'infiltrazione [m^3/s];

K permeabilità (o coefficiente di permeabilità) [m/s];

J cadente piezometrica [m/m];

A superficie netta d'infiltrazione [m²]

Per quanto riguarda il coefficiente di conducibilità idraulica k , è stato ipotizzato, sulla base della granulometria dell'orizzonte superficiale, un valore cautelativo pari a 10^{-4} m/s.

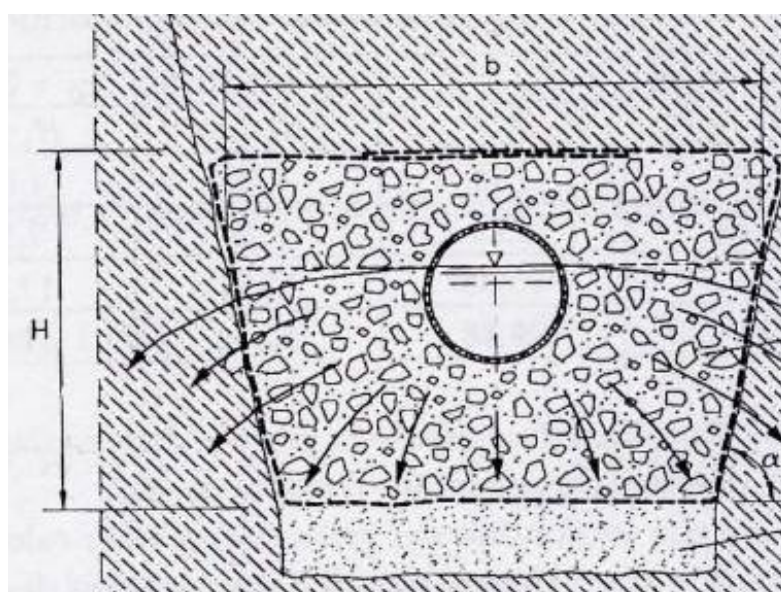
La cadente piezometrica J può essere posta pari a 1 qualora il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza della strato filtrante e la superficie della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

L'equazione di continuità è stata risolta per passi, fissando un intervallo temporale di risoluzione (5 minuti).

In base al criterio di dimensionamento utilizzato, il sistema di dispersione ipotizzato è così strutturato:

- Tubazione di scarico in PEAD, DN 1200 cieca per il tratto iniziale (80 m);
- Tubazione di scarico in PEAD, DN 1200 fessurata per il tratto successivo a quello cieco, per una lunghezza pari a 120 m. Tale tratto di tubazione sarà ubicato all'interno di una trincea drenante, di dimensioni pari a 3x3x100 (larghezza, altezza, lunghezza), riempita con ghiaione lavato avente pezzatura dai 50 ai 70 mm, posato in modo tale che la pezzatura più elevata sia negli strati superiori. La trincea deve essere protetta superiormente e lateralmente da geotessuto e posato su letto di sabbia di almeno 20 cm. Con riferimento allo schema sotto riportato, la portata infiltrabile grazie alla tubazione drenante è in realtà assimilabile a quella smaltibile dalla trincea che la avvolge.

Figura 8.3 – Sezione tipo trincea drenante



La rete di drenaggio deve avere almeno un pozzetto di ispezione a monte, uno al centro e uno a valle. I pozzetti dovranno avere dimensione minima interna 80x80 cm con funzione di ispezione e per permettere il lavaggio della condotta con acqua in pressione.

8.7.4 Recinzione definitiva dell'area

Al termine dell'intervento l'area sarà recintata mediante recinzione definitiva in rete metallica plastificata da posare lungo tutto il perimetro della discarica. La rete metallica avrà uno sviluppo in altezza pari a 2 m. La rete sarà sostenuta da elementi metallici verticali dotati di adeguata fondazione di base.

8.8 Impianto di captazione e trattamento dei gas provenienti dal corpo discarica

Come riportato nei capitoli precedenti, le tubazioni fessurate di drenaggio dei gas provenienti dal corpo discarica saranno collettate fino a raggiungere il piano campagna nell'area in prossimità dell'attuale sistema di stoccaggio delle acque emunte dal piezometro Pz30SW.

Si prevede di allacciare tali tubazioni, unite alle tubazioni fessurate di drenaggio gas previste per l'area Minelli, a un impianto di captazione e trattamento. L'impianto previsto ha come obiettivo primario la captazione dei vapori accumulati nell'apposito stato di drenaggio gas del capping, svolgendo un'attività di protezione nei confronti dei possibili recettori presenti in superficie e impedendo fenomeni di migrazione dei gas in aree esterne al capping.

Per tale ragione, si prevede di utilizzare un impianto di captazione a portate ridotte, indicativamente in grado di aspirare il volume di gas potenzialmente accumulato nello strato drenante per circa 2, 3 volte al giorno. Non si prevede inoltre la realizzazione di pozzi passivi o l'impiego di altri sistemi di aerazione in sito con l'intento di favorire lo strippaggio dei composti volatili.

Considerata la tipologia di composti presenti nel sottosuolo emersi dai monitoraggi soil-gas eseguiti finora, si ritiene che la soluzione impiantistica più idonea per il trattamento dei gas estratti possa essere costituita da un sistema basato su biofiltri. Qualora, nel corso dei monitoraggi soil-gas, dovessero essere confermate le concentrazioni di composti organici volatili (COV), potrà essere necessario valutare la necessità/opportunità di anteporre al biofiltro uno stadio di filtrazione a carboni attivi.

L'impianto di estrazione dovrà essere servito da una unità di biofiltrazione, dimensionata per consentire il trattamento di circa 2'000 Nm³/h, sulla base delle seguenti indicazioni:

- considerando in prima analisi 1 m³ di materiale filtrante per 100 Nm³/h di aria da trattare, è necessario prevedere un volume complessivo di materiale filtrante dell'ordine di 15 - 20 m³;
- il tempo di contatto gas estratto/materiale filtrante dovrà essere pari ad almeno 30";
- l'altezza del mezzo filtrante dovrà essere contenuta indicativamente entro i 200 cm;

- sulla base dei dati di portata l'area del biofiltro dovrà essere almeno pari a 10 m².

Il biofiltro proposto sarà costituito di:

- struttura in materiale plastico rinforzato (es. polipropilene o altro materiale di pari caratteristiche in termini di resistenza meccanica, termica e chimica) con grigliato metallico di rinforzo, o struttura in acciaio con rivestimento interno di materiale idoneo (es. polipropilene);
- sistema interno di diffusione dell'aria dalla camera di ingresso inferiore verso il letto filtrante, avente un'altezza almeno pari a 50 cm, in cui saranno installati supporti idonei al corretto passaggio a bassa velocità dell'aria e tali da garantire il sostegno della piastra di diffusione e una omogenea distribuzione dell'aria nel mezzo filtrante;
- sistema di umidificazione con centralina temporizzata;
- sistema di scarico per la raccolta dei percolati;

In fase di installazione del biofiltro, dovrà essere previsto un sistema di bagnatura diretta del materiale vegetale costituente i biofiltri, realizzato tramite un apposito sistema a pioggia costruito con ugelli nebulizzatori. Tale operazione si rende necessaria al fine di mantenere un buon grado di umidità del letto di filtrazione. L'umidità infatti è uno dei parametri che condizionano maggiormente l'efficienza di un biofiltro, in quanto i microrganismi richiedono adeguate condizioni di umidità per il loro metabolismo. I dati proposti in letteratura indicano il valore ottimale di umidità del mezzo filtrante variabile tra il 40-60%.

Il biofiltro sarà infine dotato di un sistema di scarico per la raccolta dei percolati, i quali a loro volta saranno opportunamente raccolti e smaltiti.

Per la messa in esercizio dei sistemi prima descritto, sarà necessario prevedere le seguenti utilities, da articolare e dimensionare in funzione del layout definitivo dell'intervento, in termini topografici e di articolazione temporale:

- linea elettrica di alimentazione da cabina elettrica/contatore a quadro di distribuzione;
- quadro di distribuzione;
- linee elettriche di distribuzione tra il quadro di distribuzione e gli impianti;
- impianti di messa a terra
- linee di alimentazione dei sistemi di umidificazione dei biofiltri, veicolanti acqua.

Per quanto riguarda le linee elettriche, si prevede la realizzazione di cavidotti interrati da realizzare con caratteristiche da definire in corso d'opera in funzione del dimensionamento di dettaglio dei cavi.

9.0 ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA

Tutte le attività ad oggi svolte sul sito “ex Cava Vallosa” hanno consentito la ricostruzione del modello concettuale del sito e la progettazione preliminare dell'intervento di impermeabilizzazione superficiale del sito quale misura di prevenzione, opportunamente integrabile in un futuro intervento complessivo di messa in sicurezza permanente.

Tuttavia, nel presente capitolo si propongono alcune attività ritenute indispensabili e/o utili alla redazione del progetto definitivo/esecutivo che consentirà successivamente la realizzazione dell'opera.

- Rilievo plano-altimetrico di dettaglio dell'area “oggetto di messa in sicurezza permanente, con particolare riferimento a tutta l'area di intervento, la linea di scarico ipotizzata, al confine dell'area di intervento e all'individuazione delle interferenze riscontrate (verifica sottoservizi adiacenti e tubazione sistema Pump&Stock in Pz30SW);
- prova di emungimento del liquido attualmente presente nel corpo rifiuti in SI07 ai fini della verifica della consistenza volumetrica del percolato.

Di seguito si riportano le specifiche tecniche di dettaglio delle attività di indagine proposte.

9.1 Rilievo plano-altimetrico

Considerato che l'ultimo rilievo topografico disponibile riferito a tutta l'area di indagine risale al 2005, si ritiene indispensabile eseguire un nuovo rilievo topografico di dettaglio di tutta l'area oggetto del futuro intervento di messa in sicurezza, mediante strumentazione GPS/stazione totale esprimendo le quote in m s.l.m. e le coordinate nel sistema di riferimento WGS84.

Nel dettaglio il rilievo sarà relativo a:

- area oggetto di messa in sicurezza secondo una maglia di circa 30x30 m nella parte centrale, con necessario infittimento lungo i confini e nei luoghi ove si presentano locali alterazioni morfologiche;
- confine dell'area, così come definito al Paragrafo 3.1;
- strada di accesso, dove si prevede di posare la condotta di scarico delle acque meteoriche del capping;
- tutti i piezometri presenti (Pz75Monte, Pz75N, Pz30N, Pz75SE, Pz30SE, Pz75SW, Pz30SW, Pz4, SI03, SI07, SI11).

9.2 Realizzazione test di ricarica in SI07

Considerato il rinvenimento di un liquido altamente viscoso (densità oleosa) nel piezometro SI07 durante le attività di geognostiche del 2016, si prevede l'esecuzione di un test di verifica di ricarica di tale prodotto al fine di valutare la fattibilità di un intervento di estrazione continua.

Nello specifico si propone di:

- Verifica preliminare dell'eventuale presenza di fase separata mediante utilizzo di sonda interface olio/acqua;
- In caso di presenza di fase separata, esecuzione di bail down-test (consiste nell'estrazione preliminare dell'olio presente nel piezometro e prosegue con lo studio della variazione temporale tra i livelli di interfaccia aria-olio e acqua-olio, nell'atto della ricarica del piezometro stesso. Il test termina quando i livelli si sono stabilizzati per 3 rilievi consecutivi oppure hanno raggiunto il 90% della misura iniziale).
- In caso di assenza di fase separata, esecuzione di test di ricarica (viene emunta acqua/liquido oleoso dal piezometro come in una prova di portata, e viene misurata la soggiacenza del liquido nel tempo).

Tale attività verrà eseguita nell'ambito dei monitoraggi periodici delle acque sotterranee in corso di svolgimento.

10.0 PIANO DI MONITORAGGIO

10.1 Monitoraggio delle acque sotterranee

Il monitoraggio delle acque di falda rappresenta lo strumento principale per verificare le performance dell'intervento di messa in sicurezza.

10.1.1 Frequenza del monitoraggio

In accordo con le attività di monitoraggio condotte negli anni precedenti e concordate con gli Enti di controllo, si ritiene opportuno proseguire con un piano di monitoraggio a frequenza semestrale su tutti i punti di monitoraggio presenti. Sempre con frequenza semestrale, verrà effettuato il rilievo freaticometrico di tutta la rete di monitoraggio disponibile.

10.1.2 Punti di monitoraggio

Il campionamento delle acque di falda verrà eseguito in corrispondenza dei punti di monitoraggio indicati nella Tabella 10.1 che presentino un'altezza di battente sufficiente a consentire le operazioni di spurgo e prelievo. Le modalità di campionamento previste sono le medesime definite per le campagne di monitoraggio condotte in passato, con iniziale misura della soggiacenza dell'acqua sotterranea, seguita dalle operazioni di spurgo prolungato (3/5 volumi di acqua del casing) e prelievo di campione rappresentativo dell'acquifero oggetto di studio.

Per tutti i piezometri eventualmente attrezzati con pompa dell'impianto di MISE, si prevede un campionamento da apposito rubinetto collegato al sistema di pompaggio.

Tabella 10.1 – Punti di monitoraggio per campionamento acque con frequenza semestrale	
Punto di monitoraggio	Falda captata
SI03	Acque di falda/percolato circolanti nel corpo di scarica
SI07	
SI10	
Pz30N	Falda sospesa superficiale tra 20 – 30 m da p.c.
Pz30SE	
Pz30SW	
Pz75Monte	Falda freatica tra 50 – 60 m da p.c.
Pz75N	
Pz75SE	
PZ75SW	
PZ 4	

10.1.3 Programma analitico

Tutti i campioni prelevati dai piezometri verranno sottoposti ad analisi per i parametri elencati di seguito:

- **Metalli pesanti:** Al, Sb, Ag, As, Cd, Co, Fe, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Mn, Tl, Zn, Cr tot. (metodo EPA 6020A 2007) e Cr VI (metodo APAT CNR IRSA 3150-B2 Man 29: 2003);
- **Composti organoalogenati** (metodo EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006);
- **Idrocarburi aromatici (BTEXS)** (metodo EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006);
- **Idrocarburi leggeri (C<12; come n-esano)** (metodo EPA 5021A 2003 + EPA 8015D 2003);
- **Idrocarburi pesanti (C>12; come n-esano)** (metodo EPA 3510C 1996 + EPA 8015D 2003);
- **Idrocarburi totali (espressi come n-esano)** (metodo EPA 5021A 2003 + EPA 3510C 1996 + EPA 8015D 2003);
- **Idrocarburi policiclici aromatici** (metodo APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003);
- **Clorobenzeni** (metodo EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006);
- **Nitrobenzeni** (metodo EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007);
- **Fenoli e clorofenoli** (metodo EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007);
- **Ammine aromatiche** (metodo EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007);
- **Policlorobifenili (PCB)** (metodo EPA 1668C 2010);
- **Fitofarmaci** (metodo EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007);
- **Cianuri totali** (metodo EPA 9010C 2004 + EPA 9014 1996);
- **Ammoniaca** (metodo APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003);
- **Nitriti** (metodo APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003);
- **Nitrati** (metodo APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003);
- **Solfati, Fluoruri, Cloruri** (metodo APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003);
- **Tetracloruro di carbonio** (metodo EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006).

10.2 Monitoraggio dei gas interstiziali nel corpo di discarica

La frequenza e le modalità esecutive dei monitoraggi soil-gas verranno definite in accordo con gli Enti di controllo. Ai fini del presente documento si considera un monitoraggio annuale della rete di monitoraggio esistente costituita dai 12 punti SGS realizzati durante le indagini previste dal Piano Della Caratterizzazione.

I campionamenti dei soil-gas dovranno essere eseguiti secondo quanto indicato dalle Linee guida di ARPA Lombardia Rev. 3 del 22/12/2015 “Protocollo tecnico per il campionamento dei soil gas in ambito di bonifica”. Il campionamento dovrà prevedere l'utilizzo di supporti adeguati all'analisi dei parametri richiesti e riportati nella seguente Tabella 10.2

Tabella 10.2 – Pacchetto analitico previsto per campioni di Soil-gas		
Parametro Misurato	Unità Misura	Metodo Analitico
anidride carbonica	%	MPI 240 Rev. 0 2014
metano	%	MPI 240 Rev. 0 2014
anidride solforosa	mg/m3	NIOSH 6004:1994
composti organici volatili (parametri come da sessioni di monitoraggio del 2016)	mg/m3	NIOSH 1501:2003 - NIOSH 1003 2003

10.3 Monitoraggio delle caratteristiche e delle performance dell'intervento di riprofilamento e capping

A seguito della realizzazione del capping, costituirà elemento decisivo di mantenimento delle prestazioni, l'esecuzione di un monitoraggio articolato secondo diversi criteri:

- Monitoraggio dei cedimenti nel profilo del capping, mediante una rete topografica con capisaldo o mediante tecnologia laser-scanning.
- Monitoraggio delle caratteristiche manutentive dei seguenti elementi:
 - Punti di discontinuità nel capping.
 - Canalette di raccolta delle acque meteoriche.

Il piano di monitoraggio dovrà essere dettagliato in fase esecutiva, sulla base delle caratteristiche realizzative effettivamente poste in essere.

11.0 COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DELL'INTERVENTO

L'intervento proposto corrisponde ad un approccio integrato di tecnologie *in-situ* che non determinano mobilitazione di composti contaminanti o rifiuti verso l'esterno del sito, rispondendo pertanto ad uno dei principali criteri di sostenibilità ambientali degli interventi di bonifica.

Rappresenta inoltre il tentativo di contemperare l'utilizzo di tecnologie poco invasive con la necessità di fare riferimento alle MTD indicate dalla normativa nazionale e comunitaria in materia di gestione e post-gestione di discariche che vengono applicate ai fini di perseguire un maggior livello di tutela.

Relativamente agli impatti locali, lo scenario di intervento si configura come significativamente migliorativo rispetto all'opzione di non intervento.

Per quanto riguarda la gestione operativa delle azioni di mitigazione e contenimento degli impatti in fase esecutiva si rimanda ai successivi livelli di progettazione (definitiva/esecutiva). Tuttavia, si elencano di seguito una serie di procedure (elenco non esaustivo) da adottare nel corso dell'esecuzione dei lavori in oggetto per la tutela delle matrici ambientali, volte ad evitare che la movimentazione del materiale di rifiuto in situ possa determinare un'eventuale diffusione di potenziali contaminanti:

- l'intervento dovrà essere effettuato in periodi caratterizzati da limitata piovosità; in ogni caso, nelle giornate di pioggia dovrà essere evitata qualsiasi movimentazione del materiale in situ;
- la posa in opera della copertura avverrà per lotti di intervento; ciascun lotto dovrà essere completato mediante la posa in opera di terreno vegetale prima di passare al lotto successivo. Tali procedure verranno attuate al fine di limitare le aree e i tempi in cui lo strato di argilla e la geomembrana in HDPE rimarranno esposti agli agenti atmosferici;
- in caso di pioggia sarà necessario interrompere le attività e provvedere immediatamente alla copertura degli strati di argilla eventualmente esposti alle acque meteoriche mediante teli di impermeabilizzazione;
- nel caso in cui, nel corso delle operazioni di movimentazione del materiale in situ sotto il piano campagna, venisse riscontrata la presenza di eventuale percolato, tale prodotto dovrà essere raccolto mediante pompa di cantiere, stoccato temporaneamente in serbatoio di cantiere e gestito ai sensi della vigente normativa sui rifiuti mediante analisi chimiche e smaltimento presso idoneo impianto esterno. Con le stesse modalità dovranno essere gestite le acque meteoriche di corrivazione ricadenti sulle superfici scoperte del materiale in situ in lavorazione;
- il sistema di scarico delle acque meteoriche sarà realizzato preliminarmente al completamento del primo lotto di lavorazione. In tal modo, ad esso potranno essere convogliate le acque meteoriche ricadenti sulle superfici già completate con la

realizzazione del capping, e quindi non in contatto con il materiale in situ, che saranno collettate mediante tubazioni temporanee di cantiere in attesa della predisposizione del sistema di raccolta definitivo mediante canalette perimetrali;

- dovrà essere previsto il lavaggio delle ruote degli automezzi in uscita al sito presso l'apposita area di lavaggio. Le acque di lavaggio dovranno essere gestite ai sensi della vigente normativa sui rifiuti mediante analisi chimiche e smaltimento presso idoneo impianto esterno.

12.0 CRITERI GENERALI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI

Nel presente Capitolo si vogliono riportare una prima serie di indicazioni sugli aspetti di salute e sicurezza dei lavoratori, anche ai fini del futuro Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Le attività oggetto del presente documento comporteranno rischi dovuti alla movimentazione di materiali contaminati e all'utilizzo di mezzi pesanti e attrezzature da cantiere. Tali attività dovranno essere quindi condotte secondo le prescrizioni contenute nella normativa attualmente vigente in materia di salute e sicurezza dei lavoratori (Decreto Legislativo 9 Aprile 2008, n.81).

Si riportano di seguito alcune indicazioni ritenute rilevanti ai fini di una corretta gestione della sicurezza in cantiere:

- dovranno essere fornite alle Imprese esecutrici le informazioni sui rischi presenti nell'area di lavoro, sulle procedure di accesso, sui servizi presenti al contorno, nonché sul piano di emergenza ed evacuazione del sito oggetto di intervento;
- si dovrà provvedere a garantire il sezionamento o la messa in sicurezza degli impianti elettrici, gas, acqua o altro che interferiscano con le zone di lavoro o con l'area di scavo. A tale fine dovrà essere fornita una dichiarazione di avvenuto sezionamento o messa in sicurezza di tali impianti;
- le Imprese Appaltatrici/Subappaltatrici metteranno in campo i mezzi ed il personale specializzato necessario allo svolgimento del lavoro. I Capi cantiere saranno responsabili di tutte le operazioni che saranno svolte nel cantiere, in particolare quelle di vigilanza e intervento in caso di pericolo grave ed immediato;
- in corrispondenza delle aree di cantiere potranno operare solo i soggetti autorizzati dalla Committente, per l'esecuzione delle attività previste in tali aree. L'accesso sarà inoltre consentito ai soggetti appartenenti alle Autorità competenti, per il controllo delle attività.
- tutti i soggetti operanti all'interno di tali aree dovranno essere comunque provvisti dei DPI necessari in funzione delle specifiche attività.
- Nel corso della definizione dei piani di sicurezza e dei DPI si dovrà tener conto anche dei dati riguardanti la presenza di sostanze contaminanti nei terreni oggetto di scavo. In particolare dovranno essere esaminate e considerate le caratteristiche tossicologiche, chimiche e fisiche degli stessi.
- Per tutte le attrezzature e macchinari impiegati nell'ambito delle attività oggetto del presente documento occorrerà fornire le caratteristiche tecniche su apposita scheda.

- Le sostanze ed i preparati pericolosi presenti in cantiere (ad esempio, eventuali carburanti e oli lubrificanti per i mezzi di cantiere) dovranno essere adeguatamente etichettati, depositati su bacini di contenimento e manipolati nel rispetto di quanto indicato all'interno della relativa scheda di sicurezza.
- Dovranno essere individuati e rimossi nell'area di cantiere tutti gli eventuali manufatti, attrezzature, materiali sopra terra o altri elementi che ostacolano le operazioni che dovranno essere eseguite, quali movimentazione del materiale in situ e transito dei mezzi di trasporto.
- Il cantiere dovrà essere delimitato mediante recinzione provvisoria, che dovrà essere mantenuta in condizioni ottimali di efficienza. Se necessario, dovrà essere apposto un segnale luminoso, visibile nelle ore notturne, al fine di rendere meglio visibili punti particolari quali angoli o l'accesso al cantiere.
- Nelle aree di lavoro dovrà essere posta idonea segnaletica di sicurezza. In particolare dovranno essere previste indicazioni di pericolo, divieti di accesso al personale non autorizzato, indicazioni con l'ubicazione dei presidi antincendio, indicazioni sui dispositivi di protezione individuale obbligatori per l'accesso all'area.
- I servizi igienico-assistenziali e sanitari dovranno essere predisposti a cura dell'Impresa Appaltatrice secondo le disposizioni di legge vigenti.
- L'Impresa Appaltatrice dovrà mettere a disposizione dei propri lavoratori nell'area di cantiere il presidio sanitario necessario in relazione ai rischi presenti. In particolare, per i servizi di pronto soccorso l'Impresa Appaltatrice dovrà predisporre nel cantiere i presidi sanitari indispensabili per prestare le prime immediate cure ai lavoratori feriti o colpiti da malore improvviso: cassetta di pronto intervento e pacchetto di medicazione.
- Il cantiere dovrà essere dotato di adeguati mezzi di estinzione, compresi gli estintori portatili di primo intervento, i quali dovranno essere mantenuti in efficienza e controllati almeno una volta ogni sei mesi da personale esperto. Gli estintori, in relazione alle prevedibili necessità d'uso, dovranno essere sistemati in postazioni fisse ben visibili.

13.0 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA

In Allegato 1 e Allegato 2 si riportano rispettivamente il Computo Metrico Estimativo delle opere e il cronoprogramma di massima degli interventi.

TAVOLE

Tavola 1. Inquadramento territoriale

Tavola 2: Carta geomorfologica

Tavola 3. Carta geologica

Tavola 4. Carta idrogeologica

Tavola 5. Stato di fatto

Tavola 6. Carta dei vincoli

Tavola 7. Sintesi delle indagini realizzate dal 1987

Tavola 8. Sintesi dei superamenti delle CSC D.Lgs. 152/06 nelle acque sotterranee

Tavola 9. Sintesi dei risultati dei monitoraggi soil-gas

Tavola 10. Sintesi dei superamenti delle CSC D.Lgs. 152/06 nei terreni di copertura della discarica e nei punti di indagine esterni

Tavola 11. Sintesi dei superamenti delle CSC D.Lgs. 152/06 nei terreni sottostanti il corpo discarica

Tavola 12. Modello concettuale definitivo

Tavola 13. Riprofilatura dei terreni di copertura e formazione piano di posa pacchetto di impermeabilizzazione

Tavola 14. Strato drenante di captazione gas

Tavola 15. Copertura finale e sezione tipo

Tavola 16. Opere di regimazione acque meteoriche

Inquadramento territoriale (scala 1:10000) - Fonte: C.T.R. - Regione Lombardia

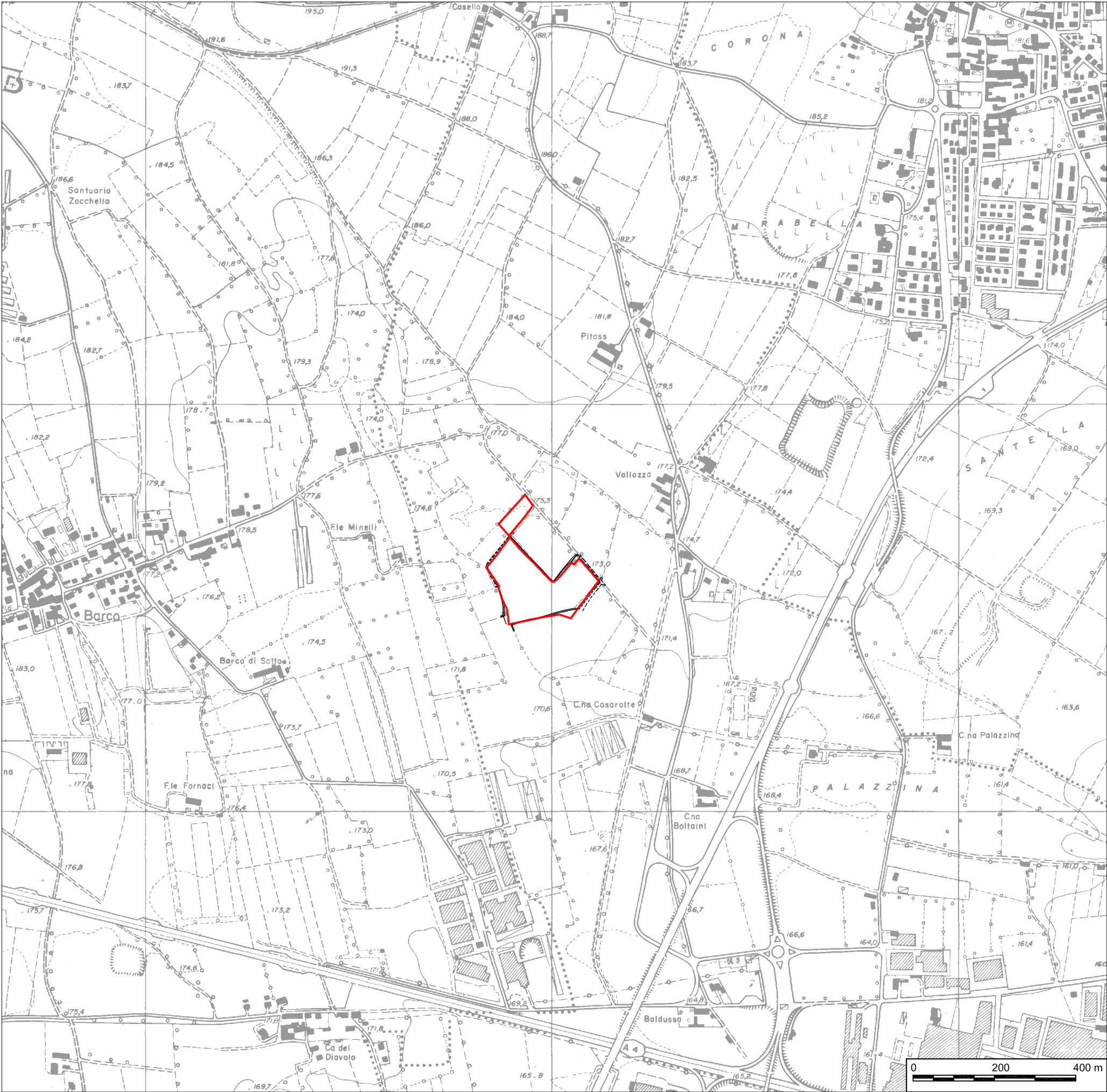


Foto aerea (scala 1:5000) - Fonte GoogleMaps

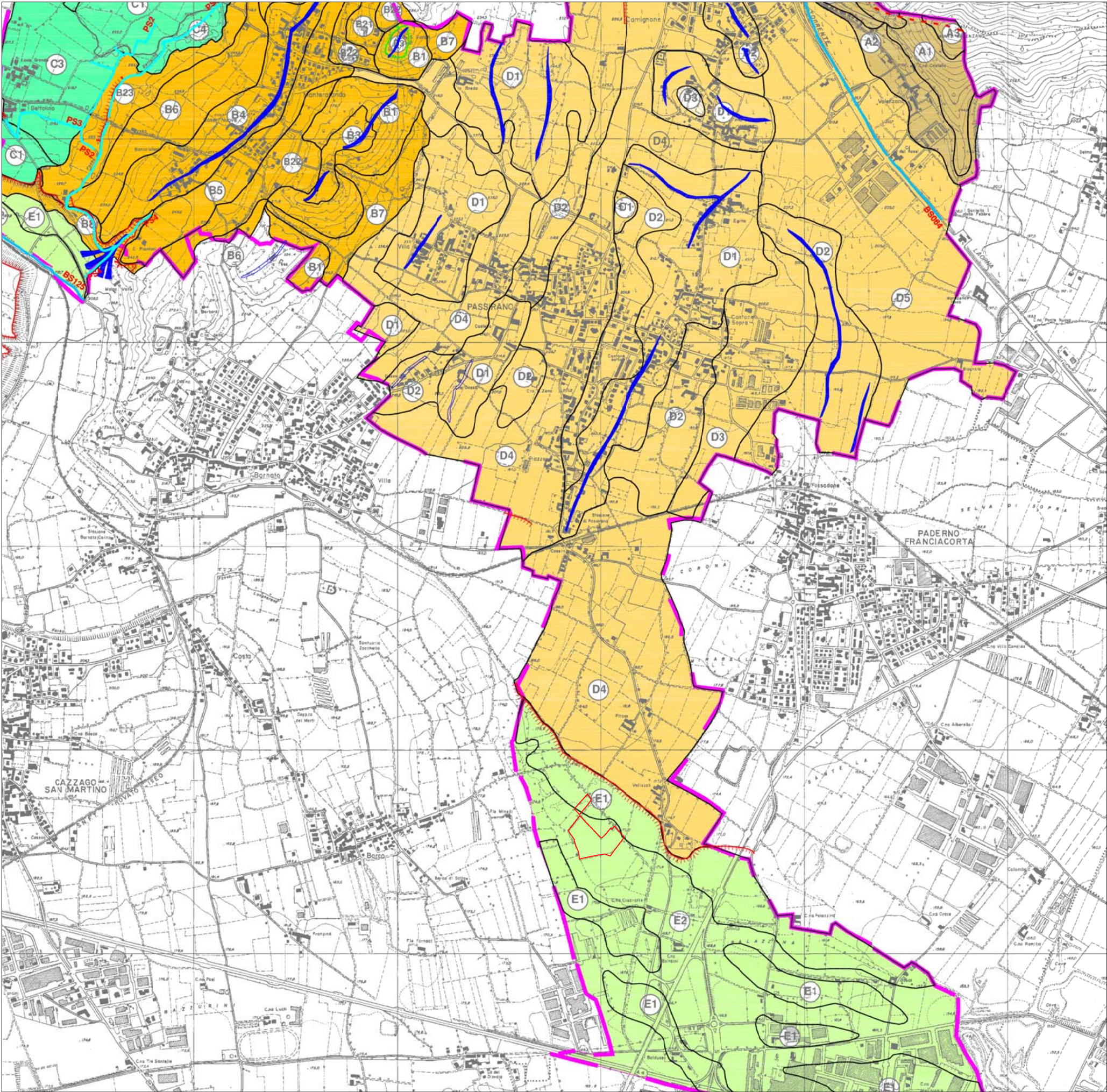


Legenda:			
	Area oggetto di intervento		
Committente:	Comune di Passirano		
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione		
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068
Titolo:	Inquadramento territoriale		
Scala:			
varie			
			Rev.: 0
			Data: 27.03.18
			Disegnato da: RCA
			Approvato da: AGU



Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

1



Fonte: Piano di Governo del Territorio - Comune di Passirano (BS) - Carta Morfologico - Paesaggistica (scala 1:10000)

LEGENDA

UNITA' MORFOLOGICO-PAESAGGISTICHE



- A - RILIEVO CALCAREO DEL MONTE VALENZANO-DELMIA
A1 - Versanti a pendenza elevata - boscati
A2 - Aree di piede versante a debole pendenza
A3 - Aree sommitali subplaneggianti
- B - CORDONE PRINCIPALE A FORTE ENERGIA DI RILIEVO
B1 - Versanti a pendenza elevata
B2 - Versanti interni:
B21 a pendenza elevata
B22 a pendenza media
B23 a pendenza bassa
B3 - Aree sommitali a bassa pendenza
B4 - Cordoni minori interni alla cerchia principale
B5 - Piana interna alla cerchia principale
B6 - Aree subplaneggianti poste in posizione intermedia lungo i versanti
B7 - Scaricatori minori
B8 - Scarpa incisa dallo scaricatore principale dell'anfiteatro morenico sebino
- C - AREE ONDULATE INTERNE ALLA CERCHIA PRINCIPALE
C1 - Aree fortemente ondulate
C2 - Aree depresse ed allungate
C3 - Aree pianeggianti o subplaneggianti
C4 - Aree umide
- D - AREE ONDULATE ESTERNE ALLA CERCHIA PRINCIPALE
D1 - Bassi cordoni corrispondenti alle maggiori ondulations
D2 - Aree debolmente ondulate
D3 - Aree subplaneggianti o debolmente ondulate poste tra i cordoni minori
D4 - Aree depresse e allungate poste tra i cordoni, generate dagli scaricatori della cerchia principale
D5 - Aree pianeggianti o subplaneggianti esterne alla cerchia di Paderno F.C.
- E - SCARICATORE PRINCIPALE DELL'ANFITEATRO MORENICO
E1 - Aree ondulate debolmente rilevate
E2 - Aree leggermente depresse

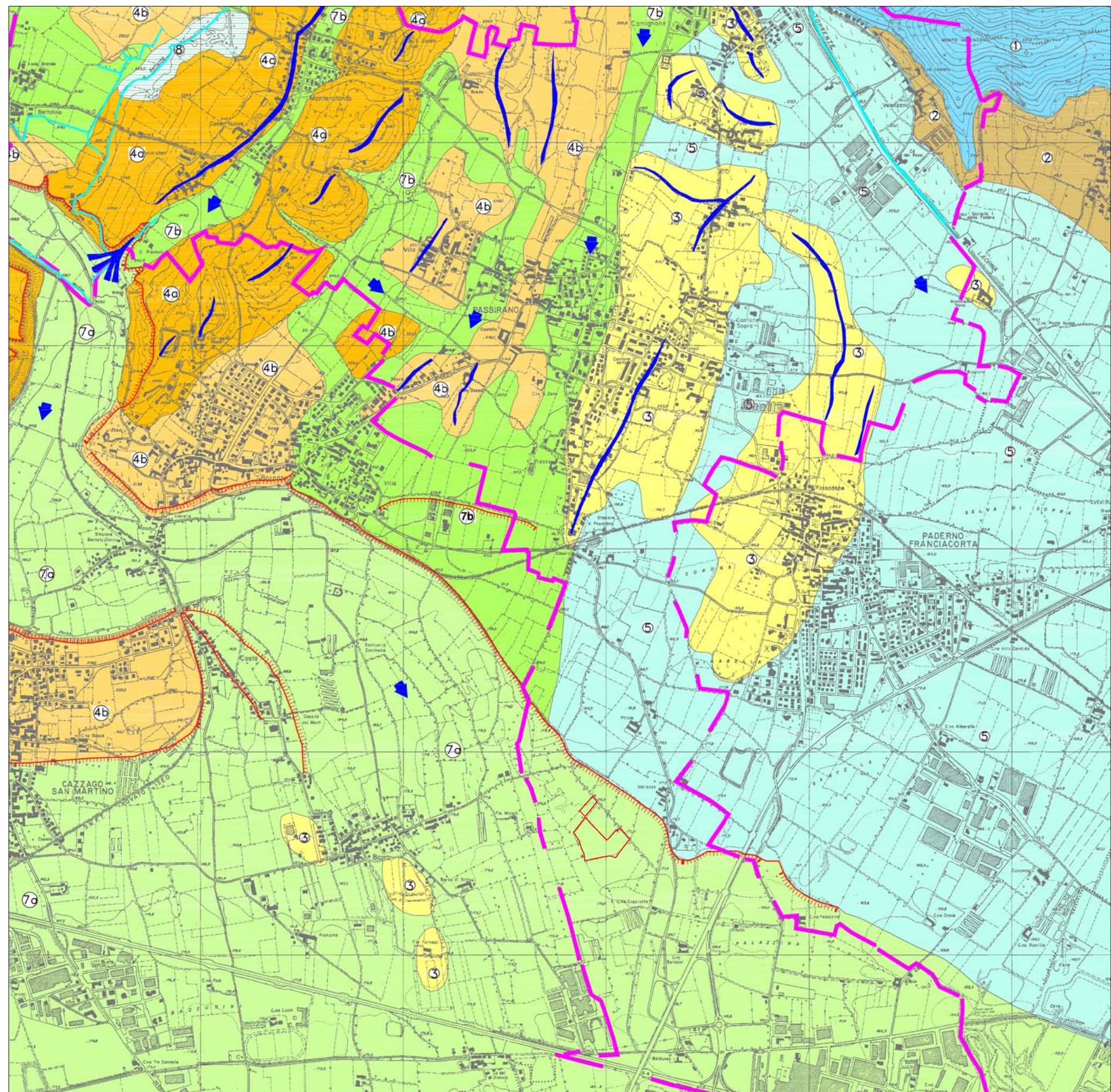
IDROGRAFIA SUPERFICIALE

- Reticolo idrico principale (Allegato A della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni).
- Reticolo idrico minore individuato ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 - e successive modificazioni.
- PSn Numerazione attribuita ai corsi d'acqua

ELEMENTI MORFOLOGICI

- Cresta di cordone morenico
- Conoide
- Scarpata morfologica
- Orto di terrazzo fluviale
- Criniali significativi
- LIMITE TERRITORIO COMUNALE
- Area oggetto di intervento

Committente:	Comune di Passirano			 Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione			
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068	
Titolo:	Carta geomorfologica			
Scala:	<div>0400800 m</div> <div></div>			
1:20000				Rev.: 0
				Data: 27.03.18
				Disegnato da: RCA
				Approvato da: AGU



LEGENDA

RILIEVI CALCAREI

- 1 Calcarei più o meno marmosi, ben stratificati, con selci ed interstrati marnoso-argillosi (Medolo e Formazione di Concesio Lias - Dogger)
- 2 Depositi detritico-colluviali (Olocene)



SETTORE MORENICO

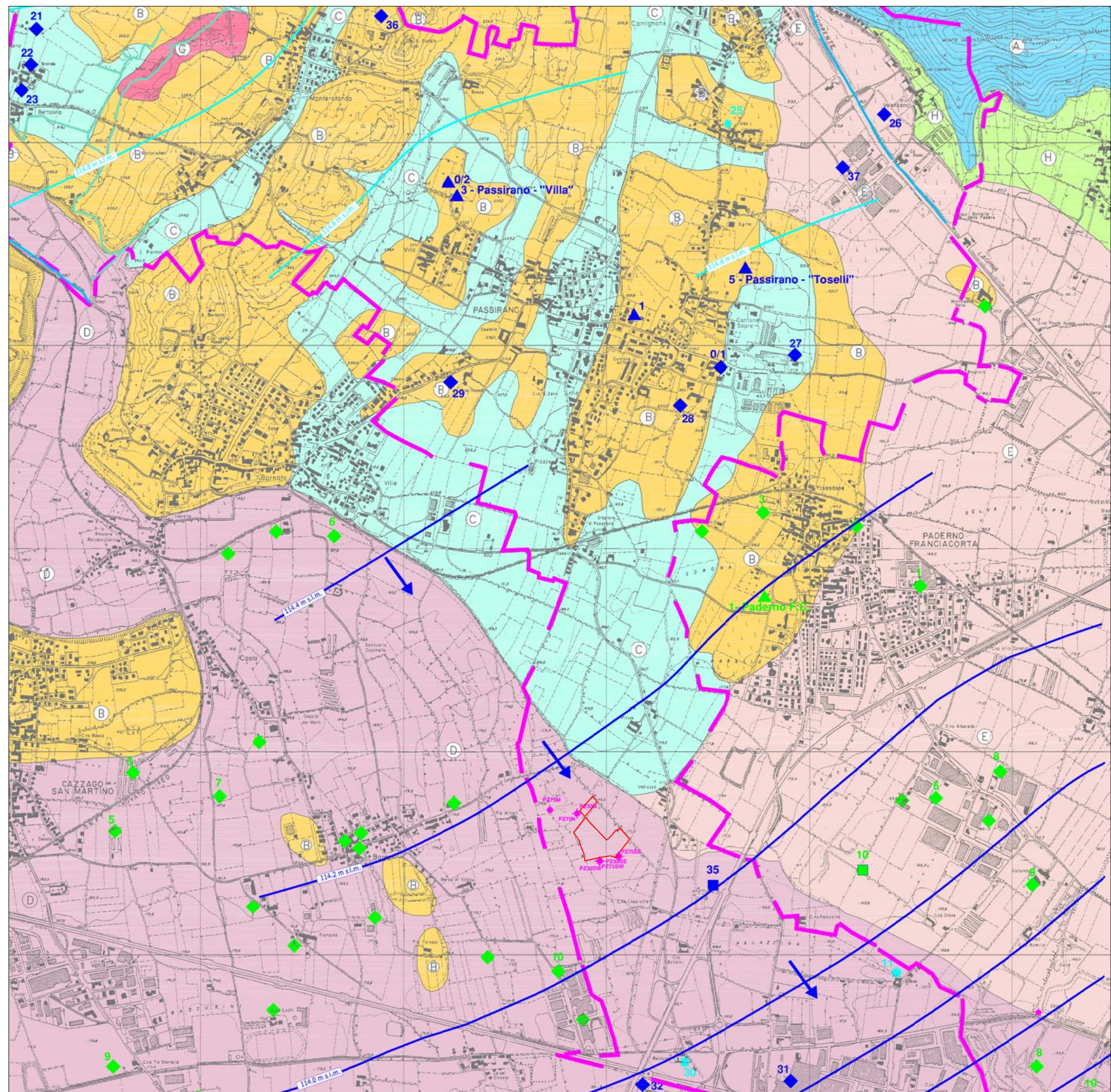
- 3 Morene ghiaioso-sabbiose con suoli, laddove conservati, profondi ed arrossati (Riss)
- 4 Morene prevalentemente ghiaioso-sabbiose con livelli limoso-sabbiosi, con suoli da sottili a moderatamente profondi bruno-rossastri : (Wurm)
a) appartenenti al cordone più elevato dell'anfiteatro morenico
b) appartenenti a cordoni minori
- 5 Depositi fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi della piana esterna all'anfiteatro morenico, con suoli, laddove conservati, arrossati e molto profondi (Riss)
- 6 Argille lacustri (Riss)
- 7 Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi degli scaricatori fluvio-glaciali, con suoli da sottili a moderatamente profondi, di colore bruno rossastro (Wurm)
a) appartenenti allo scaricatore principale dell'anfiteatro morenico
b) appartenenti agli scaricatori minori
- 8 Depositi prevalentemente limoso-argillosi o limoso-sabbiosi presenti in aree a morfologia depressa (Wurm)

ELEMENTI MORFOLOGICI

- Cordone morenico
- Conoide
- Orlo di terrazzo
- Scaricatore fluvio-glaciale
- LIMITE TERRITORIO COMUNALE
- Area oggetto di intervento









Fonte: Piano di Governo del Territorio - Comune di Passirano (BS) - Carta Geologica (scala 1:10000)

Committente:	Comune di Passirano			 Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione				
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068		
Titolo:	Carta geologica			Tavola:	3
Scala:	<div>0400800 m</div>			Rev.:	0
1:20000				Data:	27.03.18
				Disegnato da:	RCA
				Approvato da:	AGU



Fonte: Piano di Governo del Territorio - Comune di Passirano (BS) - Carta delle risorse idriche e della vulnerabilità delle acque sotterranee (scala 1:10000)




LEGENDA


	LITOLOGIA	PERMEABILITÀ	SIGNIFICATO IDROGEOLOGICO	VULNERABILITÀ DELLA FALDA FREATICA
	A- Substrato roccioso calcareo-marnoso.	Da medio-alta a medio-bassa per fessurazione e localmente per carsismo.	Alimenta con circuiti idrici sotterranei la falda contenuta nei depositi sovrastanti che lo circondano.	Media, localmente alta in corrispondenza ad elevata fratturazione o a fenomeni carsici.
	B- Morene a depositi prevalentemente ghiaioso-sabbioso-limosi.	Piuttosto scarsa.	Possono contenere piccole falde idriche sospese. In profondità sono presenti livelli acquiferi di un certo interesse.	Variabile da media a bassa in relazione alla granulometria dei depositi ed alla profondità dei suoli.
	C- Depositi per lo più ghiaioso-sabbiosi degli scaricatori minori.	Da medio-alta a medio-bassa per porosità.	Possono contenere piccole falde idriche sospese. In profondità sono presenti livelli acquiferi di un certo interesse.	Variabile in relazione alla profondità della falda, allo spessore del suolo ed alla granulometria dei depositi.
	D- Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi appartenenti allo scaricatore principale con suoli da sottili a moderatamente profondi.	Alta per porosità.	Contengono una falda a potenzialità crescente da monte verso valle, in relazione all'aumento del loro spessore.	Alta.
	E- Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi della piana esterna all'anfiteatro con suoli, laddove conservati, profondi.	Alta per porosità.	Contengono una falda a potenzialità crescente da monte verso valle, in relazione all'aumento del loro spessore.	Medio-alta.
	F- Argille e lacustri.	Molto bassa.	Scasso.	Molto bassa.
	G- Depositi limoso-argillosi e limoso-sabbiosi.	Piuttosto bassa.	Scasso.	Alta per la presenza di falda subaffiorante.
	H- Depositi detritico-colluviali e materiali eluviali.	Da bassa a medio-alta in relazione alla granulometria.	Generalmente scarso.	Da medio-bassa a bassa.


Pozzi situati all'interno del territorio di Passirano

-  3 Pozzo comunale e n° di riferimento
-  32 Pozzo privato e n° di riferimento
-  Sondaggio
-  Piezometro
-  Sorgente

Pozzi situati all'esterno del territorio di Passirano



-  3 Pozzo comunale e n° di riferimento
-  Pozzo privato e n° di riferimento
-  Sondaggio

 115,9 m s.l.m. Linee isopiezometriche principali e relativo valore in m s.l.m. (Tratte da: "COGEME S.P.A., aprile 2006 - Realizzazione pozzo idropotabile in località Monterotondo - Rosolina Studio idrogeologico-idrochimico ed ambientale".)


 114,4 m s.l.m. Linee isopiezometriche principali e relativo valore in m s.l.m. (Tratte da: "COGEME S.P.A. - ENSR ITALIA S.R.L. - COMUNE DI PASSIRANO, marzo 2005 Piano della caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 471/99 area ex Cava Vallosa Tav. 3.1 Inquadramento idrogeologico a scala provinciale".)

 Direzione preferenziale del deflusso delle acque sotterranee

IDROGRAFIA SUPERFICIALE

-  Reticolo idrico principale (Allegato A della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni).
-  Reticolo idrico minore individuato ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni.

 LIMITE TERRITORIO COMUNALE

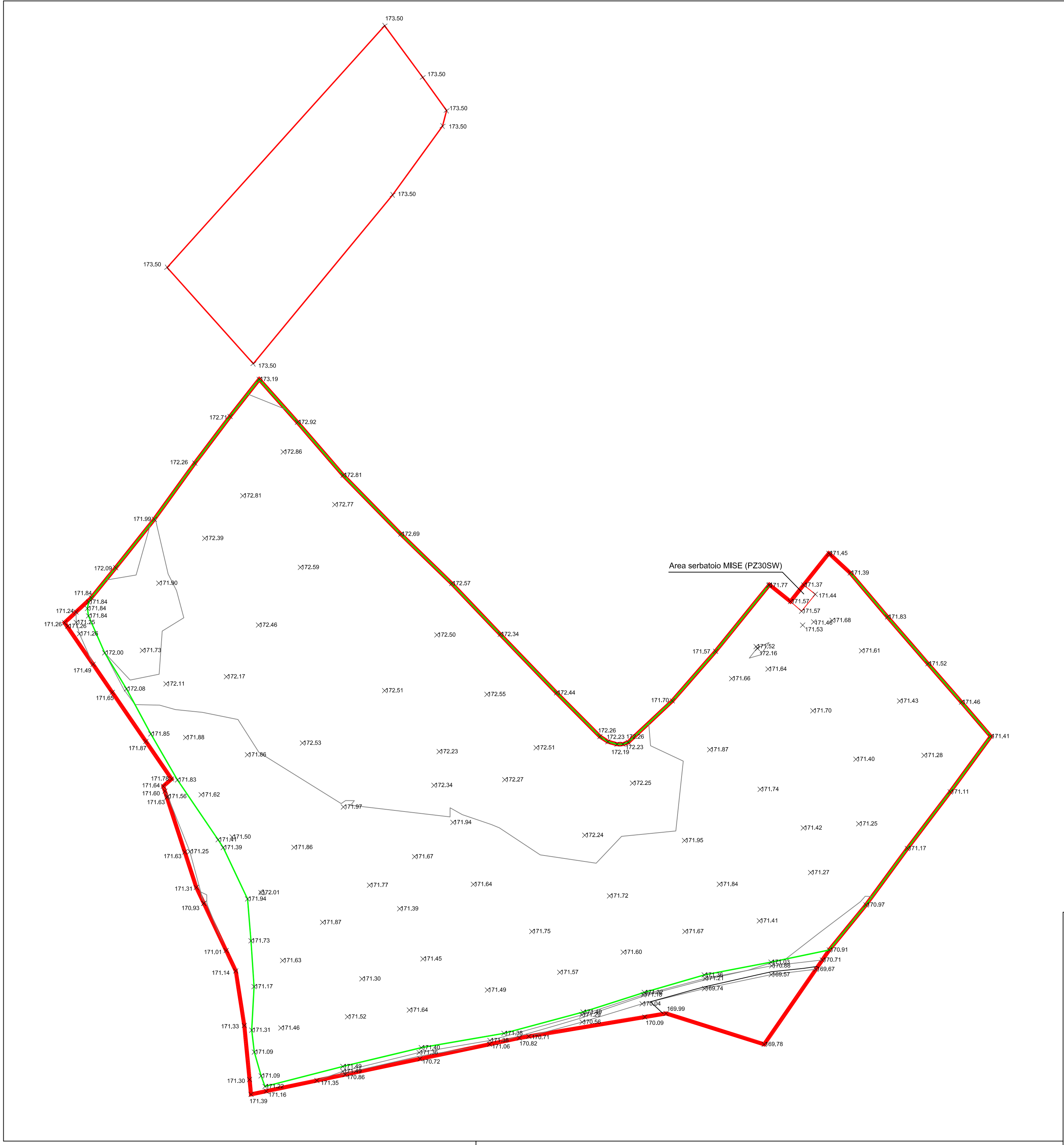
 Area oggetto di intervento



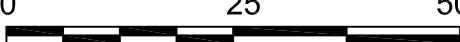

Committente:	Comune di Passirano		
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione		
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068
Titolo:	Carta idrogeologica		
Scala:	1:20000		


0 400 800 m

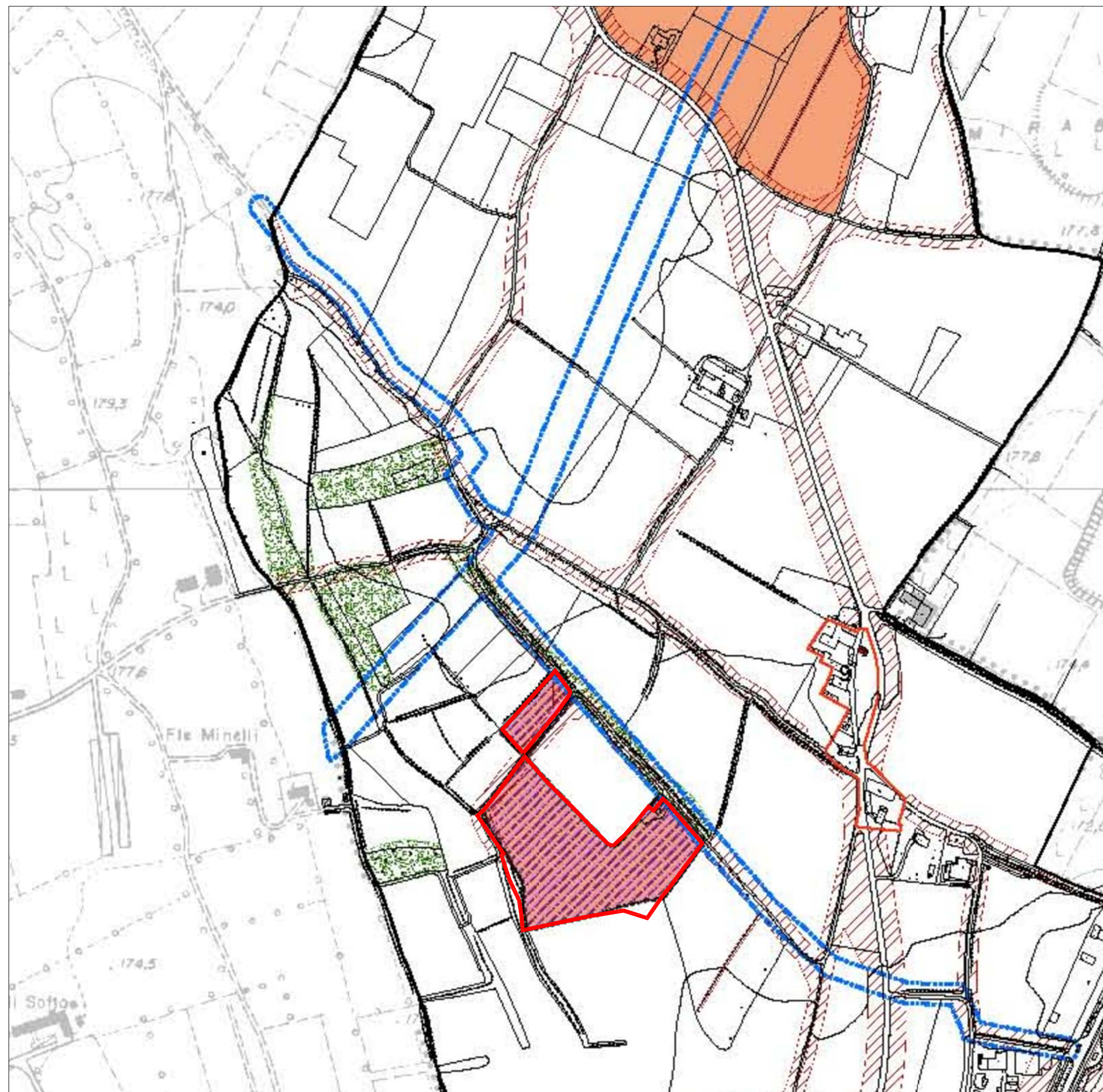


Tavola:	4
Rev.:	0
Data:	27.03.18
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU



Legenda:					
		Area oggetto di intervento			
				Recinzione esistente	
Committente:		Comune di Passirano			
Progetto:		Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione			
Sito:		Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068	
Titolo:		Stato di fatto (Rilievo topografico 2005)			
Scala:					
grafica					

 Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
Tavola:	5
Rev.:	0
Data:	27.03.18
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU



Fonte: Piano di Governo del Territorio - Comune di Passirano (BS) - Carta dei vincoli ambientali, architettonici e infrastrutturali (scala 1:5000)

LEGENDA

VINCOLI GEOLOGICI - IDROGEOLOGICI

- Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni
- Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni
- Aree a rischio geologico molto elevato (PAI)

VINCOLI RETICOLO IDRICO

- Fascia di rispetto dai corsi d'acqua del RIM
- Limite rispetto captazione acque

VINCOLI PAESAGGISTICI E CULTURALI

- Identificazione dei beni individuati con D.M. ai sensi del D.Lgs 42/2004
- 1. Casa e giardino "Abate Feroldi" D.M. 17.11.1990
- 2. Castello medievale D.M. 15.02.1912
- 3. Palazzo e parco "Barba" D.M. 06.07.1988
- 4. Edificio Via degli Eroi (Catturich - Duco) D.M. 17.11.1990
- Identificazione dei beni con vincolo automatico ai sensi del D.Lgs 42/2004 art.10 comma 1

- Identificazione dei beni di pregio ambientale e architettonico



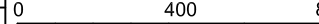
- Chiesa della B.V. Lourdes
- Chiesa di S. Andrea
- Chiesa di S. Francesco di Assisi
- Parrocchia di S. Virgilio Vescovo
- Chiesa di S. Maria Ausiliatrice
- Chiesa di S. Alessandro
- Chiesa nome di Maria
- Chiesa di S. Anna
- Chiesa della fuga in Egitto
- Cappella della Casella
- Parrocchia di S. Zenone
- Campanile Passirano
- Cappella della S. Famiglia
- Canonica di Passirano

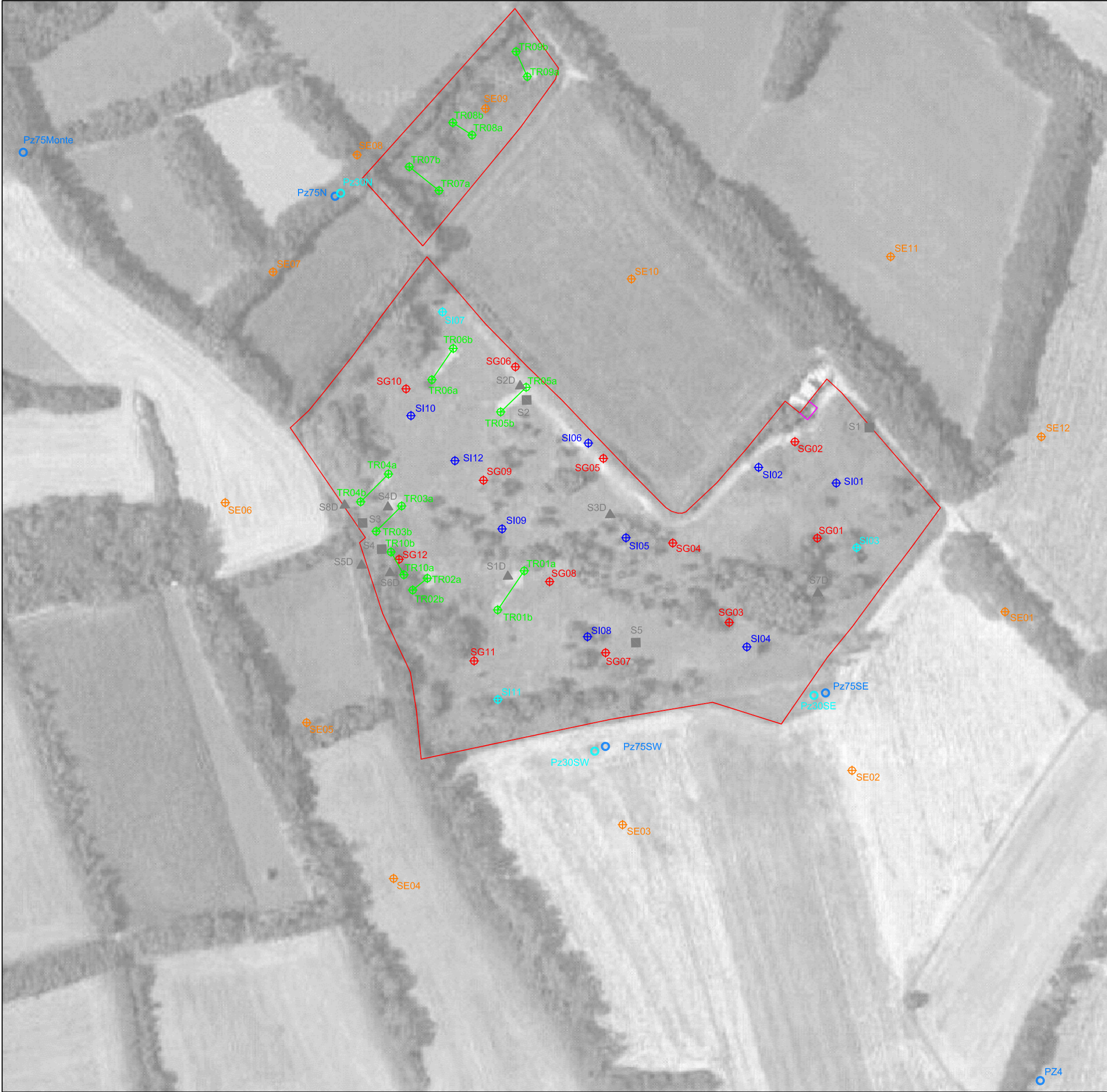
VINCOLI AMBIENTALI

- Territori coperti da foreste e boschi -PIF-
- Area a vincolo idrogeologico
- Limite di rispetto osservatori astronomici (art. 5 L.R. 17/2000 e DGR 7/2611)
- Osservatorio Serafino Zani di Lumezzane

VINCOLI INFRASTRUTTURALI

- Perimetro del centro abitato
- Fascie di rispetto stradale
- Fascia di rispetto ferroviario
- Limite di rispetto di prima approssimazione elettrodotti
- Area di rispetto Metanodotto (SNAM)
- Area di rispetto cimiteriale
- Sito di Interesse Nazionale - SIN - Vallosa (D.M. 24 febbraio 2004)
- Area oggetto di intervento

Committente:	Comune di Passirano			 NCE Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione				
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068		
Titolo:	Carta dei Vincoli				
Scala:	1:5000			Tavola:	6
				Rev.:	0
				Data:	27.03.18
				Disegnato da:	RCA
				Approvato da:	AGU




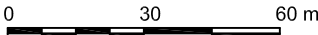

Legenda:

Indagini ambientali precedenti al PdC (1987-2005):


- Sondaggi realizzati nel 1987
- Sondaggi realizzati nel 1993
- Piezometri profondi
- Piezometri superficiali

Indagini ambientali PdC (2014-2016):

- SG01 Microsondaggi per rilievo di gas interstiziali
- SE01 Sondaggi geognostici esterni
- SI01 Sondaggi geognostici su corpo scarica
- SI01 Sondaggi geognostici interni attrezzati a piezometro
- TR07b, TR07a Trincee geognostiche
- Area oggetto di intervento

Committente:	Comune di Passirano			 Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772		
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione					
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068			
Titolo:	Sintesi delle indagini realizzate dal 1987			Tavola:	7	
Scala:					Rev.:	0
grafica					Data:	27.03.18
					Disegnato da:	PBI
				Approvato da:	AGU	

Legenda:

 Area oggetto di intervento

 Piezometri profondi eseguiti

 Piezometri superficiali eseguiti

4100	Concentrazione SUPERIORE alle CSC D. Lgs. 152/06
10	Concentrazione INFERIORE alle CSC D. Lgs. 152/06
< 0,1	Concentrazione INFERIORE al limite di rilevabilità
n.a.	Parametro non analizzato
n.d.	Dato non disponibile
n.r.	Parametro non rilevato

* Analisi non effettuate per insufficiente quantitativo di acqua presente nel piezometro

PZ75N																			
Analisi lab. di parte	14.10.04	14.03.05	10.10.05	22.06.06	09.10.06	12.12.06	21.03.07	12.06.07	30.10.07	14.10.08	10.03.09	08.07.09	17.11.09	16.03.10	03.08.10	30.11.10	01.09.11	24.01.12	02.04.14
Tricloroetilene	9,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,1
Tetracloroetilene	6,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloruro di Carbonio	68,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,15

PZ30N			
Analisi lab. SAVI	14.10.04	14.03.05	06.05.05
Tricloroetilene	6,3	2,1	n.a.*
Tetracloroetilene	1,2	<0,1	n.a.*
Nitriti	730	n.a.*	n.a.*
Manganese	120	n.a.*	n.a.*
Tetracloruro di Carbonio	0,3	<0,1	n.a.*
Triclorometano	<0,01	n.a.*	n.a.*
Monoclorobenzene	<1	n.a.*	n.a.*
Alluminio	46	n.a.*	n.a.*
Analisi lab. ARPA	14.10.04	14.03.05	06.05.05
Alluminio	n.a.	< 20	640
Manganese	n.a.	56	25
Monoclorobenzene	n.a.	< 0,1	43
Tricloroetilene	n.a.	1	1,9
Tetracloroetilene	n.a.	15,7	0,7
Triclorometano	n.a.	1,05	< 0,05
Nitriti	n.a.	n.a.	n.a.
Tetracloruro di Carbonio	n.a.	<0,05	< 0,05


PZ75SE																			
Analisi lab. di parte	14.10.04	14.03.05	10.10.05	22.06.06	09.10.06	12.12.06	21.03.07	12.06.07	30.10.07	14.10.08	10.03.09	08.07.09	17.11.09	16.03.10	03.08.10	30.11.10	01.09.11	25.01.12	02.04.14
Tricloroetilene	2,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,1	<0,02	0,71	0,77	0,71	0,45	0,35	0,55	0,37
Tetracloroetilene	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	0,03	<0,1
Monoclorobenzene	<1	<1	61	58	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0,49	<1
Tetracloruro di Carbonio	16,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01
Triclorometano	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.r.	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	0,12	0,12	0,30	0,26	0,13

PZ30SW																										
Analisi lab. di parte	14.10.04	14.03.05	06.05.05	10.10.05	22.06.06	02.10.06	12.12.06	21.03.07	12.06.07	30.10.07	14.10.08	08.07.09	17.11.09	16.03.10	03.08.10	30.11.10	01.09.11	24.01.12	02.04.14	29.10.14	31.03.15	09.10.15	05.04.16	19/10/16	Limite	
Arsenico	8	35	6	10	<1	27	36,5	32	30	36,4	29,2	51,8	94	n.d.	52,3	6,46	20,30	29,4	21,5	16,8	21,2	2,8	2,1	1,7	1,0	
Tallio	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<1,0	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,2	1	2
Manganese	4100	2150	2000	1560	2550	2470	2260	1640	3000	2340	2060	1900	1130	2330	1720	3470	1994	2275	2096	1982	2272	1638	340	2363	50	
Benzene	<0,1	<0,1	1,2	<0,1	<0,1	<0,1	20	9,2	3,6	5,2	3,5	11,9	16,2	15,8	61	10,7	8,9	13,4	16,8	11,7	0,1	<1	<1	<1	<1	1
Monoclorobenzene	<1	<1	1500	<1	<1	5	950	750	611	890	620	1200	4500	3661	2150	2790	2100	1018	957	546	143	<1	<1	<1	<1	40
Ferro	<20	160	457	130	643	58	470	2400	10500	890	1090	1720	1930	4420	3500	1039	399	213,8	753	174	129	55	12	37	2000	
Nichel	20	12	32	22	19	10,2	19	29,3	38,6	23,8	55,8	54,2	38,5	34,3	41,3	21,4	25,7	41,8	36,3	34,1	14,6	81,5	97,1	42,7	20	
Triclorometano	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,01	<0,01	<0,01	0,27	<0,01	0,13	15	
1,2,3 Tricloropropano	<0,001	<0,001	<0,001	0,4	0,3	0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,22	<0,0001	0,0001	0,0001	
PCB	<0,01	<0,01	0,9	0,22	0,12	1,867	2,8896	1,923441	2,37	9,59	0,80000	0,40000	3,69	1,12	0,61	0,71	1,07	0,68	0,2591	0,306	0,239	0,809	0,324	0,24	0,01	
Tetracloruro di Carbonio	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	15
1,4 Diclorobenzene	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	90,7	9,4	50,9	32,4	48,5	149	18,9	75	86,7	231	765	126	112	34	12,2	<32,6	7,46	7,4	4,44	0,29	0,5	
TPH (come n-esano)	98	260	110	10	<10	118	930	890	947	934	810	653	690	1952,7	3750	2540	1550	1930	397	1544	232	402	649	681	350	
2,4,6 Triclorofenolo	<0,5	<0,5	n.a.	<0,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
1,1,2 Tricloroetano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,2	0,150	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cloruro di vinile	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,04	0,04	0,04	0,43	1,1	0,93	0,21	0,11	<0,05	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
p-toluidina	n.d.	n.d.	n.d.	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,45	<0,01	1,67	<0,01	<0,01	<0,01	0,35	
Alaclor	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Atrazina	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,03	<0,01	0,75	<0,01	<0,01	<0,01	0,3	
a-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,74	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	
Σ fitofarmaci	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	
Nitriti	n.d.	n.d.	n.d.	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	
Solfati	n.d.	n.d.	n.d.	9,9	10,6	83,4	14,7	38,4	37,3	13,3	45,9	15,23	17,46	27	20,1	272	95,3	73,8	37,6	34,1	69,5	131	242	65,1	500	no

PZ75SW																			
Analisi lab. di parte	14.10.04	14.03.05	10.10.05	22.06.06	09.10.06	12.12.06	21.03.07	12.06.07	30.10.07	14.10.08	10.03.09	08.07.09	17.11.09	16.03.10	03.08.10	30.11.10	01.09.11	24.01.12	02.04.14
Tricloroetilene	3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Tetracloroetilene	2,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloruro di Carbonio	26	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

PZ4																			
Analisi lab. di parte	09.10.06	13.12.06	21.03.07	12.06.07	30.10.07	14.10.08	10.03.09	09.07.09	17.11.09	16.03.10	03.08.10	01.12.10	01.09.11	25.01.12	02.04.14	28.10.14	31.03.15	30.10.15	06.04.16
PCB	0,049	0,015	0,01123	0,000273	0,00661	0,014	0,095	0,03790	0,072	0,139	0,152	0,201	0,232	0,0181	0,00907	0,00877	0,0147	0,00361	0,0194
Manganese	240	79,8	28,2	14,3	11,2	61,4	318	91,5	169,6	121,4	137,9	398	309	71,5	42	16,6	75,6	49,9	2,2

Committente:	Comune di Passirano		
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione		
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068
Titolo:	Sintesi dei superamenti delle CSC D.Lgs. 152/06 nelle acque sotterranee		

Scala:	
grafica	



	
Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
Tavola:	8
Rev.:	0
Data:	27.03.18
Disegnato da:	PBI
Approvato da:	AGU

SG10		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	30	25.5
Metano	55.7	37.4
Anidride solforosa	<0.017	<0.017
s.o.v. (come n-esano)	335.747	35.683
Benzene	1.03	0.91266
Etilbenzene	42.64	0.58167
Stirene	0.2983	<0.0500
Toluene	40.4283	1.115
o-Xilene	12.84667	0.14833
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	86.125	1.43833
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	0.5083	0.0439
1,2-Dicloroetano	0.07167	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	96.85	<0.00017
Tetracloroetilene	0.175	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	11.90333	0.025
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG06		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	20.1	20.4
Metano	27.2	27.4
Anidride solforosa	<0.017	<0.017
s.o.v. (come n-esano)	15.442	45.433
Benzene	0.29	1.17705
Etilbenzene	0.825	0.30667
Stirene	<0.0500	<0.0500
Toluene	0.2983	0.1067
o-Xilene	0.04667	0.03667
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	1.35667	0.38667
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	0.1567	0.169
1,2-Dicloroetano	0.06	0.00333
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	0.08333	0.01667
Tetracloroetilene	0.035	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.06333	0.06495
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG05		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	19	18.7
Metano	13.2	12.6
Anidride solforosa	<0.017	<0.017
s.o.v. (come n-esano)	948.952	636.4
Benzene	3.285	2.11494
Etilbenzene	21.615	2.2
Stirene	0.0983	<0.0500
Toluene	96.4567	13.2041
o-Xilene	4.56833	0.37667
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	32.65167	4.87667
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	1.5933	2.1341
1,2-Dicloroetano	0.07167	0.01396
1,1-Dicloroetilene	0.11667	0.09412
Tricloroetilene	604.54667	242.99947
Tetracloroetilene	0.43667	0.02667
1,2-Dicloroetilene	138.78333	226.68752
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG04		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	31.1	28.5
Metano	64.4	57.6
Anidride solforosa	<0.017	<0.017
s.o.v. (come n-esano)	391.567	90.353
Benzene	2.68167	1.13342
Etilbenzene	23.09667	0.49333
Stirene	0.1133	<0.0500
Toluene	4.43	0.04
o-Xilene	3.96	0.04
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	134.55333	4.24667
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	0.0225
1,2-Dicloroetano	0.075	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tetracloroetilene	0.055	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.54167	0.01
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG02		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	19.3	18
Metano	12.7	8.3
Anidride solforosa	<0.017	<0.017
s.o.v. (come n-esano)	49.628	14.65
Benzene	5.38833	1.87874
Etilbenzene	0.595	0.04333
Stirene	<0.0500	<0.0500
Toluene	0.9217	0.0667
o-Xilene	0.33	0.015
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	1.39167	0.09333
Triclorometano	0.035	<0.0002
Cloruro di Vinile	0.22	0.1052
1,2-Dicloroetano	0.06167	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	0.00333
Tricloroetilene	<0.00017	0.00667
Tetracloroetilene	0.05667	0.00333
1,2-Dicloroetilene	0.47167	0.10833
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG09		
Parametri	03/10/16	03/02/17
Anidride carbonica	17.2	20.5
Metano	51.9	48.6
Anidride solforosa	<0.017	0.023
s.o.v. (come n-esano)	0.827	404.2
Benzene	0.07667	1.0763
Etilbenzene	0.01333	0.32164
Stirene	<0.0500	<0.0500
Toluene	0.3167	18.2189
o-Xilene	0.015	0.06443
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	0.05167	0.41953
Triclorometano	0.0067	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	1.6402
1,2-Dicloroetano	0.06	0.00785
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	0.00786
Tricloroetilene	0.005	0.1105
Tetracloroetilene	0.01167	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.005	0.28682
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG12		
Parametri	03/10/16	03/02/17
Anidride carbonica	16.1	23.4
Metano	26.2	22.4
Anidride solforosa	<0.017	0.042
s.o.v. (come n-esano)	299.77	111.8
Benzene	6.25667	1.65478
Etilbenzene	4.17333	0.59667
Stirene	0.1967	<0.0500
Toluene	0.6617	0.1983
o-Xilene	0.83333	0.1
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	5.67833	0.61667
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	0.1309
1,2-Dicloroetano	0.07667	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	<0.00017	0.005
Tetracloroetilene	<0.00017	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.035	0.02333
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG11		
Parametri	05/10/16	03/02/17
Anidride carbonica	33	35.8
Metano	60.6	62.1
Anidride solforosa	<0.017	0.052
s.o.v. (come n-esano)	718.82	3.767
Benzene	12.05667	0.84566
Etilbenzene	8.205	<0.00017
Stirene	<0.0500	<0.0500
Toluene	0.3533	<0.0002
o-Xilene	1.63167	<0.00017
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	23.17333	<0.00017
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	0.08
1,2-Dicloroetano	0.06833	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tetracloroetilene	0.005	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.07333	<0.00017
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG08		
Parametri	05/10/16	03/02/17
Anidride carbonica	22.1	21.7
Metano	61.2	54.6
Anidride solforosa	<0.017	0.205
s.o.v. (come n-esano)	117.13	99.767
Benzene	0.95	1.06346
Etilbenzene	1.065	0.38833
Stirene	<0.0500	<0.0500
Toluene	0.0917	0.06
o-Xilene	0.25833	0.07667
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	12.49167	1.34167
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	0.0096
1,2-Dicloroetano	0.06	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tetracloroetilene	<0.00017	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.03333	0.005
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG07		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	23.7	26.9
Metano	51.9	48.4
Anidride solforosa	0.020	0.130
s.o.v. (come n-esano)	465.973	57.45
Benzene	11.04333	2.29439
Etilbenzene	8.6	0.46833
Stirene	<0.0500	<0.0500
Toluene	0.2067	0.2167
o-Xilene	0.575	0.07333
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	5.28833	0.615
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	0.0099
1,2-Dicloroetano	0.05667	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	<0.00017	0.00333
Tetracloroetilene	<0.00017	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.015	0.00768
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG01		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	24.4	30
Metano	32.7	38.4
Anidride solforosa	<0.017	<0.017
s.o.v. (come n-esano)	642.48	76.767
Benzene	13.34833	2.23125
Etilbenzene	7.245	0.295
Stirene	0.21	<0.0500
Toluene	4.8433	0.3067
o-Xilene	1.65333	0.05833
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	5.555	0.21333
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	0.0321
1,2-Dicloroetano	0.06167	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tetracloroetilene	<0.00017	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.13667	0.015
Mercurio	n.a.	<0.003333

SG03		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	22.5	27.8
Metano	54.9	54
Anidride solforosa	0.028	<0.017
s.o.v. (come n-esano)	109.47	55.333
Benzene	6.12	1.61082
Etilbenzene	1.025	0.63
Stirene	<0.0500	<0.0500
Toluene	0.16	1.095
o-Xilene	1.17333	0.165
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	7.02667	1.16333
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	0.035
1,2-Dicloroetano	0.08167	0.00167
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	<0.00017	6.805
Tetracloroetilene	<0.00017	0.00333
1,2-Dicloroetilene	0.01833	3.62124
Mercurio	n.a.	<0.003333

Legenda:



Microsondaggi per rilievo di gas interstiziali


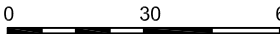

Area oggetto di intervento

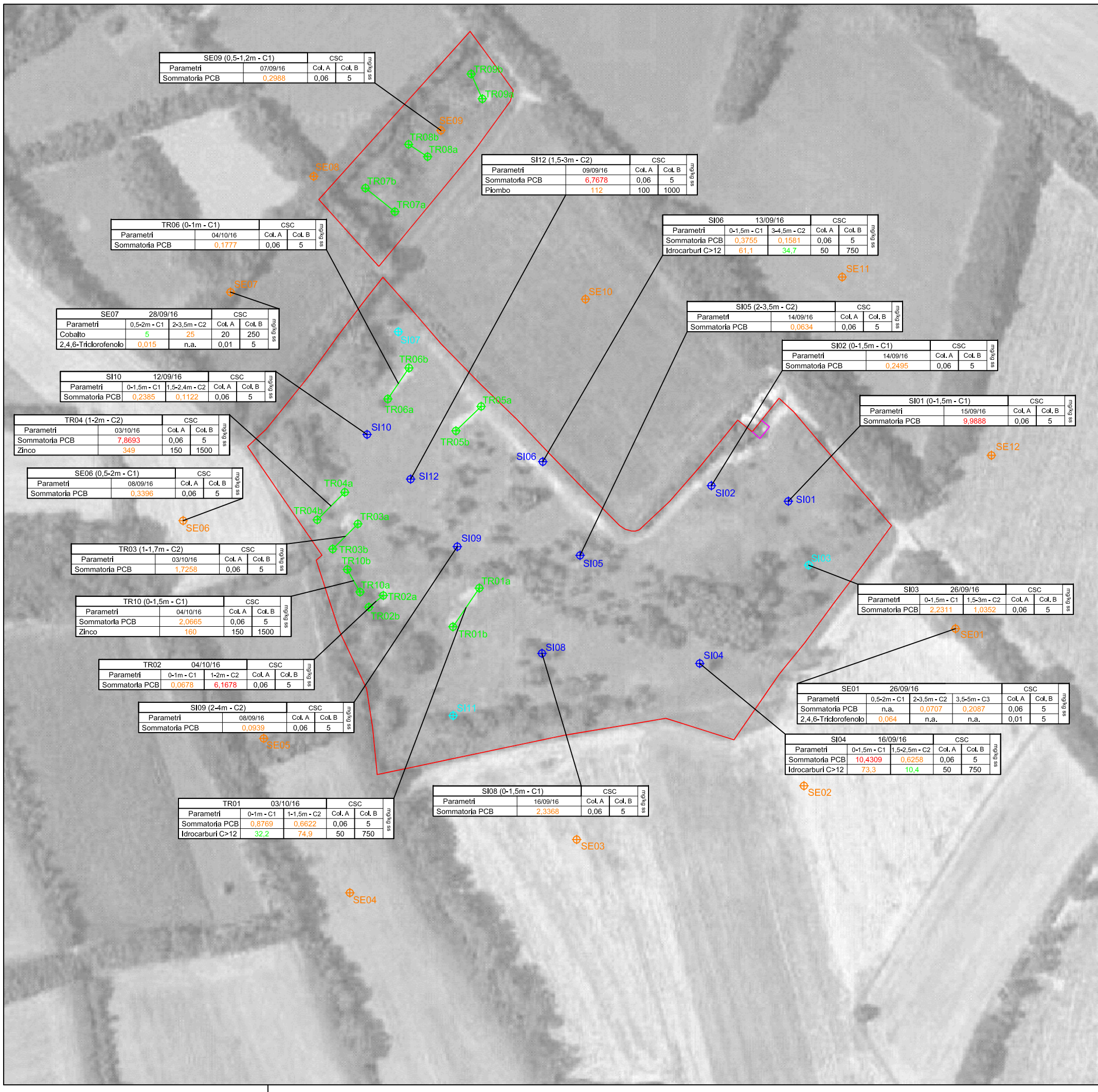
Codice Identificativo punto di monitoraggio soil-gas

Sessione di monitoraggio

SG01		
Parametri	05/10/16	02/02/17
Anidride carbonica	24.4	30
Metano	32.7	38.4
Anidride solforosa	<0.017	<0.017
s.o.v. (come n-esano)	642.48	76.767
Benzene	13.34833	2.23125
Etilbenzene	7.245	0.295
Stirene	0.21	<0.0500
Toluene	4.8433	0.3067
o-Xilene	1.65333	0.05833
m-Xilene	<0.00017	<0.00017
p-Stirene	5.555	0.21333
Triclorometano	<0.0002	<0.0002
Cloruro di Vinile	<0.0002	0.0321
1,2-Dicloroetano	0.06167	<0.00017
1,1-Dicloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tricloroetilene	<0.00017	<0.00017
Tetracloroetilene	<0.00017	<0.00017
1,2-Dicloroetilene	0.13667	0.015
Mercurio	n.a.	<0.003333

Parametro analitico non analizzato

Committente:	Comune di Passirano			 Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione				
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068	Tavola:	9
Titolo:	Sintesi dei risultati dei monitoraggi soil-gas			Rev.:	0
Scala:				Data:	27.03.18
grafica				Disegnato da:	PBI
				Approvato da:	AGU



Legenda:

- SG01 Microsondaggi per rilievo di gas interstiziali
- SE01 Sondaggi geognostici esterni
- SI01 Sondaggi geognostici su corpo discarica
- SI01 Sondaggi geognostici interni convertiti in piezometro
- TR07a Trincee geognostiche
- Area oggetto di intervento

Codice Identificativo punto non analizzato
di monitoraggio

	SE01 (0,5-2,0m - C1)	CSC	
Parametri	26/09/16	Col. A	Col. B
Sommatoria PCB	5,6	0,06	5
Piombo	n.a.	100	1000
Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF	0,00002	0,00001	0,0001
2,4,6-Triclorofenolo	1,5	0,01	5

mg/kg ss

Parametro analitico

Concentrazione superiore alle CSC commerciali/industriali D.Lgs. 152/06

Concentrazione superiore alle CSC residenziali D.Lgs. 152/06

Concentrazione inferiore alle CSC residenziali D.Lgs. 152/06

Committente:	Comune di Passirano		
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione		
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068
Titolo:	Sintesi dei superamenti delle CSC D.Lgs. 152/06 nei terreni di copertura della discarica e nei punti di indagine esterni		
Scala:			
grafica			

Tavola:	10
Rev.:	0
Data:	27.03.18
Disegnato da:	PBI
Approvato da:	AGU

Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia
T.030.2426536 - F.030.2429772

TR08 (4-5m - C4)		CSC		mg/kg ss
Parametri	04/10/16	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	0.2299	0,06	5	
ZInco	160	150	1500	
Cromo totale	248	150	800	

TR07 (3-4m - C4)		CSC		mg/kg ss
Parametri	04/10/16	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	0,4115	0,06	5	

SI07 (10,8-11,5m - C5)		CSC		mg/kg ss
Parametri	28/09/16	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	0,1893	0,06	5	
2,4,6-Triclorofenolo	0,016	0,01	5	
Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF	0,00006	0,00001	0,0001	

SI05 (8,8-10m - C5)		CSC		mg/kg ss
Parametri	14/09/16	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	0,0998	0,06	5	

SI02 15/09/16			CSC		ss mg/kg
Parametri	9-10,5m - C4	14-15m - C5	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	29,1154	0,7005	0,06	5	
Idrocarburi C>12	132	9,7	50	750	
Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF	0,000075	n.a.	0,00001	0,0001	

SI01		15/09/16		CSC		mg/kg ss
Parametri	8-9m - C4	14-15m - C5	Col. A	Col. B		
Sommatoria PCB	10,9885	0,1219	0,06	5		
Idrocarburi C>12	84,4	<Lr.	50	750		
Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF	0,000049	n.a.	0,00001	0,0001		
Cobalto	24	3	20	250		

SI10 (10,5-12m - C5)		CSC		mg/kg ss
Parametri	12/09/16	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	4,8101	0,06	5	
Idrocarburi C>12	4245,8	100	1000	
Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF	0,000023	0,00001	0,0001	

SI12 (11,5-13m - C5)		CSC		mg/kg ss
Parametri	12/09/16	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	0,0975	0,06	5	

SI08 16/09/16				CSC		mg/kg ss
Parametri	8,3-10m - C4	11,9-13m - C5	14-15m - C6	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	11,052	2,4242	0,2411	0,06	5	
Idrocarburi C>12	665,6	13,1	5,5	50	750	

SI11 27/09/16			CSC		mg/kg ss
Parametri	8,4-10m - C4	14-15m - C5	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	0,511	1,2788	0,06	5	
Cobalto	5	23	20	250	
2,4,6-Triclorofenolo	0,045	n.a.	0,01	5	

SI04 16/09/16			CSC		mg/kg ss
Parametri	10-11,5m - C5	14-15m - C6	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	4,0587	0,1225	0,06	5	

SI03			26/09/16		CSC		mg/kg ss
Parametri	8,3-10m - C5	14-15m - C6	Col. A	Col. B			
Sommatoria PCB	81,8288	0,505	0,06	5			
Idrocarburi C>12	91,5	15,4	50	750			
Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF	0,068875	n.a.	0,00001	0,0001			
2,4,6-Triclorofenolo	4,179	n.a.	0,01	5			


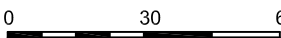

Legenda:

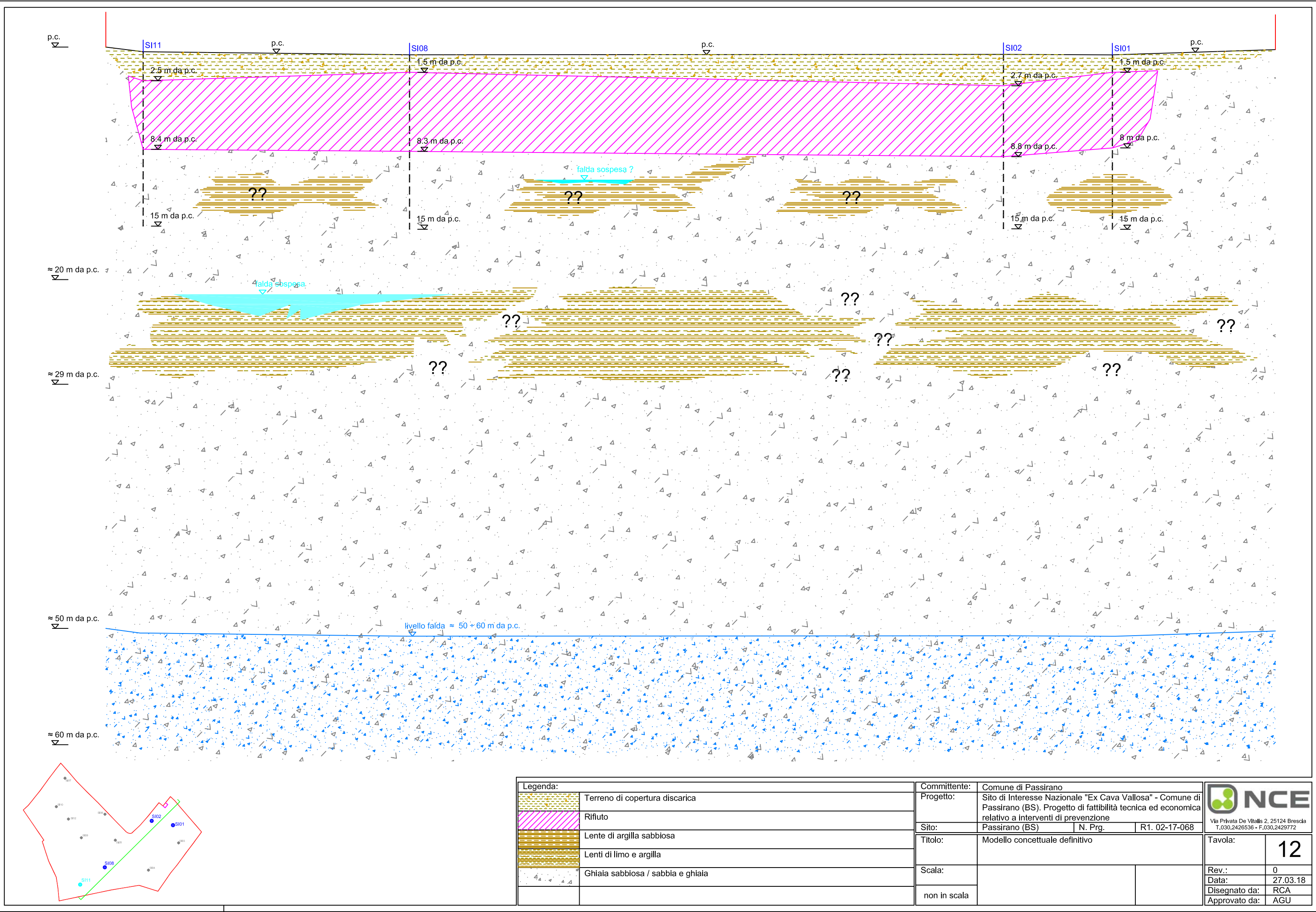
- SI01 Sondaggi geognostici su corpo discarica
- SI01 Sondaggi geognostici interni convertiti in piezometro
- SE01 Sondaggi geognostici esterni
- TR07b Trincee geognostiche
- TR07a
- Area oggetto di intervento

Codice Identificativo punto di monitoraggio non analizzato commerciali/industriali D.Lgs. 152/06

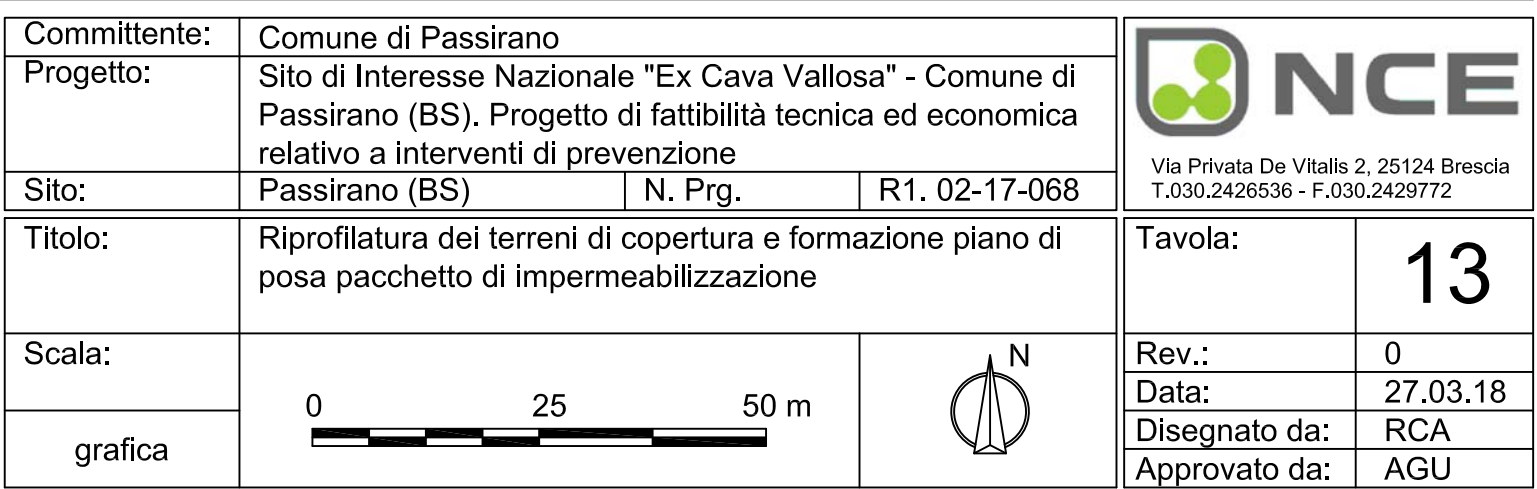
SE01 (0,5-2,0m - C1)		CSC		mg/kg ss
Parametri	26/09/16	Col. A	Col. B	
Sommatoria PCB	5,6	0,06	5	
Piombo	n.a.	100	1000	
Tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEF	0,00002	0,00001	0,0001	
2,4,6-Triclorofenolo	1,5	0,01	5	

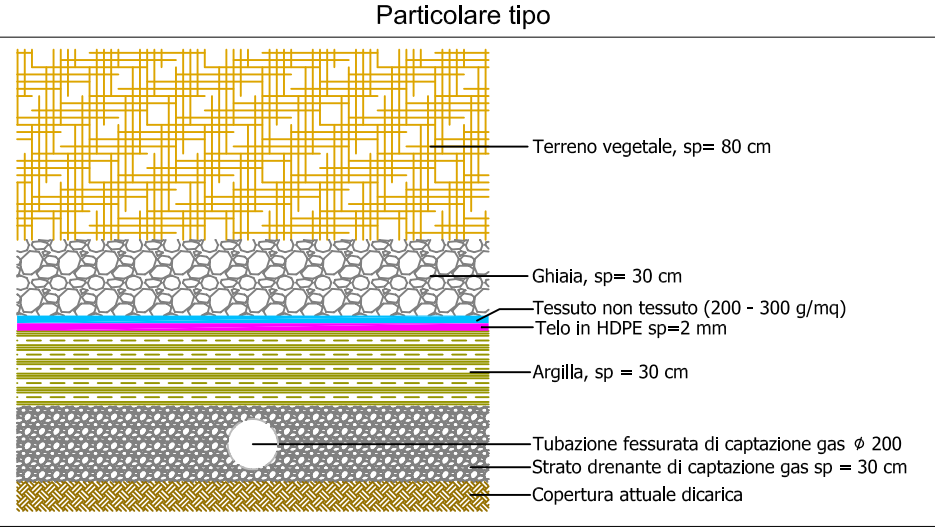
Parametro analitico Concentrazione superiore alle CSC residenziali D.Lgs. 152/06





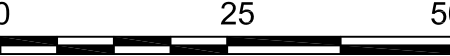

Committente:	Comune di Passirano			 Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione				
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068	Tavola:	11
Titolo:	Sintesi dei superamenti delle CSC D.Lgs. 152/06 nei terreni sottostanti il corpo discarica			Rev.:	0
Scala:				Data:	27.03.18
grafica				Disegnato da:	PBI
				Approvato da:	AGU



Legenda:		Committente: Comune di Passirano			 Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
	Terreno di copertura discarica	Progetto:		Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione		
	Rifiuto	Sito:		Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068
	Lente di argilla sabbiosa	Titolo:		Modello concettuale definitivo		
	Lenti di limo e argilla	Scala:				
	Ghiaia sabbiosa / sabbia e ghiaia	non in scala				
					Tavola:	12
					Rev.:	0
					Data:	27.03.18
					Disegnato da:	RCA
					Approvato da:	AGU





Legenda:  Area oggetto di intervento  Ubicazione eventuale impianto di estrazione / trattamento gas  Linea di captazione gas			
Committente: Comune di Passirano		 Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
Progetto: Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione			
Sito: Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068	
Titolo:	Strato drenante di captazione gas		
Scala:			
grafica			Tavola: 14
			Rev.: 0
			Data: 27.03.18
			Disegnato da: RCA
			Approvato da: AGU

ALLEGATI

Allegato 1. Computo metrico estimativo

Allegato 2. Cronoprogramma

ALLEGATO 1

Computo metrico estimativo

Comune di Passirano (BS) - ex-Cava Vallosa

Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione

Allegato 1 - COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Rif	Attività	Quanità	UM	PU	Importo	Note
A	Riprofilatura del corpo rifiuti					
A.1	Approntamento cantiere e pulizia/decespugliamento area	34600	mq	€ 1,50	€ 51.900,00	
A.2	Scotico / Scavo del materiale	1900	mc	€ 5,00	€ 9.500,00	
A.3	Fornitura e posa materiale di recupero (incluso strato per drenaggio gas 30 cm)	27400	mc	€ 8,00	€ 219.200,00	
					€ 280.600,00	
B	Capping					
B.1	Tubazioni fessurate per gas	2280	m	€ 25,00	€ 57.000,00	
B.2	Argilla (30 cm)	10300	mc	€ 20,00	€ 206.000,00	
B.3	Geomembrana HDPE (sp. 2 mm)	34600	mq	€ 9,00	€ 311.400,00	
B.4	Geotessile TNT	34600	mq	€ 3,00	€ 103.800,00	
B.5	Strato drenante (30 cm - ghiaia)	10235	mc	€ 20,00	€ 204.700,00	
B.6	Terreno vegetale (80 cm)	27400	mc	€ 10,00	€ 274.000,00	
					€ 1.156.900,00	
C	Regimazione acque					
C.1	Canalizzazioni in cls con sottofondo e sigillature	1080	m	€ 125,00	€ 135.000,00	
C.2	Condotta di scarico	200	m	€ 275,00	€ 55.000,00	
C.3	Trincea drenante	120	m	€ 315,00	€ 37.800,00	
					€ 227.800,00	
D	Impianto captazione gas					
D.1	Sistema di captazione e trattamento gas interstiziali	1	a corpo	€ 100.000,00	€ 100.000,00	2 aspiratori da 1000 m3/h, 1 Biofiltro, 2 filtri carboni attivi, allaccio e fornitura ENEL da 20 Kwh
					€ 100.000,00	
E	Opere accessorie di sistemazione					
E.1	Strada di servizio sterrata	600	mc	€ 35,00	€ 21.000,00	
E.2	Recinzione area Minelli + area ex Cava Vallosa	1100	m	€ 52,00	€ 57.200,00	
					€ 78.200,00	
F	Indagini propedeutiche alla progettazione definitiva/esecutiva					
F.1	Rilievo plano-altimetrico	1	a corpo	€ 2.000,00	€ 2.000,00	
					€ 2.000,00	
G	Progettazione					
G.1	Progettazione definitiva /esecutiva (capping)	1	a corpo	€ 45.000,00	€ 45.000,00	
					€ 45.000,00	
H	Direzione Lavori / CSE					
H.1	DL/CSE-CSP (capping)	1	a corpo	€ 54.000,00	€ 54.000,00	
					€ 54.000,00	
				Totale	€ 1.944.500,00	Totale realizzazione capping (IVA Esclusa)

Monitoraggi ambientali e gestione MISE - Durata di riferimento 2 anni

A	Attività di monitoraggio matrici ambientali e MISE					Periodo di riferimento: 2 anni
A.1	Monitoraggio periodico delle acque sotterranee	1	a corpo	€ 50.000,00	€ 50.000,00	monitoraggi semestrali rete piezometrica
A.2	Monitoraggio periodico gas interstiziali (misure mensili, campionamenti quadrimestrali e test respirometrici)	1	a corpo	€ 40.000,00	€ 40.000,00	attività avviamento impianto, misurazioni mensili, campionamento/analisi quadrimestrali, reporting..
A.3	Gestione del sistema di MISE installato su PZ30SW	1	a corpo	€ 80.000,00	€ 80.000,00	Smaltimento P&S Pz30SW
A.4	Gestione del sistema di estrazione gas (sostituzione materiale filtrante, consumi elettrici, campionamenti)	1	a corpo	€ 80.000,00	€ 80.000,00	fornitura elettrica per periodo di riferimento+ cambio carboni attivi
					€ 250.000,00	

ALLEGATO 2

Cronoprogramma

Allegato 2 - CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA

[illegible]



Legenda:

	Area oggetto di intervento		Canalette di raccolta acque
	Strada perimetrale di servizio		

Committente:	Comune di Passirano		
Progetto:	Sito di Interesse Nazionale "Ex Cava Vallosa" - Comune di Passirano (BS). Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo a interventi di prevenzione		
Sito:	Passirano (BS)	N. Prg.	R1. 02-17-068
Titolo:	Opere di regimazione acque meteoriche		
Scala:	0 25 50 m		
grafica			

Via Privata De Vitalis 2, 25124 Brescia T.030.2426536 - F.030.2429772	
Rev.:	0
Data:	27.03.18
Disegnato da:	RCA
Approvato da:	AGU

Tavola:

16

N