



Comune di Bottanuco
Provincia di Bergamo
Piazza S. Vittore, 1 – cap 24040

Oggetto:

Variante generale degli atti del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) - art. 13 L.R. 11/03/2005, n. 12

Aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica, ai sensi D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e s.m.i.

Titolo del documento:

RELAZIONE GEOLOGICA ILLUSTRATIVA

Estensore del documento:



Dott. Geologo Andrea Brambati
tel. +39 348 393 9629
mail andreabrambati@alice.it
PEC andreabrambati@pec.epap.it
Albo Geologi Lombardia, n. 1535

Timbro e firma:



Data:

Febbraio 2024

PARTE I – INTRODUZIONE

- 1.1. Premessa
- 1.2. Obiettivi del lavoro
- 1.3. Attività svolte e risultati prodotti
- 1.4. Quadro normativo
- 1.5. Criteri Ambientali Minimi
- 1.6. Studi e dati geografici di riferimento
- 1.7. Terminologia utilizzata

PARTE II – RAPPORTI TRA L.R. 12/2005 E PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

- 2.1. Il Piano Territoriale Regionale (PTR)
- 2.2. Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR)
- 2.3. La Rete Ecologica Regionale (RER)
- 2.4. La Rete Natura 2000
- 2.5. Il Piano di Tutela e il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTA-PTUA)
- 2.6. Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)
- 2.7. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)
- 2.8. Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)
- 2.9. Il Piano Cave
- 2.10. Il Parco dell'Adda Nord

PARTE III – SINTESI DEL QUADRO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

- 3.1. Inquadramento territoriale
- 3.2. Inquadramento meteorologico
- 3.3. Uso del suolo
- 3.4. Geologia generale e caratteri geomorfologici
- 3.5. Il fenomeno degli "occhi pollini"
 - 3.5.1. Introduzione
 - 3.5.2. Genesi e tipologia degli occhi pollini
 - 3.5.3. Ricerca storica e bibliografica
 - 3.5.4. Gli occhi pollini a Bottanuco
- 3.6. Struttura idrogeologica, pozzi, piezometria locale
- 3.7. Il reticolo idrografico
 - 3.7.1. Reticolo Idrico Principale - RIP
 - 3.7.2. Reticolo Idrico di Bonifica - RIB
 - 3.7.3. Reticolo Idrico Minore - RIM
 - 3.7.4. Definizione delle fasce di rispetto
- 3.8. Rischio idraulico e idrogeologico
 - 3.8.1. Quadro normativo
 - 3.8.2. Analisi storica
 - 3.8.3. Il Documento semplificato del rischio idraulico comunale
 - 3.8.4. Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP)
 - 3.8.5. Dati idrologici e idraulici relativi al Fiume Adda

3.8.6. *Misure di invarianza idraulica e idrologica*

3.8.7. *Risultati delle modellazioni nel Documento semplificato*

3.9. La discarica storica di rifiuti solidi urbani di Madone

PARTE IV – DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA

- 4.1. Risposta sismica locale
- 4.2. Inquadramento metodologico
- 4.3. Individuazione della pericolosità sismica
- 4.4. 1° livello di approfondimento
- 4.5. Indagini sismiche masw
- 4.6. 2° livello di approfondimento

PARTE V – CONCLUSIONI

- 5.1. Ambiti di pericolosità: Carta dei vincoli
- 5.2. Sintesi degli elementi conoscitivi e fattibilità geologica
- 5.3. Verifica di congruità degli Ambiti di trasformazione
- 5.4. Valutazioni finali

APPENDICI

N°	Titolo
1	Archivio indagini penetrometriche
2	Catalogo interventi tipo di invarianza

ALLEGATI

N°	Titolo
1	Normativa Geologica di Attuazione

TAVOLE

N°	Titolo	Scala
1	Geologia e geomorfologia	1:5.000
2	Caratteristiche idrogeologiche	1:5.000
3	Reticolo idrico	1:5.000
4	Carta PAI-PGRA	1:5.000
5	Carta della pericolosità sismica locale	1:5.000
6	Carta dei vincoli	1:5.000
7	Carta di sintesi	1:5.000
8a	Carta della fattibilità geologica – nord ovest	1:2.000
8b	Carta della fattibilità geologica – nord est	1:2.000
8c	Carta della fattibilità geologica – sud ovest	1:2.000
8d	Carta della fattibilità geologica – sud est	1:2.000

1.1. Premessa

Il Comune di Bottanuco (Codice Istat 16034) si è dotato nel tempo dei seguenti atti pianificatori:

- Indagine Geologica Preliminare alla Pianificazione Territoriale, elaborata a supporto delle Variante al Piano Regolatore Generale (Dott. Geologo Ermanno Dolci, settembre 1995 e giugno 2000);
- Variante al Piano Regolatore Generale – Integrazioni allo Studio Geologico ai sensi della L.R. 41/1997 e D.G.R. 29 ottobre 2001, n. VII/6645 (Studio Eurogeo, anno 2004 - Dott. Geologo Massimo Elitropi e Dott. Geologo Renato Caldarelli);
- Aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. ai sensi della D.G.R. 8/1566 del 22 dicembre 2005 (Studio Eurogeo, novembre 2007 - Dott. Geologo Massimo Elitropi e Dott. Geologo Renato Caldarelli). Il nuovo Documento di Piano - nuovo P.G.T. ex art. 13, L.R. 12/2005 è stato approvato con Delibera di C.C. n. 15 del 20/04/2009 e pubblicato sul B.U.R.L. Serie Avvisi e Concorsi n. 41 del 14/10/2009;
- Aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (ai sensi della L.R. n. 12/2005, art. 57), elaborata a seguito dell'entrata in vigore della Delibera della Giunta Regionale della Lombardia n. X/2129 dell'11 luglio 2014 (Castalia Studio Associato di Geologia dei dottori Davide Incerti e Giulio Mazzoleni, aprile 2015). La Variante n° 1 al P.G.T. ex art. 13, comma 13, L.R. 12/2005 è stata approvata con Delibera di C.C. n. 23 del 29/07/2015 e pubblicata sul B.U.R.L. Serie Avvisi e Concorsi n. 39 del 23/09/2015.

L'Amministrazione comunale, con Delibera di Giunta Comunale n. 130 del 11 novembre 2021 con oggetto "Revisione del Piano di Governo del Territorio (PGT), ai sensi del comma 3 dell'art 5 della LR 31/2014 e s.m.i. Avvio del Procedimento ai sensi dell'art 13 c.2 della LR 12/2005 e s.m.i.", ha assunto gli indirizzi e gli obiettivi guida da tenere in considerazione per l'avvio del procedimento della revisione del P.G.T., nonché per l'avvio del relativo procedimento di VAS - Valutazione Ambientale e Strategica.

La presente Relazione Geologica Illustrativa:

- rappresenta uno studio geologico ai sensi della:
 - D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374", pubblicata sul BURL n. 50 Serie Ordinaria del 15 dicembre 2012;
 - D.G.R. n. XI/6314 del 26 aprile 2022 "Modifiche ai criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con d.g.r. 2616/2011 e integrati con d.g.r. 6738/2017";
 - D.G.R. n. XI/6702 del 18 luglio 2022 "Aggiornamento 2022 dell'allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con d.g.r. 30 novembre 2011, n. 2616";
 - D.G.R. n. XI/7564 del 15 dicembre 2022 "Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio relativa al tema degli sprofondamenti (Sinkhole) (Art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12)", pubblicata su BURL Serie Ordinaria n. 51 del 24 dicembre 2022;
- provvede all'aggiornamento degli studi geologici precedenti, relativamente a:
 - recepimento con confronto critico dei dati contenuti nel GeoPortale di Regione Lombardia;
 - raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata (es. PTR – Piano Territoriale Regionale e componente paesaggistica (PPR), PTCP – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, PAI-PGRA);
 - recepimento/adeguamento alle disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA – revisione 2022) di cui alla D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738 come integrate dalla D.G.R. n. 470 del 2 agosto 2018 (BURL SO 32 del 08/08/2018);
 - redazione della carta PAI-PGRA, in adempimento alle disposizioni della delibera sopra citata e della D.G.R. n. XI/6314 del 26 aprile 2022;

- revisione delle carte della pericolosità sismica locale, dei vincoli, di sintesi e della fattibilità geologica;
- aggiornamento della componente sismica ai sensi della nuova classificazione dei comuni lombardi contenuta nella D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129;
- aggiornamento della Normativa Geologica di Attuazione.

Sulla scorta dei dati e dei criteri geologico-morfologici, idrogeologici e idraulici descritti, l'intero territorio comunale è stato analizzato e classificato con adeguato dettaglio. In particolare è stato possibile definire le caratteristiche del territorio, illustrate nella seguente cartografia allegata a corredo della relazione:

- cartografia tematica e analitica relativa alla distribuzione dei parametri di tipo geologico s.l. e vincolistica, più precisamente: parametri di tipo geologico e morfologico (**Tavola 1**), idrogeologico (**Tavola 2**), reticolo idrico (**Tavola 3**);
- **Tavola 4 - Carta PAI-PGRA**, aggiorna la cartografia inerente le fasce PAI sul F. Adda e riporta le aree allagabili come presenti nelle mappe di pericolosità del PGRA, ricavate attraverso il GeoPortale di Regione Lombardia - Direttiva Alluvioni revisione 2022;
- **Tavola 5 - Carta della pericolosità sismica locale**, con l'attribuzione degli scenari PSL e la perimetrazione delle situazioni tipo Z1c, Z2b, Z3a e Z4a in grado di determinare effetti sismici locali;
- **Tavola 6 - Carta dei vincoli**, riporta le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico;
- **Tavola 7 - Carta di sintesi**, finalizzata al riconoscimento dello stato di fatto del territorio, riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità;
- **Tavole 8a, 8b, 8c, 8d - Carta della fattibilità geologica**, con l'attribuzione del valore di classe di fattibilità all'intero territorio comunale.

La cartografia di cui sopra, unitamente alla presente Relazione Geologica Illustrativa e alla Normativa Geologica di Attuazione, ha lo scopo di fornire all'Amministrazione comunale la base conoscitiva dello stato fisico del territorio e di verificare la congruità delle scelte di pianificazione e programmazione degli interventi previsti. Le attività svolte hanno permesso la formulazione di un giudizio di sostenibilità geologica e l'obiettivo è stato inoltre identificato nella necessità di fornire indicazioni concernenti le misure da adottare, nonché le indagini da effettuare successivamente onde adeguare l'uso del territorio alle norme di prevenzione del dissesto potenziale, di mitigazione dei possibili impatti e di salvaguardia delle risorse.

La presente rivisitazione dello studio geologico è sostanziale; non ci si limita, infatti, ad apportare modifiche a limitate porzioni del territorio, ma si rivisita l'impianto complessivo della componente geologica, pur mantenendo una certa continuità con gli studi precedenti, soprattutto in termini di definizione delle classi di fattibilità geologica.

Nel seguito della relazione si forniranno:

- la definizione del quadro normativo in materia di relazioni tra interventi urbanistici e aspetti geologici, idrogeologici e sismici;
- una sintesi del quadro geologico-morfologico e idraulico-idrogeologico del settore urbano nel quale ricade l'area in oggetto al Piano;
- un'analisi della componente sismica finalizzata alla valutazione della pericolosità sismica locale;
- le relative conclusioni, che forniscono valutazioni e prescrizioni inerenti gli interventi sull'area.

Oggetto di altro fascicolo, nell'**Allegato 1** alla relazione è riportata la **Normativa Geologica di Attuazione**, che ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d della L.R. 12/2005 e della D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011 è parte integrante del Piano delle Regole.

1.2. Obiettivi del lavoro

La definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio di Bottanuco ha avuto come obiettivo quello di fornire, in raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata, le prescrizioni e le norme d'uso di prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, nonché di fornire all'amministrazione gli strumenti più adatti per l'esercizio del governo del territorio; i risultati dello studio forniscono pertanto un'analisi degli equilibri naturali del territorio esaminato, supporto indispensabile per lo sviluppo della pianificazione territoriale e per la valorizzazione delle risorse dell'ambiente stesso.

Le attività svolte hanno permesso la formulazione di un giudizio di sostenibilità geologica e l'obiettivo è stato inoltre identificato nella necessità di fornire indicazioni concernenti le misure da adottare, nonché le indagini da effettuare successivamente, onde adeguare l'uso del territorio alle norme di prevenzione del dissesto potenziale, di mitigazione dei possibili impatti e di salvaguardia delle risorse.

Lo studio qualitativo, nonché la classificazione finale dell'intero territorio comunale, tengono conto di tutte le conoscenze attualmente disponibili in merito alle componenti geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche.

L'Amministrazione comunale ha provveduto a fornire tutta la documentazione cartografica di base, quella tematica, gli studi affini effettuati sulle aree o su aree e problematiche assimilabili, i dati e le informazioni utili alla redazione del rapporto finale e di cui era in possesso.

Per ciò che concerne la relazione, le attività hanno avuto inizio con la fase di raccolta di dati e documentazione esistente, concernente le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrologiche e idrogeologiche dell'area comunale. Per la ricostruzione delle caratteristiche del territorio si è considerato, oltre al contributo derivante dall'analisi di foto aeree, anche quello fornito dagli studi ed indagini effettuate in precedenza da altri professionisti e dalle pubblicazioni a carattere scientifico, che nell'insieme hanno costituito la base di lavoro.

Dall'insieme di queste attività è stato possibile elaborare la presente relazione, i cui contenuti sono conformi alla normativa regionale in materia (D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616).

Le valutazioni sintetiche finali relative alla fattibilità geologica sono espresse dall'allegato cartografico corrispondente redatto in scala 1:5.000.

1.3. Attività svolte e risultati prodotti

La metodologia proposta si fonda, in linea con quanto previsto dalle vigenti norme regionali, su quattro distinte fasi di lavoro: fase di analisi comprendente la ricerca storica e bibliografica e la compilazione della cartografia di inquadramento, fase di approfondimento/integrazione, fase di sintesi/valutazione e fase di proposta, fasi che vengono più in dettaglio descritte nel seguito.

Fase di analisi

Per la fase di analisi, come detto, si fa riferimento ai pregressi e citati studi geologici comunali del 2004 e del 2011, in quanto gli specifici contenuti della variante non prevedono ulteriori approfondimenti e non risulta vi siano state modificazioni di rilievo nell'ultimo decennio dal punto di vista geologico, geomorfologico e idrogeologico. Vengono invece aggiornati i tematismi riguardanti lo stato qualitativo delle acque sotterranee, la rete fognaria e il rischio idraulico comunale (drenaggio urbano e invarianza idraulica-idrologica).

Fase di approfondimento/integrazione

La fase di approfondimento/integrazione, a partire dalla documentazione di cui alla fase precedente, costituisce il valore aggiunto operato dal professionista e deve comprendere anche l'analisi della sismicità del territorio. La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale. La procedura di valutazione prevede tre livelli di approfondimento:

- *1° Livello*: consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti;
- *2° Livello*: si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche e riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza;
- *3° Livello*: si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni, nonché per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche che sono caratterizzate da un valore di F_a superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello. Il livello 3° si applica anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Fase di sintesi/valutazione

La fase di sintesi/valutazione è definita tramite la Carta dei vincoli, che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico, e la Carta di sintesi, che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico/geotecnica e della vulnerabilità idraulica/idrogeologica.

Fase di proposta

La fase di proposta è definita attraverso la redazione della Carta della fattibilità e della Normativa Geologica di Attuazione. Tale fase prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica/geotecnica e vulnerabilità idraulica/idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico. Alle classi di fattibilità individuate si aggiungono gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale, che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.

1.4. Quadro normativo

In materia di pianificazione del territorio, di classificazione sismica dello stesso e di progettazione delle costruzioni, sono intercorse recenti e rilevanti evoluzioni del quadro legislativo e normativo di riferimento, tanto nazionale, quanto regionale, corrispondenti a:

- O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”;
- Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 21 ottobre 2003 “*Disposizioni attuative dell’art. 2, commi 2, 3 e 4, dell’ordinanza del presidente del consiglio dei ministri n.3274 del 20 marzo 2003, recante primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 252 del 29 ottobre 2003;
- D.G.R. 8/1566 del 22 dicembre 2005 “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio in attuazione art. 57 L.R. 12/05*”, pubblicata il 19 gennaio 2006;
- O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 “*Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*”, pubblicata l’11 maggio 2006 sulla Gazzetta Ufficiale n. 108;
- D.M. 14 gennaio 2008 «*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*»;
- D.G.R. 8/7374 del 28 maggio 2008 “*Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12»*, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566”, pubblicata il 12 giugno 2008;
- D.G.R. n. VIII/8515 del 26 novembre 2008 “*Modalità per l’attuazione della Rete Ecologica Regionale in raccordo con la programmazione territoriale degli Enti locali*”.
- D.L. n. 49 del 23 febbraio 2010 “*Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione*”;
- D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 “*Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*”, pubblicata sul BURL n. 50 Serie Ordinaria del 15 dicembre 2012;
- D.G.R. X/2129 del 11 luglio 2014 “*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*”, pubblicata sul BURL n. 29 Serie Ordinaria del 16 luglio 2014;
- L.R. 33/2015 “*Disposizioni in materia di costruzioni in zona sismica*”;
- D.G.R. X/4549 del 10 dicembre 2015 “*Direttiva 2007/60/CE contributo Regione Lombardia al piano di gestione del rischio alluvioni relativo al distretto idrografico Padano in attuazione dell’art. 7 del D.Lgs. 49/2010*”;
- L.R. n. 4 del 15 marzo 2016 “*Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua*”, pubblicata sul BURL n. 11, suppl. del 18 marzo 2016;
- D.G.R. n. X/5001 del 30 marzo 2016 “*Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)*”;
- D.P.C.M. 27 ottobre 2016 “*Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico Padano*”;
- D.G.R. 10/6738 del 19 giugno 2017 “*Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato istituzionale dell’autorità di bacino del fiume Po*”, pubblicata sul BURL n. 25 Serie Ordinaria del 21 giugno 2017;
- D.M. 11 ottobre 2017 “*Criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*”;
- R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 “*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)*”;

- D.M. 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 8 del 20 febbraio 2018;
- D.G.R. n. XI/470 del 2 agosto 2018 “*Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, di cui alla d.g.r. 19 giugno 2017 – n. x/6738*”;
- D.G.R. XI/2120 del 9 settembre 2019 “*Aggiornamento dell’allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con d.g.r. 30 novembre 2011, n. 2616*”;
- D.G.R. XI/2122 del 9 settembre 2019 “*Approvazione del bilancio idrico regionale quale aggiornamento dell’elaborato 5 del Programma di tutela e uso delle acque approvato con d.g.r. 6990/2017*”;
- L.R. n. 18 del 26 novembre 2019 “*Misure di semplificazione e incentivazione per la rigenerazione urbana e territoriale, nonché per il recupero del patrimonio edilizio esistente. Modifiche e integrazioni alla legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio) e ad altre leggi regionali*”;
- D.M. 30 aprile 2020 “*Approvazione delle linee guida per l’individuazione, dal punto di vista strutturale, degli interventi di cui all’articolo 94-bis, comma 1, del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, nonché delle varianti di carattere non sostanziale per le quali non occorre il preavviso di cui all’articolo 93*”;
- Deliberazione 6/2021 - Progetto di Variante al “*Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po*” (PAI Po) – Modifiche agli artt. 1 e 18 dell’Elaborato 7, recante “*Norme di Attuazione*”;
- D.G.R. n. XI/4685 del 10 maggio 2021 “*Ulteriore aggiornamento Dell’allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 (d.g.r. 2616/2011 e d.g.r. 2120/2019)*”;
- D.G.R. n. XI/6314 del 26 aprile 2022 “*Modifiche ai criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con d.g.r. 2616/2011 e integrati con d.g.r. 6738/2017*”;
- D.G.R. n. XI/7564 del 15 dicembre 2022 “*Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio relativa al tema degli sprofondamenti (Sinkhole) (Art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12)*”, pubblicata su B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 51 del 24 dicembre 2022.

Con l’O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105, 8 maggio 2003, Supplemento Ordinario n. 72, sono state individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, nonché fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse. L’entrata in vigore di tale Ordinanza è stata più volte prorogata sino al 23 ottobre 2005, data coincidente con l’entrata in vigore delle “*Norme tecniche per le costruzioni*” di cui al D.M. 14 settembre 2005, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 222, 23 settembre 2005, Supplemento Ordinario n. 159. A far tempo da tale data è in vigore la classificazione sismica del territorio nazionale così come deliberato dalle singole regioni (D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003 - Presa d’atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03).

A seguito dell’approvazione del D.M. 14 gennaio 2008 «*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*», entrato in vigore il 6 marzo 2008, e della legge 28 febbraio 2008, n. 31 «*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248*», recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria, si è modificata la sostanza dell’approccio alla tematica della difesa sismica e le relative modalità e tempistiche di applicazione. A partire dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008.

La Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12, così come modificata ed integrata dalla Legge Regionale 14 luglio 2006 n.12, dalla Legge Regionale 3 ottobre 2007 n. 24 e dalla Legge Regionale 14 marzo 2008 n. 4, definisce le regole per il governo del territorio lombardo; la Regione garantisce lo sviluppo sostenibile e la sostenibilità ambientale negli indirizzi di pianificazione e verifica la compatibilità di ogni Piano di Governo del Territorio con i piani a scala sovracomunale quali il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale ed il Piano Territoriale Regionale, di cui si occupa direttamente (art. 1, comma 3, L.R. 12/05 e s.m.i.).

Per ciò che concerne il quadro relativo a ogni territorio comunale:

- ogni Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) dovrà in ogni caso essere accompagnato da studio conforme ai criteri di cui alla D.G.R. IX/2616 e s.m.i.;
- per ciò che concerne le relazioni tra P.G.T. e Studio Geologico, la D.G.R. regionale indicata in apertura specifica che:
 - ✓ tutti i comuni sono comunque tenuti ad aggiornare i propri studi geologici ai sensi della più recente D.G.R. relativamente alla componente sismica (in linea con le disposizioni nazionali introdotte dall'O.P.C.M. 3274, da cui scaturiscono le nuove classificazioni sismiche del territorio su base comunale) ed all'eventuale aggiornamento delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità,
 - ✓ ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera c) della L.R. 12/05, nel Documento di Piano del P.G.T. deve essere definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio ai sensi dell'art. 57, comma 1, lettera a); considerato l'iter di approvazione previsto dall'art. 13 della stessa L.R. 12/05, al fine di consentire alle Province la verifica di compatibilità della componente geologica del P.G.T. con il proprio P.T.C.P., il Documento di Piano deve contenere lo studio geologico nel suo complesso,
 - ✓ le fasi di sintesi/valutazione e di proposta (rappresentate dalle Carte di sintesi, dei vincoli, di fattibilità geologica e dalle relative prescrizioni) costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole nel quale, ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d della L.R. 12/05, devono essere individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate,
 - ✓ allo scopo di migliorare la fruibilità della documentazione dello Studio Geologico, sarebbe possibile ed utile programmare la predisposizione di elaborati unitari, comprensivi sia degli elementi presenti nel precedente studio e già conformi ai nuovi criteri, sia di quelli aggiornati;
- relativamente alla già citata O.P.C.M. 3519, con la quale è stata approvata una nuova classificazione di pericolosità del territorio nazionale, è necessario tenere conto della possibile parziale riclassificazione sismica da parte delle regioni, prevedibile in un arco di tempo di alcuni mesi, e delle possibili conseguenze sulla pianificazione comunale.

Per ciò che concerne più specificatamente il quadro regionale, la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico e con le condizioni di sismicità del territorio a scala comunale viene attuata in Regione Lombardia dal 1993. Le deliberazioni n. 5/36147 del 18 maggio 1993, n. 6/37918 del 6 agosto 1998 e n. 7/6645 del 29 ottobre 2001 hanno costituito gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei comuni, secondo quanto stabilito dalla L.R. 24 novembre 1997 n. 41, abrogata dalla L.R. 11 marzo 2005, n. 12 «*Legge per il governo del territorio*».

In conclusione, l'entrata in vigore della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 «*Legge per il governo del territorio*», modifica profondamente l'approccio culturale ispiratore in materia urbanistica e il passaggio dalla pianificazione al governo del territorio; la conseguente variazione degli atti costituenti lo strumento urbanistico comunale (Piano di Governo del Territorio – P.G.T.), impone una ridefinizione dei criteri tecnici volti alla prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici, e sismici del nuovo strumento urbanistico generale a scala comunale.

Scopi della più recente direttiva regionale sono:

- fornire indirizzi, metodologie e linee guida da seguire per l'analisi dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale, per l'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità idrogeologica e per l'assegnazione delle relative norme d'uso e prescrizioni; in particolare vengono in questo atto forniti i nuovi criteri per la definizione della vulnerabilità e del rischio sismico, a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sulle più recenti metodologie messe a punto dalla comunità scientifica;
- fornire indicazioni per l'aggiornamento del quadro delle conoscenze geologiche per i comuni che hanno già realizzato uno studio geologico del proprio territorio a supporto della pianificazione;
- rendere coerenti e confrontabili i contenuti degli strumenti di pianificazione comunali con gli atti di pianificazione sovraordinata (P.T.C.P. e P.A.I.), definirne le modalità e le possibilità di aggiornamento.

1.5. Criteri Ambientali Minimi

Per Criteri Ambientali Minimi si intendono i requisiti ambientali volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale, tenendo conto della disponibilità di mercato. Essi sono definiti nell'ambito di quanto stabilito dal piano per la sostenibilità ambientale.

A tal proposito, i criteri ambientali si definiscono “minimi” perché la loro applicazione deve consentire la diffusione di tecnologie ambientali e di prodotti preferibili nel rispetto della *green economy*, inducendo all'accettazione delle nuove richieste della Pubblica Amministrazione.

I livelli prestazionali dei CAM prevedono caratteristiche superiori a quelle prescritte dalle leggi nazionali e regionali vigenti, sono finalizzati alla riduzione dei consumi di energia e risorse naturali e mirano al contenimento delle emissioni inquinanti. Gli interventi manutentivi devono prevedere l'utilizzo di materiali atossici, riciclati e rigenerabili, per la salvaguardia della salute umana e dell'ambiente e per la mitigazione degli impatti climalteranti. Le prestazioni ambientali devono riferirsi sia alle specifiche tecniche di base che a quelle premianti contenute nei CAM, tenendo conto anche del monitoraggio e del controllo della qualità dell'aria interna delle opere.

I CAM si possono utilizzare per appalti di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici, per i progetti relativi alla fase esecutiva e per la gestione dei cantieri. Essi sono contenuti nell'Allegato al D.M. Ambiente del 11/10/2017. Sulla Gazzetta Ufficiale n. 90 del 4 aprile 2020, inoltre, sono stati pubblicati nuovi Criteri Ambientali Minimi per la tutela del territorio. In base a quanto stabilito dal decreto pubblicato in Gazzetta Ufficiale, i criteri minimi ambientali si applicano a:

- servizi di progettazione di nuove aree verdi o riqualificazione di aree già esistenti - soluzioni di impianti che riducano il consumo delle risorse e l'emissione di CO₂ e che soddisfino criteri di sostenibilità individuando le migliori pratiche ambientali per la gestione del cantiere;
- servizi di gestione e manutenzione del verde pubblico - elaborazione di un piano di manutenzione e gestione delle aree verdi oggetto di gara mirato a soddisfare le reali esigenze di intervento sul territorio, valorizzando il patrimonio verde attraverso l'adozione di tecniche, pratiche e prodotti efficaci e sostenibili;
- fornitura di prodotti per la gestione del verde pubblico (prodotti fertilizzanti e impianti di irrigazione) - specie vegetali coltivate con tecniche di difesa fitosanitaria integrata con impianti d'irrigazione atti a ridurre i consumi idrici e fertilizzanti contenenti sostanze naturali.

L'attuale revisione ha pertanto l'obiettivo di incrementare e valorizzare il patrimonio del verde pubblico, sul quale la nuova economia green deve puntare. Considerati i noti e importanti benefici dell'ambiente sulla salute umana, questo nuovo approccio si focalizza sulla gestione del verde, intesa sia come manutenzione dell'esistente sia come realizzazione del nuovo. Tutto ciò è necessario per garantire:

- efficienza e risparmio nell'uso delle risorse;
- riduzione dell'uso di sostanze pericolose;
- riduzione quantitativa dei rifiuti prodotti.

1.6. Studi e dati geografici di riferimento

La ricerca di informazioni bibliografiche si è basata sulla raccolta della documentazione esistente presso:

- Archivi comunali;
- Provincia di Bergamo;
- Regione Lombardia (CARG, Studi idraulici, consultazione on line del Sistema Informativo Territoriale – SIT, Banca dati geologica del sottosuolo, Schede di censimento delle aree dismesse del territorio lombardo, ecc.);
- Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo);
- ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale;
- Uniacque S.p.A., gestore del Servizio Idrico Integrato della Provincia di Bergamo, con sede legale e amministrativa in via delle Canovine n. 21 - 24126 Bergamo;
- Parco Adda Nord;
- AGISCO - Anagrafe e Gestione Integrata dei Siti Contaminati, ARPA/Regione Lombardia (al 31/12/2021).

La consultazione del SIT – Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia ha permesso di raccogliere alcune informazioni legate ai tematismi “Basi Ambientali della Pianura” relative al territorio di Bottanuco, per quello che riguarda le caratteristiche geomorfologiche, litologiche e idrologiche del territorio. La raccolta dei dati che sono stati utilizzati nella fase di analisi è avvenuta tramite il Servizio di Download di Dati Geografici della Regione Lombardia.

La “Banca dati geologica sottosuolo”, pubblicata all’interno del portale cartografico regionale, permette di visualizzare quota, profondità e stratigrafia di pozzi e indagini geognostiche realizzati sul territorio lombardo. Essa contiene indagini suddivise tra indagini dirette (pozzi e sondaggi in prevalenza) e indagini indirette (prove penetrometriche), distribuite sulle varie province. Di ciascuna indagine è possibile visualizzare e consultare i dati relativi all'ubicazione, alla quota e profondità. E' inoltre presente una funzionalità che - interrogando il punto di indagine - permette di visualizzare la stratigrafia dell'indagine e di pubblicarla in .pdf. Per le indagini indirette è disponibile la scansione dell'originale della prova. La stratigrafia delle indagini dirette riporta esclusivamente il dato geologico (numero di strati attraversati, spessore e descrizione litologica degli stessi). La descrizione litologica corrisponde a quella riportata nella stratigrafia originaria compilata dal soggetto che ha eseguito materialmente l'opera. Non sono riportate informazioni relative, alla proprietà dell'opera (pubblica o privata), all'uso (idropotabile, irriguo, agricolo ecc.), agli schemi di completamento (tipologia e struttura tubazioni, presenza, profondità e tipologia filtri, attrezzature di estrazione dell'acqua installate).

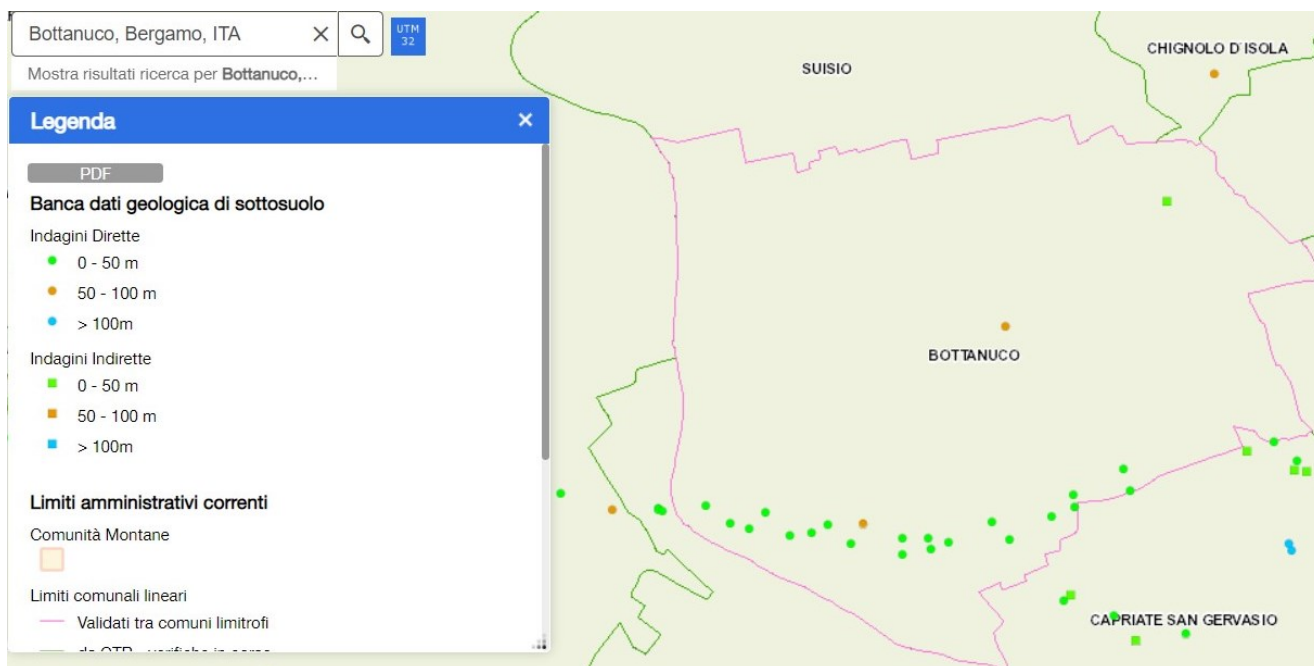


Immagine tratta dal visualizzatore della Banca dati geologica del sottosuolo.

La ricerca si è basata inoltre sull'analisi e il confronto con la seguente documentazione relativa agli strumenti di programmazione e di pianificazione territoriale su scala sovracomunale:

- Piano Territoriale Regionale (PTR)
- Piano Paesaggistico Regionale (PPR)
- Rete Ecologica Regionale (RER)
- Rete Natura 2000
- Piano di Tutela e il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTA-PTUA)
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)
- Piano Cave Provinciale.

Con la D.G.R. 18/07/2022 n. XI/6702, pubblicata su BURL S.O. n. 30 del 25/07/2022, è stato approvato l'aggiornamento 2022 dell'Allegato 1 ai criteri e indirizzi per la definizione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., redatti in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11/03/2005 n. 12, già aggiornato con precedente D.G.R. 4685/2021. L'aggiornamento 2022 dell'Allegato 1 tiene conto dei nuovi studi e dati resisi disponibili successivamente alla D.G.R. 4685/2021, in esito alle azioni conoscitive promosse da Regione Lombardia con la finalità di approfondire e aggiornare le conoscenze sui rischi geologici, idrogeologici e sismici ai fini della loro mitigazione, in attuazione dell'art. 55 della L.R. 12/2005, dell'art. 4 della L.R. 16/2004, per le finalità di cui all'art. 6 della L.R. 4/2016, nonché sulla base degli indirizzi e delle misure della pianificazione di bacino distrettuale del Fiume Po (PAI e PGRA).

In Comune di Bottanuco la tabella 4 della Delibera cita lo Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Adda Sottolacuale da Olginate alla confluenza in Po, redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po nell'anno 2004.

N.	CORSO D'ACQUA	PROV.	COMUNI INTERESSATI/LOCALITÀ	AUTORE, DATA
			Milanese, San Giuliano Milanese, San Zenone Al Lambro, Sant'Angelo Lodigiano, Segrate, Sesto San Giovanni, Sovico, Triuggio, Veduggio Con Colzano, Verano Brianza, Villanova Del Sillaro, Villasanta, Vimodrone, Vizzolo Predabissi	
10	Lambro Meridionale	LO, MI, PV	Carpiano, Landriano, Locate Di Triulzi, Maghero, Marzano, Milano, Opera, Pieve Emanuele, Rozzano, Sant'Angelo Lodigiano, Siziano, Torre D'Arese, Torrevecchia Pia, Valera Fratta, Vidigulfo, Villanterio	ADBPO, 2004
11	Molgora	LO, MB, MI	Agrate Brianza, Burago Di Molgora, Bussero, Caponago, Carnate, Cassina De Pecchi, Comazzo, Gorgonzola, Lisiate, Lomagna, Melzo, Pessano Con Bornago, Truccazzano, Usmate Velate, Vignate, Vimercate	ADBPO, 2004
12	Trobbia	MI	Bellinzago Lombardo, Cambiago, Cavenago di Brianza, Gessate, Inzago, Masate, Melzo, Pozzuolo Martesana, Truccazzano	ADBPO, 2004
13	Adda Sottolacuale (da Olginate alla confluenza in Po)	BG, CR, LC, LO, MB, MI	Abbadia Cerreto, Airuno, Bertinico, Boffalora D'Adda, Bottanuco, Brembate, Brivio, Calco, Calolziocorte, Calusco d'Adda, Canonica D'Adda, Capriate San Gervasio, Caseletto Ceredano, Casirate d'Adda, Cassano D'Adda, Castelgerundo, Castiglione D'Adda, Cavenago D'Adda, Cervignano d'Adda, Cisano Bergamasco, Comazzo, Cornate D'Adda, Corte Palasio, Credera Rubbiano, Crotta D'Adda, Fara Gera D'Adda, Formigara, Galgagnano, Gombito, Imbersago, Lodi, Maleo, Medolago, Merlino, Montanaso Lombardo, Monte Marenzo, Montodine, Moscazzano, Olginate, Paderno D'Adda, Pizzighettone, Pontida, Ripalta Arpina, Rivolta D'Adda, Robbiate, San Martino In Strada, Spino D'Adda, Suisio, Trezzo Sull'Adda, Truccazzano, Turano Lodigiano, Villa d'Adda, Vaprio D'Adda, Vercurago, Zelo Buon Persico	ADBPO, 2004
14	Brembo (da Lenna alla confluenza in Adda)	BG	Alme, Almenno San Bartolomeo, Almenno San Salvatore, Bonate Sopra, Bonate Sotto, Brembate, Brembate Di Sopra, Camerata Comello, Canonica D'Adda, Cumo, Dalmine, Filago, Lenna, Osio Sopra, Osio Sotto, Paladina, Piazza Brembana, Ponte San Pietro, Pontirolo Nuovo, San Giovanni Bianco, San Pellegrino Terme, Segrina, Treviolo, Ubiate Cianezzo, Val Brembilla, Valbrembo, Villa D'Alme, Zogno	ADBPO, 2004
15	Serio (da Parre alla confluenza in Adda)	BG, CR	Albino, Alzano Lombardo, Bariano, Caravaggio, Casale Cremasco - Vidolasco, Casnigo, Castel Gabbiano, Cavemago, Cene, Clusone, Cologno Al Serio, Colzate, Crema, Fara Olivana Con Sola, Fiorano Al Serio, Fornovo San Giovanni, Gazzaniga, Ghisalba, Gorle, Grassobbio, Madignano, Martinengo, Montodine, Morengo, Mozzanica, Nembro, Parre,	ADBPO, 2004

Oltre a quanto sopra, è stata effettuata una ricerca bibliografica e una raccolta della documentazione tecnica di carattere generale disponibile, riguardante gli aspetti geologici, idrogeologici e sismici del territorio di Bottanuco e di seguito elencata:

- Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino dell'Adda sottolacuale (Autorità di bacino del Fiume Po);

- Nuovo asilo nido e nuova casa delle associazioni in via Papa Giovanni XXIII: Relazione geologica a supporto del Progetto definitivo/esecutivo (Dott. Geologo Ernesto Azzarini);
- Individuazione del Reticolo Idrico Minore ed esercizio dell'attività di Polizia Idraulica, ai sensi della D.G.R. 7868/2002 e successiva modifica con D.G.R. 13950/2003 (Studio Eurogeo, aprile 2004);
- Aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. ai sensi della D.G.R. 8/1566 del 22 dicembre 2005 (Studio Eurogeo, novembre 2007);
- Progetto di Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni - Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23/02/2010: Allegato 1 - Schede descrittive delle mappe di pericolosità sul Reticolo Principale (fonti, criteri, livelli di confidenza) (Autorità di bacino del Fiume Po, 22 dicembre 2014);
- Aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (ai sensi della L.R. n. 12/2005, art. 57) a seguito dell'entrata in vigore della Delibera della Giunta Regionale della Lombardia n. X/2129 dell'11 luglio 2014 (Castalia Studio Associato di Geologia dei dottori Davide Incerti e Giulio Mazzoleni, aprile 2015);
- Rapporto geologico – tecnico con indicazioni idrogeologiche e di caratterizzazione sismica dei terreni siti in via Tasso quale supporto specialistico al progetto di formazione nuovi edifici residenziali: Elaborato R1 – R2 – R3 redatto ai sensi della D.G.R. 5001/2016, della L.R. 33/2015, della D.G.R. 2616/2011 e delle NTC 2008/NTC 2018 (Dott. Geologo Norberto Invernici, maggio 2018);
- “Le Case di Via Dante”: Studio di modellazione geologico – tecnica (Dott. Geologo Gianluca Izzo, dicembre 2018);
- Rapporto geologico – tecnico con indicazioni idrogeologiche e di caratterizzazione sismica dei terreni siti in via Silvio Pellico quale supporto specialistico al progetto di realizzazione nuovo edificio residenziale sul Lotto n° 2 dell'AT4: Elaborato R1 – R2 – R3 redatto ai sensi della D.G.R. 2616/2011 e delle NTC 2018 (Dott. Geologo Norberto Invernici, gennaio 2021);
- P.A. Ambito di trasformazione A.T. 3 – Area nuovo polo artigianale nord - nuovo fabbricato di distribuzione all'ingrosso di prodotti alimentari strada campestre dell'Olmetto/strada campestre del Crociotto: Relazione Geologica ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 e N.T.C. 2018 p.to 6.2.1 (Ecosphera, maggio 2021);
- Segnalazione delle criticità della rete fognaria nell'ambito dello studio rischio idraulico ai sensi del R.R. 7/2017 e s.m.i.: Planimetria della rete di fognatura con indicazioni delle "prime" criticità, in definizione delle risultanze del rilievo (UniAcque, febbraio 2023).

1.7. Terminologia utilizzata

Acque di prima pioggia

Le acque corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, a una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta acque meteoriche.

Acque di seconda pioggia

La parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia.

Acque meteoriche di dilavamento

La parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti.

Acque pluviali

Le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'art. 3 del R.R. n. 4 del 24 marzo 2006 “*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dicembre 2003, n. 26*”, che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento.

Acque reflue domestiche

Acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi, derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche.

Acque reflue industriali

Qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici o impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento.

Acque reflue urbane

Acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato.

Dissesto

Processo evolutivo di natura geologica o idraulica che determina condizioni di pericolosità a diversi livelli di intensità.

Drenaggio urbano sostenibile

Sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Edifici e opere rilevanti di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 “*Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003*”: categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

Edifici:

- Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori;
- Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere;
- Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'Allegato 1, elenco B, punto 1.3 del Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21.10.2003 (edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale – musei, biblioteche, chiese);
- Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.);
- Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio* suscettibili di grande affollamento.

* Il centro commerciale viene definito (D.Lgs. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti

unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).

Opere infrastrutturali:

- Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade “strategiche” provinciali e comunali non comprese tra la “grande viabilità” di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate “strategiche” nei piani di emergenza provinciali e comunali;
- Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane);
- Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
- Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica;
- Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.);
- Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali;
- Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione);
- Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi;
- Opere di ritenuta di competenza regionale.

Edifici e opere strategiche di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 “*Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003*”.

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

Edifici:

- Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Regionale * ;
- Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Provinciale * ;
- Edifici destinati a sedi di Amministrazioni Comunali * ;
- Edifici destinati a sedi di Comunità Montane * ;
- Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.);
- Centri funzionali di protezione civile;
- Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
- Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione;
- Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali ** ;
- Centrali operative 118.

* *prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza*

** *limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza*

Elemento a rischio

Popolazione, proprietà, attività economica, ecc. esposta a rischio in una determinata area.

Evento meteorico

Una o più precipitazioni, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verificano o che si susseguono a distanza di almeno 96 ore da un analogo precedente evento.

Interventi di tutela e opere di mitigazione del rischio da prevedere in fase progettuale

Complesso degli interventi e delle opere di tutela e mitigazione del rischio, di seguito elencate:

- opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque meteoriche superficiali e sotterranee;
- interventi di recupero morfologico e/o di funzione e/o paesistico ambientale;
- opere per la difesa del suolo, contenimento e stabilizzazione dei versanti;
- dimensionamento delle opere di difesa passiva/attiva e loro realizzazione prima degli interventi edificatori;

- predisposizione di sistemi di controllo ambientale per gli insediamenti a rischio di inquinamento da definire in dettaglio in relazione alle tipologie di intervento (es. piezometri di controllo della falda a monte e a valle dell'insediamento, indagini nel terreno non saturo per l'individuazione di eventuali contaminazioni in atto);
- interventi di bonifica ai sensi del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 “*Norme in materia ambientale*”, qualora venga accertato lo stato di contaminazione dei suoli;
- Collettamento degli scarichi idrici e/o dei reflui in fognatura.

Invarianza idraulica

Principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

Invarianza idrologica

Principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

Pericolosità

Probabilità di occorrenza di un certo fenomeno di una certa intensità in un determinato intervallo di tempo ed in una certa area.

Pericolosità sismica locale

Previsione delle variazioni dei parametri della pericolosità di base e dell'accadimento di fenomeni di instabilità dovute alle condizioni geologiche e geomorfologiche del sito; è valutata a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici e geologico-tecnici del sito. La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale è contenuta nell'Allegato 5 alla D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 “*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio*”.

Polizia idraulica

Comprende tutte le attività che riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua e mantenere l'accessibilità al corso d'acqua stesso.

Portata specifica massima ammissibile allo scarico

Portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Ricettore

Corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal R.R. n. 7 del 23/11/2017 di Regione Lombardia, come modificato dal R.R. n. 8 del 19/04/2019.

Rischio

Entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo in seguito al verificarsi di un certo evento.

Superficie scolante impermeabile

Superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.

Superficie scolante impermeabile dell'intervento

Superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.

Superficie scolante totale

La superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione.

Vulnerabilità

Attitudine dell'elemento a rischio a subire danni per effetto dell'evento.

Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero

Insieme delle caratteristiche dei complessi idrogeologici che costituiscono la loro suscettività specifica a ingerire e diffondere un inquinante idrico o idroveicolato.

Zona di tutela assoluta dei pozzi a scopo idropotabile

E' costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e a infrastrutture di servizio (D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "*Norme in materia ambientale*", art. 94, comma 3).

Zona di rispetto dei pozzi a scopo idropotabile

E' costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa (D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "*Norme in materia ambientale*", art. 94, comma 4).

In sede di analisi dei vincoli, si sono considerati nel corso dello studio e nella relativa cartografia le principali limitazioni d'uso del territorio derivanti dalle normative in vigore di contenuto prettamente geologico, in conformità con la D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011, tra cui i vincoli derivanti dal PTCP e le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e di rispetto), ai sensi del D.Lgs. 258/2000, art. 5, comma 4.

Nella **Tavola 6 - Carta dei vincoli**, come prevede l'art. 2.1 della D.G.R. IX/2616 del 2011, sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, limitatamente ed esclusivamente agli aspetti di tutela e salvaguardia del territorio sotto il profilo geologico, idrogeologico e idraulico. Sulla base di quanto esposto ai paragrafi seguenti, per quanto attiene la pianificazione sovraordinata, si è verificata la coerenza della variante con le previsioni del PTCP, con gli indirizzi del PPR e del PTR sotto il profilo paesaggistico, e infine con le disposizioni del PTUA.

2.1. Il Piano Territoriale Regionale (PTR)

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), approvato nel 2010 dal Consiglio regionale e modificato dagli aggiornamenti annuali, nonché dall'Integrazione ai sensi della L.R. 31/2014 (dicembre 2015), costituisce atto fondamentale di indirizzo, agli effetti territoriali, della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province, come previsto dall'art. 19, comma 1, della L.R. n. 12 del 2005, Legge per il governo del territorio. L'ultimo aggiornamento del PTR è stato approvato con d.c.r. n. 2064 del 24/11/2021 (pubblicato sul BURL S.O. n. 49 del 7 dicembre 2021).

La Regione, con il PTR, sulla base dei contenuti del programma regionale di sviluppo e della propria programmazione generale e di settore, indica elementi essenziali del proprio assetto territoriale e definisce altresì, in coerenza con quest'ultimo, i criteri e gli indirizzi per la redazione degli atti di programmazione territoriale di province e comuni. La nuova legislatura regionale, con la D.G.R. n. 367 del 4 luglio 2013, ha dato avvio ad un percorso di revisione del PTR. I documenti ad oggi approvati per avviare tale processo di revisione sono i seguenti:

- Allegato A - "*Piano Territoriale Regionale - Un'occasione di rilancio in tempo di crisi*", nel quale sono individuati primi elementi di indirizzo;
- Allegato B - "*Avviso di avvio del percorso di revisione del PTR*", pubblicato sul BURL, Serie Avvisi e Concorsi, n. 28 del 10 luglio 2013, nel quale sono indicate le modalità di presentazione delle proposte preventive.

Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, il PTR ha natura ed effetti di piano territoriale paesistico. Le prescrizioni attinenti alla tutela del paesaggio contenute nel PTR sono cogenti per gli strumenti di pianificazione dei comuni, delle città metropolitane, delle province e delle aree protette e sono immediatamente prevalenti sulle disposizioni difformi eventualmente contenute negli strumenti di pianificazione.

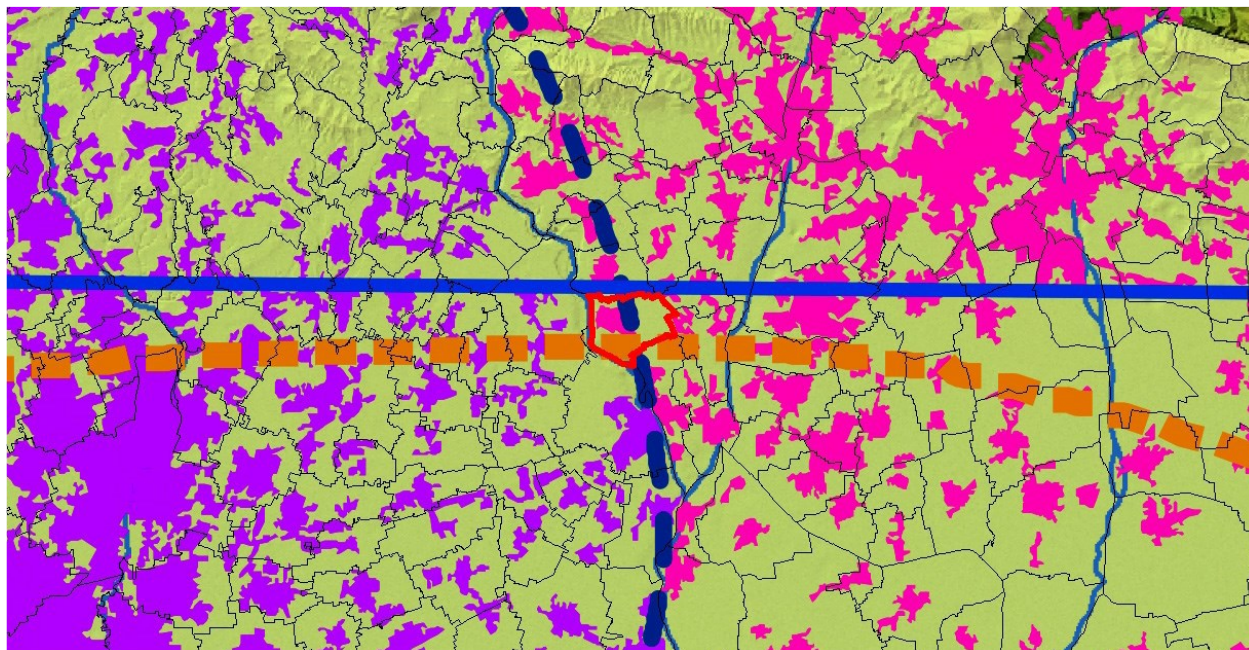
Il PTR costituisce atto fondamentale di indirizzo della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province. Inoltre, in applicazione dell'art. 19, comma 2 lett. b della L.R. 12/2005 sul governo del territorio, ha natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico, in linea con la "*Convenzione Europea del paesaggio*" e con il D.Lgs. 42/2004 "*Codice dei beni culturali e del paesaggio*". In merito al primo aspetto, il Documento di Piano del PTR definisce gli obiettivi di sviluppo socio economico della Lombardia, individuando i tre seguenti macro-obiettivi per la sostenibilità:

- *rafforzare la competitività dei territori della Lombardia*, dove la competitività è intesa quale capacità di una regione di migliorare la produttività relativa dei fattori di produzione, aumentando in maniera contestuale la qualità della vita dei cittadini. La competitività di una regione è connessa alla localizzazione di competenze specifiche ed alla valorizzazione delle peculiarità del contesto locale, ovvero dalla presenza di risorse di qualità in grado di attrarre e trattenere altre risorse;
- *riequilibrare il territorio lombardo*, attraverso la riduzione dei disequilibri territoriali e la valorizzazione dei punti di forza del territorio, a compensazione dei punti di debolezza;

- proteggere e valorizzare le risorse della Regione, considerando l'insieme delle risorse ambientali, paesaggistiche, economiche, culturali e sociali che costituiscono la ricchezza della Regione e che devono essere preservate e valorizzate, anche quali fattori di sviluppo.

Nei confronti dei PGT comunali, il PTR assume la stessa valenza prevista per i piani provinciali. La presenza di previsioni del PTR prevalenti sulla strumentazione urbanistica di province e comuni, comporta per tali Enti effetti procedurali rilevanti relativamente all'approvazione dei rispettivi piani (PTCP o PGT), che devono essere adeguati a tali previsioni come condizione di legittimità degli stessi, in particolare i PGT interessati sono assoggettati ad una verifica regionale di corretto recepimento delle previsioni del PTR (L.R. 12/05, art 13, comma 8).

Il Comune di Bottanuco si inserisce all'interno del **settore est del sistema metropolitano lombardo**, a cavallo tra il **sistema pedemontano** e il **sistema territoriale della pianura irrigua** (asciutta).



Estratto Tavola 4 del PTR – Sistemi Territoriali.

Geograficamente l'area prealpina si salda a quella padana attraverso la fascia pedemontana, che costituisce una sorta di cerniera tra i due diversi ambiti geografici. Il Sistema Territoriale Pedemontano costituisce zona di passaggio tra gli ambiti meridionali pianeggianti e le aree montane alpine; è zona di cerniera tra le aree densamente urbanizzate della fascia centrale della Lombardia e gli ambiti a minor densità edilizia che caratterizzano le aree montane, anche attraverso gli sbocchi delle principali valli alpine, con il fondovalle fortemente e densamente sfruttato dagli insediamenti residenziali e industriali.

Il Sistema Territoriale Metropolitano lombardo, ancor più rispetto agli altri Sistemi del PTR, non corrisponde ad un ambito geografico-morfologico; interessa l'asse est-ovest compreso tra la fascia pedemontana e la parte più settentrionale della Pianura Irrigua, coinvolgendo, per la quasi totalità, la pianura asciutta. Esso fa parte del più esteso Sistema Metropolitano del nord Italia che attraversa Piemonte, Lombardia e Veneto e caratterizza fortemente i rapporti tra le tre realtà regionali, ma si "irradia" verso un areale ben più ampio, che comprende l'intero nord Italia e i vicini Cantoni Svizzeri.

Relativamente al Fiume Adda, nella Tavola 2 del PTR, quali zone di preservazione e salvaguardia ambientale, sono cartografate le fasce fluviali del PAI e le aree allagabili del PGRA.

2.2. Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) individua all'art. 16 della Normativa di Piano l'intero territorio regionale come ambito di valenza paesaggistica, pertanto lo stesso è interamente soggetto alla disciplina normativa del Piano, a prescindere dall'esistenza di provvedimenti espliciti di tutela paesaggistica ex art. 136 del D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 e s.m.i. o di aree tutelate ex art. 142 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio.

A tale scopo, si rimanda agli artt. 16 bis (Prescrizioni generali per la disciplina dei beni paesaggistici), 20 (Rete idrografica naturale), 24 (Rete verde regionale), 25 (Individuazione e tutela dei Centri, Nuclei e Insediamenti Storici), 26 (Riconoscimento e tutela della viabilità storica e d'interesse paesaggistico), 27 (Belvedere, visuali sensibili e punti di osservazione del paesaggio lombardo), 28 (Riqualificazione paesaggistica di aree ed ambiti degradati o compromessi e contenimento dei processi di degrado).

Il 13/03/2019 è stata pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia, serie Avvisi e Concorsi n. 11, la variante al PTR in adeguamento alla L.R. n. 31 del 28/11/2014 "*Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e la riqualificazione del suolo degradato*" (B.U.R.L. n. 49 del 01/12/2014). L'integrazione al PTR individua i criteri per l'attuazione delle politiche di riduzione del consumo di suolo.

Sul territorio di Bottanuco il PPR individua in particolare la strada comunale panoramica della valle dell'Adda da Cassano a Brivio e il tracciato d'interesse naturalistico dell'Adda, che interessa anche le Province di Cremona, Lecco e Milano.

2.3. La Rete Ecologica Regionale (RER)

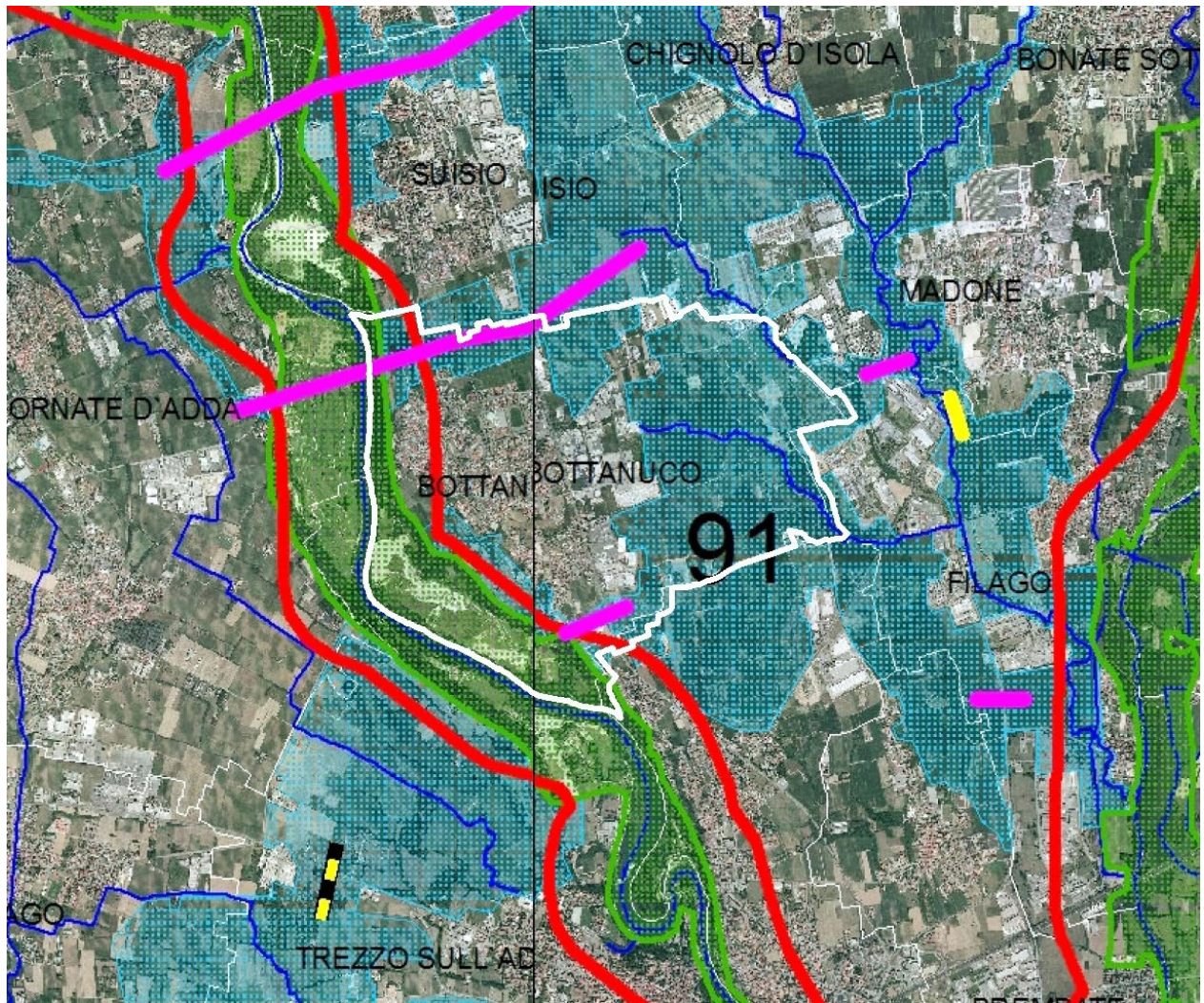
La RER è riconosciuta come infrastruttura prioritaria del PTR e costituisce strumento orientativo per la pianificazione regionale e locale. I criteri per la sua implementazione forniscono al PTR il quadro delle sensibilità prioritarie naturalistiche esistenti e un disegno degli elementi portanti dell'ecosistema di riferimento per la valutazione di punti di forza e debolezza, di opportunità e minacce presenti sul territorio regionale; aiuta il PTR a svolgere una funzione di indirizzo per il PTCP e i PGT comunali; aiuta il PTR a svolgere una funzione di coordinamento rispetto a piani e programmi regionali di settore, e ad individuare le sensibilità prioritarie e fissare i target specifici in modo che possano tener conto delle esigenze di riequilibrio ecologico. Anche per quanto riguarda le pianificazioni regionali di settore, può fornire un quadro orientativo di natura naturalistica ed ecosistemica, e delle opportunità per individuare azioni di piano compatibili; fornire agli uffici deputati all'assegnazione di contributi per misure di tipo agroambientale e indicazioni di priorità spaziali per un miglioramento complessivo del sistema.

La scheda del progetto RER nella quale è compreso il Comune di Bottanuco è la numero 91 “**Alta pianura bergamasca**”, che interessa le Province di Milano (oggi Città metropolitana) e Bergamo.







Il territorio di Bottanuco è interessato da tre elementi di primo livello delle RER:

- due varchi da tenere trasversali al corso del Fiume Adda;
- il corridoio regionale primario ad alta antropizzazione che corre lungo il corso del Fiume Adda,
- un areale che individua gli elementi di primo livello della RER posti all'interno del corridoio primario.

Oltre agli elementi di primo livello, sul territorio comunale sono presenti anche elementi di secondo livello della RER.



ELEMENTI PRIMARI DELLA RER

-  varco da deframmentare
-  varco da tenere
-  varco da tenere e deframmentare
-  corridoi regionali primari a bassa o moderata antropizzazione
-  corridoi regionali primari ad alta antropizzazione
-  elementi di primo livello della RER

ALTRI ELEMENTI





-  griglia di riferimento
-  reticolo idrografico
-  elementi di secondo livello della RER
-  comuni

Tavola Settore 91 "Alta pianura bergamasca" – Rete Ecologica Regionale.

2.4. La Rete Natura 2000

Con la Direttiva Habitat 1992/42/CEE è stata istituita la rete ecologica europea “Natura 2000”, un complesso di siti caratterizzati dalla presenza di habitat e specie sia animali e vegetali di interesse comunitario, la cui funzione è quella di garantire la sopravvivenza a lungo termine della biodiversità sul continente europeo. L’insieme di tutti i siti definisce un sistema relazionato da un punto di vista funzionale, al quale afferiscono le aree a elevata naturalità identificate dai diversi paesi membri e i territori ad esse contigui indispensabili per garantirne la connessione ecologica.

La Rete Natura 2000 è costituita da Zone di Protezione Speciale (ZPS), Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone Speciali di Conservazione (ZSC). Le ZPS sono istituite ai sensi della Direttiva Uccelli 1979/409/CEE al fine di tutelare i siti in cui vivono le specie ornitiche di cui all’Allegato 1 della Direttiva e per garantire la protezione delle specie migratrici nelle zone umide di importanza internazionale (Convenzione di Ramsar). I SIC sono istituiti ai sensi della Direttiva Habitat al fine di mantenere o ripristinare un habitat naturale (Allegato 1 della Direttiva) o una specie (Allegato 2 della Direttiva) in uno stato di conservazione soddisfacente. Le ZSC sono l’evoluzione dei proposti SIC, quelle individuate a seguito della redazione dei piani di gestione predisposti e approvati dalle comunità locali attraverso le deliberazioni dei comuni in cui ricadono le zone.

Il territorio comunale di Bottanuco non è direttamente interessato dalla presenza di siti appartenenti alla Rete Natura 2000 (aree protette SIC e ZPS, ai sensi delle Direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE). Esternamente al territorio comunale, ad ovest del Fiume Adda nei territori dei Comuni di Trezzo sull’Adda e Cornate d’Adda, è presente il Sito di Importanza Comunitaria (SIC) denominato “Oasi Le Foppe di Trezzo sull’Adda” (IT2050011).

2.5. Il Piano di Tutela e il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTA-PTUA)

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) è lo strumento per regolamentare le risorse idriche in Lombardia, attraverso la pianificazione della tutela qualitativa e quantitativa delle acque. La L.R. n. 26 del 12 dicembre 2003 individua le modalità di approvazione del PTA previsto dalla normativa nazionale. Esso è formato da:

- Atto di Indirizzo, approvato dal Consiglio regionale, che contiene gli indirizzi strategici regionali in tema di pianificazione delle risorse idriche;
- Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), approvato dalla Giunta regionale, che costituisce, di fatto, il documento di pianificazione e programmazione delle misure necessarie al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale.

Il PTUA 2016 di Regione Lombardia è stato approvato con D.G.R. n. 6990 del 31 luglio 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia n. 36, Serie Ordinaria, del 4 settembre 2017. Esso costituisce la revisione del PTUA 2006, approvato con D.G.R. n. 2244 del 29 marzo 2006.

Le attività di studio effettuate nell'ambito della revisione del PTUA hanno permesso una ridelimitazione e riclassificazione dei Corpi Idrici negli ambiti di pianura e fondovalle del territorio Lombardo. Tale approfondimento è stato condotto attraverso l'identificazione di una rete di monitoraggio quantitativa degli acquiferi lombardi di pianura (integrativa a quella già esistente e gestita da ARPA Lombardia) e la successiva realizzazione di due campagne di misura piezometrica, nonché attraverso la ricostruzione del modello concettuale della struttura idrogeologica nei settori di fondovalle e di pianura.

L'individuazione dei corpi idrici sotterranei del settore di pianura è stata condotta attraverso l'identificazione delle principali idrostrutture, ossia del sistema di relazioni tra i complessi idrogeologici tridimensionali, omogenei al loro interno, identificati per le modalità con cui si attua la circolazione idrica, e per i limiti che le separano dai complessi adiacenti. All'interno di ciascuna idrostruttura sono stati individuati limiti il più possibile oggettivi e riconoscibili (ad esempio corsi d'acqua drenanti di rilevanza regionale o spartiacque idrogeologici) tali da permettere la definizione di corpi idrici sotterranei utili per le successive programmazioni d'uso.

La definizione dei limiti drenanti è stata condotta, in analogia a quanto già effettuato in sede di redazione del PTUA 2006 attraverso la ricostruzione delle linee isopiezometriche e l'intersezione delle stesse con i db topografici (punti quotati della Carta Tecnica Regionale e del Progetto Lidar - *Light Detection and Raging*) e con i livelli delle stazioni idrometrografiche della rete Arpa Lombardia.

La definizione degli spartiacque idrogeologici di interesse regionale è invece stata fatta individuando preliminarmente gli spartiacque con il metodo *watershed map* (soglia a 12.000 celle) del software Surfer 12, nelle diverse condizioni piezometriche (marzo 2003, aprile-maggio 2014 e settembre 2014), e identificando tra di essi gli spartiacque mantenutisi sostanzialmente stabili nel tempo. A livello regionale sono stati quindi individuati:

- 4 complessi idrogeologici
- 12 subcomplessi idrogeologici
- 20 Corpi Idrici individuati nella zona di pianura e precisamente:
 - 13 CI nell'idrostruttura sotterranea superficiale di pianura
 - 6 CI nell'idrostruttura sotterranea intermedia di pianura
 - 1 CI nell'idrostruttura sotterranea profonda di pianura
- 10 CI individuati in 8 diversi fondovalle (5 già individuati - Valtellina, Val Chiavenna, Val Camonica, Val Trompia e Val Sabbia e 3 di nuova identificazione - Val Brembana, Val Seriana e Val Cavallina).

I confini delle principali idrostrutture dei settori di pianura sono stati identificati nel contatto tra la piana lombarda e le forme di origine glaciale pedemontane (sistemi morenici), desunti dalla cartografia geomorfologica di Regione Lombardia. In corrispondenza di tali limiti infatti si osservano, nel sottosuolo, importanti variazioni litologiche (presenza di depositi glaciali, interglaciali e di aree di affioramento del substrato roccioso) che interrompono la continuità laterale dei complessi idrogeologici di pianura.

Per la definizione delle unità idrostratigrafiche è stata adottata la classificazione di Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002, che identifica i seguenti complessi idrogeologici:

- **Gruppo Acquifero A** (Olocene-Pleistocene Medio);

- **Gruppo Acquifero B** (Pleistocene Medio);
- **Gruppo Acquifero C** (Pleistocene Medio).

Il Gruppo Acquifero D non è analizzato in quanto, essendo posto normalmente a profondità superiori ai 300 m dal p.c., non riveste interesse ai fini della presente classificazione.

Le sezioni idrogeologiche riportano le stratigrafie dei pozzi ed i limiti di idrostruttura proposti e, per confronto:

- i limiti, ricostruiti attraverso l'andamento delle basi dei complessi idrogeologici, dei Gruppi Acquiferi di Regione Lombardia e ENI, rivisti;
- i limiti dell'acquifero superficiale come identificato nel PTUA.

Sono quindi state identificate 3 idrostrutture principali di seguito elencate dall'alto verso il basso:

- ISS (Idrostruttura Sotterranea Superficiale), sede dell'acquifero libero, comprendente il Gruppo Acquifero A e B, nei settori di alta pianura Lombarda, e la porzione superiore del Gruppo Acquifero A nella media e bassa;
- ISI (Idrostruttura Sotterranea Intermedia), sede di acquiferi da semiconfinati a confinati, comprendente la porzione profonda del Gruppo Acquifero A e il Gruppo Acquifero B presente nella media e bassa pianura;
- ISP (Idrostruttura Sotterranea Profonda), sede di acquiferi confinati comprendente il Gruppo Acquifero C nei settori di alta e media pianura in cui esso è conosciuto tramite indagini dirette e captato.

I limiti tra idrostrutture sono stati posti in corrispondenza del tetto dell'aquitard/aquiclude di separazione tra le due idrostrutture, in genere in corrispondenza del tetto di un livello significativamente spesso e continuo di argille e/o limi.

Il Comune di Bottanuco:

- non si trova in area di riserva integrativa;
- si trova in area di ricarica degli acquiferi (v. Tavola 11A "Registro delle aree protette");
- si trova in area designata per l'estrazione di acqua per il consumo umano;
- è inserito, seppur in minima parte, all'interno delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (v. Allegato 1 all'Elaborato 4 – Registro aree protette).

Nelle considerazioni svolte sugli aspetti quantitativi del bilancio, si è più volte sottolineata l'importanza dell'entità della ricarica, proporzionale alla permeabilità dei terreni superficiali e alla fittezza e importanza della rete idrica di superficie, naturale e irrigua. In base a tali considerazioni, è risultato di particolare evidenza come un'ampia regione che occupa una parte importante dell'alta pianura presenti una specifica predisposizione a favorire l'alimentazione delle falde acquifere fino a notevole profondità, tanto che ne trattengono le loro risorse gli acquiferi e quelli profondi.

Il **bilancio idrico** costituisce la base su cui costruire le azioni per perseguire gli obiettivi di qualità e quantità e, più in generale, tutte le politiche di sviluppo del territorio che incidono sull'ambiente e sull'uso della risorsa idrica. L'elaborato 5 relativo al bilancio idrico è stato aggiornato con D.G.R. n. 2122 del 09/09/2019 (pubblicata sul BURL n. 37 S.O. del 13/09/2019) e con D.G.R. n. 2583 del 02/12/2019 (pubblicata sul BURL n. 49 S.O. del 06/12/2019). Esso contiene le indicazioni sulle portate antropizzata e naturalizzata in chiusura ai copri idrici in termini di mc/s, nel caso di Bottanuco riferite al Fiume Adda Sub Lacuale (Codice IT03N00800110LO) per il periodo 2001-2015.

Q _{media} annua	Q _{media} gen.	Q _{media} feb.	Q _{media} mar.	Q _{media} apr.	Q _{media} mag.	Q _{media} giu.	Q _{media} lug.	Q _{media} ago.	Q _{media} set.	Q _{media} ott.	Q _{media} nov.	Q _{media} dic.
147,75	101,34	95,47	88,15	102,44	203,16	236,50	212,21	164,13	133,92	122,10	178,88	131,99

Comune di Bottanuco: portate naturalizzate medie mensili e media annua in chiusura al F. Adda Sub Lacuale (mc/s).

Q _{media} annua	Q _{media} gen.	Q _{media} feb.	Q _{media} mar.	Q _{media} apr.	Q _{media} mag.	Q _{media} giu.	Q _{media} lug.	Q _{media} ago.	Q _{media} set.	Q _{media} ott.	Q _{media} nov.	Q _{media} dic.
34,38	10,54	11,31	10,70	15,87	79,47	80,12	59,41	27,87	13,01	14,19	67,60	21,67

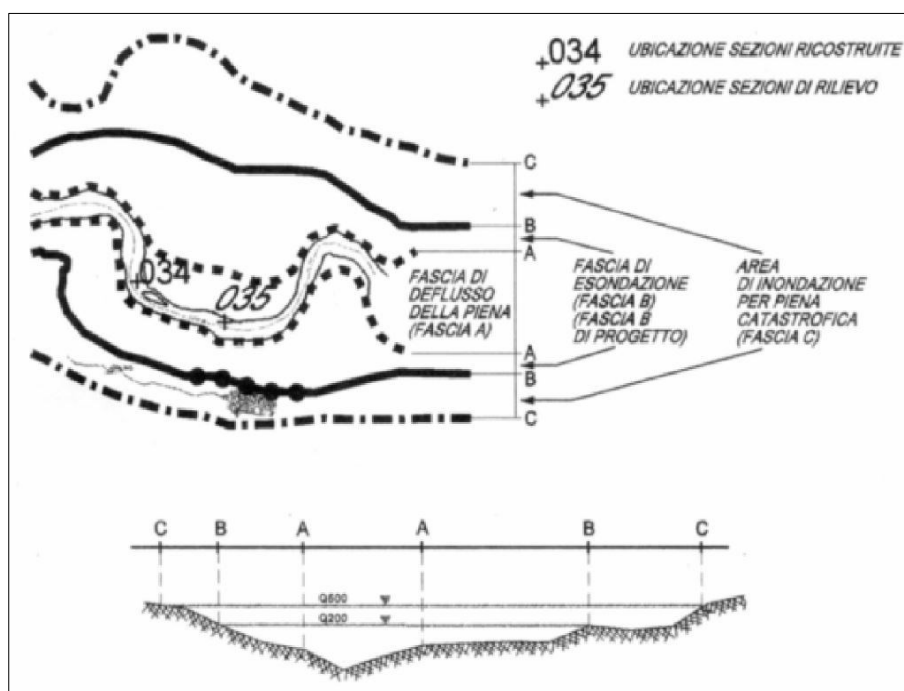
Comune di Bottanuco: portate antropizzate medie mensili e media annua in chiusura al Fiume Adda Sub Lacuale (mc/s).

La portata antropizzata è il valore di portata nelle condizioni attuali di utilizzo della risorsa idrica; la portata naturalizzata rappresenta il valore di portata naturale stimata a partire da un dato misurato, depurato dagli effetti antropici (ad esempio i prelievi).

La cartografia del PTUA riporta altresì le tempistiche per il raggiungimento dell'obiettivo di buono stato chimico per i corpi idrici superficiali e la rete di monitoraggio del sessennio 2014 - 2019. In Comune di Bottanuco il Fiume Adda Sub Lacuale ha uno stato ecologico sufficiente e uno stato chimico buono (intervallo temporale di classificazione 2009-2014). Gli obiettivi sono il mantenimento dello stato chimico buono e il raggiungimento dello stato ecologico buono al 2021 (v. art. 4.4 per proroga/deroga obiettivo ecologico).

2.6. Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po (PAI), redatto dall'Autorità di bacino del fiume Po ai sensi della Legge 18 maggio 1989 n. 183, art. 17 comma 6-ter, è stato approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001; con la pubblicazione del D.P.C.M. di approvazione sulla G.U. n. 183 del 8 agosto 2001 il Piano è entrato definitivamente in vigore e dispiega integralmente i suoi effetti normativi.



Schema esplicativo per la delimitazione delle fasce: pianta e sezione. In caso di coincidenza della fascia A/C con la fascia B/B di progetto, ai fini della rappresentazione grafica, è indicata la sola fascia B.

Nella *Tavola 4 - Carta PAI – PGRA*, redatta in scala 1:5.000, sono riportate le seguenti delimitazioni delle fasce fluviali del F. Adda, desunte dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI):

- limite tra la Fascia A e la Fascia B,
- limite tra la Fascia B e la Fascia C,
- limite esterno della Fascia C.

Il limite Fascia B di progetto non è presente.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico. Per i corsi d'acqua principali di pianura e fondovalle sono definite fasce di pertinenza fluviale che individuano le aree soggette a diversi gradi di pericolosità. Per ognuna delle fasce sono definite specifiche norme di uso del suolo e specifici divieti:

- la **fascia A**, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, cui corrisponde una portata di calcolo pari a quella di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni e ridotta del 20%. Più precisamente risulta la porzione d'alveo nella quale defluisce l'80% della portata di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, con la verifica che le portate esterne a tale porzione di alveo abbiano una velocità di deflusso non superiore a 0,4 m/s;
- la **fascia B**, che delimita la porzione di alveo nella quale scorre la portata di piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni; i limiti spesso coincidono con quelli di fascia A, in particolare quando la presenza di arginature e rifacimenti spondali determinano una variazione della conformazione originaria della geometria e della morfologia dell'alveo;
- la **fascia C** che delimita una parte di territorio che può essere interessata da eventi di piena straordinari, tanto che le portate di riferimento risultano quella massima storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, oppure quella relativa ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Ai sensi dell'art. 39 comma 2 delle NdA del PAI, qualora all'interno dei centri edificati comunali ricadano aree comprese nelle Fasce A e/o B, l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, se necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

La direttiva "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente con D.G.R. 28 maggio n. 8/7374", approvata con D.G.R. IX/2616/2011, stabilisce che la valutazione delle condizioni di rischio nelle aree classificate come fascia A e B ricadenti all'interno dei centri edificati si intende raggiunta a condizione che sia effettuata secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 ai Criteri stessi "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione". Le risultanze delle valutazioni diventano efficaci al momento della conclusione dell'iter approvativo del Piano di Governo del Territorio; fino ad allora, o in assenza di tale valutazione, si applicano anche all'interno dei centri edificati le norme riguardanti le fasce A e B.

Il suddetto Allegato 4 alla D.G.R. IX/2616/2011 fornisce indicazioni per gli studi finalizzati alla valutazione e alla zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione nonché a valutare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali, o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibile esondazione.

Il presente studio non contiene proposte di aggiornamento alla delimitazione e classificazione:

- delle aree in dissesto idraulico contenute nell'Elaborato 2 (Allegati 4 - Delimitazione delle aree in dissesto e 4.1 Aree a rischio idrogeologico molto elevato) del PAI vigente,
- delle aree allagabili contenute nelle mappe di pericolosità (ambiti RSCM, RSP e ACL) e rischio del PGRA vigente,

derivanti dalla realizzazione di interventi collaudati per la mitigazione del rischio, dal verificarsi di nuovi eventi di dissesto o da approfondimenti puntuali del quadro conoscitivo.

2.7. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Il presente aggiornamento riguarda il recepimento normativo e cartografico relativo al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), in ottemperanza dei seguenti riferimenti normativi.

- Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po - Del. n° 5 del 17/12/2015 “*Progetto di Variante al Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI)*”;
- Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po - Del. n° 5 del 7/12/2016 adozione della Variante e del nuovo Titolo V delle NdA del PAI “*Norme in materia di coordinamento tra il PAI e PGRA*”;
- Giunta Regione Lombardia - Del. n° X/6738 del 19/06/2017 e s.m.i. “*Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di gestione dei Rischi di alluvione (PGRA)*”

Dal punto di vista **NORMATIVO**, si integra il Piano delle Regole con quanto previsto dalle normative di cui sopra.

Dal punto di vista degli **ELABORATI DI PIANO**, si integra la Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. vigente con una **Carta PAI-PGRA**, che recepisce le perimetrazioni così come riportate nel PGRA generale¹, e integra in questo modo il quadro dei Dissesti del territorio.

Ai sensi della D.G.R. n° X/6738 del 19/06/2017, nel momento in cui i comuni procedono all’adeguamento dei propri strumenti urbanistici predispongono una Carta PAI-PGRA nella quale tracciano, alla scala dello strumento urbanistico e utilizzandone la medesima base topografica, tutti gli elementi che derivano dal recepimento alla scala comunale dei contenuti del PAI e del PGRA, incluse le eventuali modifiche proposte.

La nuova Carta PAI-PGRA del Comune di Bottanuco riporta le aree allagabili sui corsi d’acqua principali, classificate come RP - P3/H, RP - P2/M e RP - P1/L. La Carta PAI-PGRA, allegata fuori testo, è redatta su base cartografica aggiornata e riportata alla scala 1:5.000. Le Norme Geologiche di Piano si integrano recependo le Normative relative al P.G.R.A. (D.G.R. n° X/6738 del 19/06/2017).

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), adottato con Deliberazione n. 4 nella seduta del 17 dicembre 2015 e approvato con Deliberazione n. 2 del 3 marzo 2016 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, è lo strumento operativo previsto dal D.Lgs. 49/2010, in attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l’ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.

Per il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d’acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po, brevemente PGRA-Po. Il PGRA-Po è stato predisposto dalle amministrazioni competenti per la difesa del suolo e la protezione civile nel Distretto Padano, in coordinamento tra loro e con gli enti sovra-regionali competenti per le due materie. Per il Distretto Padano gli autori sono l’Autorità di Bacino del Po, le Regioni Valle d’Aosta, Piemonte, Liguria, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, la Provincia Autonoma di Trento e il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile. Il PGRA-Po contiene in sintesi:

- la mappatura delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, classificate in base alla pericolosità (aree allagabili) e al rischio, con particolare riferimento alle situazioni a maggiore criticità;
- il quadro attuale dell’organizzazione del sistema di protezione civile in materia di rischio alluvioni;
- le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi.

Le mappe di pericolosità evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo gli scenari di bassa probabilità (P1 - alluvioni rare con T=500 anni), di media probabilità (P2- alluvioni poco frequenti T=100-200 anni) e alta probabilità (P3 - alluvioni frequenti T=20-50 anni), distinte con tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento. Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all’importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- Reticolo idrografico principale (RP);
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM);

¹ Consultabile al Geoportale cartografico di Regione Lombardia-aggiornamento perimetrazioni 2022.

- Reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP);
- Aree costiere lacuali (ACL).

Nella **Tavola 4 - Carta PAI – PGRA**, redatta in scala 1:5.000, sono riportate le seguenti aree allagabili appartenenti all'ambito territoriale RP del F. Adda, desunte dal PGRA Direttiva alluvioni 2007/60/CE - revisione 2022:

- aree P3 interessate da alluvioni frequenti (scenario H),
- aree P2 interessate da alluvioni poco frequenti (scenario M),
- aree P1 interessate da alluvioni rare (scenario L).

All'interno del territorio comunale di Bottanuco non sono presenti areali identificati dal PGRA come a Rischio Molto Elevato (R4).

In **Tavola 4 - Carta PAI – PGRA** non è presente la delimitazione delle aree soggette ad allagamento individuate nello Studio comunale di gestione del rischio idraulico (come previsto dall'Allegato 5 alla D.G.R. 19 giugno 2017 - n. X/6738), poiché non ancora redatto.

Nell'ambito della redazione del PGRA è stata condotta una specifica attività volta a verificare le esigenze di aggiornamento degli strumenti di pianificazione di bacino vigenti (Piano per l'Assetto Idrogeologico – PAI e PAI Delta) allo scopo di armonizzarli con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – PGRA. Con Deliberazione 5/2015, nella seduta del 17 dicembre 2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del F. Po adotta il Progetto di Variante alle Norme di Attuazione del PAI e del PAI Delta. Con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 5 del 7 dicembre 2016 è stata successivamente adottata la Variante, articolata come segue:

- PARTE PRIMA: introduzione del Titolo V delle NA del PAI, recante “*Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)*”;
- PARTE SECONDA: introduzione della Parte III delle NA del PAI Delta, recante “*Norme in materia di coordinamento tra il PAI Delta e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)*”.

Di seguito si richiamano sinteticamente alcuni articoli desunti dall'Allegato 1 alla sopracitata Deliberazione C.I. n. 5 del 7 dicembre 2016 (nuovo Titolo V), significativi dal punto di vista urbanistico.

- l'art. 57, comma 1 sancisce che le mappe di pericolosità e rischio contenute nel PGRA costituiscono integrazione del quadro conoscitivo del PAI;
- art. 57, comma 3 sancisce che le suddette Mappe PGRA costituiscono quadro di riferimento per la verifica delle previsioni e prescrizioni del PAI con riguardo, in particolare, all'Elaborato n. 2 (Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo), all'Elaborato n. 3 (Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico) nonché per la delimitazione delle Fasce fluviali di cui alle Tavole cartografiche del PSFF en dell'Elaborato 8 del Piano;
- l'art. 58, comma 1 e 2 demanda alle Regioni, ai sensi dell'art. 65, comma 6 del D.Lgs. n. 152/2006, l'emanazione, entro 90 giorni dalla data di entrata in vigore del presente Titolo V, di disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico (integrative rispetto a quelle già assunte con D.G.R. VII/7365/2001, ora sostituita dalla vigente D.G.R. IX/2616/2011) coordinate con quelle assunte in materia di Protezione civile ai sensi della legge 12 luglio 2012, n. 100;
- all'art. 59 innesca, ove necessario, una nuova fase di adeguamento degli strumenti urbanistici, una valutazione dettagliata delle condizioni di rischio all'interno dei centri edificati che si trovano a ricadere entro le aree allagabili e, conseguentemente, una fase di verifica e eventuale aggiornamento della pianificazione di emergenza.

Regione Lombardia, con D.G.R. X/6738 del 19/06/2017, ha approvato le “*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla Variante adottata in data 07.12.2016 con deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po*”.

Le disposizioni di cui al punto 3 dell'Allegato A alla suddetta D.G.R. costituiscono integrazione a quelle dei Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica approvati con D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011, relativamente all'attuazione della variante normativa al PAI nel settore urbanistico alla scala comunale.

L'allegato A alla D.G.R. X/6738/17, al punto 3.1.4, introduce le disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA per i corsi d'acqua già interessati, nella pianificazione di bacino vigente, dalla delimitazione delle fasce fluviali, quale risulta il Fiume Adda. In questi corsi d'acqua, alle perimetrazioni di fascia fluviale vigenti si sono sovrapposte nuove perimetrazioni di aree allagabili, che non sostituiscono le fasce, ma ne rappresentano un aggiornamento e una integrazione.

Per quanto concerne la normativa, fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni (fascia fluviale e aree allagabili) rimangono in vigore. In caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva. In particolare la norma prevede che:

- nelle aree interessate da alluvioni frequenti P3/H si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale A del PAI;
- nelle aree interessate da alluvioni frequenti P2/M si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale B del PAI;
- nelle aree interessate da alluvioni frequenti P1/L si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale C del PAI.

Il presente studio non contiene proposte di aggiornamento alla delimitazione e classificazione:

- delle aree in dissesto idraulico contenute nell'Elaborato 2 (Allegati 4 - Delimitazione delle aree in dissesto e 4.1 Aree a rischio idrogeologico molto elevato) del PAI vigente,
- delle aree allagabili contenute nelle mappe di pericolosità (ambiti RSCM, RSP e ACL) e rischio del PGRA vigente,

derivanti dalla realizzazione di interventi collaudati per la mitigazione del rischio, dal verificarsi di nuovi eventi di dissesto o da approfondimenti puntuali del quadro conoscitivo.

Bottanuco

Dati di contesto



5,773 Km²
Territorio



5.176
Popolazione



2.017
Famiglie



953
Edifici



345
Imprese



7
Beni culturali

Pericolosità e indicatori di rischio

Frane	TERRITORIO	POPOLAZIONE	FAMIGLIE	EDIFICI	IMPRESE	BENI CULTURALI
Molto Elevata P4	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Elevata P3	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Media P2	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Moderata P1	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Aree Attenzione AA	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
P4 + P3	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Alluvioni*	TERRITORIO	POPOLAZIONE	FAMIGLIE	EDIFICI	IMPRESE	BENI CULTURALI
Scenario P3 Tr. 20-50 anni	0,006 (0,104 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Scenario P2 Tr. 100-200 anni	0,007 (0,121 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Scenario P1 Tr. 300-500 anni	0,16 (2,772 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

* Scenari D.Lgs. 49/2010. I dati relativi ai tre scenari non vanno sommati; lo scenario di pericolosità P1, che rappresenta lo scenario massimo atteso ovvero la massima estensione delle aree inondabili, contiene infatti, al netto di alcune eccezioni, gli scenari P3 e P2

Pericolosità e Indicatori di Rischio (ISPRA - Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale, Piattaforma IdroGEO: <https://idrogeo.isprambiente.it>).

Livelli di confidenza

CorsoAcqua:

Livello di confidenza

	Alto	Medio	Basso
Dati topografici (completezza e aggiornamento) necessari per la mappatura	<input type="text"/>	<input checked="" type="text" value="x"/>	<input type="text"/>
Dati idrologici e idraulici (completezza e aggiornamento) necessari per la mappatura	<input type="text"/>	<input checked="" type="text" value="x"/>	<input type="text"/>
Qualità del processo di rielaborazione e aggiornamento effettuato	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input checked="" type="text" value="x"/>

Note sul livello di confidenza

Il livello di confidenza associabile alla delimitazione delle aree inondabili si può ritenere adeguato rispetto alle finalità delle mappe e alla prima fase di gestione prevista dalla Direttiva 2007/60/CE.

Tale livello di confidenza potrà essere migliorato, nei successivi cicli di aggiornamento del piano, mediante la predisposizione della mappa di soggiacenza ed il conseguente aggiornamento della delimitazione delle aree allagabili. Localmente potranno essere efficacemente condotte analisi idrauliche di maggior dettaglio e verifiche locali (sopralluoghi, segnalazioni, ecc.).

Per lo scenario di piena rara è inoltre necessario considerare l'incertezza connessa alla stima dei livelli di piena e a possibili fenomeni estremi connessi allo scenario in questione (rotture dei rilevati arginali e stradali che contengono il livello, parzializzazione o ostruzione delle luci dei ponti, mancato funzionamento di paratoie, ecc.). Al fine di migliorare il livello di confidenza per tale scenario di piena occorrono pertanto specifici approfondimenti di asta fluviale o di area vasta.

Comuni interessati dalle aree inondabili

Scenari di piena H-M

Calolziocorte - Olginate - Brivio - Monte Marengo - Cisano Bergamasco - Airuno - Pontida - Calco - Villa d'Adda - Imbersago - Calusco d'Adda - Robbiate - Paderno d'Adda - Medolago - Cornate d'Adda - Suisio - **Bottanuco** - Trezzo sull'Adda - Capriate San Gervasio - Brembate - Canonica d'Adda - Vaprio d'Adda - Fara Gera d'Adda - Cassano d'Adda - Casirate d'Adda - Truccazzano - Rivolta d'Adda - Comazzo - Merlino - Zelo Buon Persico - Spino d'Adda - Boffalora d'Adda - Galgagnano - Lodi - Montanaso Lombardo - Corte Palasio - Abbazia Cerreto - Casaletto Ceredano - Credera Rubbiano - Ripalta Arpina - Moscazzano - Cavenago d'Adda - Motodine - San Martino in Strada - Turano Lodigiano - Gombito - Beertonico - Formigara - Castiglione d'Adda - Camairago - Pizzighettone - Cavacurta - Maleo - Crotta d'Adda - Cornovecchio - Maccastrona - Meleti - Castelnuovo Bocca d'Adda - Vercurago

Scenario di piena L

Calolziocorte - Olginate - Brivio - Monte Marengo - Cisano Bergamasco - Airuno - Pontida - Calco - Villa d'Adda - Imbersago - Calusco d'Adda - Robbiate - Paderno d'Adda - Medolago - Cornate d'Adda - Suisio - **Bottanuco** - Trezzo sull'Adda - Capriate San Gervasio - Brembate - Canonica d'Adda - Vaprio d'Adda - Fara Gera d'Adda - Cassano d'Adda - Casirate d'Adda - Truccazzano - Rivolta d'Adda - Comazzo - Merlino - Zelo Buon Persico - Spino d'Adda - Boffalora d'Adda - Galgagnano - Lodi - Montanaso Lombardo - Corte Palasio - Abbazia Cerreto - Casaletto Ceredano - Credera Rubbiano - Ripalta Arpina - Moscazzano - Cavenago d'Adda - Motodine - San Martino in Strada - Turano Lodigiano - Gombito - Beertonico - Formigara - Castiglione d'Adda - Camairago - Pizzighettone - Cavacurta - maleo - Crotta d'Adda - Comovecchio - Maccastrona - Meleti - Castelnuovo Bocca d'Adda - Vercurago - Cervignano d'Adda -

Progetto di Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni - Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. n. 49 del 23/02/2010: Allegato 1 - Schede descrittive delle mappe di pericolosità sul Reticolo Principale (fonti, criteri, livelli di confidenza) (Autorità di bacino del Fiume Po, 22 dicembre 2014).

2.8. Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale è lo strumento di pianificazione che definisce gli obiettivi generali relativi all'assetto e alla tutela del territorio provinciale, indirizza la programmazione socio-economica della Provincia e ha efficacia paesaggistico-ambientale; il Piano inoltre raccorda le politiche settoriali di competenza provinciale e indirizza e coordina la pianificazione urbanistica comunale.

Con Deliberazione di Consiglio provinciale n. 37 del 07/11/2020 è stato approvato il nuovo PTCP della Provincia di Bergamo, che recepisce quanto disciplinato dal PTR integrato ai sensi della LR. n. 31/2014 *“Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato”* e approvato con Deliberazione del Consiglio regionale n. XI/411 del 19/12/2018. Il 20 maggio 2022, con Delibera di Consiglio provinciale n. 19, è stato approvato un Adeguamento 2022 al PTCP, pubblicato sul BURL n. 24 - Serie Avvisi e Concorsi del 15 giugno 2022.

Il Comune di Bottanuco, con i Comuni di Chignolo d'Isola, Suisio, Terno d'Isola, Medolago e Solza, appartiene al contesto locale **“CL 12 Isola occidentale”** ricompreso nella **“Zona omogenea Isola”**.

Compresa tra la dorsale del Monte Canto e i Fiumi Adda e Brembo, l'Isola Bergamasca è un territorio fortemente urbanizzato e industrializzato, ove il carico emissivo condiziona fortemente la qualità dell'aria, dell'acqua e in generale dell'ambiente. L'aspetto orografico del territorio da un lato (pianura delimitata a nord da rilievi montuosi che limita fortemente la circolazione dell'aria) e l'aspetto meteorologico dall'altro (inversione termica caratteristica dei periodi freddi, che condiziona il rimescolamento verticale dell'aria), generano condizioni di stabilità favorevoli all'accumulo nell'aria di alte concentrazioni di inquinanti.

Dal punto di vista ambientale il territorio presenta i caratteri tipici dell'alta pianura asciutta e fluviale. Il Fiume Adda è il principale elemento di pregio naturalistico del contesto e svolge una funzione di corridoio ecologico di primaria importanza, dato il suo sviluppo lineare. Al di là della continuità, dal punto di vista della consistenza si deve segnalare che una notevole fonte di disturbo e di degrado ambientale è data dalla presenza di ampie cave localizzate a ridosso del fiume; in genere le cave si trovano al piede della scarpata fluviale nelle grandi anse del fiume, ovvero in ambiti particolarmente delicati che soprattutto limitano le capacità connettive del fiume.

Per quanto riguarda le aree pianeggianti, la copertura limosa dei suoli dell'isola ha per lungo tempo limitato il loro utilizzo agricolo. Questa condizione pedologica combinata a una morfologia mossa, fatti di antichi terrazzi, scarpate e profonde forre, ha fatto sì che i contesti dell'isola rappresentino, nell'ambito dell'alta pianura bergamasca, quelli più variegati, ricchi di siepi, filari, macchie boschive e veri e propri boschi. Il territorio in esame è infatti attraversato da numerosi torrenti con direzione nordovest-sudest: di particolare interesse sono il Grandone, il Bulighetto, lo Zender e la Buliga. Si tratta di torrenti che presentano un equipaggiamento vegetale variabile, a tratti intenso, a tratti modesto, a tratti nullo specie nei contesti urbani, dove spesso il corso d'acqua viene del tutto privato della sua cortina arborea arbustiva naturaliforme e talvolta presenta un letto completamente artificiale. Si deve anche considerare la qualità floristica di queste cortine verdi, spesso composte da specie esotiche e infestanti. Questi torrenti hanno però scavato i depositi fluvioglaciali e la loro azione ha portato alla formazione di scarpate morfologiche, che con medesimo andamento, attraversano il territorio più o meno parallelamente ai torrenti. Queste scarpate sono spesso molto ampie, ben più ampie dei relativi torrenti; in alcuni tratti il torrente scorre a ridosso di una scarpata, si avvicina a quella opposta, si porta ad una certa distanza da entrambe e ciò comporta la formazione di una struttura connettiva a tratti molto robusta in quanto formata da 2 o anche 3 fasce boschive poste a breve distanza tra loro. Questo reticolo potrebbe svolgere un ruolo molto importante in quanto sarebbe in grado, almeno potenzialmente, di connettere tra loro il Brembo, il monte Canto e l'Adda.

Il PTCP individua, quale area protetta per il territorio di Bottanuco, il Parco dell'Adda Nord. Il Comune di Bottanuco confina inoltre, a est, con il PLIS Parco del Basso Brembo.

Il Disegno del Territorio del PTCP fornisce infine gli obiettivi generali per la pianificazione urbanistico territoriale. Tra gli obiettivi per il sistema paesistico-ambientale, il Piano propone la verifica della congruenza di quanto stabiliscono le nuove disposizioni previste dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) circa le aree inondabili, e la verifica delle scelte insediative considerando la pericolosità idrogeologica.

2.9. Il Piano Cave

Il Piano Cave della Provincia di Bergamo, settori merceologici dell'argilla, sabbia e ghiaia, materiali per l'industria e delle pietre ornamentali, è stato approvato con Deliberazione del Consiglio regionale 29 settembre 2015 - n. X/848, ed è disponibile sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n.42 del 16 ottobre 2015. L'estrazione di sabbia e ghiaia lungo l'asta dell'Adda, avviene nei Comuni di Bottanuco e Medolago con la coltivazione dei depositi alluvionali di pianura. In Comune di Bottanuco è presente il seguente Ambito Territoriale Estrattivo ATEg29 (ex polo BP5g).

AMBITO TERRITORIALE ESTRATTIVO: ATEg29 (ex polo BP5g)

SETTORE MERCEOLOGICO	GIACIMENTO	RISORSA
II - Sabbia e ghiaia	Gg20	Sabbia e ghiaia

DATI GENERALI

DATI ANAGRAFICI

Località interessata	Cerro
Comune/i interessato/i	Bottanuco
Sezione/i C.T.R. interessata/e 1:10.000	B5e4

CARATTERISTICHE DELL'AMBITO

Superficie	ha 26,1
Soggiacenza falda	26 m
Vincoli	<ul style="list-style-type: none"> Corsi d'acqua (D.Lgs. 42/04 art. 142 comma 1 lettera c) Parchi e riserve (D.Lgs. 42/04 art. 142 comma 1 lettera f - L.R. 86/83): Parco dell'Adda Nord
Contesto e infrastrutture	<ul style="list-style-type: none"> Fasce fluviali del P.A.I. (Fasce B e C). Fiume Adda e ciglio del terrazzo morfologico sommitale dell'Adda. Elettrodotto che taglia la porzione occidentale dell'A.T.E. Aree I livello RER e Corridoio primario alta antropizzazione all'interno dell'ATE. Aree II livello e Varco in prossimità

PREVISIONI DI PIANO

RISERVE E PRODUZIONI (mc)

Riserve stimate	880.000
Produzione prevista nel decennio	880.000
Riserve residue	0

PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA COLTIVAZIONE

Profondità massima di escavazione	22 m dal piano campagna in asciutto.
Ulteriori prescrizioni	<ul style="list-style-type: none"> Il ciglio superiore di scavo non potrà superare l'isoipsa di 180 m s.l.m. Essendo stata riscontrata da studi idrogeologici ed analisi dei dati piezometrici più recenti una tendenza all'innalzamento della falda e una possibile interferenza della stessa con l'attività estrattiva, la Ditta dovrà produrre unitamente al progetto di escavazione una relazione geologica, corredata da indagini dirette, che approfondisca le problematiche e indichi le possibili evoluzioni della piezometria dell'area per il periodo di validità del Piano. In relazione alla presenza delle Fasce fluviali del P.A.I. le operazioni di escavazione anche finalizzate al recupero dell'A.T.E. dovranno tenere in considerazione le relative N.T.A. del P.A.I. approvato. L'attività di coltivazione è subordinata alla definizione, tramite Conferenza di Servizi, delle modalità per lo sfruttamento ottimale dell'ambito.

PRESCRIZIONI TECNICHE PER IL RECUPERO AMBIENTALE

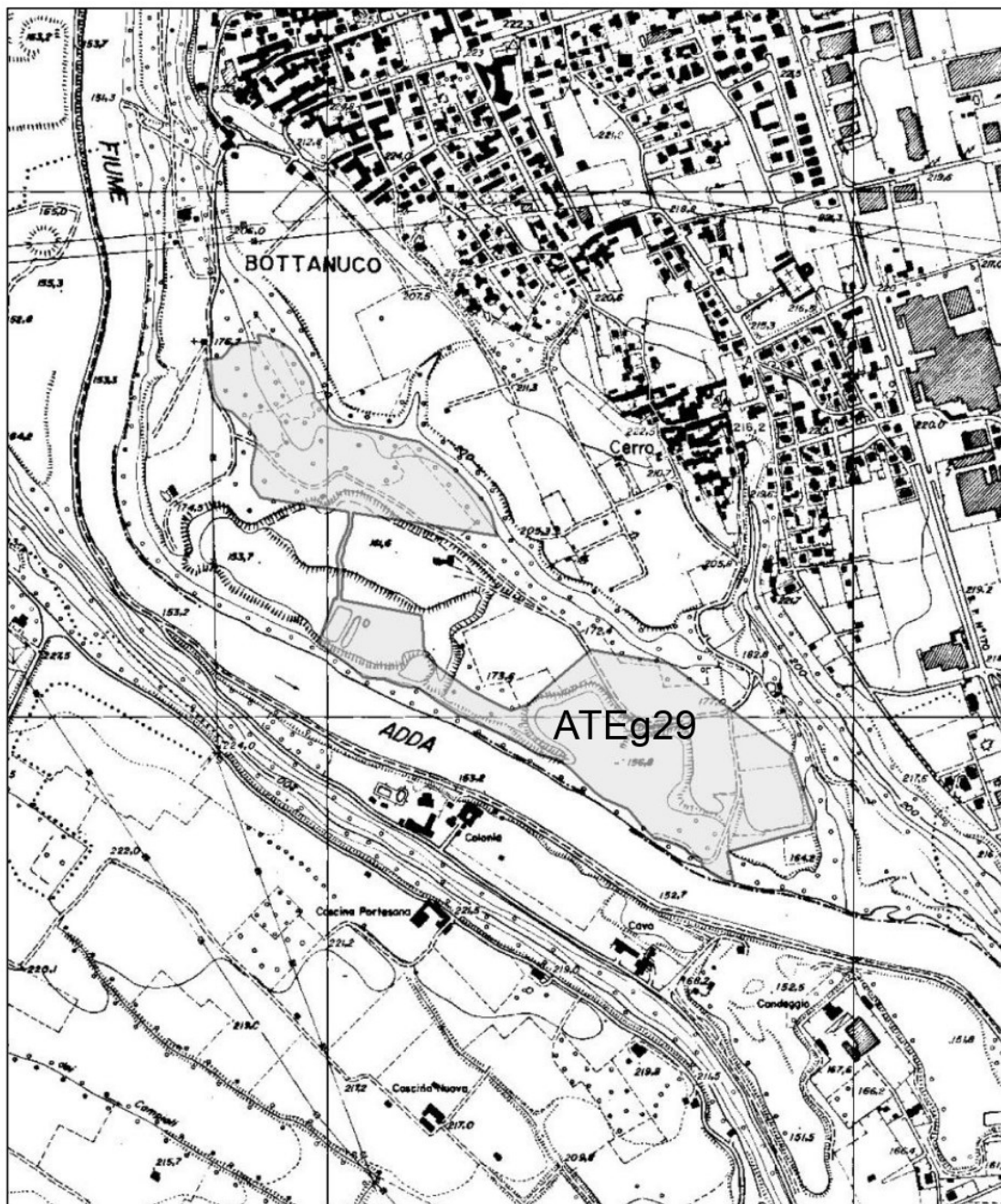
Destinazione finale	Naturalistica
Recupero scarpate	Le scarpate dovranno essere riportate a pendenze non superiori a 1/3 con inerbimento e piantumazione di specie arboree ed arbustive autoctone e con rapido attecchimento e sviluppo. La scelta di tali specie dovrà essere chiaramente indicata in fase di progettazione degli interventi.
Recupero fondo cava	Riparto di adeguata coltre di terreno coltivato con inerbimento e piantumazione di specie arboree ed arbustive autoctone e con rapido attecchimento e sviluppo. La scelta di tali specie dovrà essere chiaramente indicata in fase di progettazione degli interventi.

Ulteriori prescrizioni

- Le prescrizioni del protocollo di intesa tra Comune e operatore del 20.10.2007 hanno efficacia ex art. 10 comma 1, l.r. 14/98.
- Fasce alberate di protezione, percorribilità pedonale garantita lungo percorsi definiti e con le prescrizioni del Parco Adda Nord riferite esclusivamente alla morfologia ed alla vegetazione del recupero.
- L'ambito deve essere recuperato e restituito alla destinazione finale prevista dal Piano entro il periodo di validità del Piano, secondo le previsioni del Piano di Settore del Parco Adda Nord.
- Mitigazione impatti nei confronti dell'area I livello RER.
- L'attività estrattiva dovrà essere concordata con i soggetti attuatori delle opere specifiche.
- Limitazioni all'attività estrattiva al fine di garantire che la destinazione finale delle aree nonché qualsiasi intervento in esse previsto, anche ai fini di recupero, siano coerenti con le previsioni del progetto del Sistema Viabilistico Pedemontano e della "Gronda Est di Milano".

**PROVINCIA DI BERGAMO - PIANO CAVE (l.r. 14/98) -
CARTA DELL'AMBITO TERRITORIALE ESTRATTIVO ATEg29 (ex polo BP5g)**

Comune interessato: Bottanuco



SCALA 1:10.000

2.10. Il Parco dell'Adda Nord

Il Parco dell'Adda Nord interessa i territori rivieraschi dell'Adda lungo il tratto che attraversa l'alta pianura, a valle del Lago di Como. In questo ambito il fiume, dopo aver formato i Laghi di Garlate e Olginate, si snoda spesso tra rive profonde, evidenziando la tipica conformazione del "ceppo".

L'istituzione del Parco regionale dell'Adda nord avviene con Legge n. 80 del 1983, mentre quella del Parco naturale dell'Adda nord con Legge n. 35 del 2004, entrambe trasfuse nella Legge Regionale 16 luglio 2007 - n. 16 "Testo unico delle leggi regionali in materia di istituzione di parchi", che individua il Parco Adda nord con il "CAPO IX – Parco dell'Adda Nord". La sezione seconda del medesimo Capo istituisce il Parco Naturale, che in base alle previsioni dell'art. 62 - comma 1, persegue le seguenti finalità:

- tutelare la biodiversità, conservare ed incrementare le potenzialità faunistiche, floristiche, vegetazionali, geologiche, idriche, ecosistemiche e paesaggistiche dell'area;
- realizzare l'integrazione tra uomo e ambiente naturale mediante la salvaguardia dei valori antropologici, archeologici, storici, architettonici e delle attività agro-silvo-pastorali e tradizionali;
- promuovere e disciplinare la fruizione dell'area ai fini scientifici, culturali, educativi e ricreativi.

L'ambiente è fortemente antropizzato e conserva solo pochi frammenti dell'originaria copertura vegetale, oggi perlopiù limitata alle pareti boscate, prevalentemente a robinia, lungo le scarpate settentrionali. Le attività produttive predominanti sono l'agricoltura, l'attività estrattiva e le industrie, sia di antica tradizione, sia di nuovo insediamento.

Il Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Adda Nord è stato approvato con D.G.R. 22 dicembre 2000 – n. 7/2869 "Approvazione del piano territoriale di coordinamento del Parco regionale Adda Nord (art. 19, comma 2, L.R. 86/83 e successive modificazioni)" e successive modifiche e integrazioni parziali. Il PTC è costituito da 19 tavole che definiscono l'azonamento del Parco e dalle relative Norme Tecniche di Attuazione che definiscono la regolamentazione.

Con Legge Regionale 30 aprile 2015 n. 10 "Modifiche e integrazioni alla Legge Regionale 16 luglio 2007, n. 16 (Testo unico delle leggi regionali in materia di istituzione di parchi) - Modifica dei confini del Parco regionale dell'Adda Nord", pubblicata sul B.U.R.L. Supplemento n. 19 del 5 maggio 2015, sono stati modificati i confini del Parco Adda Nord, nelle aree dei Comuni di Busnago, Cassano d'Adda, Cisano Bergamasco, Cornate d'Adda, Trezzo sull'Adda, Truccazzano, Vaprio d'Adda e Verderio.

I numerosi cambiamenti normativi e legislativi che sono intervenuti dall'adozione del PTC, hanno reso opportuna una Variante Generale che perseguisse l'esigenza di mettere a disposizione delle Amministrazioni uno strumento adeguato e aggiornato.

Con Determinazione del Direttore del Parco Adda Nord n. 65 dell'11 maggio 2017, tra l'altro, si stabiliva di indire la procedura denominata "Redazione della Variante al Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Adda Nord". Con la predetta Determinazione, il Direttore del Parco Adda Nord dava esecuzione ai contenuti della Deliberazione del Consiglio di Gestione n. 4 del 24/01/2017 che stabiliva, tra l'altro, di approvare l'avvio del procedimento di Variante al Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Adda Nord e dei relativi procedimenti di Valutazione Ambientale Strategica e di Valutazione di Incidenza, a seguito dell'ampliamento dei confini del Parco Adda Nord a seguito dell'intervenuta Legge Regionale n. 10/2015 avente ad oggetto "Modifica dei confini del Parco regionale dell'Adda Nord".

Con Deliberazione della Comunità del Parco n. 2 del 25/02/2022 è stata adottata la proposta di Variante Generale al Piano Territoriale di Coordinamento del Parco, che rinnova la forma e i contenuti del piano.

3.1. Inquadramento territoriale

Il territorio comunale di Bottanuco occupa il settore sud-orientale di quella porzione della Provincia di Bergamo denominata “Isola Bergamasca”, così definita in quanto compresa da elementi morfologici ben definiti: il Fiume Brembo ad est, il Fiume Adda ad ovest, che funge anche da confine con la Provincia di Monza e Brianza (Cornate D’Adda) e con la Città metropolitana di Milano (Trezzo sull’Adda), e le ultime propaggini delle Prealpi (Monte Canto) a nord. La zona dell’Isola Bergamasca si estende su una superficie prevalentemente pianeggiante di origine alluvionale, anche se a nord sono presenti alcune piccole formazioni collinari. I Comuni che appartengono all’Isola Bergamasca sono 21: Ambivere, Filago Sopra, Filago, Bottanuco, Brembate di Sopra, Brembate, Calusco d’Adda, Filago, Carvico, Chignolo d’Isola, Filago, Madone, Mapello, Medolago, Ponte San Pietro, Presezzo, Solza, Sotto il Monte, Suisio, Terno d’Isola e Villa d’Adda, per un totale di oltre 102 chilometri quadrati ed una popolazione che supera i 90 mila abitanti (censimento 2001), con un’alta densità abitativa, pari a circa 900 abitanti per chilometro quadrato.

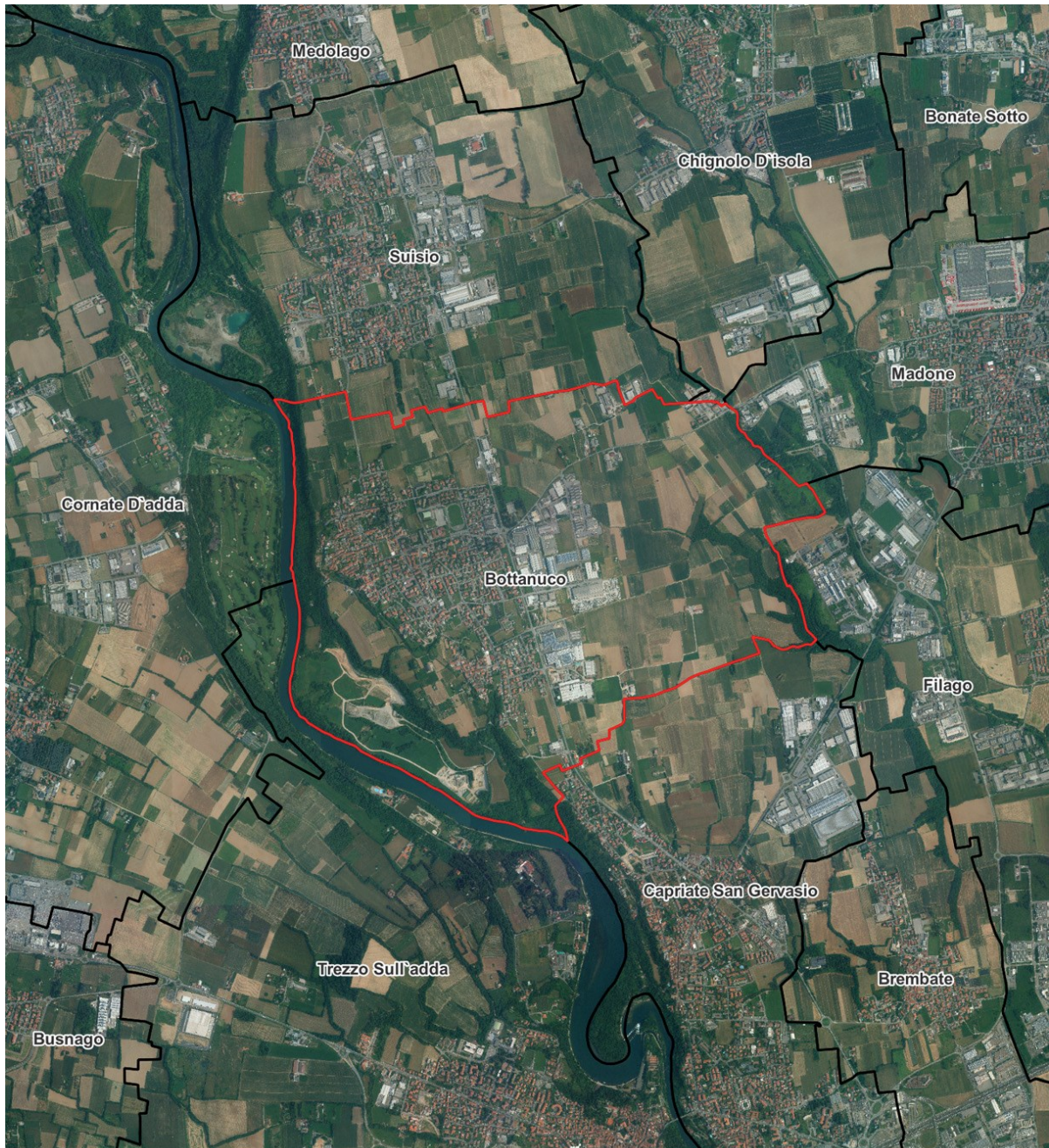
Bottanuco è facilmente raggiungibile percorrendo l’autostrada A4 Torino-Trieste (casello di Capriate San Gervasio). La stazione ferroviaria più vicina è la Verdello-Dalmine, posta a una decina di chilometri di distanza. L’aeroporto più vicino è l’”Aeroporto internazionale di Orio al Serio”, posto a circa 20 Km di distanza.

Bottanuco presenta un territorio pianeggiante, con variazioni altimetriche lievi, e ha una superficie di 5,77 Km². Confina a sud con Capriate San Gervasio e Trezzo sull’Adda, a nord con Chignolo d’Isola e Suisio, a ovest con Cornate d’Adda e a est con Filago e Madone.

Il sistema insediativo di Bottanuco presenta un assetto caratterizzato dalla viabilità di livello provinciale lungo la quale si sviluppano i tessuti prevalentemente residenziali e produttivi. I nuclei storici principali di Bottanuco e Cerro sono sorti sul margine del territorio comunale, a ridosso dell’orlo del terrazzo morfologico principale della Valle dell’Adda. I tessuti residenziali si sono sviluppati inizialmente a ridosso dei nuclei storici lungo la direttrice di connessione dei due centri e successivamente attraverso un’addizione insediativa verso est. I tessuti produttivi sono sorti principalmente lungo l’asse stradale provinciale consolidandosi poi lungo lo stesso asse verso est.

Il sistema paesistico-ambientale del territorio di Bottanuco, sviluppato all’interno del contesto dell’Isola bergamasca tra Adda e Brembo è caratterizzato da elementi identitari forti quali la presenza della valle dell’Adda, con i suoi tratti paesaggisti dominanti a stretto contatto percettivo dall’abitato storico, una morfologia territoriale articolata che alla valle fluviale integra un ambito agricolo e pianeggiante e rilievi che segnano la presenza, caratterizzante per l’intera Isola, del Bedesco e infine un reticolo idrografico minore, sviluppato a ridosso del rilievo del Bedesco, che presenta un importante equipaggiamento vegetale e che caratterizza il quadro paesistico-ambientale verso est.

Una parte del territorio di Bottanuco ricade all’interno del Parco Regionale dell’Adda Nord.



LEGENDA

Limiti e perimetri

 Confine comunale Bottanuco

 Altri confini comunali



Inquadramento territoriale su base ortofoto Aea 2018 - Regione Lombardia.

3.2. Inquadramento meteoroclimatico

Dopo l'ultima glaciazione würmiana, intorno a 10.000 anni dal presente, gran parte della Provincia di Bergamo era coperta dai ghiacciai dell'Adda (Abduano) e dell'Oglio (Camuno). Questi ghiacciai hanno depositato articolati depositi morenici ubicati immediatamente a nord di Milano e di Brescia. In concomitanza con questa fase glaciale il clima era caratterizzato da temperature medie più basse rispetto a quelle attuali, da precipitazioni più elevate ed alvei fluviali più estesi.

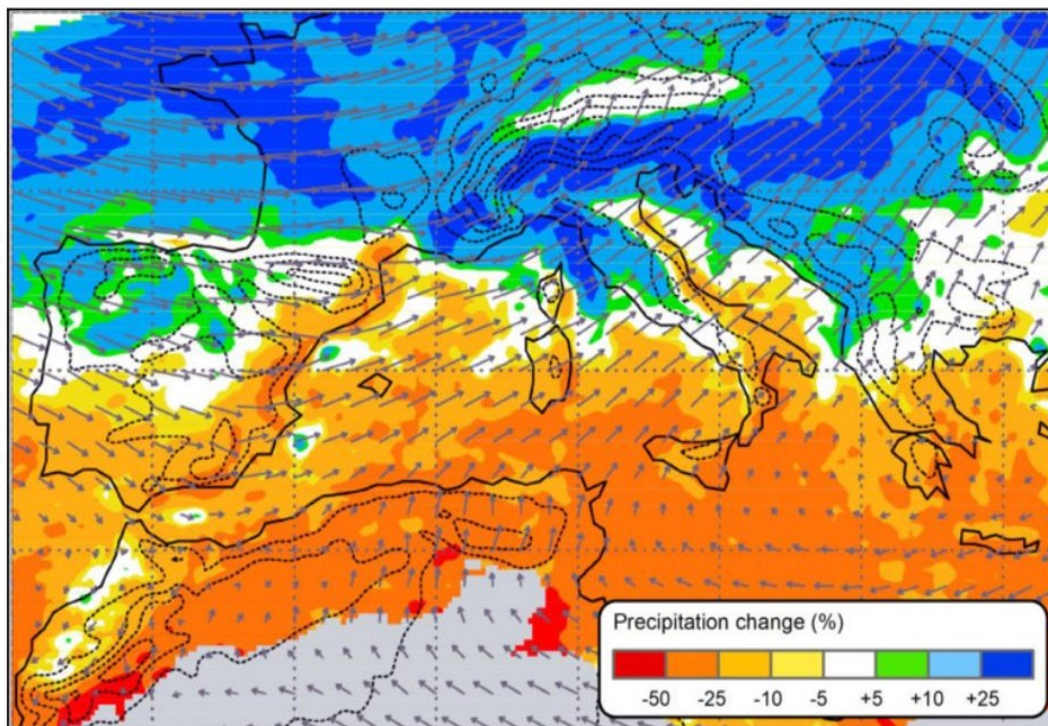
Gli ultimi 10.000 anni sono stati caratterizzati dalla deglaciazione, che ha raggiunto valori anche più elevati di quella attuale. Questo intervallo non è stato costante ma è stato caratterizzato da alcune pulsazioni positive. Il miglioramento climatico successivo portò durante l'optimum climatico a un'estensione minore dell'attuale. Una ripresa dell'attività glaciale si manifestò intorno a 3000 anni dal presente ma i ghiacciai rimasero comunque confinati alla testata delle valli alpine.

La fase successiva di riscaldamento culminò all'inizio del Medio Evo (periodo Caldo Medioevale) e fu seguita dalla Piccola Età Glaciale iniziata nel XIII secolo e culminata nei primi decenni o alla metà del XIX secolo a seconda delle località. In questa fase i ghiacciai alpini raggiunsero la loro massima estensione dell'epoca storica.

A partire dalla metà del secolo scorso i ghiacciai si sono sempre ritirati salvo alcune deboli pulsazioni positive intorno al 1890, 1920 e 1970-80. Anche l'ultima debole pulsazione si è ormai esaurita probabilmente in relazione ad un generalizzato miglioramento climatico.

I cambiamenti climatici in atto negli ultimi anni stanno portando a una variazione del regime delle precipitazioni, con un minor numero di giorni piovosi e un maggior numero di eventi di precipitazioni intense, che potrebbero agire aumentando la frequenza e intensità degli eventi idrogeologici pericolosi.

Cambiamento (in %) della distribuzione della precipitazione media previsto per il 2071-2100 nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio, secondo lo scenario A2 descritto dal modello RegCM3 (immagine modificata da Gao et al. 2006)



In concomitanza di eventi meteorologici estremi può avvenire una crisi idraulica nel centro abitato, con allagamenti e danni negli scantinati e nelle zone più depresse o prive di scolo dei piani terra e forte ostacolo alla viabilità in genere. I forti temporali possono inoltre comportare rischi elevati nei luoghi all'aperto ad elevata concentrazione di persone e beni come sagre paesane, manifestazioni culturali e musicali, mercatini ecc. I rischi possono essere amplificati dalla vicinanza a corsi d'acqua, alberi, impianti elettrici, impalcature, palchi per manifestazioni.

I temporali forti sono definiti come temporali a volte di lunga durata (fino a qualche ora) caratterizzati da intensi rovesci di pioggia o neve, ovvero intensità orarie comprese tra 40 e 80 mm/h (in casi rari anche superiori agli 80 mm/h), spesso grandine (occasionalmente di diametro superiore ai 2 cm), intense raffiche di vento, occasionalmente trombe d'aria, elevata densità di fulmini.

Altro aspetto da non trascurare è l'incremento delle portate meteoriche scaricate nei corsi d'acqua dalle aree fortemente urbanizzate, a causa dell'impermeabilizzazione del suolo, che ha portato, negli ultimi decenni, ad esaltare i fenomeni di piena di fiumi e torrenti che, in caso di inadeguatezza delle capacità di deflusso, provocano esondazioni diffuse e danni ingenti anche con precipitazioni di non rilevante intensità.

Per ridurre le criticità, e comunque non peggiorare la situazione, è quindi necessario adottare una nuova politica di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano, tale da garantire che le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non siano maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (principio di invarianza idraulica).

Il modello di previsione delle precipitazioni di forte intensità e breve durata di ARPA Lombardia, per il territorio di Bottanuco riporta i seguenti valori:

- precipitazioni di durata 1 ora con tempo di ritorno 5 anni = 39 mm;
- precipitazioni di durata 1 ora con tempo di ritorno 100 anni = 68 mm;
- precipitazioni di durata 24 ore con tempo di ritorno 5 anni = 100 mm;
- precipitazioni di durata 24 ore con tempo di ritorno 100 anni = 176 mm;
- precipitazioni medie annue = 1106 mm/anno;
- precipitazioni minime annue = 808 mm/anno;
- precipitazioni massime annue = 1890 mm/anno.

Il clima può essere definito temperato continentale, caratterizzato da un'ampia escursione termica annuale con temperature basse in inverno (0-5°C) e alte in estate (25-30°C). La piovosità è principalmente nei mesi primaverili e autunnali, ma nelle estati calde e umide sono frequenti i temporali.

La presenza della barriera alpina influenza in modo determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine atlantica, determinando la prevalenza di situazioni di occlusione e un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati e quelle degli strati superiori. Gli aspetti climatici sono importanti perché influenzano in modo determinante le capacità dispersive dell'atmosfera, e quindi le condizioni di accumulo degli inquinanti, soprattutto in periodo invernale, ma anche la presenza di fenomeni fotochimici nel periodo estivo.

3.3. Uso del suolo

La base di riferimento per il reperimento di dati relativi all'uso del suolo è costituita dalla banca dati nota come DUSAF, prodotta dalla Regione Lombardia e realizzata dall'Ente Regionale per i Servizi dell'Agricoltura e delle Foreste (ERSAF). Attualmente risulta disponibile il settimo aggiornamento (DUSAF 7.0), riferito all'anno 2021, mentre i precedenti sono relativi agli anni 2007 (DUSAF 2.1), 2009 (DUSAF 3.0), 2012 (DUASF 4.0), 2015 (DUSAF 5.0) e 2018 (DUSAF 6.0).

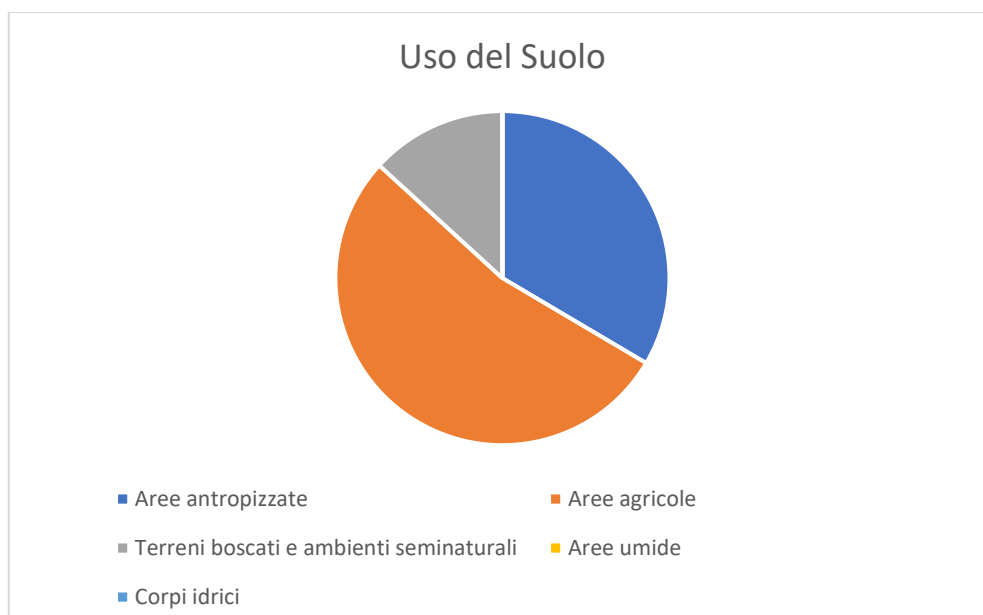
Il sistema DUSAF adotta una classificazione degli usi del suolo articolata a cinque livelli, con dettaglio crescente dal primo al quinto: i primi tre sono codificati a livello internazionale (CORINE LAND COVER), mentre il IV e V sono stati inseriti specificatamente per descrivere situazioni particolari della Regione Lombardia.

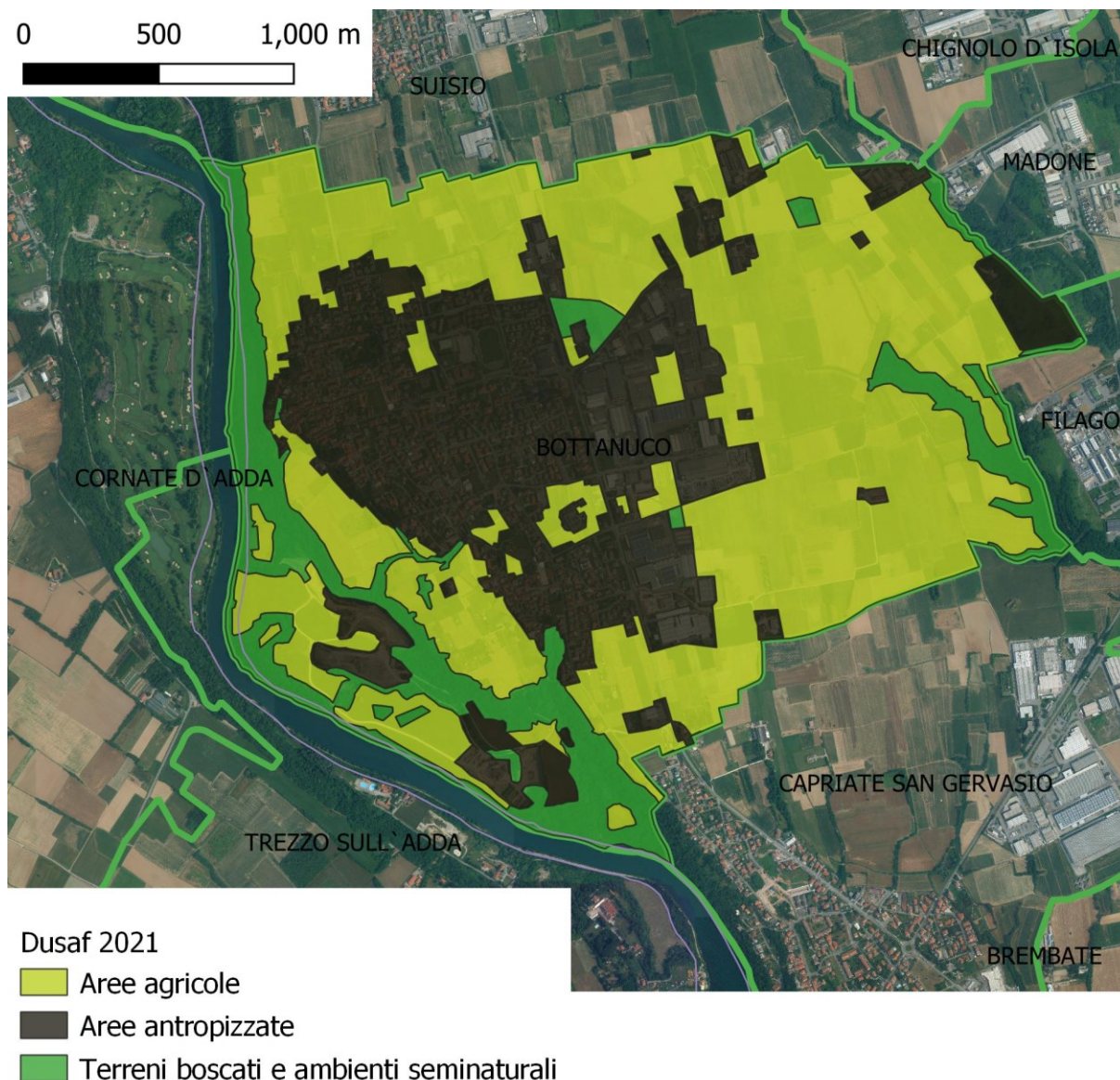
Al primo livello sono identificate cinque macro-categorie di usi del suolo:

- aree antropizzate,
- aree agricole,
- territori boscati e ambienti seminaturali,
- aree umide,
- corpi idrici.

Il territorio complessivo del Comune di Bottanuco ammonta a circa 5,77 km², di cui, secondo la classificazione DUSAF in macroclassi, il 33,5% è coperto da superficie antropizzata (1,93 km²). Le aree agricole ammontano al 53,3% del territorio comunale (3,08 km²), mentre le aree boscate o seminaturali rappresentano il 13,2% del totale (0,76 km²).

LIVELLO CLASSIFICAZIONE	km ²
Aree antropizzate	1.93
Aree agricole	3.08
Terreni boscati e ambienti seminaturali	0.76
Aree umide	0
Corpi idrici	0
Totale	5.77





Il sistema insediativo di Bottanuco presenta un assetto caratterizzato dalla viabilità di livello provinciale lungo la quale si sviluppano i tessuti prevalentemente residenziali e produttivi. I nuclei storici principali di Bottanuco e Cerro sono sorti sul margine del territorio comunale, a ridosso dell'orlo del terrazzo morfologico principale della Valle dell'Adda. I tessuti residenziali si sono sviluppati inizialmente a ridosso dei nuclei storici lungo la direttrice di connessione dei due centri e successivamente attraverso un'addizione insediativa verso est. I tessuti produttivi sono sorti principalmente lungo l'asse stradale provinciale consolidandosi poi lungo lo stesso asse verso est.

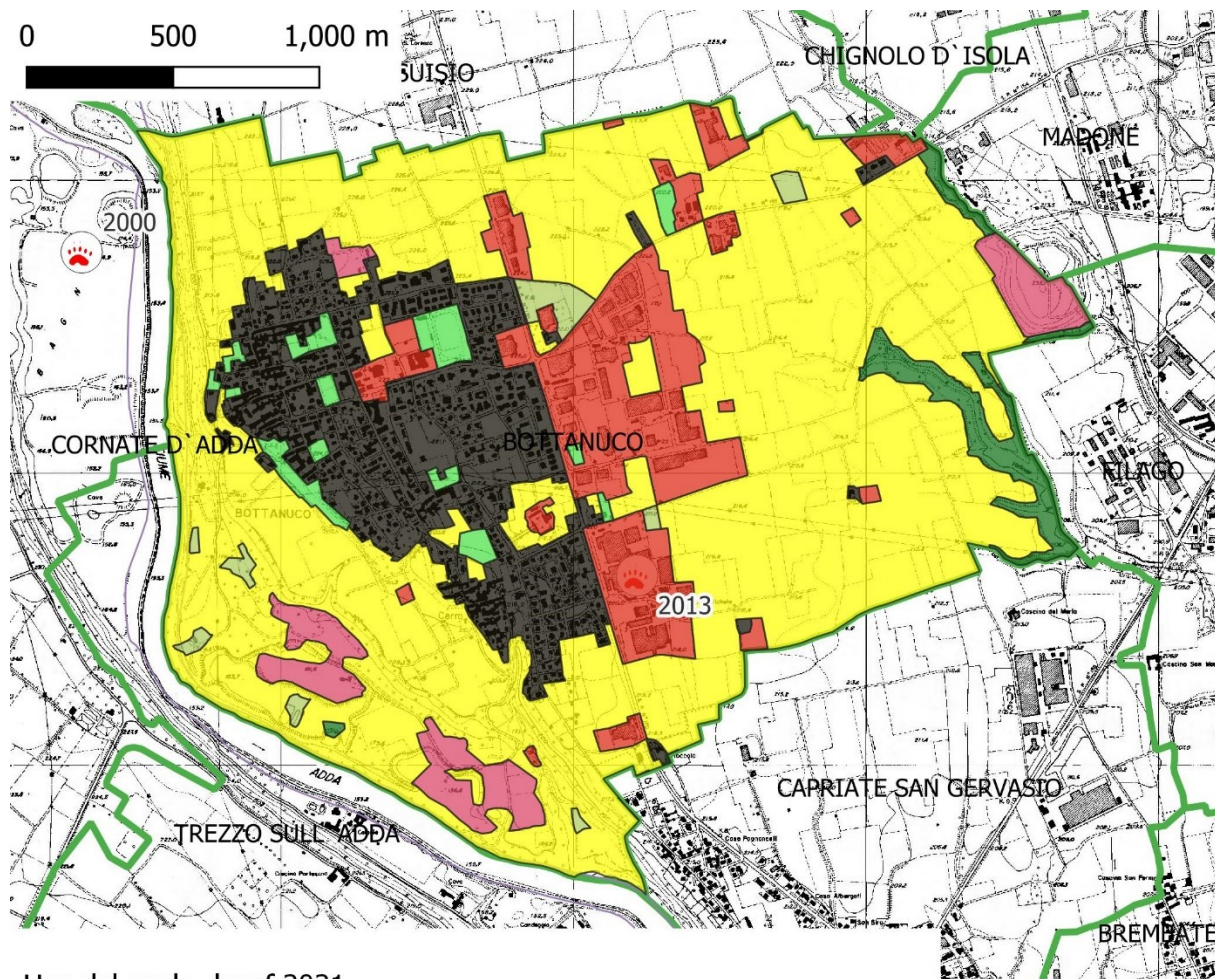
Il Comune di Bottanuco appare, pertanto, prevalentemente a superficie agricola a prevalente seminativo, con lembi forestali diffusi principalmente lungo le pertinenze del Fiume Adda.

La frammentazione territoriale, con piccoli appezzamenti agricoli frammisti ad aggregati urbani e residue aree naturali, caratteristica territoriale principale delle colline brianzole, qui è meno diffusa che altrove, con un nucleo residenziale e produttivo concentrato nella porzione centrale del territorio.

Il tessuto urbanizzato è composto prevalentemente da tessuto residenziale, relativamente denso in corrispondenza del nucleo storico e con distribuzione dei comparti produttivi ben distinta dal residenziale che occupa le porzioni più orientali dell'urbanizzato.

LIVELLO CLASSIFICAZIONE	km ²
zone urbanizzate	0.93
insediamenti produttivi, grandi impianti e reti di comunicazione	0.67
aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati	0.23
aree verdi non agricole	0.11
aree boscate	0.13
ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione	0.07
seminativi	3.64
Totale	5.77



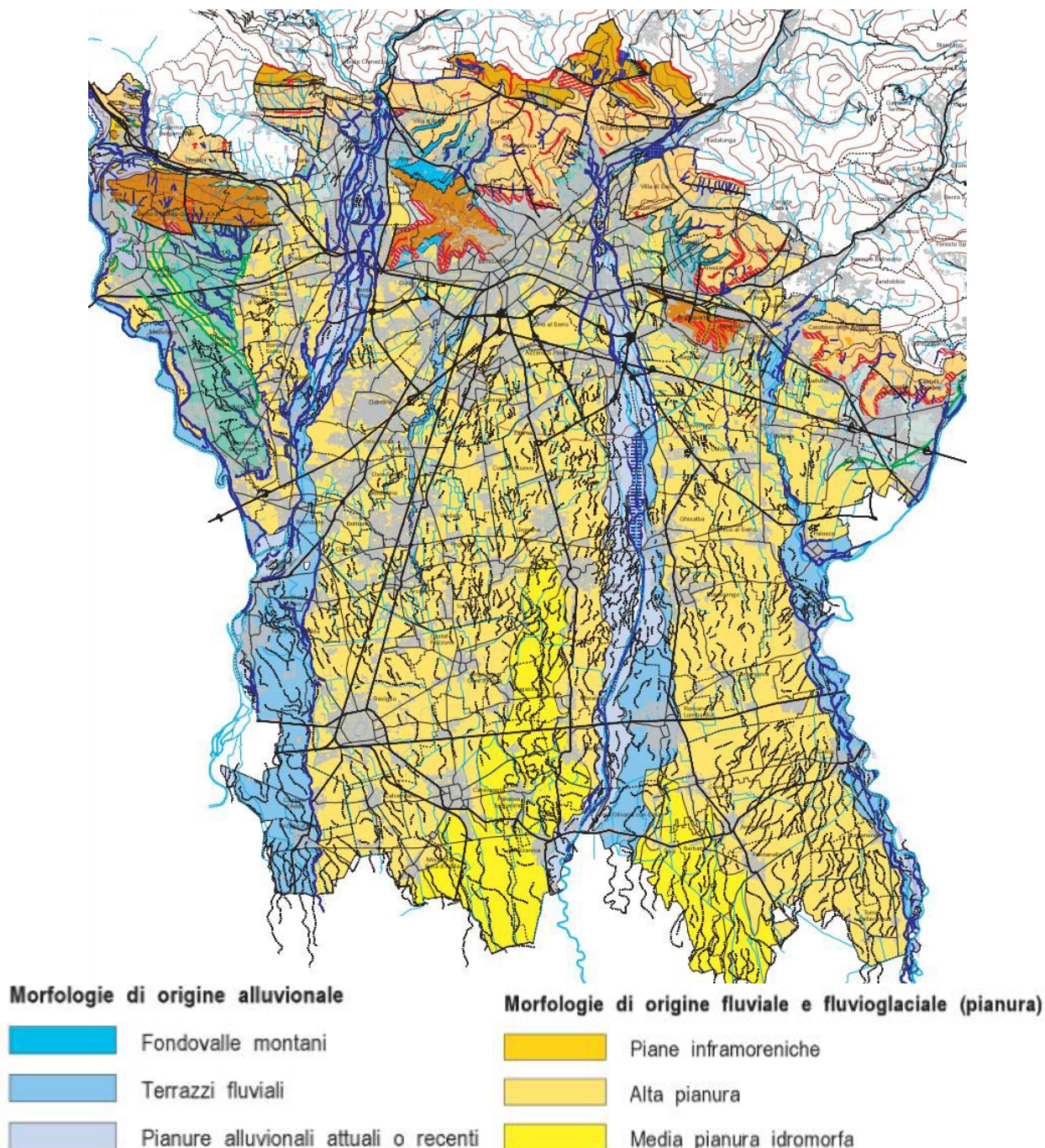


Usso del suolo dusaf 2021

- ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione
- aree boscate
- aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati
- aree verdi non agricole
- insediamenti produttivi, grandi impianti e reti di comunicazione
- seminativi
- zone urbanizzate

3.4. Geologia generale e caratteri geomorfologici

Dal punto di vista geologico e geomorfologico, l'area in studio si inserisce nell'ambito deposizionale dell'Alta Pianura Bergamasca che, sviluppandosi a partire dai rilievi meridionali delle Prealpi Orobie, risulta caratterizzata da una morfologia nel complesso sub-pianeggiante, leggermente degradante verso sud data dalla coalescenza di più conoidi formatisi grazie all'apporto sedimentario dei diversi corsi d'acqua allo sbocco dalle valli prealpine.



Schematizzazione del territorio provinciale nei principali contesti geomorfologici.

L'evoluzione geomorfologica e geologica della pianura bergamasca è legata principalmente all'interferenza fra le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata dei fiumi che l'attraversano: da ovest verso est il Fiume Adda, il Brembo, il Serio e l'Oglio. L'alternanza di fasi di espansione e di ritiro glaciale, con le conseguenti variazioni di flusso idrico e di trasporto solido da parte del

reticolo idrografico, ha determinato l'accumulo in più riprese di enormi quantità di materiale allo sbocco in pianura dei corpi idrici principali.

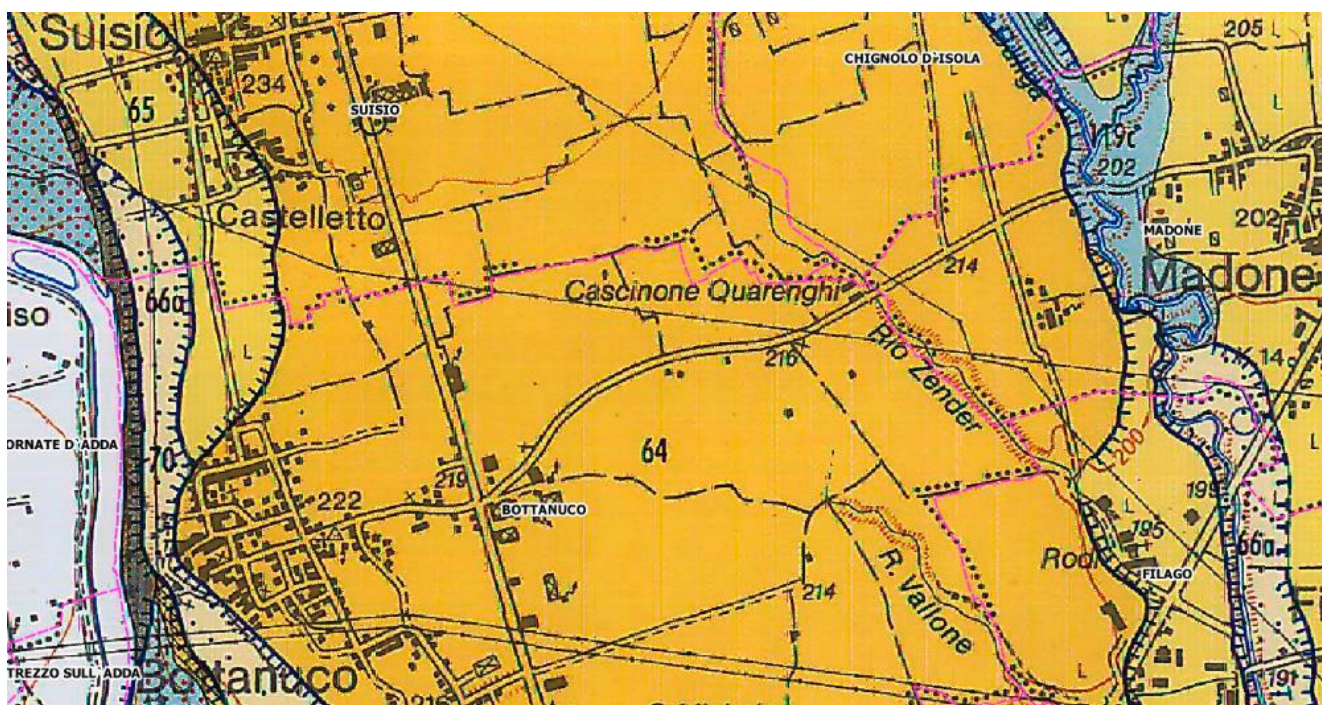
A tal riguardo si possono distinguere la fascia più prossima allo sbocco in pianura caratterizzata da granulometrie prevalentemente grossolane (Alta e Media Pianura) e la parte più distale (Bassa Pianura) caratterizzata invece dalla progressiva diminuzione granulometrica dei depositi.

In tale contesto, le principali evidenze morfologiche sono riconducibili alle dinamiche fluviali di sedimentazione e di erosione (attuali e pregresse) dei principali corsi d'acqua. Sebbene le attuali valli fluviali, in genere incise di alcuni metri al di sotto del livello della pianura, rappresentino di fatto i principali elementi morfologici, è possibile altresì riconoscere in corrispondenza del Livello Fondamentale della Pianura tracce di paleoidrografia riferibili a torrenti fluvioglaciali, parzialmente obliterate dall'antropizzazione del territorio.

L'ambito deposizionale d'interesse, l'Alta Pianura, è caratterizzato dalla presenza di depositi fluvioglaciali grossolani rappresentati prevalentemente da ghiaie ciottolose in scarsa matrice fine. Originati dallo smantellamento dei rilievi orobici, tali sedimenti ne rispecchiano anche l'eterogeneità; si riconoscono infatti, oltre a predominanti litotipi carbonatici (Prealpi Bergamasche), litotipi intrusivi, effusivi e metamorfici derivanti dallo smantellamento dei rilievi alpini. Tali depositi sono stati poi successivamente incisi da parte dei principali corsi d'acqua attuali o recenti, formando valli alluvionali più o meno approfondite, ove è possibile inoltre distinguere le superfici terrazzate rispetto alle piane inondabili vere e proprie caratterizzate dalla deposizione di alluvioni recenti. Va inoltre detto come da un punto di vista litologico entro i depositi alluvionali sia possibile rinvenire orizzonti cementati a formare livelli conglomeratici (denominati "Ceppo"), costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice fine generalmente arenacea. Tali conglomerati sono spesso rilevabili sia in corrispondenza delle scarpate che delimitano gli alvei fluviali che sotto i depositi sciolti presenti in alveo.

Di seguito vengono elencate le principali unità segnalate dalla **Carta Geologica della Provincia di Bergamo** in scala 1:25.000 sul territorio comunale di Bottanuco, partendo dalla più recente:

- 119 c – Unità Postglaciale – Depositi alluvionali (Pleistocene Sup. – Olocene);
- 119 cg – Unità Postglaciale – Depositi alluvionali (Pleistocene Sup. – Olocene);
- 70 – Ceppo del Brembo (Pliocene Sup. – Pleistocene Inf.);
- 66 a – Unità di Cantù – Depositi fluvioglaciali (Pleistocene Sup.);
- 64 – Unità di Medolago (Pleistocene Medio);
- 63 – Ceppo poligenico (Pleistocene Medio).



Estratto della Carta Geologica della Provincia di Bergamo.

Conosciuti anche come “**Alluvioni attuali, recenti, antiche e tardive**”, i depositi fluviali postglaciali – olocenici, oltre a formare corpi terrazzati, si rinvergono anche come paleoalvei sulla superficie delle unità più antiche. Si distinguono su base morfologica, manifestandosi come forme depresse a vario grado di sinuosità, con orli più o meno netti. In corrispondenza di esse si riscontrano generalmente sedimenti limosi e sabbiosi con profili poco evoluti (Inceptisuoli). Si tratta di depositi fluviali e in particolare di ghiaie a supporto clastico, in prevalenti strati planari; si notano pure intercalazioni sabbioso-limose da massive a laminate e argille. La differenza tra alluvioni attuali e recenti si basa sul differente grado di addensamento e cementazione delle ghiaie: scarso o nullo nelle prime, crescente mano mano che ci si allontana dall'alveo nelle seconde.

Il **Ceppo del Brembo** è costituito da depositi alluvionali dati da conglomerati a prevalente supporto clastico e da conglomerati arenacei al limite fra supporto clastico e di matrice, con ciottoli da arrotondati a subarrotondati. Compaiono inoltre con una certa frequenza lenti e strati arenacei a prevalente stratificazione incrociata planare. Nelle parti basali si hanno lenti silteose e siltoso-argillose di spessore e lunghezza metrica con gusci di molluschi continentali, in genere intercalate a livelli conglomeratici e con struttura interna laminata o massiva.

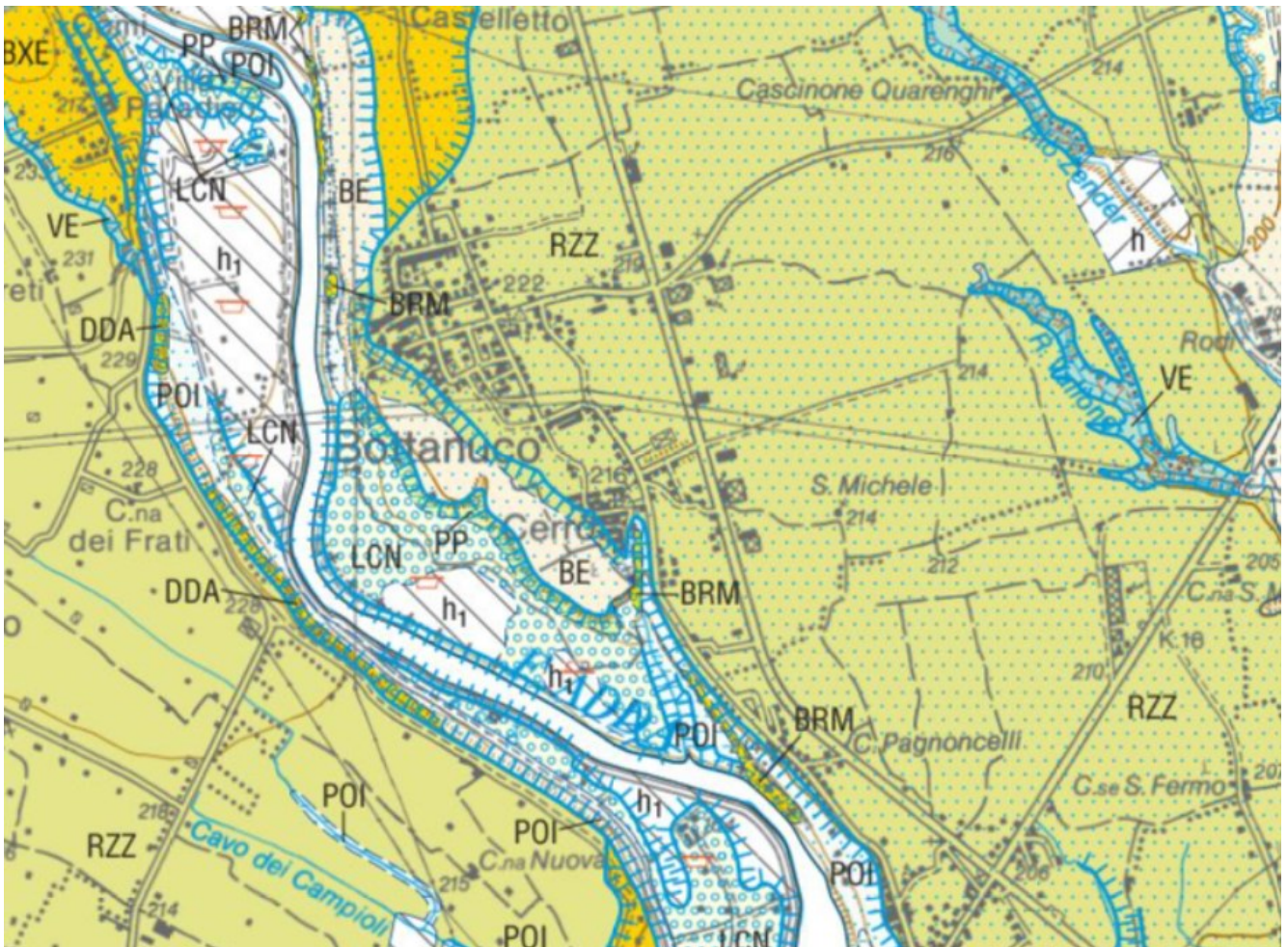
L'**Unità di Cantù** è rappresentata da depositi fluvioglaciali e fluviali costituiti da ghiaie con ciottoli arrotondati a supporto di clasti e di matrice, con matrice in genere sabbiosa e sabbie spesso a laminazione incrociata. Tali depositi risultano grossolanamente stratificati e costituiscono corpi lenticolari o stratoidi, spesso con strutture interne quali gradazione inverse o normali, embricature dei ciottoli, cluster e laminazione incrociata.

L'**Unità di Medolago** è costituita da sedimenti continentali quaternari in facies fluvioglaciale caratterizzanti il Livello Fondamentale della Pianura, che si presentano completamente alterati e con copertura loessica di spessore massimo tre metri a composizione limosa – limosa argillosa. Tale unità sovrasta la più antica unità denominata Ceppo poligenico (n. 63), costituita da ghiaie passanti verso l'alto a conglomerati fluvioglaciali e alluvionati.

Lo schema geologico descritto, basato sull'identificazione delle unità geologiche del Quaternario in base a criteri litostratigrafici, morfologici e geoclimatici, ma soprattutto il modello delle quattro glaciazioni di Penck e Bruckner, viene successivamente messo in discussione da Bini (1987), che opera una profonda revisione della classificazione stratigrafica e temporale del Quaternario, introducendo nuove unità basate sull'identificazione dei loro limiti inconformi (UBSU). I corpi sedimentari vengono quindi distinti, in base al profilo di alterazione, alla presenza di loess, alla cementazione e alla morfologia, in “alloformazioni”. Come prescritto nella Guida al Rilevamento della Carta Geologica d'Italia 1:50.000 del Servizio Geologico Nazionale (1992, e successive circolari integrative), nella più recente cartografia dei depositi continentali quaternari sono state adottate sia unità litostratigrafiche sia unità a limiti inconformi (UBSU).

Nel caso in esame il **Foglio n. 097 - Vimercate del Progetto CARG** (Legge 226/1999), pubblicato nel 2017 con convenzione tra Servizio Geologico Nazionale e Regione Lombardia, rappresenta la sintesi più completa e aggiornata delle conoscenze geologiche. La Successione neogenico – quaternaria descritta nel progetto CARG comprende le seguenti unità:

- 1) Unità non distinte in base al bacino di appartenenza
 - Sintema Del Po (Unità Postglaciale) (Pg), Pleistocene superiore - Olocene
- 2) Unità del Bacino dell'Adda
 - Alloformazione Di Cantù (LCa), Pleistocene superiore
 - Allogruppo Di Besnate (BES), Pleistocene medio – Pleistocene superiore
 - Unità Di Bulgarograsso (Ex Porto D'Adda Superiore Bps) (BBu), Pleistocene medio – Pleistocene superiore
 - Allogruppo Del Ponte Di Paderno (OPD), Pleistocene medio
 - Allogruppo Di Venegono (Ve), Pleistocene inferiore (terminale) - Pleistocene superiore
 - Formazione Di Trezzo (Alterazione Cd) (Re), Calabriano
 - Ceppo Dell'Adda (Cd), Calabriano
- 3) Unità del Bacino del Brembo
 - Ceppo Del Brembo (Cr), Pleistocene inferiore



Estratto dalla "Carta Geologica d'Italia" in scala originaria 1:50.000 (Progetto C.A.R.G.) - Foglio n. 097 "Vimercate".

Sintema Del Po (Unità Postglaciale) (Pg), Pleistocene superiore - Olocene

Si tratta di sabbie a supporto di matrice e ghiaie fini con sabbie grossolane a supporto di clasti ma con matrice abbondante costituita da sabbie grossolane riferibili a depositi fluviali o di conoide, e di argille e torbe di origine lacustre. L'alterazione è assente.

Alloformazione Di Cantù (LCa), Pleistocene superiore

E' costituito da ghiaie e sabbie stratificate, limi di esondazione e diamicton massivi a supporto di matrice o clastico. Il Sintema di Cantù comprende till di ablazione, di alloggiamento e depositi fluvioglaciali e fluviali. La superficie limite superiore è caratterizzata da profili di alterazione poco evoluti.

Allogruppo Di Besnate (BES), Pleistocene medio – Pleistocene superiore

Corrisponde al Würm e al Riss nelle porzioni marginali degli Autori precedenti e si identifica con il Livello fondamentale della Pianura. Il supersintema di Besnate indistinto forma, lungo la forra dell'Adda, il terrazzo di Suisio-Bottanuco, di ridotte dimensioni, con quote comprese tra 220 e 205 m s.l.m.

Unità Di Bulgarograsso (Ex Porto D'Adda Superiore Bps) (BBu), Pleistocene medio – Pleistocene superiore

E' costituita da depositi fluvioglaciali e alluvionali a ghiaie a prevalente supporto clastico con matrice sabbiosa o sabbioso limosa (coperture quaternarie).

Allogruppo Del Ponte Di Paderno (OPD), Pleistocene medio

Le ghiaie sono visibili sporadicamente sulle pareti dei terrazzi all'interno della forra dell'Adda e, a sud di Bottanuco, non sono mai stati osservati affioramenti.

Allogruppo Di Venegono (Ve), Pleistocene inferiore (terminale) - Pleistocene superiore

Unità di superficie costituita da depositi rimaneggiati lungo i versanti o in ambiente fluviale, appartenenti a più eventi sedimentari indistinguibili sul terreno. I depositi di versante sono costituiti da limi sabbioso-argillosi e limi argillosi con clasti alterati (ignei e metamorfici) sparsi di dimensioni decimetriche. I depositi fluviali sono invece costituiti da limi sabbiosi e sabbie limose con presenza di livelli centimetrici alternati costituiti da ghiaie fini poligeniche.

Formazione Di Trezzo (Alterazione Cd) (Re), Calabriano

E' caratterizzata per la presenza in superficie di depositi molto alterati, che rappresentano il prodotto di alterazione del sottostante Ceppo dell'Adda. Trattasi di depositi fluvioglaciali a prevalenza limo-argillosa nei livelli superiori, e da sabbioso-limosa a sabbiosa nei livelli inferiori; codesti strati, a comportamento misto "coesivo-incoerente", sono spesso accompagnati da bassa qualità dei parametri geotecnici, soprattutto in superficie

Ceppo Dell'Adda (Cd), Calabriano

Si tratta di un conglomerato poligenico, molto alterato, costituito dai sedimenti del PaleoAdda al tempo in cui aveva ripreso il suo corso dal ramo di Lecco del Lario.

Ceppo Del Brembo (Cr), Pleistocene inferiore

Conglomerato costituito da ghiaie a supporto clastico, con matrice arenacea; ciottoli, ben arrotondati, poligenici, di provenienza brembana (depositi fluviali). Intercalazioni basali di limi, argille e sabbie. Forte cementazione.

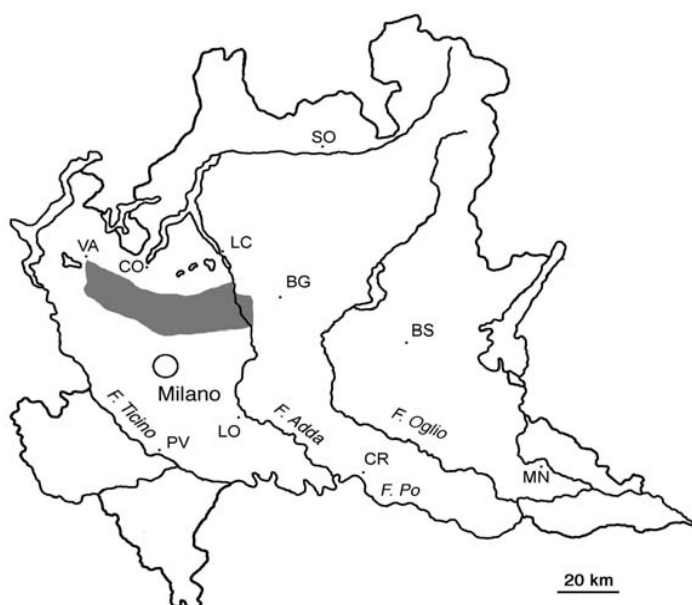
Dal punto di vista morfologico, in generale, si tratta di un territorio pianeggiante, che racchiude in sé i caratteri tipici dell'alta pianura bergamasca, con morfologie di origine prevalentemente fluviale (terrazzi alluvionali/fluvioglaciali, paleoalvei, barre e meandri). A Bottanuco le problematiche maggiori sono di tipo idraulico esondativo, individuate dalle fasce fluviali del PAI e dalle aree allagabili del PGRA lungo l'Adda. Vi sono altresì zone a rischio idrogeologico potenzialmente franose, caratterizzate da erosione accelerata e/o crolli e distacchi, e aree con condizioni di criticità geotecnica riconducibili a probabili cavità/strutture polliniche nel sottosuolo.

3.5. Il fenomeno degli “occhi pollini”

3.5.1. Introduzione

Con D.G.R. 15 dicembre 2022 n. XI/7564, pubblicata su B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 51 del 24 dicembre 2022, è stata approvata un'integrazione ai criteri e indirizzi per la definizione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio approvati con D.G.R. 2616/2011, che fornisce indicazioni e linee guida relative all'analisi delle forme di dissesto denominate sinkhole, sprofondamenti generati da cavità sotterranee di origine naturale o antropica oppure da condizioni geologico-stratigrafiche favorevoli al loro sviluppo o evoluzione.

L'Alta Pianura Lombarda è caratterizzata dalla presenza di sprofondamenti che si generano improvvisamente sia in aree rurali che in aree urbane. Questi sprofondamenti, chiamati localmente “occhi pollini”, rappresentano in realtà solo l'ultima fase di una più estesa erosione sotterranea che può creare seri danni a infrastrutture di diverso tipo. Questi fenomeni hanno un grande impatto nell'Alta Brianza, come indicato anche nelle cartografie del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Monza e della Brianza (v. Tav. 8 – “Aspetto idrogeologico”, dove vengono individuati gli areali suscettibili a tale fenomeno).



Carta schematica della Lombardia con evidenziata, in grigio, l'area di maggior diffusione degli occhi pollini.

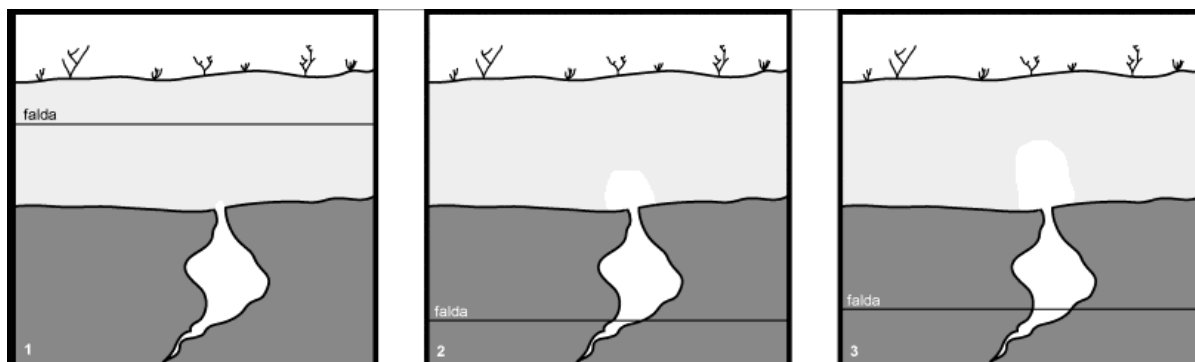
3.5.2. Genesi e tipologia degli occhi pollini

“Occhio pollino” è un termine informale che indica una serie di fenomeni, non sempre visibili in superficie, che interessano un problema geotecnico peculiare e possono provocare cedimenti nel terreno. Tra gli operatori del settore è inoltre invalso l'uso di identificare con il termine "occhi pollini" qualunque situazione in cui vi siano, nel sottosuolo, sedimenti molto soffici e con scadenti caratteristiche geotecniche. Tipicamente, rientrano in questa categoria terreni con risposta $N(30) < 3$ alle prove penetrometriche dinamiche, mentre negli occhi pollini veri e propri, che portano allo sviluppo di cavità vuote, si può assistere all'affondamento libero delle aste.

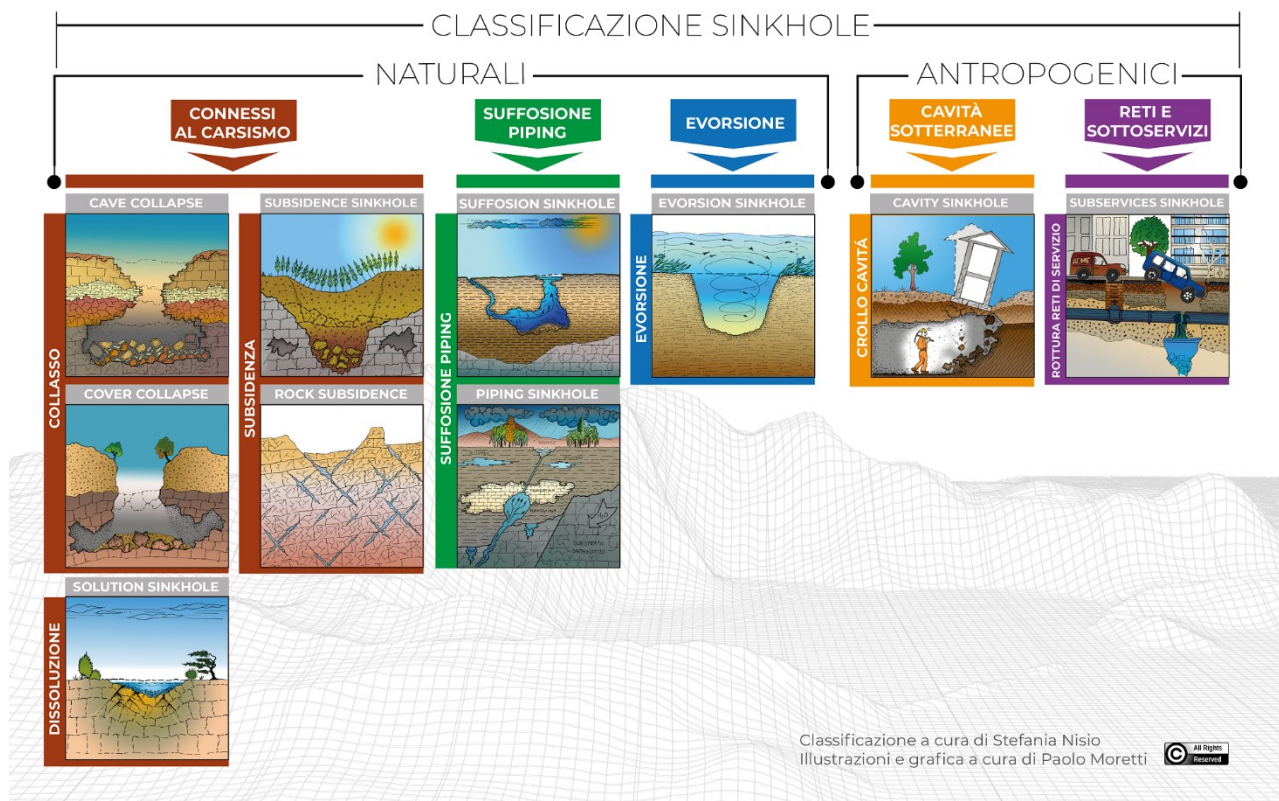
Il contesto geologico è caratterizzato dalla presenza di conglomerati a forte componente carbonatica alterato nella porzione più superficiale (“ceppo s.l.”), o da una successione di sedimenti fluvioglaciali anche molto alterati, nonché dalla presenza di un reticolo idrografico sepolto che testimonia numerose fasi di riempimento ed escavazione di valli.

Essi si presentano sotto forma di cavità di dimensioni e a profondità variabile (entro i 20 m dal piano campagna, sempre sopra la falda) nei sedimenti non cementati, dovute principalmente a dissoluzione carsica della

componente carbonatica del cemento e dei ciottoli, alterazione in situ del conglomerato e successiva asportazione per *piping* del materiale fine non calcareo. La frazione argillosa derivante dall'alterazione, invece, fornisce la coesione necessaria al mantenimento della cavità.



Meccanismo di innesco e sviluppo nel caso di cavità in terreni legate alla presenza di conglomerato. Nella situazione iniziale (1) si ha un conglomerato sottostante (grigio scuro) con cavità carsiche o fratture allargate che funge da livello permeabile, coperto da sedimenti alterati poco permeabili (grigio chiaro). Quando la falda si abbassa (2) si generano fenomeni di piping al contatto tra i due sedimenti con formazione di piccole cavità. Una volta formatasi, la cavità si evolve (3) per piping in occasione di ogni successiva venuta d'acqua e per crolli successivi.



Classificazione dei sinkhole (Fonte ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

L'ampio spettro di contesti in cui gli occhi pollini possono generarsi fa sì che sia difficile determinare, a priori, dove essi siano presenti; si possono individuare solo zone in cui è possibile che siano presenti occhi pollini ma non indicare il sito esatto. Nelle aree in cui risulta esserci un'alta probabilità al fenomeno degli occhi pollini deve essere prestata la massima attenzione nello smaltimento delle acque nel terreno. In queste zone deve essere evitato l'uso dei pozzi perdenti in quanto l'immissione di acqua a seguito di precipitazioni può innescare il fenomeno e/o contribuire in modo sostanziale alla sua accentuazione, aumentando quindi la probabilità di avere danni alle opere sovrastanti. E' da evitare di usare gli occhi pollini come pozzi perdenti naturali in cui convogliare le acque di scarico, infatti gli occhi pollini si ingrandiscono a ogni nuova venuta d'acqua e quindi questa tecnica porterebbe

ad una evoluzione molto rapida delle cavità con seri pericoli per le opere.

Nelle aree più soggette agli occhi pollini (zone con probabilità alta e molto alta, v. PTCP di Monza e della Brianza) deve essere controllata l'efficienza delle reti idriche presenti (acquedotto, fognature, adduzione laterali), poiché le perdite nelle strutture acquedottistiche e dei sistemi fognari risultano essere elementi innescanti (non sempre in modo univoco ma a volte concomitante).

3.5.3. Ricerca storica e bibliografica

La ricerca storica è stata finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio di Bottanuco. In materia di occhi pollini, si è fatto riferimento alla seguente bibliografia:

- Erosione sotterranea e sprofondamenti nell'alta pianura lombarda: gli "occhi pollini" – Andrea Strini, 2004;
- Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio" – APAT, 2004;
- Note alle carte geologiche Fogli 096 "Seregno" e 097 "Vimercate" – 2014;
- Problemi di stabilità per le infrastrutture nelle aree interessate da cavità (occhi pollini) nei sedimenti pleistocenici della pianura lombarda – Mem. Descr. Carta Geologica d'Italia, 2015;
- Allegato B alla D.G.R. 15 dicembre 2022, n. XI/7564: Sinkhole e cavità sotterranee – Linee guida per l'individuazione delle aree, la valutazione della pericolosità e le indagini sito specifiche.

A livello locale il problema degli occhi pollini è ad oggi conosciuto, ma analisi sistematiche vengono avviate solo a partire dall'anno 1997 (Andrea Strini). In parallelo, si lavorava all'aggiornamento della cartografia geologica poi confluito nei Fogli 097 "Vimercate" e 096 "Seregno" della nuova Carta geologica d'Italia (progetto CARG) alla scala 1:50.000.

Di seguito vengono riportati alcuni stralci sintetici di Autori diversi che hanno affrontato la tematica in oggetto, studiandone la complessità evolutiva.

A. Strini - 2004 - Erosione sotterranea e sprofondamenti nell'alta pianura lombarda: gli "occhi pollini"

L'Alta Pianura Lombarda è caratterizzata dalla presenza di sprofondamenti che si generano improvvisamente sia in aree rurali che in aree urbane. Questi sprofondamenti, chiamati localmente "occhi pollini", rappresentano in realtà solo l'ultima fase di una più estesa erosione sotterranea che può creare seri danni a infrastrutture di diverso tipo.

Queste cavità si formano prevalentemente in ghiaie alterate, sebbene siano presenti anche in materiali fini e ghiaie poco alterate. La maggior parte è stata riscontrata in ghiaie alterate sovrastanti al conglomerato.

La modifica del regime idrico sotterraneo, per esempio dovuto all'abbassamento della falda, può creare fenomeni di questo tipo; infatti quando la falda si abbassa, passando dalla copertura al sottostante conglomerato carsificato, nella copertura manca la spinta di galleggiamento (con l'effetto di un sovraccarico nei sedimenti) e si ha contemporaneamente una filtrazione di acqua dai sedimenti verso il basso con la possibilità di erodere le particelle più fini.

Una volta formata una cavità, seppur piccola, il fenomeno si autoalimenta con nuove venute d'acqua e la cavità si ingrandisce.

Anche l'immissione di acqua nel sottosuolo può portare a variazioni del regime idrico sotterraneo scatenando fenomeni di piping. Il risultato è una cavità che pian piano si ingrandisce a ogni nuova variazione di livello della falda o a ogni nuova venuta d'acqua in quanto l'acqua di filtrazione asporta materiale fine.

L'aspetto più eclatante degli occhi pollini è la formazione di piccole doline che si aprono occasionalmente nei campi spesso in concomitanza di forti precipitazioni. Le doline sono in genere di diametro metrico e profondità limitata a qualche decina di centimetri. In alcune zone le doline si aprono ripetutamente nelle stesse aree.

Crolli e cedimenti del terreno a seguito di eventi piovosi si sono avuti anche in cantieri e sprofondamento di macchine operatrici si sono segnalati in varie località. Gli occhi pollini però raramente provocano manifestazioni superficiali. In genere essi sono individuati da prove geognostiche (quali sondaggi e prove penetrometriche) o tramite scavi che di fatto secano le cavità. In questo caso in genere il problema viene risolto distruggendo la cavità, immettendo cemento all'interno della cavità nel tentativo di consolidare il terreno oppure realizzando le fondazioni su pali.

Gli occhi pollini possono generarsi anche successivamente alla costruzione dell'opera. In questo caso essi provocano cedimenti nelle fondazioni che possono portare alla totale inagibilità di edifici o altre infrastrutture

causando ingenti danni dal punto di vista economico.

In entrambe i casi la loro evoluzione può imputarsi a un processo di erosione sotterranea generato (o influenzato) dal cambiamento del regime idraulico del sottosuolo. Il cambiamento può essere causato o da immissione di acqua nel sottosuolo (ad esempio tramite pozzi perdenti), o dall'emungimento di acqua tramite pozzi, o alla semplice variazione del reticolo di filtrazione causato dalla costruzione dell'opera.

Per questo motivo devono essere considerate zone particolarmente a rischio quelle in prossimità dei pozzi per acqua e inoltre deve essere evitata ogni immissione concentrata di acqua nel sottosuolo. La tecnica dei pozzi perdenti, che consente di smaltire ingenti quantitativi di acqua, ad esempio l'acqua che si raccoglie su parcheggi a seguito di temporali, deve essere il più possibile evitata.

Nel caso sia indispensabile la installazione di un'opera di questo tipo deve essere tenuto presente che essa può portare alla formazione di cavità e quindi provocare cedimenti fino a distanza non calcolabili a priori.

Assolutamente da evitare è la tecnica, ancora oggi usata, di sfruttare gli occhi pollini come pozzi perdenti naturali, con l'evidente conseguenza di favorire l'erosione subsuperficiale.

Per lo stesso motivo, deve essere prevista una manutenzione adeguata e regolare della rete idrica, una cui perdita può favorire la formazione di occhi pollini.

Lorenzo C. ed altri - 2015 - Problemi di stabilità per le infrastrutture nelle aree interessate da cavità (occhi pollini) nei sedimenti pleistocenici della pianura lombarda

L'area oggetto del presente studio si trova al limite meridionale dell'alta pianura padana, ed è caratterizzata dal punto di vista litologico dalla presenza di depositi fluvioglaciali appartenenti all'Allogruppo di Besnate (Pleistocene medio - superiore) e all'Allogruppo di Binago (Pleistocene medio) costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie, localmente a supporto di matrice, con grado di alterazione da moderato a medio.

Il particolare quadro litostratigrafico caratterizzato frequentemente, nei primi 10 - 20 metri dal piano campagna, da lenti argillose e/o limose argillose più o meno estese ed inglobate entro depositi incoerenti permeabili, può dar luogo localmente a particolari sistemi idrogeologici, di limitata estensione, con acquiferi sospesi per cui la falda assume carattere locale e temporaneo.

Gli occhi pollini si presentano generalmente come cavità del sottosuolo che, sulla base delle attuali conoscenze, risulterebbero dalla dissoluzione della componente carbonatica dei depositi alluvionali, e dall'asportazione di particelle fini da parte delle acque circolanti nel sottosuolo (Caldara et alii, 1988; Tognini, 1999). Il fenomeno (piping, suffosione, erosione sotterranea) ampiamente descritto in Strini (2004), che può portare a frane lungo le ripe di corsi d'acqua o delle strade e a cedimenti di edifici, si innesca in presenza di particolari condizioni geologiche legate alla morfologia, granulometria, composizione litologica, storia geologica e climatica ed è particolarmente diffuso nell'Alta Pianura Lombarda, in particolare in Brianza. Gli occhi pollini si rinvencono tipicamente all'interno dei depositi fluvioglaciali con elevato grado di alterazione appartenenti all'Allogruppo di Binago (Riss Auct.) e all'Allogruppo del Bozzente (Mindel Auct.), ma localmente possono presentarsi anche all'interno di unità più recenti (Allogruppo di Besnate). Sono localizzati normalmente al di sopra della falda acquifera, a profondità variabili da pochi decimetri fino a 10-20 m.

Le cavità, che singolarmente possono avere dimensioni di diversi metri cubi, possono essere interpretate come un sistema di vuoti interconnessi lungo i quali l'acqua si sposta fino a un recapito che può consistere nella falda o in una risorgenza o in un corpo idrico superficiale.

Questo schema di circolazione è emerso in seguito all'analisi delle prospezioni geognostiche eseguite in sede progettuale, e non risultava in precedenza noto se non in termini generali. Il reperimento di questo complesso sistema di cavità si distingue infatti soprattutto per la profondità da esse raggiunta (fino a circa 30 m in alcuni casi) e per la sua grande estensione.

La presenza degli occhi Pollini nel sottosuolo viene generalmente rilevata grazie alla scarsa resistenza all'avanzamento delle sonde penetrometriche, dato che solitamente le cavità sono distinguibili per una resistenza nulla o quasi nulla.

Si nota frequentemente che anche al disopra delle cavità i terreni presentano cadute di resistenza, fino quasi alla superficie, producendo importanti fenomeni di detensionamento anche a diversi metri di distanza dai vuoti stessi. Le cavità sono generalmente rinvenute in aree caratterizzate dalla presenza a piccola profondità (<20 m da p.c.) di conglomerati molto alterati e in cui è presente a breve distanza un recapito per le acque di infiltrazione responsabili del fenomeno.

Le stratigrafie evidenziano che quasi sempre le cavità non sono vuote ma presentano un riempimento limoso-argilloso con bassissimo grado di addensamento, talora con sabbia e sporadica ghiaia.

I risultati delle prove SPT hanno evidenziato, nell'intorno delle cavità individuate dai sondaggi, la presenza di zone con estensione variabile caratterizzate da basso n° colpi/15 cm rispetto alle aree circostanti con litologia simile.

La rimozione di porzioni di terreno determinati dai processi di erosione sotterranea (suffosione) causa infatti un cambiamento nel campo di tensioni geostatiche nel terreno con la formazione di una zona “detensionata” di dimensione variabile.

La presenza di tali zone “detensionate” nelle aree circostanti la cavità può influenzare in modo significativo il comportamento del terreno sia dal punto di vista meccanico che idraulico.

F. Tomasi - Approfondimenti tematici per il P.T.C.P. Provincia di Monza e Brianza

Analisi del fenomeno degli occhi pollini

Con il termine “occhi pollini” (o “nespolini”) sono genericamente indicati alcuni fenomeni, di natura leggermente diversa, che interessano i depositi superficiali e che possono interferire con le attività antropiche.

Nell'accezione più classica, infatti, con questo termine sono indicate cavità che si generano sia in depositi cementati (ceppo s.l.) sia in depositi non cementati quali ghiaie alterate e/o depositi fini, per i quali la coesione permette il mantenimento di cavità al loro interno.

La presenza di cavità nel sottosuolo può interferire negativamente sulla stabilità degli edifici e/o delle infrastrutture, con le operazioni di cantiere e con lo smaltimento delle acque in quanto i vuoti, talora organizzati in veri e propri reticoli, possono costituire una via di trasmissione diretta degli inquinanti verso la falda, anche in contesti in cui il materiale prevalentemente argilloso della copertura farebbe presupporre l'esistenza di un livello protettivo.

Inoltre l'immissione di acqua in terreni in cui sono presenti cavità può accelerare il fenomeno erosivo, aumentando il volume della cavità che, col tempo, può interferire con le opere già esistenti.

Le caratteristiche generali degli occhi pollini, ovvero le loro dimensioni inizialmente modeste, la profondità a cui generalmente si trovano, da pochi fino a 20 metri, l'assenza di manifestazioni superficiali nella maggior parte dei casi, fanno sì che essi siano di difficile individuazione a priori e che spesso essi siano riconosciuti solo quando, casualmente, sono intercettati da scavi, sondaggi geognostici o prove penetrometriche.

Proprio queste ultime sono tra i mezzi più usati sino ad ora per determinare la loro presenza e spesso nell'area brianza sono indicati con occhi pollini tutti o quasi i livelli in cui le prove penetrometriche trovano nulla o bassissima resistenza all'avanzamento della punta.

Tuttavia, attualmente, la maggior parte delle informazioni e delle indagini di cantiere deriva da prove penetrometriche, che non sempre hanno una interpretazione univoca nell'individuare delle cavità vere e proprie.

Per questo motivo, in aree dove storicamente si sa che potrebbero essere presenti “occhi pollini”, è invalso l'uso di indicare con questo termine tutte le situazioni in cui si osservano livelli con resistenza estremamente ridotta o nulla durante l'esecuzione delle prove penetrometriche. Questo potrebbe indurre, specie per il personale che ha meno dimestichezza con il fenomeno, a errate attribuzioni; in particolari situazioni infatti, anche ghiaie poco addensate possono dare origine a prove penetrometriche con andamento del tutto simile a quello che si riscontra in presenza di occhi pollini.

La maggior parte dei fenomeni, ad eccezione di quelli nei conglomerati, sono presenti in sedimenti sciolti principalmente con un certo grado di alterazione (depositi più antichi dell'Alloformazione di Binago) in cui l'argilla secondaria garantisce la coesione necessaria al mantenimento della cavità.

Per tutti i fenomeni, anche se con leggere differenze, il motore che porta alla formazione e sviluppo di queste cavità è la circolazione idrica nel suolo, governata da differenze di permeabilità dei depositi.

Inoltre è da sottolineare che il fenomeno degli “occhi pollini” si sviluppa in un articolato contesto geologico che tiene conto sia delle litologie e caratteristiche dei depositi superficiali sia dell'assetto geologico di sottosuolo.

Per questi motivi la distribuzione del fenomeno non è uniforme e non è possibile prevedere a priori, con sicurezza, le aree in cui sono sicuramente presenti gli “occhi pollini”.

Una situazione tipica in cui possono formarsi “occhi pollini”, ma in misura minore rispetto a quanto sopra illustrato, è data dalla presenza di depositi alterati in livelli sovrapposti a depositi meno alterati, che quindi hanno permeabilità maggiore.

L'importante è che vi sia una via di fuga per il materiale che viene asportato, che non deve necessariamente essere costituita da fratture e/o grotte, ma può essere anche data dai vuoti normalmente presenti all'interno di un sedimento sciolto.

Gli “occhi pollini” quindi evolvono in due direzioni.

Da una parte l'acqua che filtra asporta il materiale fine e ingrandisce il vuoto esistente; dall'altro, oltre una certa dimensione, la cavità evolve per crollo, in quanto la coesione data dall'alterazione non è sufficiente a sostenere la volta oltre un certo limite. Questo ultimo processo crea un fenomeno di “risalita” dell'“occhio pollino” verso la superficie, che può concludersi con una fase parossistica e la formazione di una “voragine”.

Il crollo del diaframma superficiale può avvenire anche per sollecitazioni che possono essere date dal sovraccarico in caso di forti precipitazioni, effetto “leva” delle radici delle piante mosse dal vento o per sollecitazioni antropiche come sovraccarico per costruzioni e passaggio di mezzi e/o vibrazioni.

Il motore principale di innesco ed evoluzione è quindi una variazione del regime idraulico nel sottosuolo che può essere data sia da cause naturali sia da cause antropiche.

Queste variazioni possono essere date da oscillazione del livello di falda che occorrono per cause naturali sia a piccola scala temporale (es. variazioni stagionali) sia a grande scala, ad esempio modifica del livello di falda dovuto all'escavazione e/o riempimento di valli; questo processo è avvenuto più volte nel territorio brianteo, in concomitanza con le fasi di avanzata e ritiro dei ghiacciai.

Anche l'immissione di acqua in sottosuolo, ad esempio tramite pozzi perdenti, può innescare il fenomeno.

Esistono comunque numerose cause predisponenti che possono favorire la formazione di cavità nel sottosuolo; in generale si può dire che tutti i fattori che consentono l'ingresso di acqua in profondità, specie in grosse quantità e in modo non uniforme, possono favorire l'insorgenza del fenomeno.

Le cavità hanno forma e dimensioni varie anche perché, come accennato precedentemente, le cavità stesse evolvono nel tempo e tendono a ingrandirsi arrivando a misurare molti metri cubi in volume e alcuni metri di diametro. Occasionalmente sono state osservate vere e proprie condotte di diametro di alcuni centimetri, che si aprivano sul fondo delle cavità, costituendo quindi una via di fuga per le acque circolanti, oppure in prossimità della volta delle cavità, agendo pertanto da via di infiltrazione.

La profondità di rinvenimento è molto variabile; gli “occhi pollini” possono essere presenti da appena al di sotto della superficie topografica fino a circa una ventina di metri, in genere sempre sopra la falda. Poiché, le cavità migrano verso l'alto, esse possono raggiungere la superficie topografica creando delle depressioni (doline).

Va notato, inoltre, che in genere non vi sono elementi superficiali che indichino la presenza di una sottostante cavità, anche se questa è presente a profondità ridotta.

Livelli a bassa resistenza

Questa tipologia di fenomeni è sicuramente la meno chiara da un punto di vista scientifico; infatti molte delle prove penetrometriche eseguite sul territorio provinciale indicano spessori metrici di materiali con bassa o nulla resistenza alla penetrazione (0-1 colpo/30 cm di avanzamento).

Date le dimensioni rilevanti e l'esiguo spessore superficiale a resistenza più elevata, talora addirittura assente, i risultati delle prove non sembrano giustificare la presenza di cavità vere e proprie.

Questi risultati sono spiegabili o con la presenza di sedimenti molto sciolti a bassa densità o considerando il materiale a bassa resistenza come il prodotto della “risalita” di un precedente “occhio pollino”.

In questo ultimo caso infatti si avrebbe una colonna costituita dal materiale di crollo, e quindi non compattato, della cavità che col tempo è risalita verso la superficie.

Impatto sulle attività antropiche

La presenza di “occhi pollini”, in tutte le sue forme, è di indubbio impatto con le attività antropiche. Inoltre spesso è proprio l'intervento umano che fa sì che questo processo abbia una brusca evoluzione.

Trattandosi di cavità o di volumi di materiale con resistenza estremamente bassa, gli “occhi pollini” possono provocare cedimenti che possono occorrere in diversi tempi rispetto alla costruzione delle opere.

Il cedimento può verificarsi in modo parossistico, causando serio pericolo per i mezzi e per le persone, durante le operazioni di scavo o di costruzione dell'opera. Esso, infatti, può verificarsi quando il terreno è improvvisamente caricato da mezzi di scavo e camion. In questa fase le precipitazioni possono giocare un ruolo fondamentale nell'aprirsi di voragini poiché gli scavi effettuati in materiali argillosi fungono da “contenitori” per l'acqua piovana. E' accaduto che in tale situazione si sia avuto un improvviso e rapido svuotamento dello scavo perché l'acqua aveva trovato facile via di fuga attraverso una cavità, talora facendo sprofondare i mezzi di cantiere.

L'assestamento può accadere anche in un momento successivo, quando il terreno sovrastante la cavità viene caricato con l'infrastruttura (capannone, palazzina etc.).

A seconda del tipo di fondazione e della grandezza e diffusione del fenomeno si possono verificare diversi inconvenienti. Gli “occhi pollini” in genere causano cedimenti differenziali; particolarmente esposte a rischi sono le fondazioni su plinti, in quanto le dimensioni ridotte del plinto possono essere dello stesso ordine di grandezza degli “occhi pollini” e quindi si può avere la perdita totale di capacità portante del singolo plinto. I cedimenti possono verificarsi anche a opera conclusa da molti anni.

Un terreno che non era stato soggetto a cedimenti cospicui, improvvisamente può peggiorare le proprie caratteristiche geotecniche procurando seri danni all'infrastruttura. Questo può essere spiegato con l'ingrandirsi di cavità preesistenti o con lo “svuotarsi” di cavità riempite di limo che in precedenza erano state sottoposte a

carico senza mostrare cedimenti.

Un altro aspetto, motivo di rischio indotto dalla presenza di “occhi pollini”, è legato alla circolazione di fluidi nel sottosuolo in quanto gli “occhi pollini” sono, ovviamente, delle vie preferenziali per la circolazione di fluidi. Questo fatto implica che un fluido che intercetta una cavità possa migrare orizzontalmente o verticalmente a velocità molto maggiore di quanto possa fare con la normale filtrazione.

Si deve tenere inoltre presente che spesso in occasione di rotture di condotte idraulica si ha già una erosione a causa della pressione dell’acqua che può quindi essere aumentata dalla presenza di “occhi pollini”.

Poichè, come si è visto, gli “occhi pollini” possono impattare direttamente sulle attività antropiche, è opportuno compiere adeguate indagini preventive allo scopo di accertare se gli “occhi pollini” sono presenti nell’area in cui si vuole operare e predisporre alcune misure preventive onde evitare che gli “occhi pollini” possano innescarsi a causa delle opere stesse.

Le azioni da compiere sono diverse a seconda della fascia di “probabilità per la presenza di occhi pollini” nella quale si opera; queste azioni devono sottostare a due esigenze opposte: da un lato devono essere compiute tutte le indagini affinché possa essere determinata la presenza di “occhi pollini” o, nell’eventualità di una loro formazione o presenza non rilevata, debbano essere limitati i possibili danni o interferenze con l’attività umana; dall’altro devono essere suggerite delle misure valide e concretamente realizzabili, onde evitare aggravii di tempi e costi non proponibili durante la realizzazione delle infrastrutture.

E’ indubbio che nella realizzazione delle opere si dovrà tenere presente la possibilità della presenza degli “occhi pollini”.

Si è illustrato come la circolazione di acqua nel sottosuolo sia uno dei fattori fondamentali nella formazione degli “occhi pollini” e come, una volta innescato il fenomeno, le cavità tendano ad ingrandirsi sempre più a causa dell’acqua circolante.

Nelle aree più soggette ad “occhi pollini” (zona con probabilità alta e molto alta) come prassi generale di ordine precauzionale deve essere prestata la massima attenzione nello smaltimento delle acque nel terreno. Nelle zone identificate con probabilità alta e molto alta deve essere evitato l’uso dei pozzi perdenti in quanto l’immissione di acqua a seguito di precipitazioni può innescare il fenomeno e/o contribuire in modo sostanziale alla sua accentuazione, aumentando quindi la probabilità di avere danni alle opere.

E’ totalmente da evitare, inoltre, la pratica, per fortuna poco usata, di usare gli “occhi pollini” come pozzi perdenti naturali in cui convogliare le acque di scarico. Infatti gli “occhi pollini” si ingrandiscono a ogni nuova venuta d’acqua e quindi questa tecnica porterebbe ad una evoluzione molto rapida delle cavità con seri pericoli per le opere.

Si ricorda, inoltre, che oltre al rischio per le eventuali infrastrutture ed opere poste nelle vicinanze degli “occhi pollini”, queste cavità possono essere una via di trasmissione di inquinanti verso la falda. La presenza di cavità infatti accelera in modo consistente la velocità di transito dell’acqua nel suolo limitando l’efficacia dell’autodepurazione del suolo stesso. A questo proposito, quindi, deve considerarsi che la presenza anche rilevante di materiali argillosi, che fa presupporre la presenza di un buono strato impermeabile, in presenza di “occhi pollini” in realtà non garantisce la protezione dei livelli più profondi del terreno.

3.5.4. Gli occhi pollini a Bottanuco

Come detto, con D.G.R. 15 dicembre 2022 n. XI/7564, pubblicata sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 51 del 24 dicembre 2022, è stata approvata un’integrazione ai criteri e indirizzi per la definizione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio approvati con D.G.R. 2616/2011, che fornisce indicazioni e linee guida relative all’analisi delle forme di dissesto denominate sinkhole, sprofondamenti generati da cavità sotterranee di origine naturale o antropica oppure da condizioni geologico-stratigrafiche favorevoli al loro sviluppo o evoluzione.

L’individuazione degli occhi pollini tramite indagini geotecniche non è facile: le prove penetrometriche sono eseguite in genere con una maglia troppo ampia per individuare e descrivere con precisione il fenomeno; si tenga presente, infatti, che anche occhi pollini molto piccoli possono potenzialmente ingrandirsi una volta che è stata costruita l’opera e causare danni notevoli. Inoltre, la possibilità che le cavità siano parzialmente o totalmente riempite di materiale di crollo o sedimenti derivanti dalla circolazione idrica sotterranea può rendere difficile il riconoscimento delle cavità stesse solo dall’analisi delle prove penetrometriche.

I profili delle prove possono cambiare sensibilmente anche tra le prove eseguite a distanze tra loro contenute. L’estrema variabilità degli occhi pollini in termini di profondità, dimensioni e sviluppo areale può quindi portare

a sottostimare o sovrastimare il problema.

In Comune di Bottanuco:

- non si sono verificati eventi di dissesto legati a fenomeni di sprofondamento e, allo stato attuale delle conoscenze, non ci sono evidenze di movimenti del suolo e di lesioni sugli edifici esistenti;
- nel Database nazionale dei fenomeni di sprofondamento di ISPRA non sono censite evidenze superficiali di sprofondamento.

Tuttavia, gli esiti di alcune indagini in sito eseguite nel 2013 in via Silvio Pellico / via Kennedy quale supporto specialistico al progetto di realizzazione di un nuovo edificio residenziale sul lotto n. 2 dell'AT4, sono compatibili con la presenza di fenomeni di erosione in profondità associabili agli occhi pollini. Nello specifico, sono state rinvenute condizioni di criticità geotecnica riconducibili a probabili cavità/strutture polliniche nel sottosuolo in n. 3 prove penetrometriche e nei seguenti intervalli di profondità (v. *Tavola 7 – Carta di sintesi* e grafici penetrometrici alle pagine seguenti):

- prova penetrometrica n. 4, prof. 6.5-11.5 m
- prova penetrometrica n. 9, prof. 6.0-15.0 m
- prova penetrometrica n. 10, prof. 8.0-11.0 m

Il fenomeno è stato rinvenuto nei sedimenti fortemente alterati della Formazione di Trezzo, tipici della formazione degli occhi pollini anche e soprattutto nella Provincia di Monza e della Brianza. La Formazione di Trezzo copre i conglomerati del Ceppo dell'Adda, anch'essi molto alterati, ciò implica una marcata variabilità delle caratteristiche di permeabilità a livello locale. Infatti i conglomerati portano ad avere un materiale lapideo, con una permeabilità variabile, localmente estremamente elevata, a contatto con un materiale molto meno permeabile. Inoltre, essendo questi conglomerati spesso alterati a organi geologici, si ha un aumento della variabilità delle condizioni del sottosuolo, potendosi esserci variazioni consistenti non solo in senso verticale, ma anche orizzontale. I conglomerati, inoltre, possono presentare fenomeni di dissoluzione (cavità e fratture allargate) che costituiscono un via preferenziale di drenaggio e quindi un ulteriore motivo di sviluppo degli occhi pollini.

Nell'individuazione dei punti di cui sopra, sono stati definiti i seguenti tre criteri di riconoscimento:

- 1) valori SPT: $N_{spt} < 3 \approx N_{spt} 0-2$;
- 2) spessore: > 60 cm (non si esclude la possibilità che esistano vuoti più piccoli, ma non sono riconoscibili con sicurezza dalle prove penetrometriche);
- 3) profondità: > 2 m (i livelli più superficiali possono avere scadenti caratteristiche geotecniche indipendentemente dalla presenza di occhi pollini; non si esclude la possibilità che esistano vuoti vicino alla superficie, ma non sono riconoscibili con sicurezza dalle prove penetrometriche).

I dati e i parametri illustrati alle pagine seguenti e nella *Tavola 7 – Carta di Sintesi*, non possono essere direttamente utilizzati per la progettazione e costruzione di opere, sia perché a carattere generale sia perché le caratteristiche di "portanza" dei terreni dipendono dal comportamento del sistema manufatto-terreno di fondazione, variabile quindi da caso a caso e dalla tipologia e dimensionamento delle fondazioni medesime.

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...

SCPT Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/11/2013

Profondità prova

12,00 mt

Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	6,48	7,58	0,32	0,38
0,40	1	0,851	6,45	7,58	0,32	0,38
0,60	1	0,847	6,42	7,58	0,32	0,38
0,80	1	0,843	6,40	7,58	0,32	0,38
1,00	4	0,840	23,98	28,56	1,20	1,43
1,20	3	0,836	17,91	21,42	0,90	1,07
1,40	5	0,833	29,73	35,70	1,49	1,78
1,60	5	0,830	29,61	35,70	1,48	1,78
1,80	6	0,826	35,40	42,84	1,77	2,14
2,00	5	0,823	27,76	33,72	1,39	1,69
2,20	6	0,820	33,19	40,47	1,66	2,02
2,40	5	0,817	27,56	33,72	1,38	1,69
2,60	6	0,814	32,95	40,47	1,65	2,02
2,80	7	0,811	38,31	47,21	1,92	2,36
3,00	6	0,809	31,01	38,35	1,55	1,92
3,20	5	0,806	25,76	31,95	1,29	1,60
3,40	5	0,803	25,67	31,95	1,28	1,60
3,60	6	0,801	30,71	38,35	1,54	1,92
3,80	5	0,798	25,51	31,95	1,28	1,60
4,00	4	0,796	19,34	24,29	0,97	1,21
4,20	5	0,794	24,10	30,36	1,20	1,52
4,40	7	0,791	33,64	42,51	1,68	2,13
4,60	6	0,789	28,76	36,44	1,44	1,82
4,80	4	0,787	19,12	24,29	0,96	1,21
5,00	5	0,785	22,71	28,92	1,14	1,45
5,20	4	0,783	18,12	23,14	0,91	1,16
5,40	4	0,781	18,07	23,14	0,90	1,16
5,60	4	0,779	18,03	23,14	0,90	1,16
5,80	3	0,777	13,49	17,35	0,67	0,87
6,00	3	0,775	12,85	16,57	0,64	0,83
6,20	3	0,774	12,82	16,57	0,64	0,83
6,40	2	0,772	8,53	11,05	0,43	0,55
6,60	2	0,770	8,51	11,05	0,43	0,55
6,80	1	0,769	4,25	5,52	0,21	0,28
7,00	2	0,767	8,11	10,57	0,41	0,53
7,20	3	0,766	12,14	15,85	0,61	0,79
7,40	3	0,764	12,11	15,85	0,61	0,79
7,60	3	0,763	12,09	15,85	0,60	0,79
7,80	2	0,761	8,04	10,57	0,40	0,53
8,00	1	0,760	3,85	5,06	0,19	0,25
8,20	2	0,759	7,68	10,13	0,38	0,51
8,40	2	0,757	7,67	10,13	0,38	0,51
8,60	1	0,756	3,83	5,06	0,19	0,25
8,80	1	0,755	3,82	5,06	0,19	0,25
9,00	1	0,753	3,66	4,86	0,18	0,24
9,20	1	0,752	3,66	4,86	0,18	0,24
9,40	1	0,751	3,65	4,86	0,18	0,24
9,60	1	0,750	3,65	4,86	0,18	0,24
9,80	1	0,749	3,64	4,86	0,18	0,24
10,00	1	0,748	3,50	4,68	0,17	0,23
10,20	1	0,747	3,49	4,68	0,17	0,23
10,40	1	0,746	3,49	4,68	0,17	0,23
10,60	1	0,744	3,48	4,68	0,17	0,23
10,80	1	0,743	3,48	4,68	0,17	0,23
11,00	1	0,742	3,34	4,50	0,17	0,23
11,20	1	0,741	3,34	4,50	0,17	0,23
11,40	3	0,740	10,00	13,51	0,50	0,68
11,60	7	0,739	23,30	31,52	1,17	1,58
11,80	4	0,738	13,30	18,01	0,66	0,90
12,00	5	0,737	16,01	21,71	0,80	1,09

PROVA ... Nr.9

Strumento utilizzato...

SCPT Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

25/11/2013

Profondità prova

15,00 mt

Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	6,48	7,58	0,32	0,38
0,40	1	0,851	6,45	7,58	0,32	0,38
0,60	2	0,847	12,85	15,17	0,64	0,76
0,80	1	0,843	6,40	7,58	0,32	0,38
1,00	2	0,840	11,99	14,28	0,60	0,71
1,20	3	0,836	17,91	21,42	0,90	1,07
1,40	3	0,833	17,84	21,42	0,89	1,07
1,60	4	0,830	23,69	28,56	1,18	1,43
1,80	3	0,826	17,70	21,42	0,88	1,07
2,00	5	0,823	27,76	33,72	1,39	1,69
2,20	5	0,820	27,66	33,72	1,38	1,69
2,40	5	0,817	27,56	33,72	1,38	1,69
2,60	4	0,814	21,97	26,98	1,10	1,35
2,80	4	0,811	21,89	26,98	1,09	1,35
3,00	6	0,809	31,01	38,35	1,55	1,92
3,20	4	0,806	20,60	25,56	1,03	1,28
3,40	4	0,803	20,54	25,56	1,03	1,28
3,60	7	0,801	35,83	44,74	1,79	2,24
3,80	7	0,798	35,72	44,74	1,79	2,24
4,00	7	0,796	33,84	42,51	1,69	2,13
4,20	4	0,794	19,28	24,29	0,96	1,21
4,40	4	0,791	19,22	24,29	0,96	1,21
4,60	3	0,789	14,38	18,22	0,72	0,91
4,80	2	0,787	9,56	12,15	0,48	0,61
5,00	3	0,785	13,62	17,35	0,68	0,87
5,20	2	0,783	9,06	11,57	0,45	0,58
5,40	3	0,781	13,55	17,35	0,68	0,87
5,60	4	0,779	18,03	23,14	0,90	1,16
5,80	4	0,777	17,98	23,14	0,90	1,16
6,00	2	0,775	8,57	11,05	0,43	0,55
6,20	2	0,774	8,55	11,05	0,43	0,55
6,40	1	0,772	4,26	5,52	0,21	0,28
6,60	3	0,770	12,76	16,57	0,64	0,83
6,80	1	0,769	4,25	5,52	0,21	0,28
7,00	1	0,767	4,05	5,28	0,20	0,26
7,20	1	0,766	4,05	5,28	0,20	0,26
7,40	1	0,764	4,04	5,28	0,20	0,26
7,60	1	0,763	4,03	5,28	0,20	0,26
7,80	1	0,761	4,02	5,28	0,20	0,26
8,00	1	0,760	3,85	5,06	0,19	0,25
8,20	1	0,759	3,84	5,06	0,19	0,25
8,40	1	0,757	3,83	5,06	0,19	0,25
8,60	1	0,756	3,83	5,06	0,19	0,25
8,80	1	0,755	3,82	5,06	0,19	0,25
9,00	1	0,753	3,66	4,86	0,18	0,24
9,20	1	0,752	3,66	4,86	0,18	0,24
9,40	1	0,751	3,65	4,86	0,18	0,24
9,60	1	0,750	3,65	4,86	0,18	0,24
9,80	1	0,749	3,64	4,86	0,18	0,24
10,00	1	0,748	3,50	4,68	0,17	0,23
10,20	1	0,747	3,49	4,68	0,17	0,23
10,40	1	0,746	3,49	4,68	0,17	0,23
10,60	1	0,744	3,48	4,68	0,17	0,23
10,80	1	0,743	3,48	4,68	0,17	0,23
11,00	1	0,742	3,34	4,50	0,17	0,23
11,20	1	0,741	3,34	4,50	0,17	0,23
11,40	1	0,740	3,33	4,50	0,17	0,23
11,60	1	0,739	3,33	4,50	0,17	0,23
11,80	1	0,738	3,32	4,50	0,17	0,23
12,00	1	0,737	3,20	4,34	0,16	0,22
12,20	1	0,736	3,20	4,34	0,16	0,22
12,40	1	0,735	3,19	4,34	0,16	0,22
12,60	1	0,734	3,19	4,34	0,16	0,22
12,80	1	0,733	3,18	4,34	0,16	0,22
13,00	1	0,732	3,07	4,19	0,15	0,21
13,20	1	0,731	3,07	4,19	0,15	0,21
13,40	1	0,730	3,06	4,19	0,15	0,21
13,60	1	0,729	3,06	4,19	0,15	0,21
13,80	1	0,728	3,05	4,19	0,15	0,21
14,00	1	0,727	2,95	4,05	0,15	0,20
14,20	1	0,726	2,94	4,05	0,15	0,20
14,40	1	0,725	2,94	4,05	0,15	0,20
14,60	1	0,723	2,93	4,05	0,15	0,20
14,80	1	0,722	2,93	4,05	0,15	0,20
15,00	1	0,721	2,83	3,92	0,14	0,20

PROVA ... Nr.10

Strumento utilizzato...

SCPT Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

25/11/2013

Profondità prova

12,00 mt

Falda rilevata

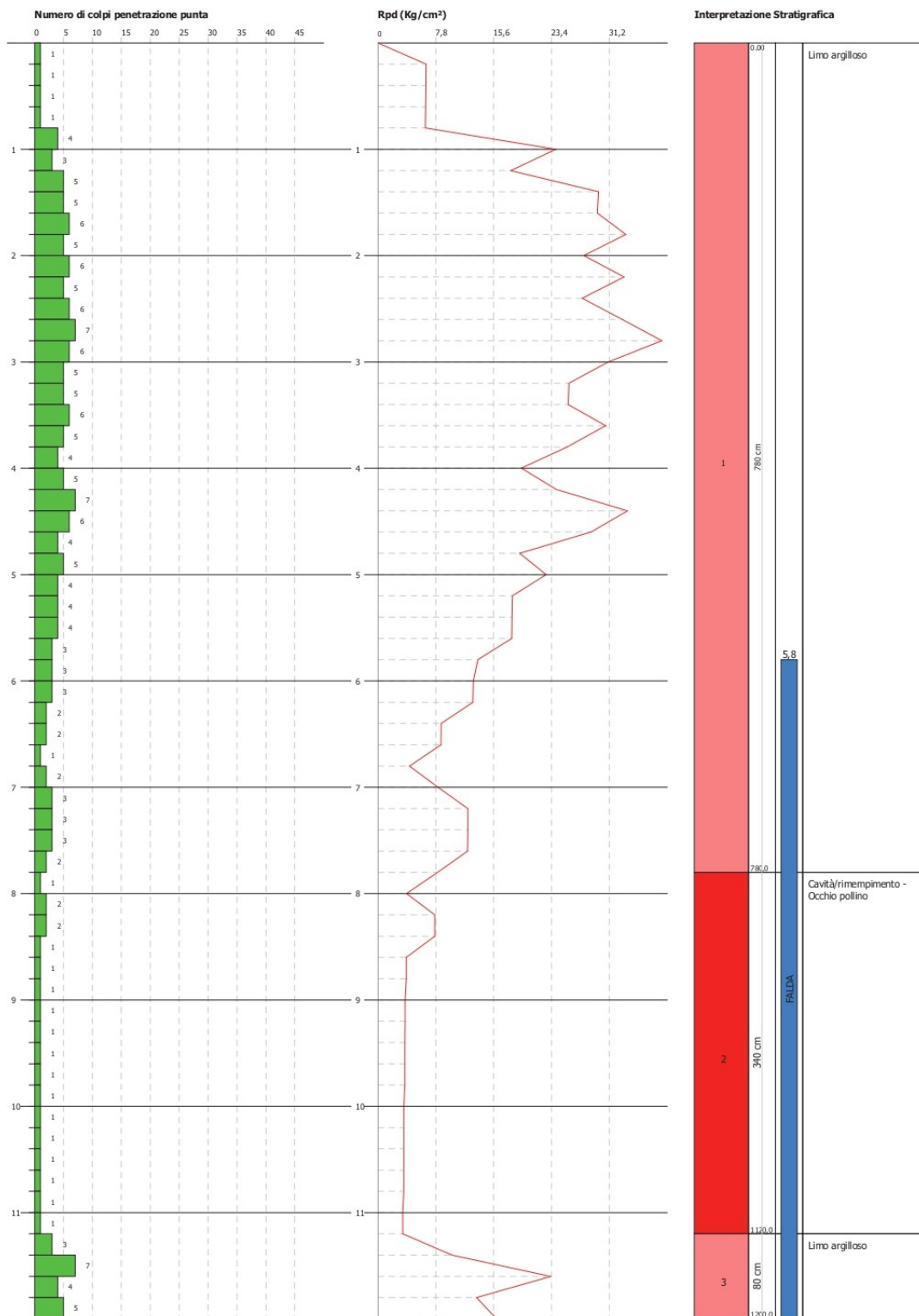
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	6,48	7,58	0,32	0,38
0,40	2	0,851	12,90	15,17	0,65	0,76
0,60	2	0,847	12,85	15,17	0,64	0,76
0,80	2	0,843	12,79	15,17	0,64	0,76
1,00	4	0,840	23,98	28,56	1,20	1,43
1,20	5	0,836	29,85	35,70	1,49	1,78
1,40	5	0,833	29,73	35,70	1,49	1,78
1,60	7	0,830	41,46	49,97	2,07	2,50
1,80	5	0,826	29,50	35,70	1,47	1,78
2,00	5	0,823	27,76	33,72	1,39	1,69
2,20	5	0,820	27,66	33,72	1,38	1,69
2,40	6	0,817	33,07	40,47	1,65	2,02
2,60	5	0,814	27,46	33,72	1,37	1,69
2,80	6	0,811	32,84	40,47	1,64	2,02
3,00	5	0,809	25,84	31,95	1,29	1,60
3,20	4	0,806	20,60	25,56	1,03	1,28
3,40	6	0,803	30,81	38,35	1,54	1,92
3,60	4	0,801	20,47	25,56	1,02	1,28
3,80	3	0,798	15,31	19,17	0,77	0,96
4,00	3	0,796	14,50	18,22	0,73	0,91
4,20	4	0,794	19,28	24,29	0,96	1,21
4,40	5	0,791	24,03	30,36	1,20	1,52
4,60	5	0,789	23,96	30,36	1,20	1,52
4,80	5	0,787	23,90	30,36	1,19	1,52
5,00	4	0,785	18,16	23,14	0,91	1,16
5,20	3	0,783	13,59	17,35	0,68	0,87
5,40	1	0,781	4,52	5,78	0,23	0,29
5,60	1	0,779	4,51	5,78	0,23	0,29
5,80	3	0,777	13,49	17,35	0,67	0,87
6,00	5	0,775	21,41	27,61	1,07	1,38
6,20	3	0,774	12,82	16,57	0,64	0,83
6,40	3	0,772	12,79	16,57	0,64	0,83
6,60	2	0,770	8,51	11,05	0,43	0,55
6,80	3	0,769	12,74	16,57	0,64	0,83
7,00	2	0,767	8,11	10,57	0,41	0,53
7,20	3	0,766	12,14	15,85	0,61	0,79
7,40	3	0,764	12,11	15,85	0,61	0,79
7,60	4	0,763	16,12	21,13	0,81	1,06
7,80	2	0,761	8,04	10,57	0,40	0,53
8,00	1	0,760	3,85	5,06	0,19	0,25
8,20	1	0,759	3,84	5,06	0,19	0,25
8,40	1	0,757	3,83	5,06	0,19	0,25
8,60	1	0,756	3,83	5,06	0,19	0,25
8,80	1	0,755	3,82	5,06	0,19	0,25
9,00	1	0,753	3,66	4,86	0,18	0,24
9,20	1	0,752	3,66	4,86	0,18	0,24
9,40	1	0,751	3,65	4,86	0,18	0,24
9,60	1	0,750	3,65	4,86	0,18	0,24
9,80	1	0,749	3,64	4,86	0,18	0,24
10,00	1	0,748	3,50	4,68	0,17	0,23
10,20	1	0,747	3,49	4,68	0,17	0,23
10,40	1	0,746	3,49	4,68	0,17	0,23
10,60	1	0,744	3,48	4,68	0,17	0,23
10,80	1	0,743	3,48	4,68	0,17	0,23
11,00	8	0,742	26,74	36,02	1,34	1,80
11,20	5	0,741	16,69	22,51	0,83	1,13
11,40	2	0,740	6,67	9,01	0,33	0,45
11,60	3	0,739	9,99	13,51	0,50	0,68
11,80	2	0,738	6,65	9,01	0,33	0,45
12,00	3	0,737	9,60	13,03	0,48	0,65

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPSH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :18/11/2013

Scala 1:51

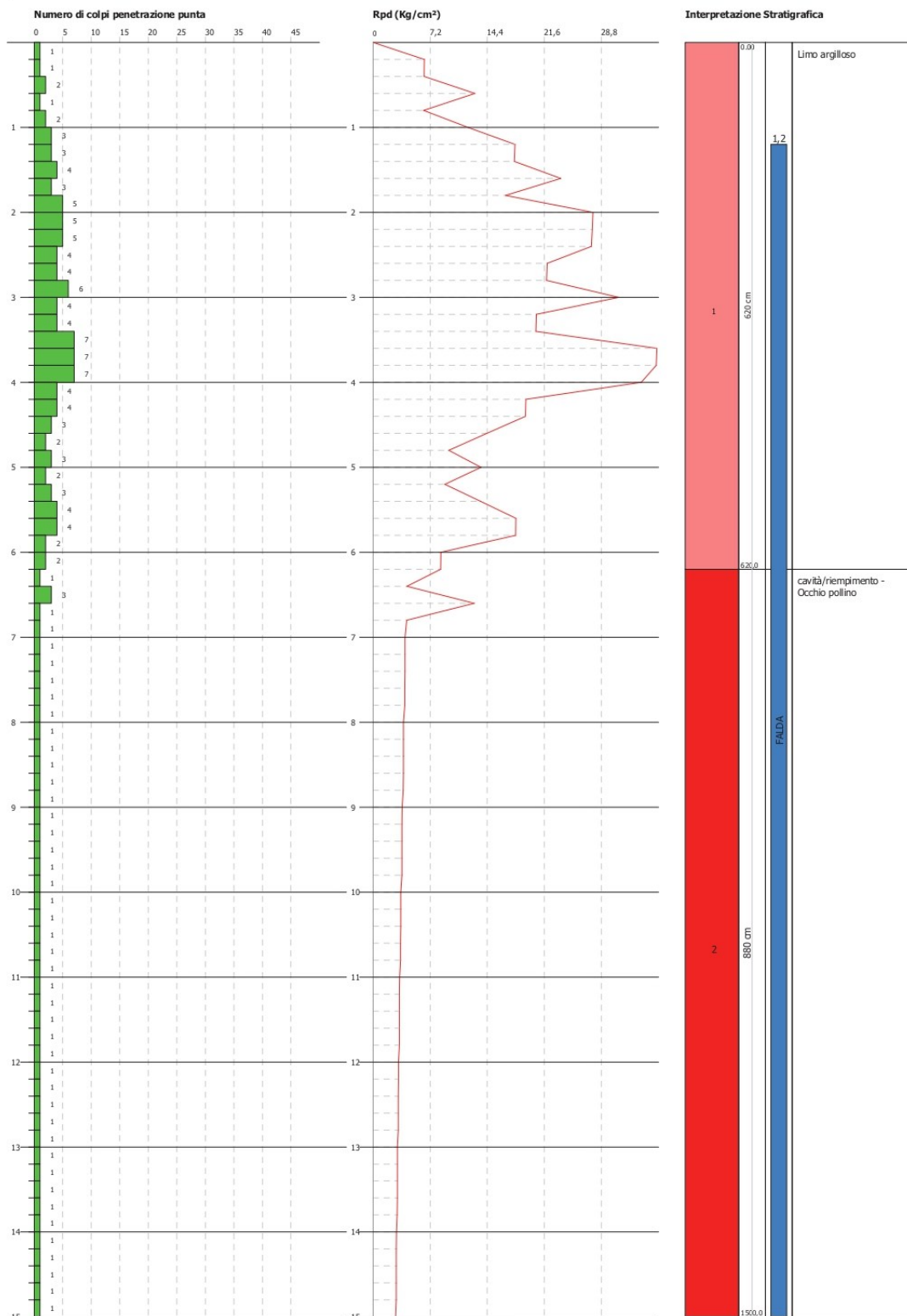


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPSH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :25/11/2013

Scala 1:63



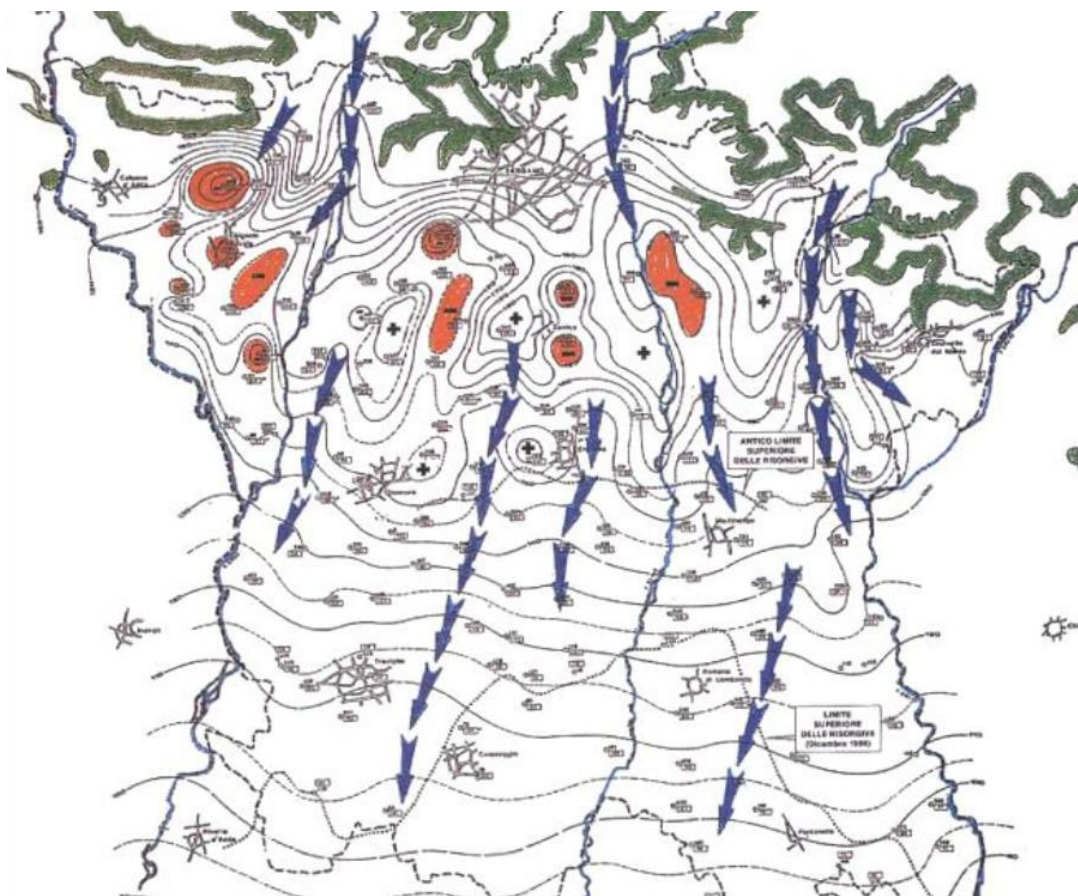
3.6. Struttura idrogeologica, pozzi, piezometria locale

Nel territorio comunale di Bottanuco non si prospettano particolari problemi di natura idrogeologica, poiché la fascia delle emergenze (fontanili) è posta più a sud.

Dal punto di vista idrogeologico nel sottosuolo e come si deduce dalle caratteristiche geologiche dell'area, non sono presenti livelli impermeabili persistenti che siano in grado di costruire delle vere e proprie barriere idrauliche. Ne deriva un acquifero non confinato, caratterizzato da lenti discontinue e sottili costituite da limi e argille che non garantiscono un'adeguata protezione delle acque di falda. Si riscontrano invece orizzonti grossolani permeabili, prevalentemente superficiali e strati conglomeratici, particolarmente potenti e continui dotati di una permeabilità estremamente variabile che dipende dal grado di alterazione dati da conglomerati compatti, porosi e fessurati.

In particolare la struttura della medio - alta pianura bergamasca, ove ricade l'area in studio, prevede un primo acquifero di spessore decametrico costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie nonché, subordinatamente, da conglomerati, arenarie e lenti argilloso-limose. Tale struttura è geologicamente costituita da depositi fluvioglaciali e alluvionali (es. Unità "Postglaciale") e da unità conglomeratiche a ghiaie cementate (es. formazioni del "Ceppo"). L'elevata permeabilità degli strati superficiali, come detto, determina una notevole capacità d'infiltrazione e un'elevata trasmissività dell'acquifero stesso.

Al di sotto del primo acquifero si sviluppa un orizzonte argilloso-limoso che rappresenta un importante elemento di separazione con gli acquiferi più profondi, costituiti dalla cosiddetta "Unità Villafranchiana". Il complesso impermeabile è caratterizzato da un'alternanza di orizzonti argillosi e di orizzonti sabbioso-ghiaiosi di spessore molto variabile, con predominanza degli uni rispetto agli altri a seconda della zona in esame. La variabilità di spessore di tali orizzonti, che nell'insieme costituiscono il secondo acquifero, condiziona la capacità di accumulo degli acquiferi profondi, che si trovano in condizioni sempre artesiane.



Carta piezometrica della pianura bergamasca.

In Comune di Bottanuco è presente una potente falda idrica avente andamento generale NE→SW verso il Fiume Adda. Si noti che il Fiume Adda sin dal territorio di Suisio scorre su di un alveo con quote inferiori intorno ai 150-155 m slm, ovvero oltre i 60 metri al di sotto rispetto al piano campagna locale. Sulla base della raccolta dei dati stratigrafici e piezometrici dei pozzi della zona le informazioni convergono per una falda idrica posta a cavallo dei 60-65 m di soggiacenza (circa 155-160 m slm). Si conferma pertanto il ruolo di alimentazione della falda nei confronti del Fiume Adda. Non si escludono infiltrazioni idriche, seppure di scarsa entità, all'interno della coltre loessica e d'alterazione di natura argilloso limosa superficiale.

I caratteri idraulici dei terreni rivestono particolare significato poiché determinano e condizionano i meccanismi della circolazione idrica sotterranea e di alimentazione delle falde idriche in senso verticale e orizzontale. Nel sottosuolo di Bottanuco non sono presenti livelli impermeabili persistenti in grado di costituire delle vere e proprie barriere idrauliche; ne deriva un acquifero non confinato, con lenti sottili e discontinue costituite da limi e argille che non garantiscono un'adeguata protezione delle acque di falda. Si riscontrano invece orizzonti grossolani permeabili, prevalentemente superficiali, e strati conglomeratici, particolarmente potenti e continui, con una permeabilità estremamente variabile, dipendente dal grado di alterazione.

Il territorio di Bottanuco è caratterizzato da vulnerabilità elevata, causa l'elevata permeabilità dei terreni, l'assenza di acquiferi confinati e la vicinanza con corsi d'acqua attivi. I potenziali centri di pericolo presenti sul territorio comunale che possono interessare l'acquifero superficiale sono l'area cimiteriale, i pozzi per l'irrigazione di aree a verde pubblico, i distributori di carburante, il troppopieno della fognatura comunale, le cascine con allevamenti e i parcheggi con sistemi di smaltimento delle acque meteoriche in pozzi perdenti.

Di seguito vengono riportate le stratigrafie dei pozzi della zona, utilizzando il database della Provincia di Bergamo. Nel territorio di Bottanuco sono altresì presenti due sorgenti pubbliche di approvvigionamento di acqua potabile. Il progetto di realizzazione del nuovo pozzo ID intervento Uniacque UNIA1AC170L01 è stato autorizzato dalla Provincia di Bergamo in data 15/05/2019 e la sua realizzazione è prevista nell'anno 2023/2024.

id pratica BG0113571994 Codice faldone 2787 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune BOTTANUCO Località Foglio 5 Mappale 1321B
 Tipo pratica In sanatoria Stato pratica Revocata
 Data domanda 17/1/1994 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
3,66	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
COFELES	VICOLO VIENNA 5	BOTTANUCO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità inizio primo filtro (m)	Profondità fine ultimo filtro (m)
1	89	19,3	1	63	75,3

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		1210	Argilla con ghiaia
2	1210	600	Conglomerato sano
3	1810	220	Conglomerato argilloso
4	2030	780	Conglomerato fessurato
5	2810	570	Conglomerato sano
6	3380	1720	Conglomerato fessurato
7	5100	100	Argilla
8	5200	900	Conglomerato sano
9	6100	1000	Conglomerato fessurato
10	7100	450	Conglomerato sano
11	7550	260	Conglomerato fessurato
12	7810	770	Conglomerato sano
13	8580	320	Conglomerato fessurato

Pozzo Cofeles vicolo Vienna 5.

id pratica BG0118691988 Codice faldone 1624 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune BOTTANUCO Località Foglio 5 Mappale 1693
 Tipo pratica In sanatoria Stato pratica Attiva
 Data domanda 27/9/1988 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
0	0	Antincendio
8	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
COTONIFICIO DI BOTTANUCO	VIALE INDUSTRIA 61/69	BOTTANUCO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità inizio primo filtro (m)	Profondità fine ultimo filtro (m)
1	99,3	47	2	30	90

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		100	Terreno di riporti
2	100	800	Argilla
3	900	550	Conglomerato
4	1450	50	Ghiaia e sabbia
5	1500	910	Conglomerato
6	2410	137	Ghiaia, sassi, trovanti, sabbia
7	2547	3953	Conglomerato
8	6500	100	Argilla gialla
9	6600	270	Conglomerato
10	6870	50	Argilla dura
11	6920	980	Conglomerato
12	7900	100	Argilla tenera
13	8000	200	Ghiaia e ciottoli
14	8200	30	Argilla gialla
15	8230	940	Conglomerato
16	9170	130	Argilla scura
17	9300	20	Torba
18	9320	260	Argilla gialla
19	9580	350	Conglomerato

Note prelievo L.S.=-59,50 m

Pozzo Cotonificio di Bottanuco viale Industria 61/69.

id pratica BG03244162013 Codice faldone 1406 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune BOTTANUCO Località Foglio 5 Mappale 1076
 Tipo pratica Rinnovo Stato pratica Attiva
 Data domanda 13/5/2013 Inizio concessione 10/8/2009 Fine concessione 10/8/2039

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
22	0	Antincendio

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
RIVIERASCA	VIA STRASBURGO 7	BOTTANUCO	BG

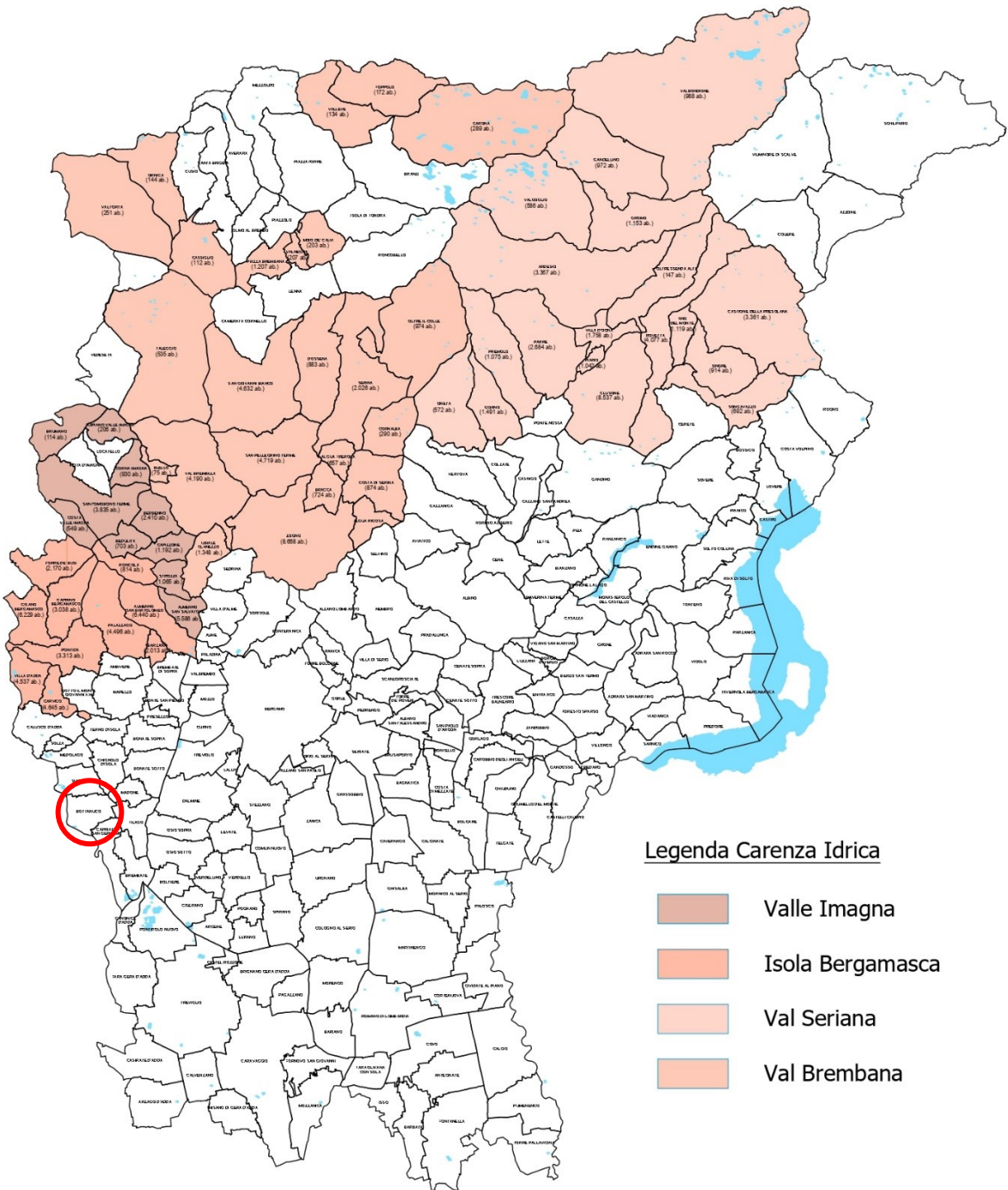
Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità inizio primo filtro (m)	Profondità fine ultimo filtro (m)
1	109	55	3	66,64	103

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		200	Terreno di coltura
2	200	3000	Ghiaia
3	3200	3100	Conglomerato compatto
4	6300	200	Conglomerato fessurato
5	6500	600	Conglomerato compatto
6	7100	100	Argilla gialla dura
7	7200	500	Conglomerato fessurato comp.
8	7700	100	Argilla dura gialla
9	7800	700	Conglomerato fessurato
10	8500	400	Ghiaia con poca sabbia
11	8900	800	Conglomerato compatto
12	9700	500	Argilla gialla dura
13	10200	200	Ghiaia
14	10400	500	Argilla gialla dura

Pozzo Rivierasca viale Strasburgo 7.



Bottanuco non rientra nei comuni con carenza idrica (fonte UniAcque).

3.7. Il reticolo idrografico

L'art. 3, comma 114 della L.R. 1/2000 ha trasferito in capo ai Comuni le funzioni relative all'adozione dei provvedimenti di Polizia Idraulica concernenti il Reticolo Idrico Minore.

Il Comune di Bottanuco si è dotato dello Studio di individuazione del Reticolo Idrico Minore, redatto dallo Studio Eurogeo (Dott. Geol. Massimo Elitropi e Dott. Geol. Renato Caldarelli) ai sensi della D.G.R. 25/01/2002 n. 7/7868 e s.m.i. intercorse con la D.G.R. 13950/2003, vigente al momento dell'approvazione dello Studio, avvenuta nell'aprile 2004. Al momento della stesura del presente testo il suddetto Studio risulta approvato dal Consiglio Comunale con propria Deliberazione di "approvazione definitiva" n. 33 del 29/09/2005 e pertanto i contenuti vengono interamente recepiti nello Studio Geologico comunale e indi nel Piano di Governo del Territorio poiché tale Studio di Individuazione ha già ottenuto il parere positivo rilasciato dalla sede territoriale (STER) di Bergamo della Regione Lombardia con proprio provvedimento prot. Y146.2005.0009228 del 03/05/2005.

La più recente D.G.R. 11/5714 del 15 dicembre 2021 aggiorna, tra gli altri, i seguenti allegati:

- "A – Reticolo Idrico Principale", ovvero l'elenco dei corsi d'acqua principali di competenza regionale;
- "B – Reticolo di competenza dell'Agenzia Interregionale del Fiume Po";
- "C – Reticolo idrico di competenza dei Consorzi di Bonifica";
- "D – Criteri per l'esercizio dell'attività di Polizia idraulica di competenza comunale";
- "E – Linee guida di Polizia idraulica";
- "F – Canoni regionali di concessione di polizia idraulica";
- "G – Modelli", che contiene i modelli dei moduli da utilizzare per le richieste di concessione;
- "H – Determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica in sede di stipula delle convenzioni con i soggetti gestori o proprietari di reti tecnologiche e infrastrutturali che interferiscono con il reticolo idrico principale" in attuazione del principio di semplificazione e aggiornamento normativo.

Altre normative di riferimento per la definizione del demanio idrico sono le seguenti:

- Art. 822 del Codice civile: "Appartengono allo Stato e fanno parte del demanio pubblico il lido del mare, la spiaggia, le rade e i porti; i fiumi, i torrenti, i laghi e le altre acque definite pubbliche dalle leggi in materia".
- Art. 144 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", che al comma 1 dispone che "Tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorché non estratte dal sottosuolo, appartengono al demanio dello Stato".

3.7.1. Reticolo Idrico Principale - RIP

L'Allegato A alla D.G.R. n. 11/5714 del 15 dicembre 2021 elenca i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale (RIP) suddivisi per Provincia. In Comune di Bottanuco i corsi d'acqua appartenenti al RIP sono il Fiume Adda e il Torrente Zender.

Il **Torrente Zender** scorre al confine nord-orientale di Bottanuco con Madone. Tale corso d'acqua si presenta nel Comune di Bottanuco in pessimo stato manutentivo, risultando per lunghi tratti intubato e di difficile accesso.

Il **Fiume Adda** scorre a ovest e sud-ovest di Bottanuco costituendone per un lungo tratto il confine comunale. L'azione erosiva delle acque del fiume ha comportato nel tempo lo sviluppo di una incisione piuttosto profonda (oltre 50 m) entro cui scorre l'Adda.

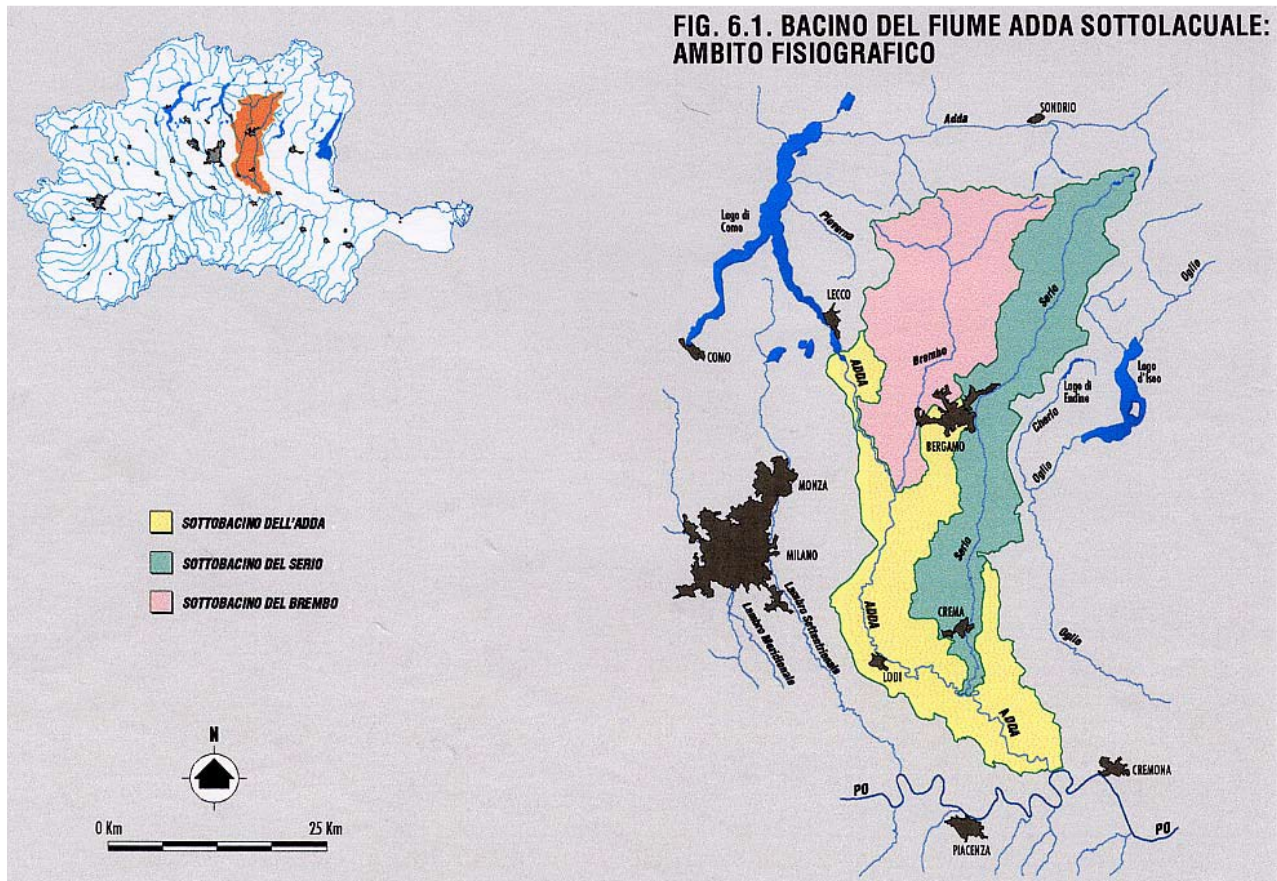
L'Allegato B alla D.G.R. 11/5714 del 15 dicembre 2021 identifica quali dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale (RIP) sono di competenza dell'Agenzia interregionale del Fiume Po. Su di essi l'agenzia stessa rilascia i pareri di compatibilità idraulica, effettua la vigilanza e l'accertamento delle violazioni e collabora con Regione Lombardia e i Comuni per esercitare le funzioni di polizia idraulica. Nel tratto da valle del nuovo ponte della linea ferroviaria MI-LC-SO, in località Lavello del Comune di Olginate (LC), alla confluenza nel Po, il Fiume Adda è di competenza dell'Agenzia Interregionale del Fiume Po.

Il bacino imbrifero dell'Adda si compone dei seguenti sottobacini:

- Adda sopralacuale (Valtellina e Valchiavenna),
- Lago di Como,

- Adda sottolacuale,
- Brembo,
- Serio.

L'Adda sottolacuale, oltre a ricevere il Brembo e il Serio, è alimentato da un bacino di pianura di incerta definizione, in relazione alla fitta rete di canali e corsi d'acqua minori fittamente sviluppati che determinano interscambi con i bacini limitrofi; i principali affluenti in destra sono i torrenti Brembo di Mezzoldo, Enna, Brembilla, Imagna, Lesina e Dordo; in sinistra i torrenti Valsecca, Parina, Serina e Quisa.



Nell'area compresa tra Lecco e Rivolta d'Adda il fiume scorre nell'ambito del Parco regionale dell'Adda Nord. Il territorio è composito; nel primo tratto vede lo scorrere del fiume attraverso valli molto incise, in cui affiora la formazione del "ceppo". Immediatamente a valle di Lecco si formano i laghi di Garlate e di Olginate, quindi il fiume scorre al margine della Brianza. L'Adda sottolacuale dall'abitato di Brivio alla confluenza del Fiume Brembo scorre profondamente incassato tra alti terrazzi, quindi il grado di artificializzazione è pressoché nullo, e presenta andamento sinuoso e struttura d'alveo monocursale. L'erosione spondale risulta quasi totalmente assente e comunque con incidenza minima sull'assetto morfologico, anche garantito da un elevato e diffuso grado di sistemazione idraulica. Il fiume, fino a Lodi, non risulta interessato da evidenti abbassamenti del fondo alveo, anche in relazione alla diffusa presenza di opere trasversali che hanno effetto stabilizzante. Dal lago alla confluenza del Fiume Brembo non presenta particolari dissesti.

3.7.2. Reticolo Idrico di Bonifica - RIB

L'Allegato C alla D.G.R. n. 11/5714 del 15 dicembre 2021 elenca i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico di competenza dei consorzi di bonifica (RIB), con l'indicazione dei comuni attraversati e la funzione di ciascun canale. In Comune di Bottanuco il Reticolo Idrico di competenza del Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca è costituito dal **Canale di Gronda di Bottanuco**.

ALLEGATO A – INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE

Num. Progr.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
BG001	Fiume Brembo	ALME', ALMENNO SAN BARTOLOMEO, ALMENNO SAN SALVATORE, BONATE SOPRA, BONATE SOTTO, BREMBATE, BREMBATE DI SOPRA, CAMERATA CORNELLO, CANONICA D'ADDA, CAPRIATE SAN GERVASIO, CURNO, DALMINE, FILAGO, LENNA, OSIO SOPRA, OSIO SOTTO, PALADINA	Adda	dallo sbocco alla confluenza del Brembo di Mezzoldo al Brembo di Branzi	8
BG002	Torrente Dordo	PONTE SAN PIETRO, SAN GIOVANNI BIANCO, SAN PELLEGRINO TERME, SEDRINA, TREVIOLO, UBIALE CLANEZZO, VALBREMBO, VILLA D'ALME, ZOGNIO	Brembo	dallo sbocco a Km. 1,000 a monte del ponte di Cerchiera oltre fabitato di Ambivere; compreso due tratti inerenti i canali scolmi	9
BG003	Torrente Zender	AMBIVERE, BONATE SOPRA, BONATE SOTTO, CHIGNOLO D'ISOLA, FILAGO, MADONE, MAPELLO, PALAZZAGO, PONTIDA	Dordo	tutto il corso	10
BG004	Torrente Buliga	BOTTANUO, CHIGNOLO D'ISOLA, FILAGO, MADONE, MAPELLO, SOTTO IL MONTE GIOVANNI XXIII, TERNO D'ISOLA	Dordo	dallo sbocco fino al ponte di Via Pratlungo del Comune di Sotto il Monte Giovanni XXIII	11
BG005	Torrente Grandone	CALUSCO D'ADDA, CARVICO, CHIGNOLO D'ISOLA, MEDOLAGO, SOLZA, VILLA D'ADDA	Buliga	dallo sbocco alla loc. Alzata	12
BG006	Torrente Re	CALUSCO D'ADDA	Grandone	tutto il corso	369
BG007	Torrente Sonna	CAPRINO BERGAMASCO, CISANO BERGAMASCO, PONTIDA, TORRE DE' BUSI	Adda	dalla foce in Adda fino al ponte in frazione S. Michele di Torre de Busi	7
BG008	Torrente Sommaschio o Torrente Valle Sambuca	CAPRINO BERGAMASCO, CISANO BERGAMASCO	Sonna	dallo sbocco fino al ponte in località Perluario	362
BG009	Torrente Il Vallone	CISANO BERGAMASCO, PONTIDA	Sonna	tutto il corso	363
BG010	Torrente Lesina	ALMENNO SAN BARTOLOMEO, BARZANA, BONATE SOPRA, BONATE SOTTO, BREMBATE DI SOPRA, PONTE SAN PIETRO, PRESEZZO	Brembo	dallo sbocco al ponte della strada Barzana Almenno	15
BG011	Torrente Borgogna	BARZANA, BREMBATE DI SOPRA, PALAZZAGO	Lesina	dallo sbocco alla Cava Italcementi in loc. Malanotte	16
BG012	Torrente Tomago	ALMENNO SAN BARTOLOMEO, ALMENNO SAN SALVATORE	Brembo	dallo sbocco al ponte per la loc. Cabardelli	17
BG013	Torrente Imagna	ALMENNO SAN SALVATORE, BEDULITA, BERBENNO, BRUMANO, CAPIZZONE, CORNA IMAGNA, LOCATELLO, ROTA D'IMAGNA, SANT'OMOBONO IMAGNA, STROZZA, UBIALE CLANEZZO	Brembo	dallo sbocco alla biforcazione a N.E. di Brumano	18
BG014	Torrente Pissarola o Torrente Strozza	RONCOLA, STROZZA	Imagna	tutto il corso	19
BG015	Torrente Valle Falci o Torrente Valle Falcini	BEDULITA, CAPIZZONE	Imagna	dallo sbocco fino al ponte a quota m. 570	381

2

Reticolo Idrico Principale – Provincia di Bergamo

Num. Progr.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
BG170	Torrente Dezzo	AZZONE, COLERE, SCHILPARIO, VILMINORE DI SCALVE	Oglio	dal confine provinciale fino a monte della confluenza della Valle dei Teiass - passa in provincia di Brescia	328
BG171	Torrente Rino	COLERE	Dezzo	dallo sbocco al Lago di Polzone	329
BG172	Torrente Gleno o Torrente Val di Povo	VILMINORE DI SCALVE	Dezzo	dallo sbocco al rudere della diga del Gleno	330
BG173	Torrente Nembro o Torrente Valbona	VILMINORE DI SCALVE	Gleno	dallo sbocco alla confluenza a quota 1275 m	331
BG174	Torrente Tino	VILMINORE DI SCALVE	Dezzo	dallo sbocco ai laghi di Cornalta e Varro	335
BG175	Torrente Valle della Manna	SCHILPARIO, VILMINORE DI SCALVE	Dezzo	dallo sbocco alla confluenza a quota 1300 m	336 e 831
BG176	Torrente Vo	SCHILPARIO	Dezzo	dallo sbocco alla biforcazione a quota 1700 m	337 e 832
BG177	Rio Venerocolino o Rio Venerocolino	SCHILPARIO	Vo	dallo sbocco ai laghi di Venerocolo	338
BG178	Torrente Valle di Santa Elisabetta	SCHILPARIO	Dezzo	dallo sbocco alla confluenza a quota 1350 m	838
BG179	Torrente Valle di Campo Lungo	SCHILPARIO	Dezzo	dallo sbocco alla confluenza a quota 1550 m	840
BG180	Torrente Gaffione o Torrente Val Bona o Torrente Valle Asinina	SCHILPARIO	Dezzo	dallo sbocco ai laghi di Valbona e Asinina	340
BG181	Torrente Valle Paludina o Torrente Foppa di Varicla	SCHILPARIO	Dezzo	tutto il corso	Non iscritto
BG182	Torrente Azzone o Torrente Valle Nena	AZZONE	Dezzo	dallo sbocco alla sua biforcazione sotto il piano di Ballerino (quota 1275 m)	341 e 846
BG183	Torrente Giogna	AZZONE	Dezzo	dallo sbocco alla confluenza a quota 1100 m	342 e 847
BG184	Torrente Vallone di Sellero	SCHILPARIO	Oglio	tutto il tratto che è confine	343
BG185	Rio Morla o Rio Morletta	ARCENE, BERGAMO, CASTEL ROZZONE, DALMINE, LALLIO, LEVATE, LURANO, POGNANO, STEZZANO, VERDELLINO, VERDELLI	Si spaglia	tutto il corso fino all'altezza della cascina Valota	151
BG187	Roggia Rino	CARAVAGGIO, FORNOVO SAN GIOVANNI, MOZZANICA	Serio	tutto il tratto scorrente in provincia fino all'altezza della Cascina Rossero e passa in provincia di Cremona con il nome di Muzza	172
BG190	Fiume Adda	BOTTANUO, CALUSCO D'ADDA, CANONICA D'ADDA, CAPRIATE SAN GERVASIO, CISANO BERGAMASCO, FARA GERA D'ADDA, MEDOLAGO, PONTIDA, SUISSO, VILLA D'ADDA	Po	tutto il tratto che è confine di provincia	1
BG191	Fiume Oglio	CARVICO, CASTELLI CALEPIO, CIVIDATE AL PIANO, COSTA VOLPINO, CREDARO, PALOSCO, PUMENENGO, ROGNIO, SARNICO, TORRE PALLAVICINA, VILLONGO	Po	tutto il tratto che è confine di provincia	268
BG192	Torrente Cherio	BERZO SAN FERMO, BOLGARE, BORGO DI TERZO, CALCINATE, CAROBBIO DEGLI ANGELI, CASAZZA, ENTRATICO, GORLAGO, GRONE, LUZZANA, MONASTEROLO DEL CASTELLO, PALOSCO, SPINONE DEL LAGO, TRESCORE BALNEARIO, VIGANO SAN MARTINO, ZANDOBBIO	Oglio	dallo sbocco fino al Lago di Endine	270
BG193	Torrente Gardellone o Torrente Gardellino	RANICA, TORRE BOLDONE	Serio	tutto il corso	156

9

Reticolo Idrico Principale – Provincia di Bergamo

CONSORZIO DI BONIFICA MEDIA PIANURA BERGAMASCA

Nome Corso D'acqua	Tratto di competenza	Comuni Attraversati	Funzione	Elenco Acque PP.
142-03	Tutto il corso	Mozzanica	Promiscua	NO
142-07	Tutto il corso	Mozzanica	Promiscua	NO
142-10	Tutto il corso	Mozzanica	Promiscua	NO
142-14	Tutto il corso	Mozzanica	Promiscua	NO
142-15	Tutto il corso	Mozzanica	Promiscua	NO
142-16	Tutto il corso	Mozzanica	Promiscua	NO
Buco Casella	Tutto il corso	Bagnatica	Promiscua	NO
Buco Costa	Tutto il corso	Bolgare, Costa Di Mezzate	Irrigua	NO
Buco Tezza	Tutto il corso	Calcinате	Irrigua	NO
Canale emissario al fiume Brembo	Tutto il corso	Lallio, Treviolo	Idraulica	NO
Canale a Servizio del Pozzo 19	Tutto il corso	Fornovo San Giovanni	Irrigua	NO
Canale a Servizio del Pozzo 3 di Caravaggio	Tutto il corso	Caravaggio	Irrigua	NO
Canale a Servizio del Pozzo 4 di Caravaggio	Tutto il corso	Caravaggio	Promiscua	NO
Canale a Servizio del Pozzo Torgnoli	Tutto il corso	Fornovo San Giovanni	Irrigua	NO
Canale Adda Serio	Tutto il corso	Calusco D'Adda, Solza, Medolago, Suisio, Chignolo, Madone, Filago, Osio Sopra, Levate, Comun Nuovo, Zanica, Urgnano, Cavernago, Calcinате, Ghisalba, Mornico Al Serio	Irrigua	NO
Canale di Gronda Sud	Tutto il corso	Castel Rozzone, Lurano, Brignano Gera D'Adda, Spirano, Cologno Al Serio, Morengo	Idraulica	NO
Canale di Gronda di Bottanuco	Tutto il corso	Bottanuco	Idraulica	NO
Canale scarico SIAD	Tutto il corso	Levate, Osio Sopra	Promiscua	NO
Canale Serio Cherio	Tutto il corso	Calcinате	Irrigua	NO
Cavo Baviona	Tutto il corso	Brignano Gera d'Adda	Promiscua	NO
Cavetto S. Anna	Tutto il corso	Canonica D'Adda	Irrigua	NO
Cavo Conzacolo o Consacolo	Tutto il corso	Cologno Al Serio, Brignano Gera D'Adda	Promiscua	SI
Cavo dell'orso	Tutto il corso	Caravaggio, Fornovo San Giovanni	Promiscua	SI
Cavo Nuovo	Tutto il corso	Misano Gera D'Adda	Promiscua	NO

3.7.3. Reticolo Idrico Minore - RIM

L'Ambito della Roggia Vallone, dislocato al margine orientale del territorio comunale di Bottanuco, comprende alcuni corsi d'acqua minori affluenti della Roggia stessa.

Dalla frazione Cerro, in coincidenza dello sbocco di due grosse tubature di recapito del troppo pieno della rete fognaria locale, prende origine un corso d'acqua che, seguendo un percorso di ca. 885 m, sfocia in sponda sinistra dell'Adda. Il corso d'acqua, a partire dal punto di origine, scorre all'interno di un'incisione generata dall'azione erosiva delle acque torrentizie sui terreni costituiti da conglomerati più o meno cementati. A valle del ponte della strada di servizio alle cave di inerti, il corso d'acqua supera un salto morfologico di circa 25 m di dislivello per poi incanalarsi verso l'area del depuratore dove, per un tratto lungo circa 60 m, scorre intubato nell'area recintata di pertinenza del depuratore stesso. A valle il corso d'acqua riaffiora dalla tubazione e prosegue producendo un'ampia curva verso sinistra con conseguente forte erosione in sponda destra. Da qui, lungo un percorso più o meno curvilineo e soggetto a divagazione nel tempo si incanala verso la confluenza nel Fiume Adda.

Reticolo Idrico Minore - Bottanuco

Sigla	Denominazione	Percorso Cartografato				Foce
		Da		A		
		X	Y	X	Y	
BG035 - 001		1539810	5053460	1539985	5052634	Fiume Adda
BG035 - 002	Roggia Vallone	1540645	5054441	1541754	5053689	Indefinita
BG035 - 003		1541070	5054574	1541070	5054395	Roggia Vallone
BG035 - 004		1541266	5054049	15414112	5054084	Roggia Vallone
BG035 - 005		1541447	5054288	1541609	5053951	Roggia Vallone
BG035 - 006		1541428	5053916	1541616	5053869	Roggia Vallone
BG035 - 007		1541352	5053747	1541725	5053739	Roggia Vallone

Elenco dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore.

3.7.4. Definizione delle fasce di rispetto

Sulla base della normativa vigente sono state attribuite fasce di rispetto di 10 m per tutti i corsi d'acqua attribuiti al Reticolo Idrico Minore e al Reticolo Idrico Principale. Fa eccezione il tratto terminale del corso d'acqua identificato dal codice BG 035-001 dove, a causa della possibile divagazione del torrente e della morfologia particolarmente depressa che non consente di escludere la possibilità di esondazione, le fasce di rispetto sono state ampliate secondo quanto riportato in **Tavola 3 - Reticolo idrico**.

Si evidenzia che, sulla base della giurisprudenza corrente, le distanze dai corsi d'acqua devono intendersi misurate dal piede arginale esterno o, in assenza di argini in rilevato, dalla sommità della sponda incisa. Nel caso di alvei a sponde variabili e/o incerte, le distanze possono essere calcolate utilizzando come riferimento la linea individuata dalla piena ordinaria, così come definita nelle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico – PAI, Titolo II – Norme per le fasce fluviali.

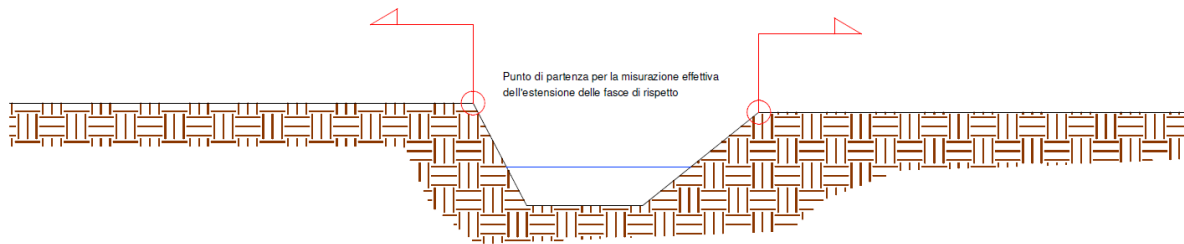
L'individuazione di fasce di rispetto in deroga a quanto previsto dall'art. 96, lett. f), R.D. n. 523/1904 potrà avvenire solo previa redazione di appositi studi idraulici e idrogeologici ai sensi della Direttiva IV dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo) "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" e della D.G.R. 30 novembre 2011 n. 2616 "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'articolo 57 comma 1 della Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12" (con particolare riferimento all'Allegato 4 – Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione).

Poiché non sono noti studi relativi a verifiche idrauliche, tutte le fasce di rispetto relative al RIM hanno un'estensione di 10 m.

Nelle successive figure sono esemplificati gli schemi per l'individuazione dei punti di partenza per l'effettiva misurazione dell'estensione delle fasce fluviali.

ALVEO NATURALE

Sommità della sponda incisa



Punti di misurazione per la misurazione delle fasce di rispetto in alveo naturale.

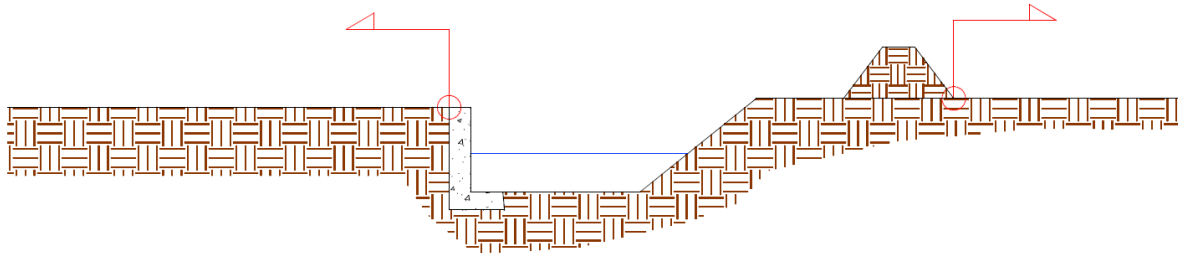
ALVEO CON ARGINE ARTIFICIALE

Punto di partenza per la misurazione effettiva dell'estensione delle fasce di rispetto

Limite esterno del manufatto

Muro in CLS, scogliera in massi ciclopici, ...

Piede esterno dell'argine



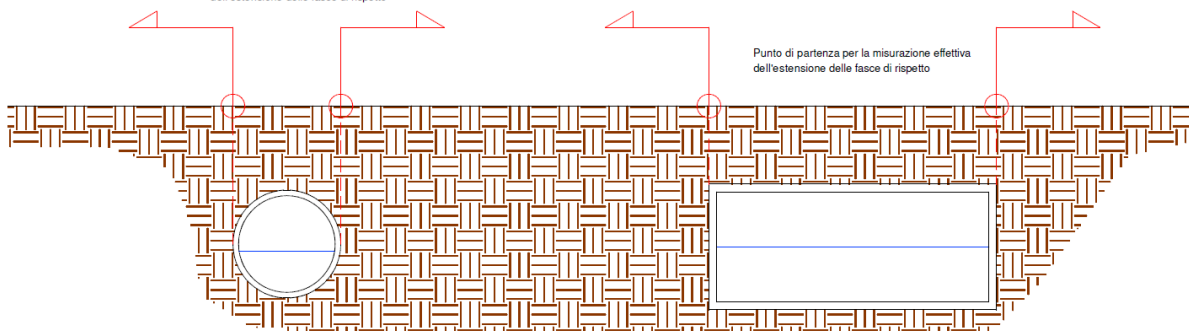
Punti di misurazione per la misurazione delle fasce di rispetto in alveo artificiale.

ALVEO TOMBINATO

Limite esterno del manufatto

Punto di partenza per la misurazione effettiva dell'estensione delle fasce di rispetto

Punto di partenza per la misurazione effettiva dell'estensione delle fasce di rispetto



Punti di misurazione per la misurazione delle fasce di rispetto in alveo artificiale e tombinato.

3.8. Rischio idraulico e idrogeologico

3.8.1. Quadro normativo

Normativa europea

La prima normativa a livello europeo che tratta il tema del rischio idraulico urbano (seppur marginalmente) è la cosiddetta "Direttiva Alluvioni" (n. 2007/60/CE) o "*Flood Directive*" (di seguito "FD"), emanata dalla Commissione Europea il 26 novembre 2007. Il primo standard europeo EN che si occupa dei tempi di ritorno degli eventi meteorici di progetto per il dimensionamento delle reti fognarie è lo standard EN 752-1997 (attualmente aggiornato al 2017). Di seguito si fornisce una breve disamina delle due norme di diretto interesse.

Direttiva Quadro Alluvioni 2007/60

Nella seconda metà del secolo scorso l'Europa è stata interessata da eventi alluvionali particolarmente gravosi. Nonostante molti sforzi intrapresi a livello nazionale per proteggere cose e persone, i primi veri passi verso un coordinamento comune sono relativamente recenti (Mostert and Junier, 2009). Dopo le inondazioni del 2002 nel Danubio e nell'Elba, il Consiglio Europeo ha avanzato una proposta di legge a livello europeo sulle inondazioni (Commission of the European Communities, 2004), che si è conclusa nel gennaio 2006 con la pubblicazione della proposta di direttiva sulla gestione del rischio di alluvioni. La proposta è stata adottata ufficialmente il 23 ottobre 2007 (Council of the European Union, 2006) divenendo la prima direttiva europea che riguarda specificamente il rischio inondazioni, FD. La FD richiede agli Stati membri dell'UE di effettuare una valutazione preliminare dei rischi alluvionali e di redigere mappe di pericolosità idraulica, del rischio idraulico e piani di gestione del rischio alluvionale. Inoltre, richiede agli Stati membri di organizzare la partecipazione pubblica alle attività di redazione dei piani e coordinare l'applicazione della FD con la Direttiva Quadro Acque (n. 2000/60/CE), centrata sulla qualità dell'acqua e sull'ecologia.

Standard Europeo EN 752-2:1997

Lo standard europeo EN 752-2:1997 (sostituito da EN 752:2017) rappresenta il primo riferimento comune europeo per quanto attiene il dimensionamento e l'eventuale verifica dei sistemi fognari.

Tipo di contesto urbano	Probabilità di accadimento media annua dell'evento meteorico di progetto (1 in 'n' anni)	Probabilità di accadimento media annua dell'evento di allagamento (1 in 'n' anni)
Aree rurali	1 in 1	1 in 10
Aree residenziali	1 in 2	1 in 20
Centro urbano con aree commerciali/industriali con flooding check	1 in 2	1 in 30
Centro urbano con aree commerciali/industriali con flooding check	1 in 5	-
Metropolitane/sottopassi	1 in 10	1 in 50

Frequenza di allagamento di progetto consigliata dalla EN 752-2:1997.

La norma definisce:

- "allagamento" come una "condizione in cui le acque reflue e/o le acque di superficie sfuggono o non possono entrare in un sistema di scarico o di fognatura e rimangono in superficie o entrano negli edifici;
- "sovraccarico" come la "condizione in cui le acque reflue e/o le acque superficiali sono mantenute sotto pressione all'interno di un sistema di scarico a gravità o fognario, ma non sfuggono alla superficie per causare allagamenti". Condizioni estese di sovraccarico possono impedire all'acqua superficiale di entrare nel sistema fognario.

La norma indica tra l'altro che:

- i tempi di ritorno degli eventi meteorici di progetto che variano da un minimo di 1 a 10 anni a seconda del contesto urbano (es. aree rurali, residenziali, centri industriali, etc.) e delle infrastrutture servite;
- la gestione del sistema sia finalizzata ad evitare il funzionamento in pressione della fognatura;
- i tempi di ritorno (probabilità di accadimento) per le piogge e per gli eventi di flooding sono diversi;
- l'uso di approcci modellistici in casi idraulicamente complicati è suggerito.

Normativa italiana

Normativa relativa alla valutazione del rischio idraulico in ambito urbano

A livello italiano la FD è entrata in vigore il 26 novembre 2007 ed è stata recepita dal D.Lgs. 49/2010. Il dubbio interpretativo riguardo all'inclusione delle inondazioni dovute alla rete fognaria non si è posto, vista la definizione di "alluvione" riportata nel decreto di recepimento della FD. Non a caso, proprio all'interno del Piano di Gestione del Rischio Alluvionale (PGRA) del bacino del Fiume Po (in cui ricade la pressoché totalità della Lombardia), i fenomeni di allagamento correlati alle fognature sono stati espressamente esclusi dalle valutazioni condotte dalle singole Regioni (si vedano in particolare le Relazioni prodotte dalle Regioni Lombardia ed Emilia-Romagna che formano l'Allegato 5 al PGRA). Tale documento (il PGRA) rappresenta il principale strumento pianificatorio a scala distrettuale di cui l'Italia si è dotata in ottemperanza alla FD.

Il recepimento della Direttiva è stato condotto tenendo conto della normativa nazionale vigente, in particolar modo del D.Lgs. 152/2006 (recepimento italiano della Direttiva 2000/60/CE) e del D.P.C.M. 29 settembre 1998. L'esistenza nel territorio italiano dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della Legge n. 183/89, ha fornito un'adeguata base di partenza.

Precorritrice a livello europeo, l'Italia, fin dal 1989, ha approcciato il problema del rischio idraulico territoriale alla scala del bacino idrografico (oggi distretto). Rispetto a questa scala di valutazione piuttosto ampia (bacino), il rischio idraulico urbano costituisce un problema locale. Dal punto di vista normativo la sua valutazione puntuale si inserisce solo in studi condotti a scala comunale o al più a quella propria delle cosiddette Aree a Rischio Significativo (ARS). Le ARS, introdotte nel PGRA seguendo le specifiche indicazioni della FD, corrispondono ad aree ad elevato rischio idraulico per le quali viene garantita una priorità di pianificazione e realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio. Esistono tre tipologie di ARS:

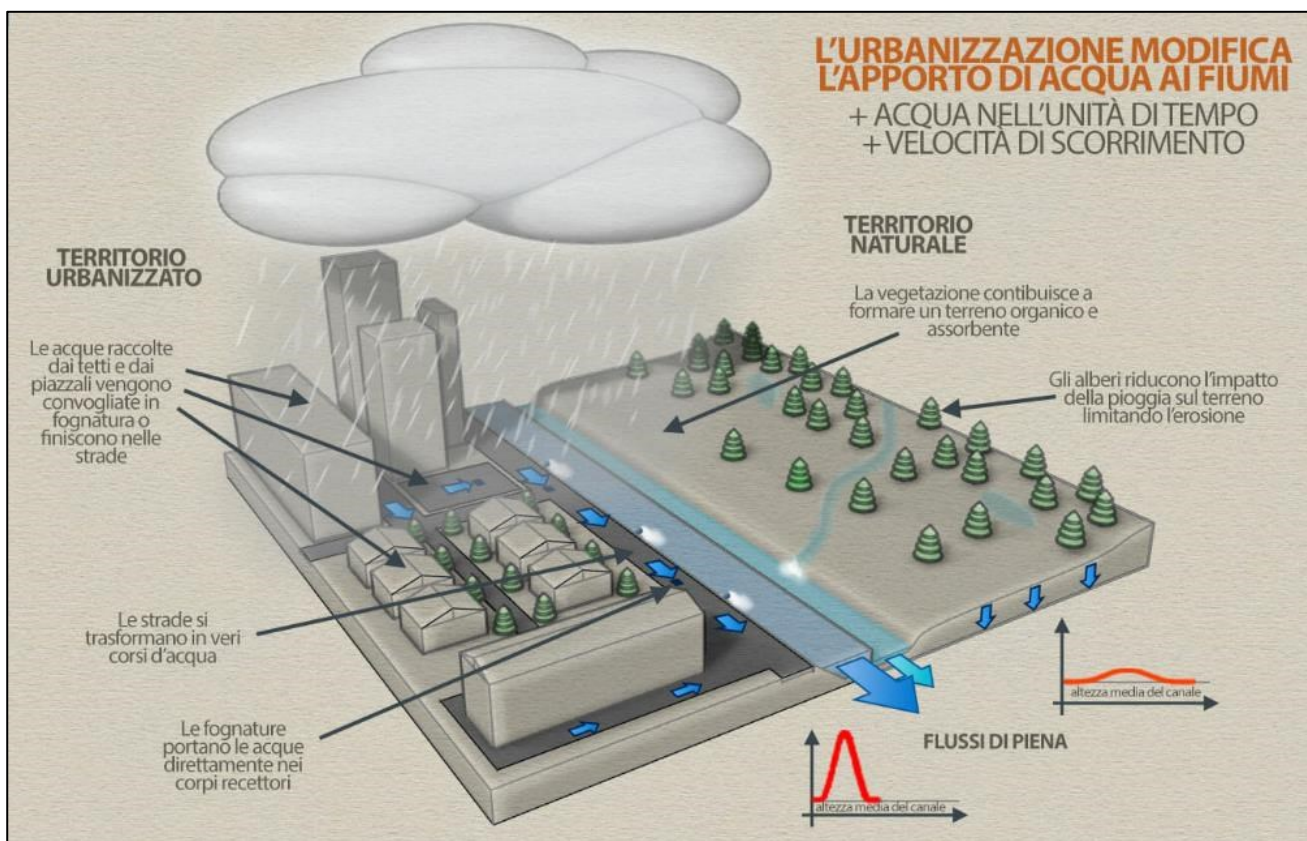
- distrettuali (nodi critici di rilevanza strategica in cui sono complessi interventi di mitigazione del rischio che comportano effetti alla scala di intero bacino idrografico, ove è necessario il coordinamento delle politiche di più regioni);
- regionali (situazioni di rischio molto elevato per le quali è necessario il coordinamento delle politiche regionali alla scala di sottobacino in relazione alla necessità di integrare gli interventi sul reticolo naturale e sulle reti artificiali di bonifica e di drenaggio urbano);
- locali (che rappresentano esigenze importanti per il ripristino a scala locale di adeguate condizioni di sicurezza).

È proprio nell'ambito delle azioni pianificate dal PGRA nelle ARS, soprattutto regionali e locali, che diventa preminente la valutazione del rischio idraulico urbano e di conseguenza il coinvolgimento dei Comuni e dei Gestori della rete fognaria. Da questa breve disamina normativa emerge quindi che, nel contesto italiano, non è presente una normativa nazionale specifica che impone o definisce la valutazione del rischio idraulico in ambito urbano o a scala comunale.

Normative relative al dimensionamento del sistema fognario

A livello nazionale le norme esistenti forniscono indicazioni in merito al dimensionamento delle fognature e sono utili a stabilire criteri generali o di massima, tranne che per i materiali, dove esistono indicazioni con maggiore dettaglio (Centro Studi Deflussi Urbani, 2008). Tra le norme più recenti, appare rilevante la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 11633 (Presidenza del Consiglio Superiore, Servizio Tecnico Centrale, 7 gennaio 1974), dal titolo "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto". La Circolare dà istruzioni dettagliate riguardo alle definizioni (rete fognaria, fogne, collettori, emissario,

etc.) e al contenuto del progetto di massima e del progetto esecutivo per la realizzazione di nuovi sistemi fognari. Per le fognature sia nere che pluviali è prescritta la presentazione dei calcoli e, per le fognature pluviali in particolare, l'esposizione del metodo di calcolo adoperato *“eseguito sulla base dello studio idrologico delle durate degli eventi meteorici, dell'estensione delle aree dei bacini colanti e dei coefficienti di assorbimento dei terreni”*. La Circolare non fornisce indicazioni in merito ai tempi di ritorno di riferimento per gli eventi meteorici o alla frequenza massima ammissibile di allagamento dovuto alla fognatura, ma indica genericamente che *“dovrà tenersi conto anche della frequenza con cui potranno verificarsi gli eventi più gravosi”*. Indicazioni più specifiche in proposito vengono riportate nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 4 marzo 1996 *“Disposizioni in materia di risorse idriche”* (G.U. Serie Generale n. 62 del 14/03/1996 - Suppl. Ordinario n. 47). Al punto 8.5.3 dell'Allegato 1, in merito ai sistemi di drenaggio urbano, si indica espressamente che *“ai fini del drenaggio delle acque meteoriche le reti di fognatura bianca o mista debbono essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni per ogni singola rete”*.



Normativa della Regione Lombardia

Introduzione del principio di invarianza nella normativa regionale

La norma regionale lombarda che per prima riporta indicazioni (seppur con carattere di indirizzo) in merito al rischio idraulico in contesti urbani è la Legge Regionale n. 12 del 2005, che tra gli obiettivi perseguiti riporta la promozione di *“misure specifiche e interventi necessari al riequilibrio idraulico ed idrogeologico del territorio [...] per garantire la sicurezza delle popolazioni e degli insediamenti rispetto ai fenomeni di degrado delle acque e di dissesto idraulico ed idrogeologico che interessano i centri e nuclei abitati, le attività produttive, le infrastrutture al servizio del territorio [...]”*.

La pubblicazione del PGRA del Bacino del Fiume Po (marzo 2016) rappresenta un punto di svolta a livello regionale. Nell'Allegato 5 al PGRA (dedicato in modo specifico alle ARS Regionali e Locali tra cui quelle in Lombardia), viene per la prima volta riportata una misura in capo a Regione Lombardia che prevede la promozione del *“principio di invarianza idraulica ed idrologica e la riduzione dell'impermeabilizzazione attraverso la*

predisposizione di apposita Direttiva Regionale". Si tratta di una misura di prevenzione e protezione con l'obiettivo generale distrettuale della "Difesa delle città e delle aree metropolitane". Essa costituisce anche una forma di applicazione della misura individuale del tipo win-win codice KTM21-P1-b099, "Disciplina e indirizzi per la gestione del drenaggio urbano", indicata nel PGRA (Relazione di Piano, AdBPo, marzo 2016).

Con l'indicazione di questa misura si concretizza per la prima volta l'idea che presiede al R.R., ovvero che gli allagamenti dovuti all'inadeguatezza delle reti fognarie urbane, pur non essendo ricompresi tra le tipologie di fenomeni di allagamento dalla Direttiva Alluvioni, costituiscono un importante elemento di conoscenza per la pianificazione, la prevenzione e la protezione a scala regionale e comunale. Il Regolamento Regionale rappresenta quindi la "Direttiva Regionale" che finalizza in modo indiretto le indicazioni della Direttiva Alluvioni, proprio imponendo il rispetto dell'invarianza idrologica e idraulica.

Il regolamento, per scelta politica regionale, è andato oltre all'imposizione del rispetto di questi principi, richiedendo la predisposizione degli Studi idraulici comunali, che allo stato attuale, per quanto di conoscenza dello scrivente, costituiscono un unicum nazionale per contenuti e aspettative.

Il Regolamento Regionale n. 7/2017 e Regolamento Regionale n. 8/2019

Con il Regolamento Regionale 23 novembre 2017 – n. 7 (pubblicato in data 27/11/2017), Regione Lombardia ha emanato i criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12, da applicarsi agli interventi di:

- nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.

3.8.2. Analisi storica

Il Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche (SICI), ideato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalla Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), gestito dall'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI) del CNR, fornisce dati e informazioni sul dissesto idrogeologico, in particolare sugli eventi storicamente registrati avvenuti in Italia.

Le informazioni provengono da archivi diversi, alcuni prodotti e gestiti direttamente dal CNR-GNDCI e dal CNR-IRPI, altri messi a disposizione da altri Enti di ricerca e da Enti locali. Il Progetto AVI - Catalogo delle informazioni sugli Eventi di Piena sul territorio italiano individua nella Provincia di Bergamo 359 eventi di piena storicamente registrati in 246 località; in Comune di Bottanuco il citato Progetto AVI non registra eventi di piena storici.

3.8.3. Il Documento semplificato del rischio idraulico comunale

Lo Studio comunale di gestione del rischio idraulico, ai sensi dell'art. 14 comma 7 del R.R. n. 7 del 23/11/2017 contenente criteri e metodi per il rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, è in fase di redazione. Il Documento semplificato del rischio idraulico comunale, invece, è stato redatto nel febbraio del 2024 dal sottoscritto Dott. Geologo Andrea Brambati in collaborazione con lo Studio Salvetti Graneroli Engineering S.r.l., in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 14 comma 1 del regolamento, non ancora approvato dal Consiglio comunale. Esso contiene la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare:

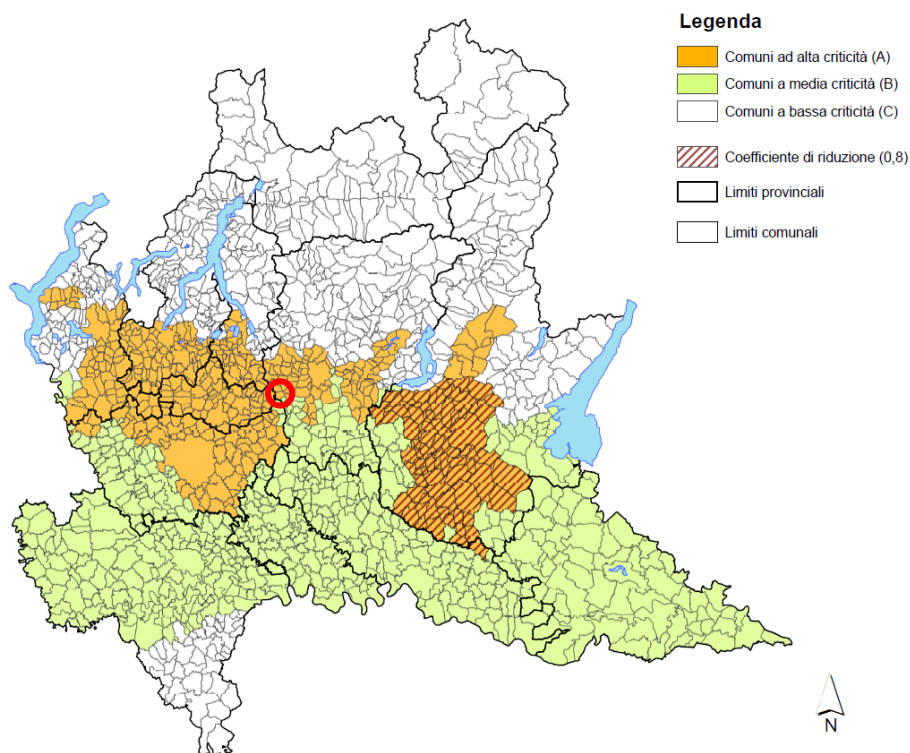
- la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;

- l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;
- l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale;
- l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati;
- le misure strutturali di cui alla lettera a), numero 2, sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;
- le misure non strutturali di cui alla lettera a), numero 3, sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

L'art. 7 del R.R n. 8 del 19 aprile 2019 stabilisce che le misure di invarianza idrologica e idraulica debbano applicarsi a tutto il territorio regionale, identificando i limiti di scarico in funzione delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche, e in considerazione dei differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio. Il comma 3 dell'art. 7 descrive la suddivisione del territorio regionale in 3 ambiti in funzione del livello di criticità idraulica:

- aree A, ovvero ad alta criticità idraulica;
- aree B, ovvero a media criticità idraulica;
- aree C, ovvero a bassa criticità idraulica.

L'immagine seguente mostra la suddivisione del territorio regionale nei tre ambiti precedentemente citati, mentre l'Allegato C alla norma riporta l'elenco comune per comune con l'indicazione del livello criticità idraulica associato. Secondo l'Allegato C il Comune di Bottanuco ricade in **area A ad alta criticità idraulica**, con coefficiente $P=1$.



Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica.

A Bottanuco sono state segnalate dal Gestore UniAcque le seguenti criticità nell'ambito delle reti fognarie.

codice	posizione	via	criticità segnalate nell'incontro col Comune
C1	zona nord	via Pellico	In corrispondenza della "recente" lottizzazione di via Pellico, il canale di gronda è intubato e non raccoglie le acque di ruscellamento dei terreni. Nelle condizioni di eventi metereologici persistenti ed in condizione di terreni saturi possono quindi verificarsi riversamenti delle acque sul sedime stradale e sul parcheggio posto a nord di via Pellico, sovraccaricando quindi il sistema di caditoie stradali e le reti fognarie (bianche e miste).
C2	zona nord	via Camillo Benso Conte di Cavour incrocio via Donizzetti	Le acque di ruscellamento dei terreni a nord di via Cavour, raccolte dal grigione (ubicato all'inizio della strada sterrata) e dal canale di gronda scoperto (lato nord della strada), vengono scaricate nella rete fognaria di via Donizzetti. Le stesse acque possono generare sovrappressioni nella rete fognaria di valle, lasciare importanti quantità di sedimenti all'interno delle condotte e soprattutto durante eventi metereologici di lunga durata e bassa intensità, contribuiscono ad sovraccaricare l'impianto di sollevamento di via alle cave, e tutto il sistema di collettamento e depurazione posto a valle.
C3	zona est	via Ginevra	Presenza di sifone di attraversamento sulla rete fognaria
C4	zona sud-est	via San Michele	Privati che scaricano impropriamente le acque meteoriche sulla sede stradale. Afflusso di acque meteoriche di ruscellamento dei terreni posti ad est
C5	zona sud	via Roveri	Impossibilità ad accedere allo sfioratore SF4 in quanto la proprietà privata ha realizzato la fondazione del muro di sostegno sopra la cameretta.
C6	zona sud	via Ghandi	Difficoltà ad accedere alla manutenzione dello sfioratore SF5a ubicato all'interno della proprietà privata - area feste dell'oratorio.
C7	zona nord-est	via Aldo Moro incrocio via Vienna	E' in corso la realizzazione di una vasca volano e di un sistema di pozzi disperdenti in corrispondenza del tracciato del collettore sovracomunale. L'impianto è a servizio della nuova viabilità della zona produttiva e permette di raccogliere anche le acque di ruscellamento dei terreni. L'opera può seriamente compromettere il corretto funzionamento del collettore sovracomunale e, nel tempo, la stabilità dello stesso. E' necessario l'intervento del Comune al fine di preservare la funzionalità del sistema di collettamento dell'isola bergamasca.
tracciato indicato in legenda	varie	via Cavour, via Donizzetti, via Papa Giovanni XXIII, via XXV Aprile, via Colleoni, via Arsuffi	Si segnala la presenza del cavo di fibra ottica posato all'interno della rete di fognatura. Questo può causare l'accumulo di materiale attorno al cavo dando origine ad ostruzioni nella tubazione, che quindi possono sovrappressioni e rigurgiti fognari imprevedibili. La presenza del cavo rende molto complicato l'intervento di manutenzione delle tubazioni fognarie.

Di seguito gli scarichi fognari autorizzati o in fase di autorizzazione.

ID_SCARICO	POSIZIONE SCARICO	ORIGINE SCARICO	CORPO IDRICO RICETTORE
S1	Loc. Cerro zona "cappelletta"	SFIORATORE DI PIENA SF1 e SCARICO DI EMERGENZA/TROPPO PIENO STAZIONE DI SOLLEVAMENTO	roggia Vallone
S2	Loc. Cerro zona "cappelletta"	SFIORATORE DI PIENA SF2 e TERMINALE ACQUE BIANCHE	roggia Vallone
S3	via Roveri (loc. Cerro)	SFIORATORE DI PIENA SF3	roggia Vallone
S4	via Roveri (loc. Cerro)	SFIORATORE DI PIENA SF4	roggia Vallone
S5	vicolo Gandhi	SFIORATORE DI PIENA SF5a	roggia Vallone
	vicolo Gandhi incrocio via D. Alighieri	SFIORATORE DI PIENA SF5b	
S6	Via Adda/Viti	SFIORATORE DI PIENA SF6 e TERMINALE DEPURATO IN IMHOFF	Valletta affluente al Fiume Adda
S7	vicolo Vienna	SFIORATORE DI PIENA SF7b E SF7c	roggia Vallone
	vicolo Vienna e via Europa	TERMINALE ACQUE BIANCHE	
	via Europa	SFIORATORE DI PIENA SF7a	

3.8.4. Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP)

I parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto sono distribuiti da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale².

² <http://idro.arpalombardia.it>

I parametri distribuiti sono relativi ad una curva climatica del tipo:

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

dove:

- D [h] = durata dell'evento di pioggia di riferimento;
- T [anni] = tempo di ritorno dell'evento di pioggia di riferimento;
- $h_T(d)$ [mm] = altezza di pioggia dell'evento di riferimento avente durata d e tempo di ritorno T ;
- a_1 [mm] = coefficiente pluviometrico orario, rappresenta il coefficiente di scala della linea segnalatrice, pari al valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale per la durata di riferimento;
- n [] = esponente di scala con cui la variabilità del fenomeno si trasmette dalla scala temporale di riferimento alle altre scale temporali;
- w_T [] = fattore di crescita in frequenza corrispondente al quantile T -ennale della funzione W che descrive la distribuzione dei valori di precipitazione estremi normalizzati sul valore atteso (in questo caso la distribuzione probabilistica GEV – *Generalized Extreme Value*). Il fattore w_T viene calcolato attraverso la formula:

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

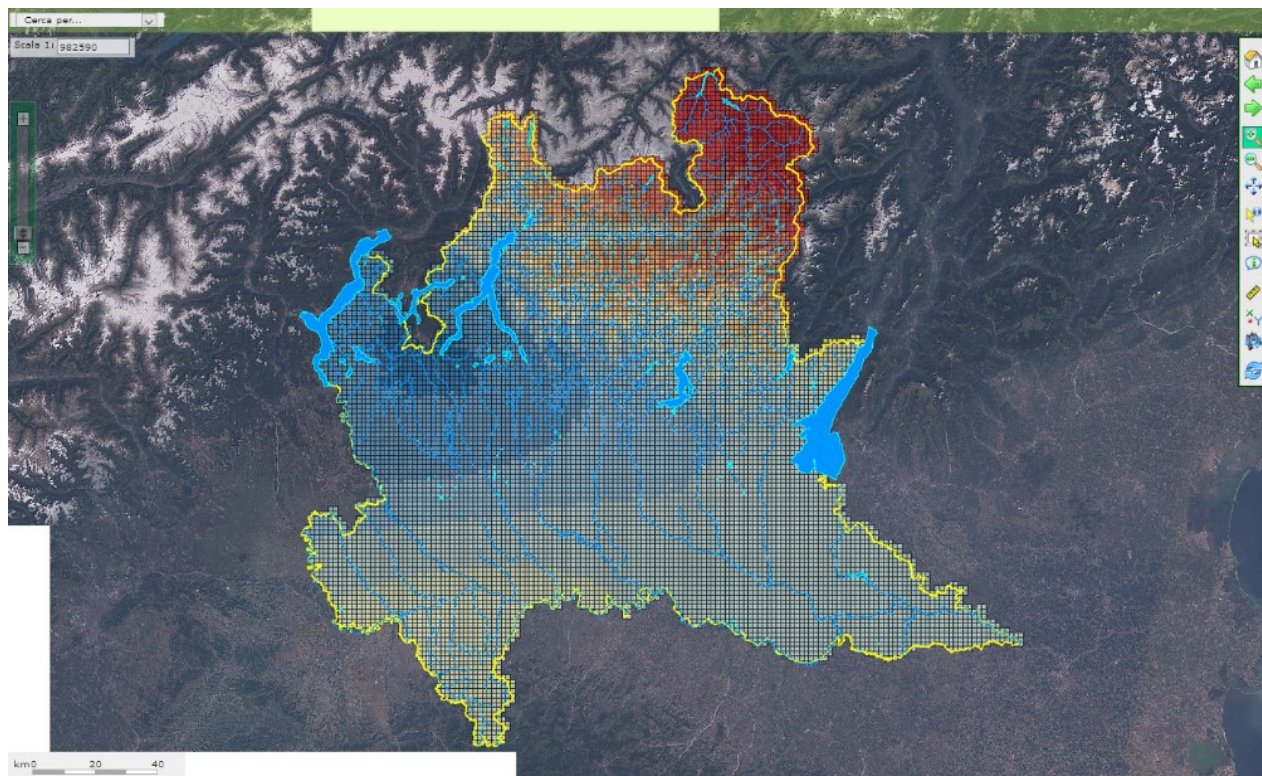
in cui k , α , ε sono rispettivamente i parametri di scala, locazione e forma della funzione GEV.

I parametri delle LSPP per i tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni sono stati estratti in corrispondenza del baricentro del contesto spaziale oggetto di studio. Le LSPP ARPA possono essere utilizzate per eventi pluviometrici con durata non inferiore ad un'ora. Per eventi pluviometrici brevi, inferiori all'ora, in assenza di dati sito specifici di intensità di piogge con durate inferiori ad un'ora, è possibile impiegare la seguente formula di Bell:

$$h_{d,T} = h_{60,T} (0,54 \cdot d^{0,25} - 0,5)$$

dove:

- d [min] = durata dell'evento di pioggia;
- $h_{d,T}$ [mm] = altezza di pioggia associata all'evento di durata d ;
- $h_{60,T}$ [mm] = altezza di pioggia associata alla pioggia di durata 1 ora e tempo di ritorno T .

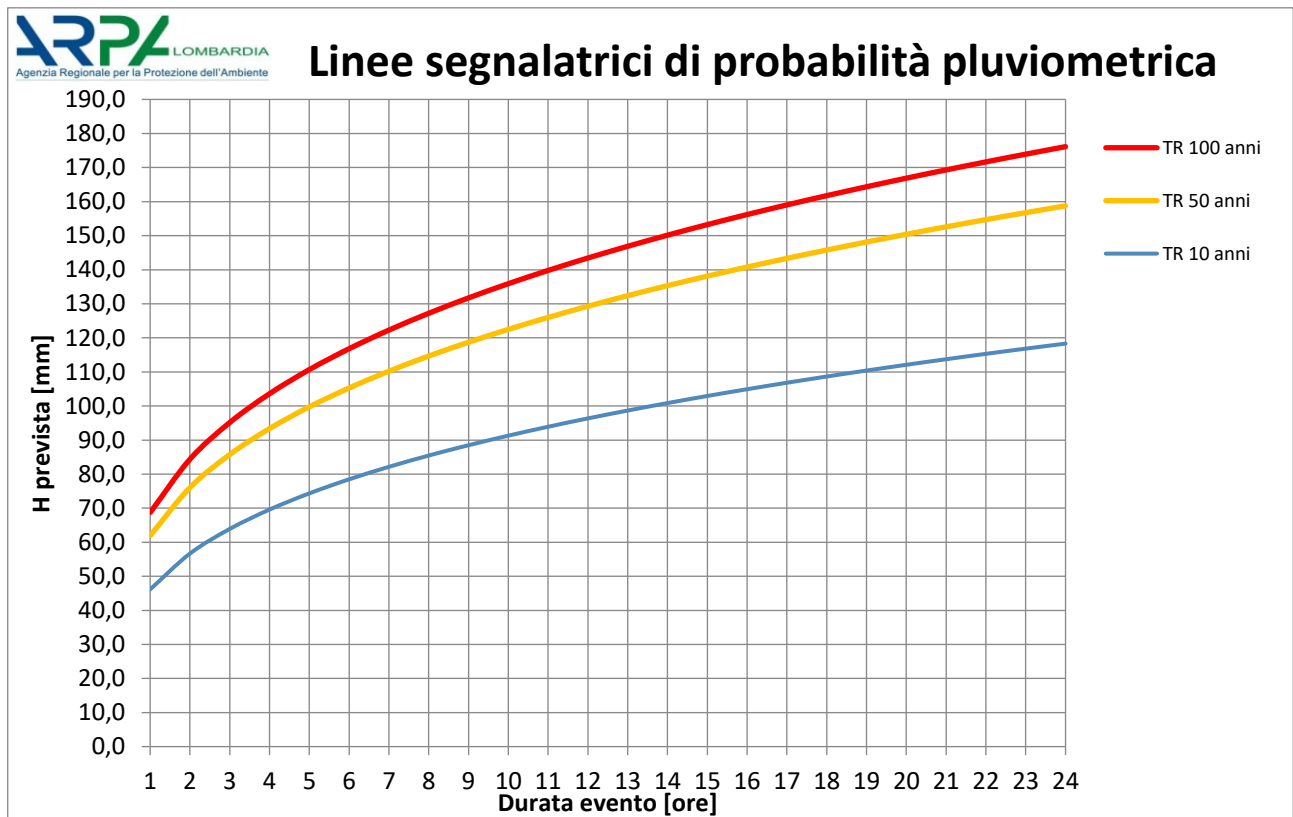


Maglia di discretizzazione dei parametri caratteristici delle LSPP di Regione Lombardia.

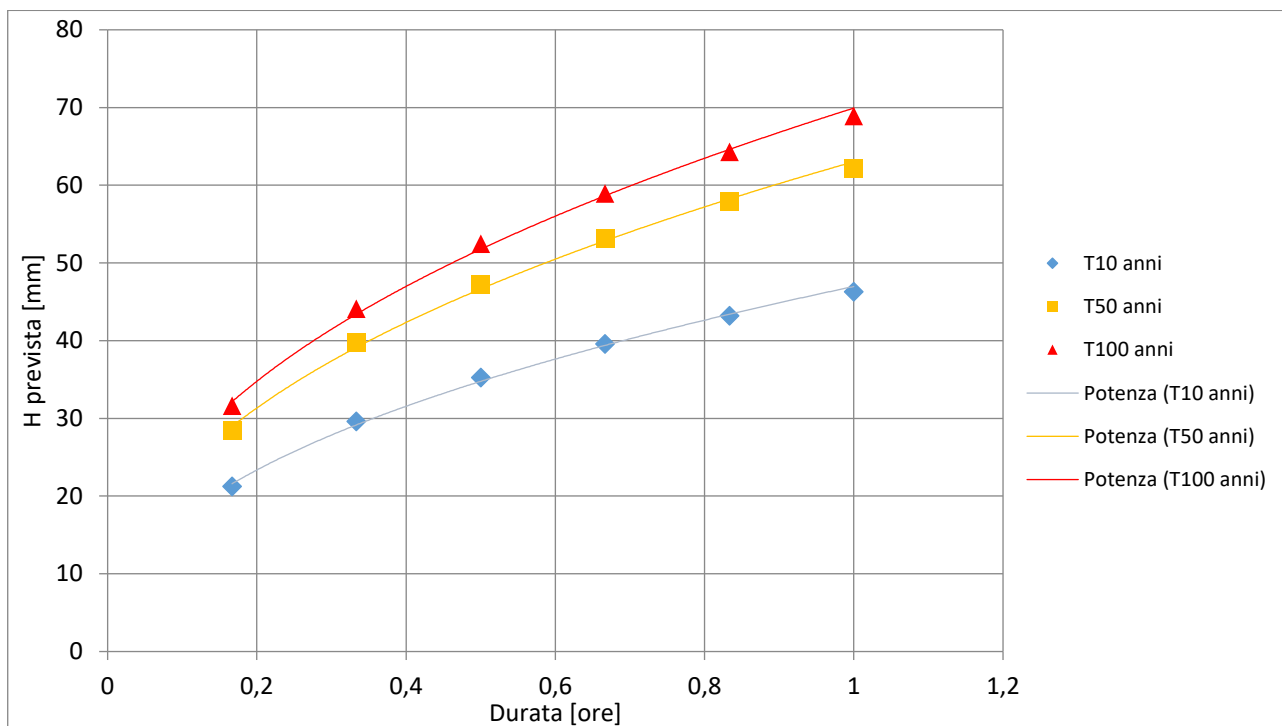
Di seguito si riportano i parametri caratteristici delle LSPP dell'area in studio per i differenti periodi di ritorno considerati e per le durate 1-24 ore e per le durate inferiori all'ora determinate applicando la formula di Bell.

T [anni]	Durata 1-24 ore		Durata inferiore all'ora	
	a [mm/ora]	n [-]	a [mm/ora]	n [-]
10	46.156	0.2962	46.972	0.434
50	61.929	0.2962	63.024	0.434
100	68.711	0.2962	69.927	0.434

Parametri a ed n delle LSPP per i differenti tempi di ritorno considerati e per le differenti durate.



LSPP ARPA Lombardia 1-24 ore per l'area in analisi.



LSPP ARPA Lombardia e applicazione della formula di Bell per le durate inferiori all'ora per l'area in analisi.

3.8.5. Dati idrologici e idraulici relativi al Fiume Adda

Il Comune di Bottanuco ha come confine ovest il Fiume Adda e parte del suo territorio è quindi interessato dalle aree di allagamento dello stesso. Le portate al colmo di riferimento sono quelle relative al Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Adda per il tempo di ritorno di 20, 200 e 500 anni per la sezione Trezzo sull'Adda a monte della confluenza del Fiume Brembo.

Bacino	Corso d'acqua	Progr. (km)	Sezione Cod.	Denomin.	Superficie km ²	Q20 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Idrometro Denominazione
Adda	Adda sottolac.	163.116	200_23	Lavello	4572	860	1180	1300	Adda a S.Maria di Lavello
Adda	Adda sottolac.	190.560	167_03	Trezzo sull'Adda (monte confl. Brembo)	4640	860	1170	1300	
Adda	Adda sottolac.	193.941	162	Canonica d'Adda (valle confl. Brembo)	5748	1410	1960	2180	Adda a Canonica d'Adda
Adda	Adda sottolac.	208.058	140	Rivolta d'Adda	-	1410	1960	2180	Adda a Rivolta d'Adda (Ponte Sp4)
Adda	Adda sottolac.	232.299	103	Lodi	-	1410	1960	2170	Adda a Lodi (Ponte SP235)
Adda	Adda sottolac.	254.037	72	monte confl. Serio	6436	1410	1950	2160	
Adda	Adda sottolac.	259.715	64	Boccaserio (valle confl. Serio)	7514	1410	1950	2160	Adda a Boccaserio
Adda	Adda sottolac.	279.449	28	Pizzighettone	7775	1400	1940	2150	Adda a Pizzighettone
Adda	Adda sottolac.	294.183	1	Confl. in Po	7938	1400	1940	2150	

Portate di piena per il Fiume Adda.

Per il Fiume Adda sono inoltre disponibili i profili di piena ai differenti tempi di ritorno del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), che vengono di seguito riportati. Le sezioni di riferimento sono quelle evidenziate e riportate nell'estratto cartografico seguente.



Sezioni PAI di riferimento per il Fiume Adda.

Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	T = 500 anni	Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
		Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)			Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
188	177.332	187.62	188.25	188.49	101_01 (m)	233.404	66.75	67.44	67.86
187_03	177.546	187.30	187.69	187.82	101_01 (v)	233.404	66.73	67.42	67.84
187_31	177.593	187.34	187.83	188.00	101	233.725	66.46	67.46	67.88
187_2 (m)	177.687	187.42	187.95	188.15	100	234.299	66.07	67.41	67.84
187_2 (v)	177.687	187.45	188.00	188.20	99	234.681	65.87	67.00	67.42
187_S2	177.689	186.75	187.15	187.29	98	235.618	65.58	66.82	67.26
187_S3	177.690	186.73	187.12	187.27	97	236.177	65.23	66.40	66.83
187_S4	177.691	186.67	187.07	187.21	96_1	236.388	65.19	66.47	66.92
187_S5	177.692	182.30	182.52	182.61	96	236.821	64.60	65.74	66.14
187_S6	177.694	182.32	182.55	182.64	95	237.535	64.44	65.62	66.05
187_01	177.942	182.83	183.90	184.28	94	238.130	64.09	65.21	65.62
187	178.296	180.10	181.03	181.40	93	238.542	63.95	65.12	65.55
186_02	178.397	174.45	175.06	175.28	92	239.218	63.30	64.47	64.89
186_01	178.628	169.98	170.23	170.38	91	239.687	63.09	64.29	64.72
186	178.769	168.85	170.18	170.32	90	240.088	63.02	64.24	64.68
185_01	179.090	167.24	167.86	168.09	89	240.568	62.72	63.91	64.34
185	179.215	165.39	166.05	166.30	88_2	240.937	62.22	63.29	63.68
184_02	179.557	158.23	159.26	159.64	88_1	241.255	62.14	63.28	63.69
184_01	179.860	157.92	158.67	158.95	88	241.542	61.78	62.83	63.21
184	180.266	156.61	157.45	157.72	87_1	241.954	61.68	62.81	63.22
183_01	180.717	156.04	156.96	157.23	87	242.537	61.24	62.32	62.72
183	180.921	155.88	156.77	157.05	86	242.953	60.97	62.10	62.51
182_01	181.340	155.64	156.44	156.72	85_1	243.489	60.60	61.71	62.11
182	181.639	155.24	156.11	156.42	85	244.022	60.09	61.14	61.52
181_02	181.827	154.83	155.62	155.88	84_3	244.796	59.46	60.38	60.73
181_01	182.043	154.41	155.18	155.46	84_2	244.830	59.26	60.10	60.42
181	182.343	154.12	155.17	155.48	84_01 (m)	244.876	59.33	60.25	60.60
180	182.787	153.39	154.36	154.62	84_01 (v)	244.876	59.20	60.07	60.42
179	183.278	153.14	154.18	154.46	84	244.923	59.23	60.00	60.30
178_01	183.625	152.87	153.85	154.16	83	245.515	58.46	58.74	58.95
178	184.004	152.51	153.35	153.66	82	246.124	58.07	58.02	58.20
177	184.525	152.09	152.93	153.23	81	246.935	57.64	57.57	57.77
176_01	184.913	151.64	152.45	152.74	80_1	247.255	57.59	57.44	57.66
176	185.148	151.53	152.35	152.64	79	248.618	56.67	57.09	57.34
175_01	185.446	151.28	152.05	152.32	78	249.473	56.20	56.80	57.10
175	185.743	151.05	151.85	152.14	77	250.329	55.42	56.22	56.53
174	185.979	150.77	151.59	151.88	76	251.162	54.73	55.50	55.81
173_03	186.291	150.32	151.13	151.42	75	252.280	54.20	54.92	55.23
173_02	186.597	149.99	150.78	151.07	74	252.733	54.13	54.85	55.17
173_01	186.858	149.41	150.12	150.39	73	253.468	53.98	54.71	55.04
173	187.068	149.30	150.01	150.26	72	254.037	53.84	54.62	54.96
172_01	187.348	148.55	149.07	149.25	71_1	254.586	53.51	54.25	54.61
172	187.596	148.02	148.64	148.88	71	255.093	53.20	53.83	54.18
171_01	187.861	147.77	148.45	148.72	70_1	255.561	52.72	53.67	54.05
171	188.168	146.89	147.74	148.06	70	255.974	52.68	53.61	53.99
170_01	188.403	146.61	147.53	147.85	69_1	256.341	52.50	53.49	53.89
170	188.665	146.19	147.14	147.47	69	256.775	52.27	53.38	53.80
169_3 (m)	188.954	145.89	146.83	147.15	68_1	257.285	52.12	53.25	53.67
169_3 (v)	188.954	145.97	146.93	147.25	68	257.742	51.53	52.57	52.96
169_sm	188.964	145.97	146.93	147.26	67	258.287	51.33	52.44	52.88
169_SV	188.965	146.00	146.98	147.31	66_1 (m)	258.679	51.30	52.39	52.82
169_02	189.085	146.00	146.98	147.32	66_1 (v)	258.679	51.28	52.38	52.81
169_01	189.240	145.85	146.79	147.11	66	258.824	51.20	52.32	52.75
169	189.433	145.62	146.48	146.77	65	259.315	50.66	51.98	52.44
168_01	189.720	145.57	146.41	146.69	64_01 (m)	259.572	50.47	51.55	51.98
168 (m)	189.882	145.49	146.30	146.56	64_01 (v)	259.572	50.41	51.47	51.89

3.8.6. Misure di invarianza idraulica e idrologica

La L.R. n. 4 del 15/03/2016 "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua", pubblicata sul BURL n. 11 del 18 marzo 2016, ha come scopo la tutela dei cittadini e delle attività economiche, attraverso iniziative capaci di mettere in sicurezza il territorio e di intervenire sull'attenuazione del livello di rischio idrogeologico.

La legge specifica e disciplina le attività di competenza di Regione Lombardia riguardanti la difesa del suolo e la gestione dei corsi d'acqua e del demanio idrico nel territorio regionale. Inoltre, stabilisce gli strumenti utili a realizzare tali attività per raggiungere gli obiettivi legati alla difesa del suolo, alla gestione del demanio idrico fluviale e al riassetto idraulico e idrogeologico. I principali temi che la legge affronta sono:

- la gestione coordinata del reticolo idrico minore, di competenza comunale, e dei reticoli principale e consortile;
- il rispetto dell'invarianza idraulica, dell'invarianza idrogeologica e del drenaggio urbano sostenibile;
- le attività di polizia idraulica nel demanio idrico fluviale;
- la manutenzione continuata e diffusa del territorio, dei corsi d'acqua, delle opere di difesa del suolo, delle strutture e dei sistemi agroforestali di difesa del suolo;
- il ripristino delle condizioni di maggiore naturalità dei corsi d'acqua e il recupero delle aree di pertinenza idraulica e riqualificazione fluviale;
- il riordino delle competenze sulla navigazione interna delle acque;
- le nuove competenze in tema di difesa del suolo per i Consorzi di bonifica e irrigazione.

In particolare, la legge introduce il concetto di invarianza idraulica: rispetto alle condizioni di partenza, non si deve aumentare il deflusso delle acque verso i fiumi nella realizzazione di nuovi edifici civili e industriali, di parcheggi e strade e di interventi di riqualificazione. Il tutto, introducendo progressivamente tecnologie e soluzioni progettuali (vasche volano, pozzi filtranti, tetti verdi, ecc.) che aiutino l'assorbimento dell'acqua nel terreno.

Il R.R. n. 7/2017 di Regione Lombardia, come modificato dal R.R. n. 8/2019, regola i criteri e i metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. n. 12/2005. Il regolamento pone l'obiettivo di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori.

Il criterio dell'invarianza prevede che il deflusso risultante dal drenaggio di un'area debba rimanere invariato dopo una qualunque trasformazione dell'uso del suolo all'interno dell'area stessa; questo comporta il passaggio a una gestione basata non solo su opere di regimentazione idraulica, ma sempre più aperta all'impiego delle capacità del binomio suolo-vegetazione attraverso la realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di ritenzione ai fini del controllo dei deflussi superficiali e del loro utilizzo. In particolare, con tale regolamento, la Regione Lombardia definisce:

- gli interventi edilizi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica;
- gli ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
- la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e le modalità di calcolo;
- le indicazioni tecniche costruttive e degli esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche.

È inoltre previsto che i progettisti debbano consegnare, per gli interventi edilizi definiti dal regolamento, una relazione d'invarianza idraulica e idrologica articolata nei seguenti punti:

- calcolo del volume di laminazione per il rispetto dei limiti di portata meteorica massima scaricabile nei ricettori;

- proposte di soluzione per la gestione delle acque meteoriche nel rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica;
- progetto di tutte le componenti del sistema di drenaggio e dello scarico terminale, qualora necessario, completo di planimetrie, profili, sezioni e particolari costruttivi;
- piano di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento.

Di fatto l'unico modo per garantire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni urbanistiche consiste nel prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante una laminazione, l'accelerazione degli apporti d'acqua e la riduzione dell'infiltrazione, che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione d'uso del suolo da non urbanizzato ad urbanizzato. Trasformando l'uso del suolo si realizza infatti una diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi; nei terreni "naturali" i piccoli invasi sono costituiti dalle irregolarità della superficie e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali, che consentono l'accumulo dell'acqua.

Sotto determinate condizioni, la presenza stessa di un battente d'acqua sulla superficie (anche dell'ordine di pochi mm) durante il deflusso costituisce un invaso che può avere effetti non trascurabili dal punto di vista idrologico. L'impermeabilizzazione delle superfici a seguito di un'urbanizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata).

Negli ultimi anni le reti di drenaggio urbano hanno mostrato crescenti problemi di sovraccarico conseguenti al verificarsi sempre più frequentemente di eventi meteorici intensi. Situazioni di questo tipo si presentano in diverse aree del mondo, in particolare in quelle di più antico insediamento dove una larga parte della rete è stata progettata e realizzata secondo criteri ed esigenze differenti da quelli richiesti dalle successive evoluzioni dell'uso del suolo ed in particolare dello sviluppo urbanistico. Le cause principali dell'incremento così rilevante delle portate e dei volumi di deflusso in ambito urbano possono ricercarsi in due fattori principali:

- l'aumento dell'intensità di precipitazione durante i giorni piovosi dell'anno principalmente dovuto ai fenomeni del cambiamento climatico in atto;
- l'aumento considerevole dell'impermeabilizzazione del suolo dovuto all'urbanizzazione e alle infrastrutture.

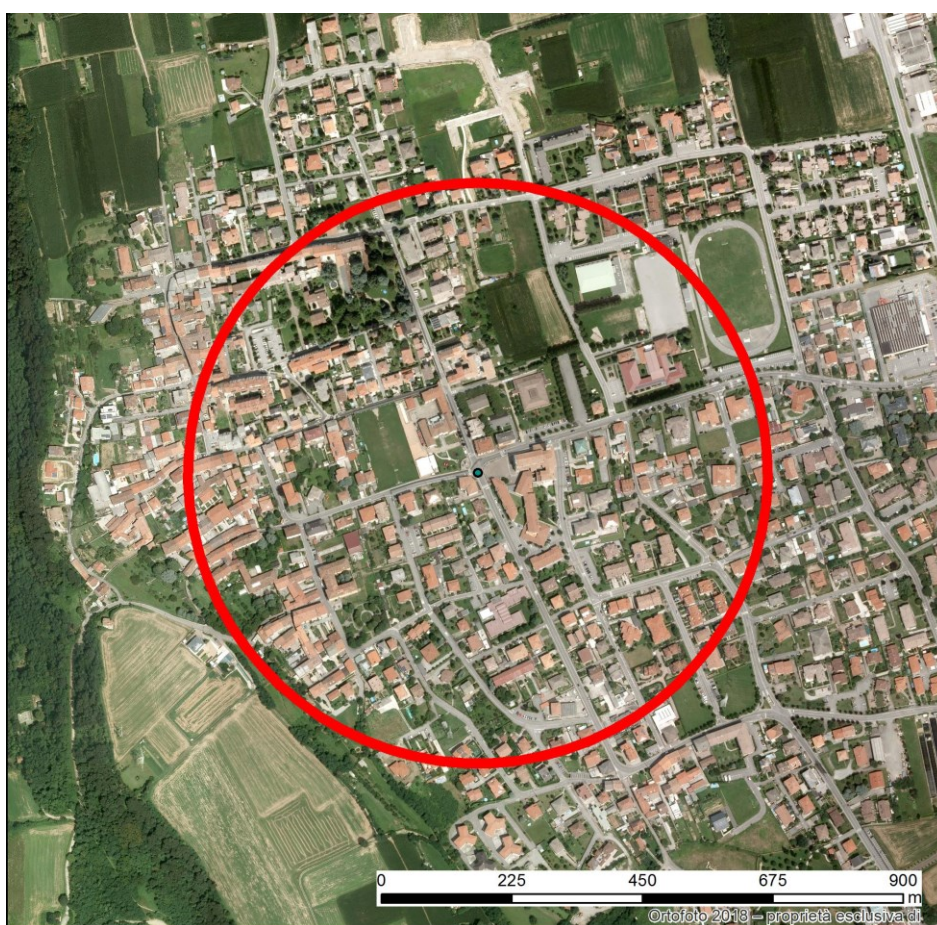
Per quanto riguarda il cambiamento climatico, nel tempo vi è stato un marcato aumento dell'intensità di precipitazione a fronte di una sensibile diminuzione della precipitazione totale e del numero di giorni piovosi durante l'anno. Questo trend è particolarmente significativo soprattutto nelle regioni del nord Italia, ma in linea generale vale per tutto il territorio nazionale.

Per quanto riguarda l'impermeabilizzazione, negli ultimi 20 anni, l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata in media del 20%, mentre in Italia la situazione è molto diversificata da regione a regione. È particolarmente emblematico il caso della Lombardia in cui tra il 1954 e il 2015 vi è stato un aumento di oltre il 200% delle superfici urbanizzate. Anche l'ambito territoriale di Bottanuco non si è sottratto al trend di estensione delle aree urbanizzate lombarde, ben evidenziato dal raffronto tra le due cartografie riportate alla pagina seguente, che restituiscono una situazione di espansione generalizzata dell'edificato e dell'impermeabilizzazione della pianura.

Con il R.R. n. 7/2017 e il successivo R.R. n. 8/2019, la gestione delle acque pluviali si orienta verso opere che permettano una laminazione localizzata e diffusa sul territorio, un'eventuale depurazione delle acque di pioggia con sistemi naturali e il loro successivo riuso o dispersione nel suolo, nell'ottica di far confluire nei corsi d'acqua e nelle falde parte della precipitazione meteorica, opportunamente controllata nella qualità, per contribuire al mantenimento dell'equilibrio idrologico e aumentare la biodiversità anche in ambito urbano. Tale gestione delle acque meteoriche si concretizza principalmente nell'applicazione del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, che sancisce come la portata al colmo di piena, risultante dal drenaggio di un'area, debba essere costante prima e dopo la trasformazione d'uso del suolo in quell'area.



Immagine mosaicata delle foto Aeree Volo GAI (Gruppo Aereo Italiano), 1954-55.



Ortofoto 2015 AGEA (Agenzia per le erogazioni in agricoltura).

Con l'entrata in vigore del regolamento e quindi la necessaria applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica, si tenderà ad una progressiva riduzione delle portate di acque meteoriche nella rete di fognatura mista, con le seguenti modalità:

- riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale;
- scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale;
- scarico in fognatura.

In termini generali, per quanto concerne le *interazioni tra le aree urbane e i ricettori*, si ricorda che secondo quanto previsto dalla normativa, la realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore, che deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili, è dovuta *in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense*. Inoltre, secondo quanto definito all'art. 7 del R.R. 7/2017, si ricorda che i limiti allo scarico devono essere diversificati in funzione di:

- caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche;
- differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio nelle aree urbane o extraurbane, di pianura o di collina;
- dipendenza di tali effetti dalle caratteristiche del ricettore finale, in termini di capacità idraulica dei tratti soggetti ad incremento di portata e dei tratti a valle.

3.8.7. Risultati delle modellazioni nel Documento semplificato

Di seguito si riportano in forma grafica i risultati delle modellazioni condotte in termini di tiranti idraulici nelle aree allagate per effetto dell'insufficienza della rete di fognatura e per gli scarichi nei recettori delle portate scolmate. Si precisa che sono state considerate allagate le aree dove il tirante massimo simulato durante l'evento di scenario è superiore o uguale all'incertezza altimetrica associata al dato del modello digitale del terreno utilizzato per la costruzione del dominio di calcolo. Laddove tale incertezza fosse superiore a 15 cm, verranno considerate allagate le aree interessate, anche solo temporaneamente, da inondazioni con tirante superiori o uguali a questa soglia.

Il DTM impiegato per le simulazioni di scenario è il DTM a maglia regolare quadrata 5 m x 5 m disponibile presso il Geoportale di Regione Lombardia con l'applicazione di correzioni di elevazione nelle aree occupate dagli edifici. La risoluzione verticale di tale dato è spazialmente variabile in funzione della fonte primaria utilizzata. In assenza di riferimenti specifici e considerando le necessarie operazioni di correzione si ritiene opportuno assumere la soglia di 15 cm per la definizione delle aree allagate.

Scenario a T 10 anni

In questo scenario si può osservare come l'area maggiormente soggetta alle insufficienze del reticolo e quindi alla propagazione dei deflussi sulla superficie corrisponde con le aree con una maggiore densità abitativa e/o produttiva. Nel dettaglio, si osserva la presenza di aree di concentrazione dei deflussi tra via XXV Aprile e viale Risorgimento che culminano nell'accumulo, anche con tiranti superiori a 0.5 m, nei pressi dell'incrocio tra via Dante Alighieri e via Bartolomeo Colleoni. Dagli approfondimenti effettuati è emerso come l'estensione di tale area di accumulo è sicuramente minore rispetto a quanto simulato poiché le risultanze della modellazione dipendono dall'accuratezza del modello digitale del terreno che in quest'area appare essere carente. L'analisi suggerisce comunque come tale area possa essere soggetta ad accumuli essendo in alcune aree maggiormente depressa rispetto al territorio circostante. Tale aspetto dovrà necessariamente essere approfondito nelle successive fasi di studio e analisi.

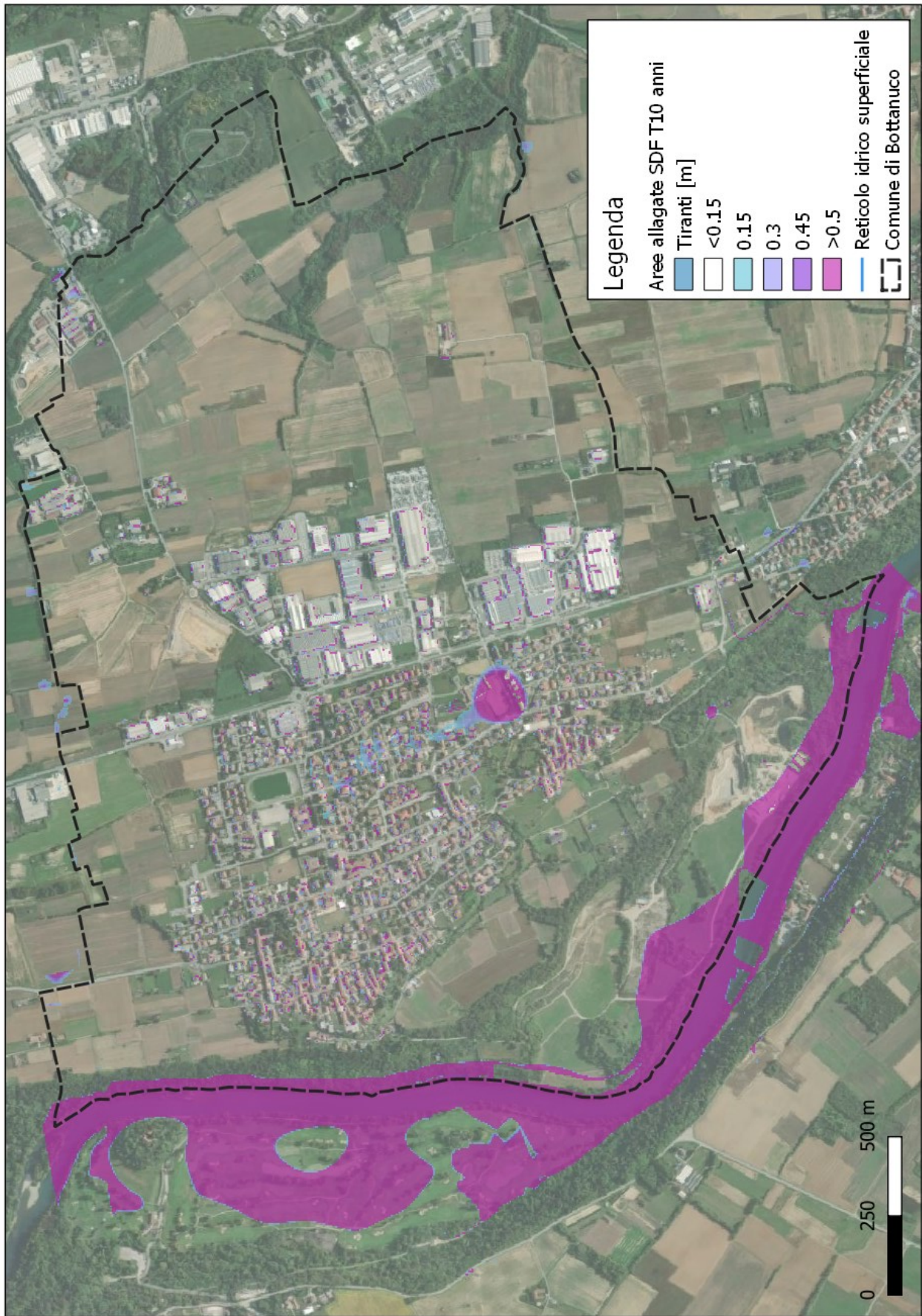


Area potenzialmente soggetta a fenomeni di accumulo.

Quest'area maggiormente depressa è inoltre compatibile con la presenza dell'impluvio del RIM codificato BG 035-001 che negli anni, per effetto del rimaneggiamento dei suoli, ha perso in parte la sua morfologia ma che ancora potrebbe rappresentare una via di accumulo e scorrimento preferenziale dei deflussi. L'ultimo tratto di tale reticolo è stato inoltre interrato tramite la posa di una tubazione di grande diametro all'interno della quale scaricano anche le reti di acque bianche e gli scolmatori della rete mista. Alla luce di tali elementi la criticità emersa, già segnalata dal gestore di rete, dovrà essere approfondita nel suo complesso nelle successive fasi di studio.



Area tratto di inizio dell'impluvio del RIM codificato BG 035-001.

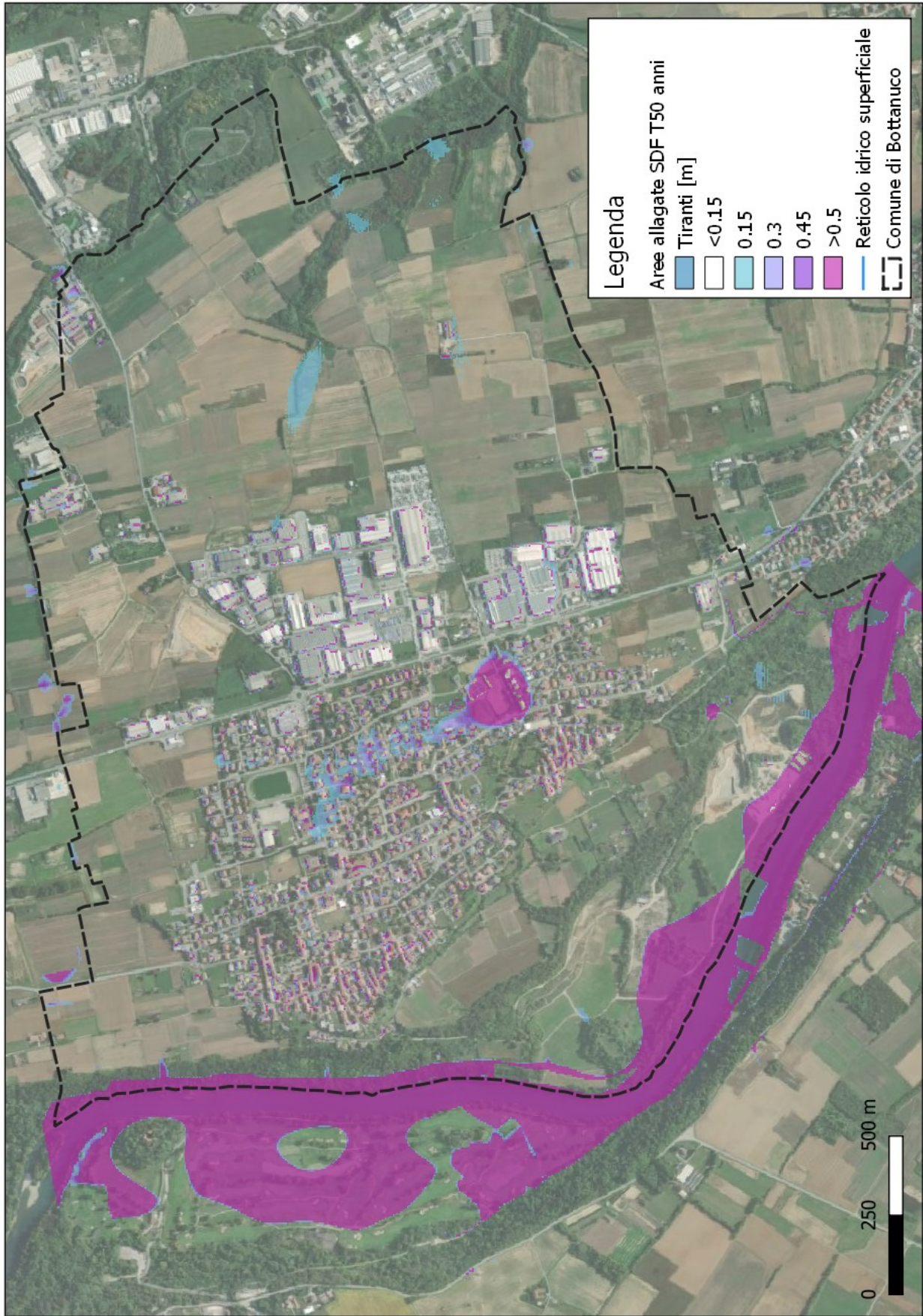


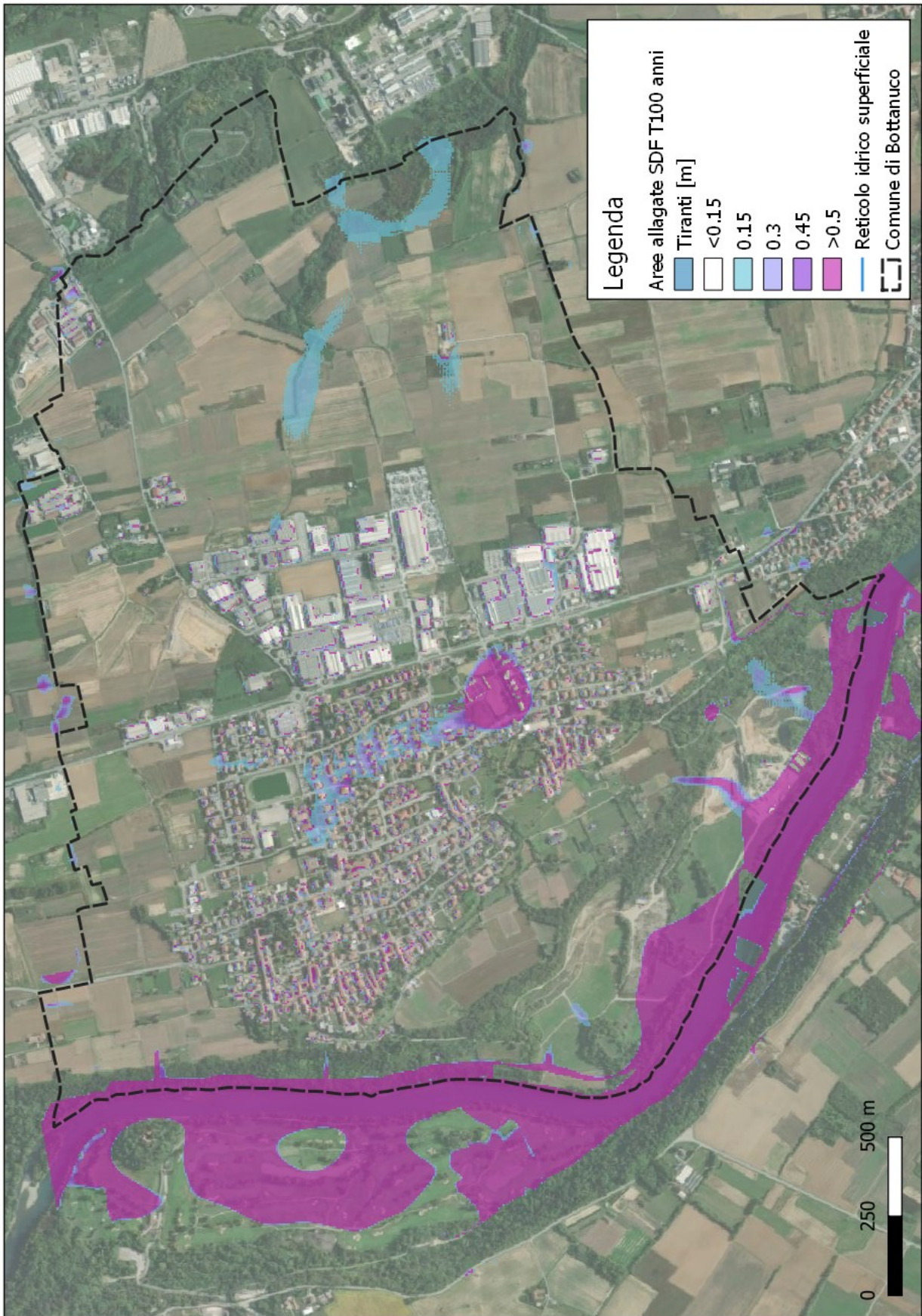
Scenario a T 50 anni

Anche in questo scenario si può osservare come l'area maggiormente soggetta alle insufficienze del reticolo e quindi alla propagazione dei deflussi sulla superficie corrisponde con le aree con una maggiore densità abitativa e/o produttiva. Nel dettaglio si osserva la presenza di aree di concentrazione dei deflussi tra via XXV Aprile e viale Risorgimento che culminano nell'accumulo, anche con tiranti superiori a 0.5 m, nei pressi dell'incrocio tra via Dante Alighieri e via Bartolomeo Colleoni. Per tale area vale quanto esposto per lo scenario precedente. In aggiunta nella parte est del territorio comunale si osserva un principio di accumulo dei deflussi in corrispondenza del reticolo idrico superficiale che defluiscono verso la roggia Vallone.

Scenario a T 100 anni

Anche in questo scenario si può osservare come l'area maggiormente soggetta alle insufficienze del reticolo e quindi alla propagazione dei deflussi sulla superficie corrisponde con le aree con una maggiore densità abitativa e/o produttiva. Nel dettaglio si osserva la presenza di aree di concentrazione dei deflussi tra via XXV Aprile e viale Risorgimento che culminano nell'accumulo, anche con tiranti superiori a 0.5 m, nei pressi dell'incrocio tra via Dante Alighieri e via Bartolomeo Colleoni. Rispetto agli scenari precedenti, nella parte est del territorio comunale, si osserva l'incremento di accumulo dei deflussi in corrispondenza del reticolo idrico superficiale che defluiscono verso la roggia Vallone.





3.9. La discarica storica di rifiuti solidi urbani di Madone

La discarica di rifiuti solidi urbani si inserisce in un contesto territoriale compreso tra i Comuni di Madone, Filago e Bottanuco; a partire dagli anni '70 dello scorso secolo, l'area fu oggetto di smaltimento incontrollato di rifiuti, quando non esistevano ancora delle direttive nazionali su come e dove smaltire i rifiuti.

Nel 1988 i comuni interessati svolsero un'indagine geofisica e geochemica finalizzata a individuare lo stato di rischio ambientale; successivamente il "Consorzio fra i Comuni di Madone – Filago – Bottanuco per la bonifica della discarica storica di Madone" predispose il progetto di bonifica delle aree degradate e del nuovo impianto di discarica controllata secondo le normative nazionali e regionali. La discarica venne aperta il giugno 1988 e chiusa nel giugno del 1991; a esaurimento della discarica risultarono smaltite circa 1.250.000 tonn. di RSU, che costituirono una collinetta che si sopraelevò, al culmine, di 28 metri rispetto al piano campagna e occupò in totale una superficie di 10 ha.

Nella bonifica della discarica vennero realizzati sistemi per il drenaggio del percolato mediante una serie di trincee drenanti all'interno dei rifiuti con convogliamento dello stesso in appositi serbatoi in vetroresina mediante tubazioni in PEAD; i serbatoi di stoccaggio del percolato, della capacità complessiva di 860 metri cubi, vennero alloggiati in un'apposita vasca di raccolta.

Il recupero biovegetativo della discarica implicò, oltre agli interventi di inerbimento mediante idrosemina, la messa in posto di numerose essenze arboree e arbustive, con una densità di circa 200 unità per ettaro.

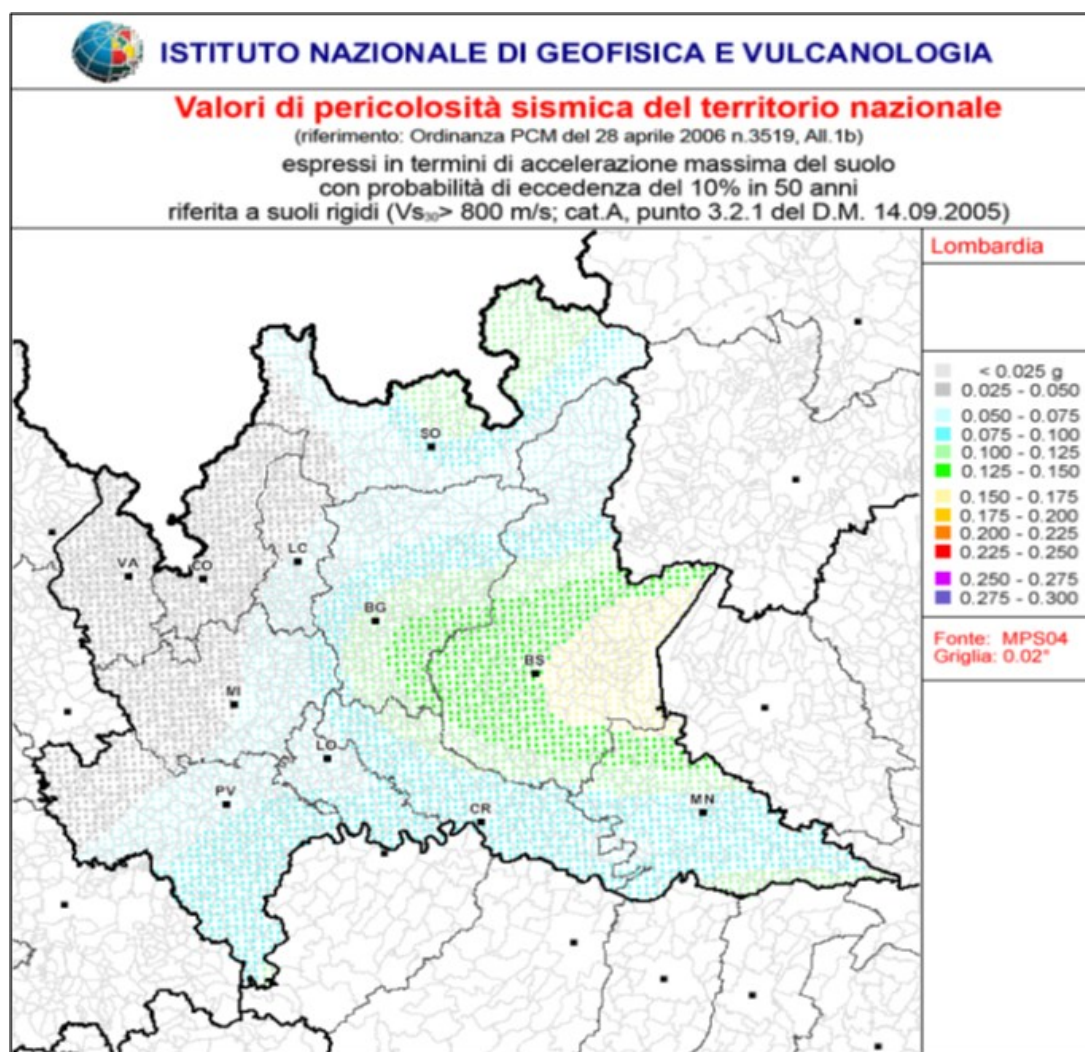


Inquadramento territoriale della discarica di Madone, sita in via Carso.

4.1. Risposta sismica locale

Il Comune di Bottanuco, secondo la classificazione dei comuni lombardi di cui alla D.G.R. n. 2129 del 11 luglio 2014, ricade in **Zona sismica 3**. L'accelerazione sismica orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in un intervallo di tempo di 50 anni, è pari a $A_{g_{max}} = 0,093041 \text{ g}$ (v. O.P.C.M. 3519/06, in Lombardia varia da 0,037 a 0,163 g). L'accelerazione sismica è il principale parametro descrittivo della pericolosità di base utilizzato per la definizione dell'azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle N.T.C.).

Su tutto il territorio comunale gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, gli edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003", dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»", definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello, indipendentemente dalla presenza o meno di possibili scenari di amplificazione locale.



Carta della pericolosità sismica di base (OPCM n. 3519/2006) presa come riferimento nelle NTC.

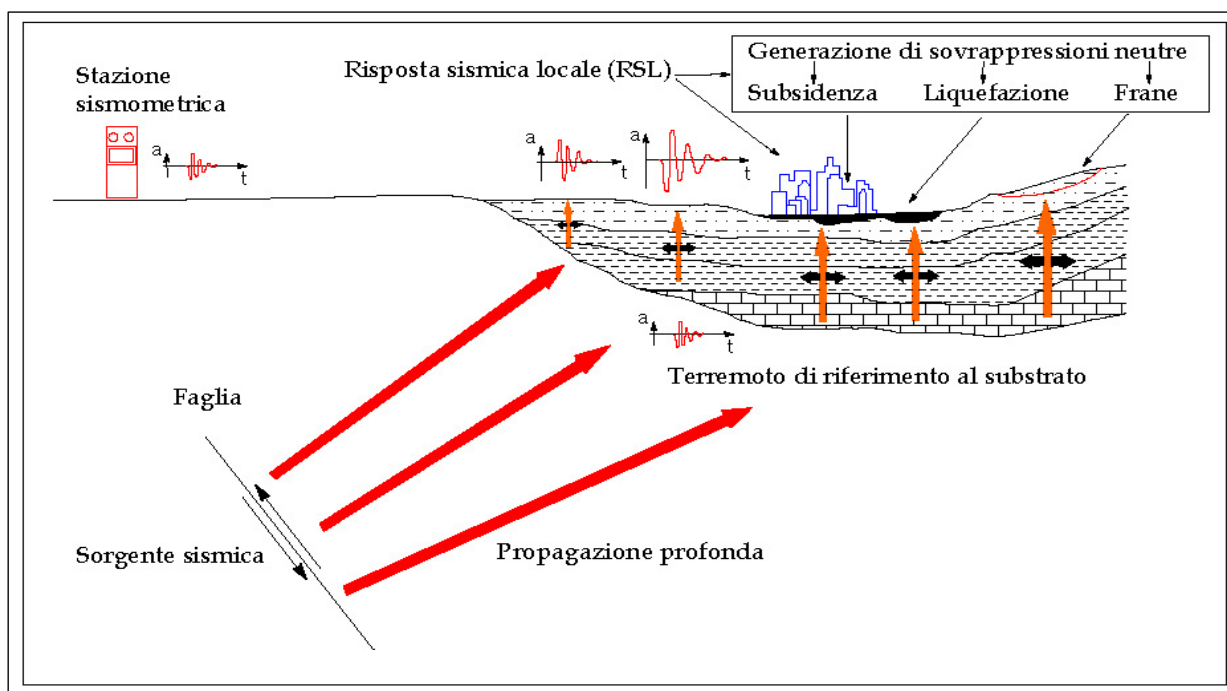
4.2. Inquadramento metodologico

In linea generale, non esistono misure di mitigazione atte a contenere il danno provocato potenziale; le uniche raccomandazioni riguardano accorgimenti logistici e progettuali tali da prevenire un ulteriore rischio di amplificazione locale e in generale un piano di sicurezza generale che preveda anche l'eventualità di condizioni sovrastimate. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. In particolare, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag.

Come da NTC, la pericolosità sismica di base costituisce la "prima azione", che si trasmette a partire dal cosiddetto «bedrock» o sito di riferimento rigido. La seconda azione, che modifica la prima, è data dalle variazioni, indotte sulla prima azione, dalle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche del sottosuolo sovrastante il bedrock; l'insieme dei fenomeni di trasformazione fisica (ondulatoria, variazioni in ampiezza e contenuto in frequenza) che affligge il treno d'onde che si propaga in tale sottosuolo, passa sotto il nome di **Risposta Sismica Locale (RSL)**, poiché caratterizzata da effetti propri del sito.

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, l'ali pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area. In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali:

- quelli di sito o di amplificazione sismica locale;
- quelli dovuti ad instabilità.



Propagazione di un evento sismico dalla sorgente al sito (scala distorta).

Nel seguito si riporta una descrizione della procedura definita nell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616, relativo all'“analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.”.

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese;

tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- *effetti di amplificazione topografica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;
- *effetti di amplificazione litologica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Effetti di instabilità

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito. Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali. Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture. Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione. Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

In relazione alla *definizione della componente sismica e alla pericolosità sismica locale*, in Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616 è riportata la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, che prevede tre diversi livelli di approfondimento organizzati nel diagramma di flusso seguente e successivamente sintetizzati.

1° livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti; questo livello, obbligatorio per tutti i comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

2° livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrare nella Carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione Fa. L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali); per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;

- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Il secondo livello è obbligatorio, per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello.

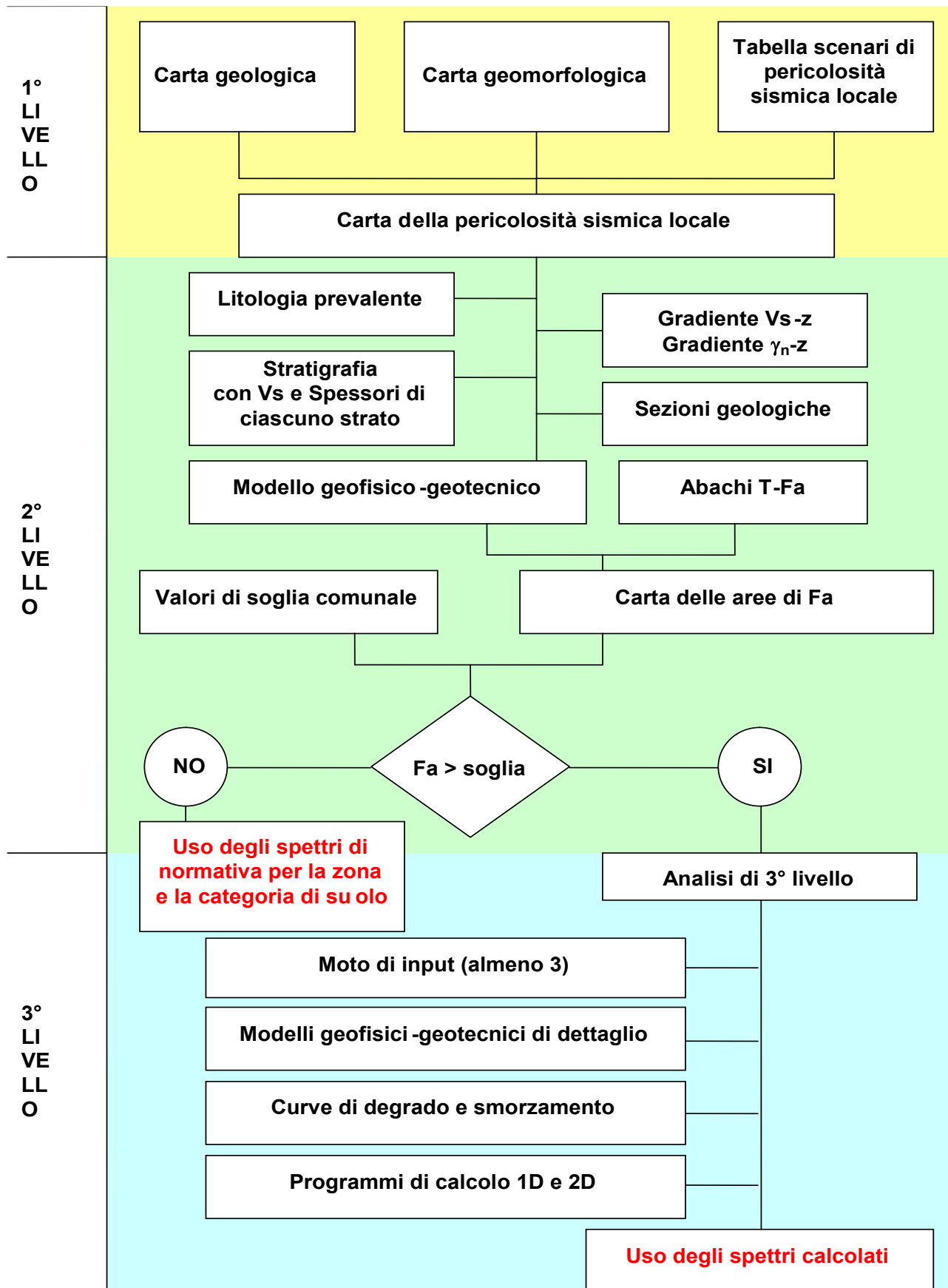
Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

3° livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale, il cui utilizzo è dettagliato nell'Allegato 5. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tab. 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2), nelle zone sismiche 2 e 3 per tutte le tipologie di edifici, mentre in zona sismica 4 nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Il 3° livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.



4.3. Individuazione della pericolosità sismica

Per ridurre gli effetti dei terremoti, l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche. In Regione Lombardia le condizioni geologiche non sono così drammatiche come in molte altre regioni italiane, tant'è che in generale il livello di pericolosità sismica è basso o molto basso, con la sola eccezione dell'area del Lago di Garda. Anche il patrimonio edilizio nel suo insieme può essere considerato da buono a ottimo (con esclusione degli edifici storici) e il terremoto di Salò del 24 novembre 2004 (grado Mercalli di 7/8) ha causato un danno complessivo di circa 200 milioni di euro, cifra importante ma non paragonabile ai miliardi di euro dei terremoti in Umbria, Marche e Molise.

Il terremoto di Verona del 3 gennaio 1117 fu l'evento sismico più forte avvenuto nel nord Italia di cui si abbia notizia (Guidoboni *et al.*, 2005) e che ebbe effetti devastanti in tutta l'area raggiungendo una magnitudo momento M_w pari a 6,52. Approfonditi studi recenti hanno verificato come gli effetti siano dovuti alla concomitanza di più eventi (Guidoboni & Comastri, 2005). Esso venne avvertito anche in buona parte dell'Europa centrale e fu causa di sconvolgimenti economico/sociali (Guidoboni & Boschi, 1991). Ad oggi non si sa ancora se è stato un evento 'random' oppure un vero e proprio terremoto caratteristico.

Nonostante l'apparente monotonia della pianura lombarda, la geometria del sottosuolo risulta molto complessa ed interessata da sovrascorrimenti, duplicazioni, ondulazioni e pieghe, generate dalle stesse spinte orogenetiche che hanno determinato la formazione delle Alpi e degli Appennini. In profondità sono infatti presenti tre serie di thrust sepolti, di cui due a sviluppo sequenziale frontale e uno a sviluppo sequenziale a ritroso, costituenti sistemi di grandi pieghe asimmetriche con andamento anticlinalico; essi si sono formati attraverso faglie inverse e sovrascorrimenti immergenti verso sud-ovest con inclinazioni comprese tra i 15° e i 30°.

In Letteratura queste zone di scollamento tettonico sono note "*External Thrust Front*" sull'allineamento Parma – Reggio Emilia – Ferrara, "*Pedeapenninic Thrust Front*" lungo il margine morfologico dell'Appennino Settentrionale, e "*Pedealpine Thrust Front*" sull'allineamento Lodi – Peschiera del Garda – Val d'Adige. Tali zone di scollamento tettonico si estendono su scala regionale in tutto il bacino padano da ovest ad est per convergere verso sud, all'altezza di Ravenna, seguendo l'allineamento Appennini – Mare Adriatico.

Nel complesso le strutture note come Pieghe emiliane e Pieghe Ferraresi costituiscono delle dorsali sepolte (o alti strutturali) che separano o inglobano bacini satelliti subsidenti, nei quali si assiste ad un notevole ispessimento dei sedimenti marini e continentali; si tratta di strutture depresse profonde con andamento tipicamente sinclinalico. In questi settori la subsidenza è instaurata da vari milioni di anni ed in maniera più accentuata dall'inizio del Pliocene con tasso di abbassamento di uno o più mm all'anno. Il tracciato del Po nell'area in esame è quindi impostato in corrispondenza della struttura sinclinalica della Monoclinale Pedealpina, compresa tra l'External Thrust Front e il Pedealpine Thrust Front.

Il territorio comunale di Bottanuco è interessato dalla presenza della sorgente sismogenetica composta ITCS010 denominata **Western S-Alps internal thrust**, che presenta le seguenti caratteristiche sismo-tettoniche:

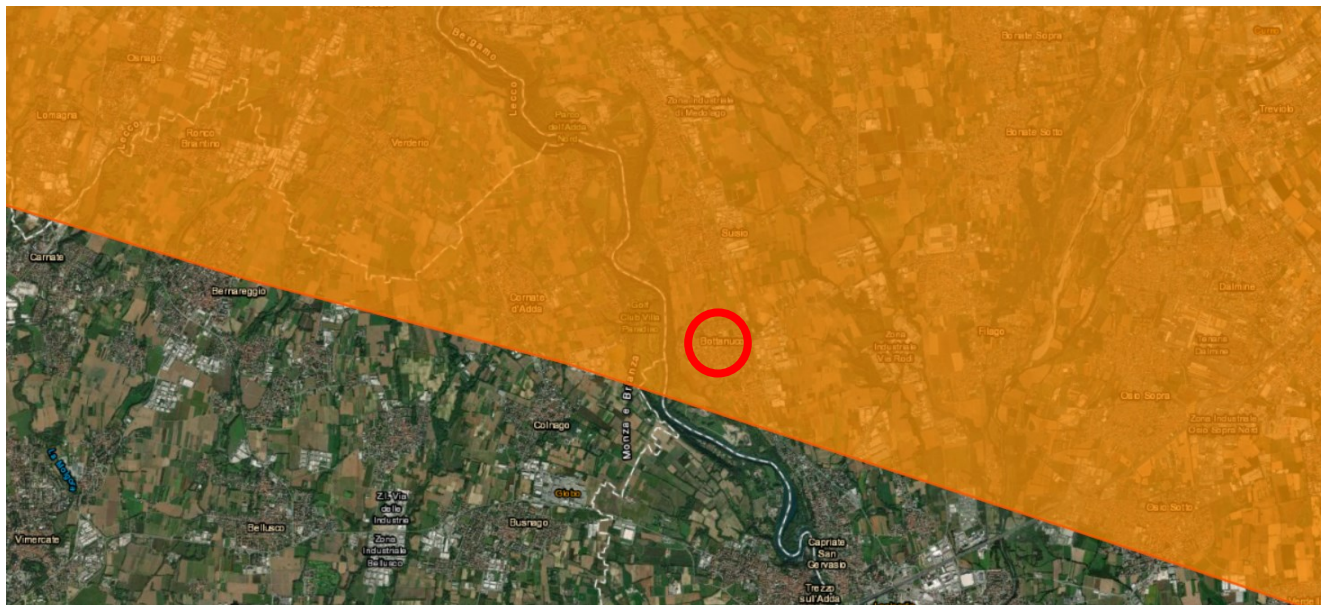
- profondità minima = 5,0 km;
- profondità massima = 12,0 km;
- magnitudo momento massima M_w = 6,9;
- velocità di scorrimento compresa tra 0,10 e 0,50 mm/anno.

Consultando la zonizzazione della Carta sismogenetica ZS9 dell'INGV relativa al nord Italia si riesce a definire la "profondità efficace", ovvero quella profondità alla quale avviene il maggior numero di eventi sismici che determinano la pericolosità della zona. Il territorio comunale di Bottanuco è posto all'interno della **Zona 907**, che include la parte più bassa delle province di Bergamo e Brescia ed è caratterizzata da una sismicità di energia normalmente medio – bassa (con la sola eccezione del terremoto di Soncino del 12 maggio 1802, con area epicentrale nella Valle dell'Oglio e $M_w = 5.67$).

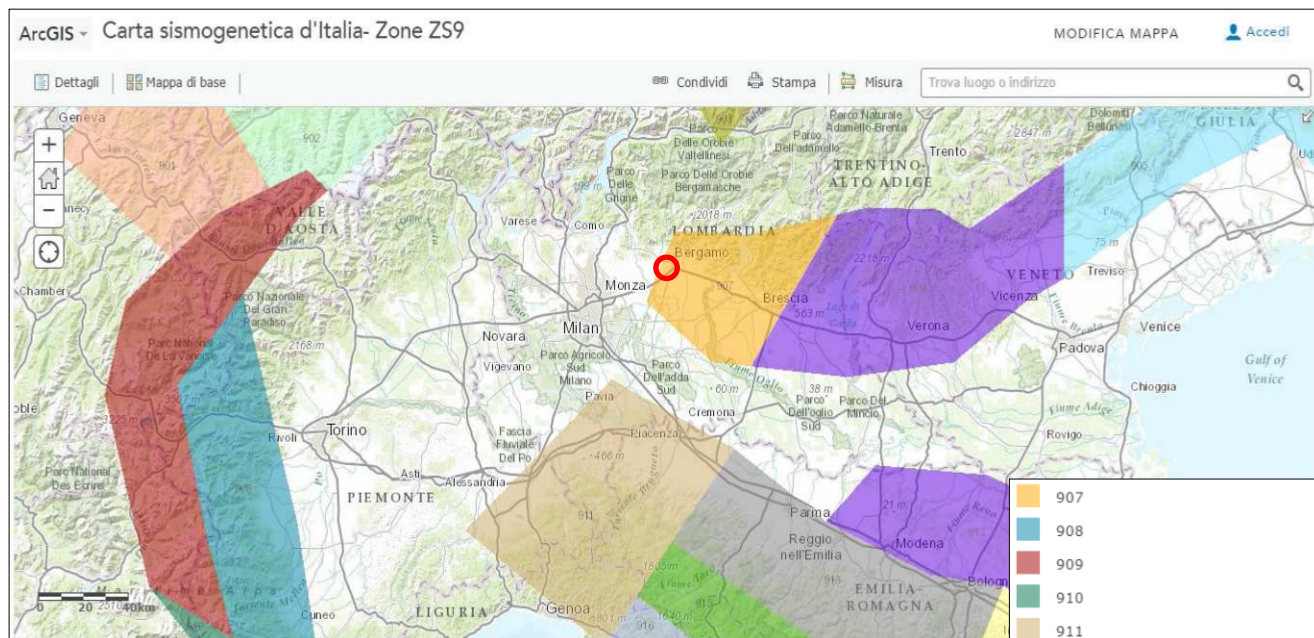
I terremoti più recenti, registrati strumentalmente e localizzati in corrispondenza di Bergamo, sono quelli del 26 settembre 1576, dell'8 marzo 1593, del 22 agosto 1606 e del 13 giugno 1642, tutti con $M_w 5.03 \pm 0.33$. Le informazioni disponibili per questi terremoti provengono unicamente da Bergamo, con effetti valutati

come 6-7 MCS (Guidoboni *et alii*, 2007; Archivio Macrosismico GNDT, 1995), pertanto le loro localizzazioni e magnitudo sono da considerarsi molto incerte.

Da segnalare è il terremoto del 9 febbraio 1979 (Mw 5.03±0.18), localizzato qualche km a est di Vimercate. Secondo il recente studio di Guidoboni *et alii* (2007), i massimi risentimenti di questo terremoto sono localizzati lungo l'Adda; in particolare I 6 MCS è assegnata a Bottanuco, Capriate San Gervasio, Dalmine, Filago, Sabbio, Solza, Suisio, Treviglio e Zingonia.



**Principali sorgenti sismogenetiche per terremoti di magnitudo >5.5 (Catalogo DISS versione 3.3.0. dell'INGV).
In rosso il Comune di Bottanuco, in arancione la sorgente sismogenetica composta ITCS010.**



Carta sismogenetica ZS9 dell'INGV relativa al nord Italia.

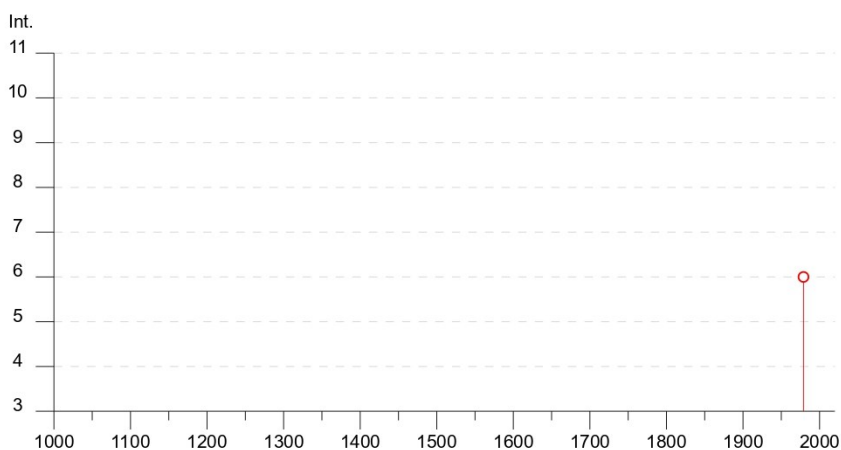
Oltre ai citati terremoti di cui sopra, di energia medio-bassa e generalmente supportati da poche informazioni storiche che ne rendono poco vincolati i parametri epicentrali, la storia sismica di Bergamo fornita dal Database Macrosismico Italiano DBMI04 (Stucchi *et alii*, 2007) riporta intensità superiori a 5 MCS anche in seguito a terremoti più forti avvenuti a maggiore distanza. In particolare, intensità 6-7 MCS è stata valutata a Bergamo per

i terremoti del 1295 di Coira (Svizzera) e 12 maggio 1802 nella Valle dell'Oglio. Quest'ultimo, come detto, è tra i più forti ($M_w 5.67 \pm 0.09$ secondo CPTI04) e significativi della Lombardia, avendo causato gravi danni ad alcune località della Valle dell'Oglio ed essendo localizzato in pianura in corrispondenza dei fronti alpini sepolti.

Per il Comune di Bottanuco il Database Macrosismico Italiano DBMI15, versione 4.0, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), riporta i seguenti 3 eventi:

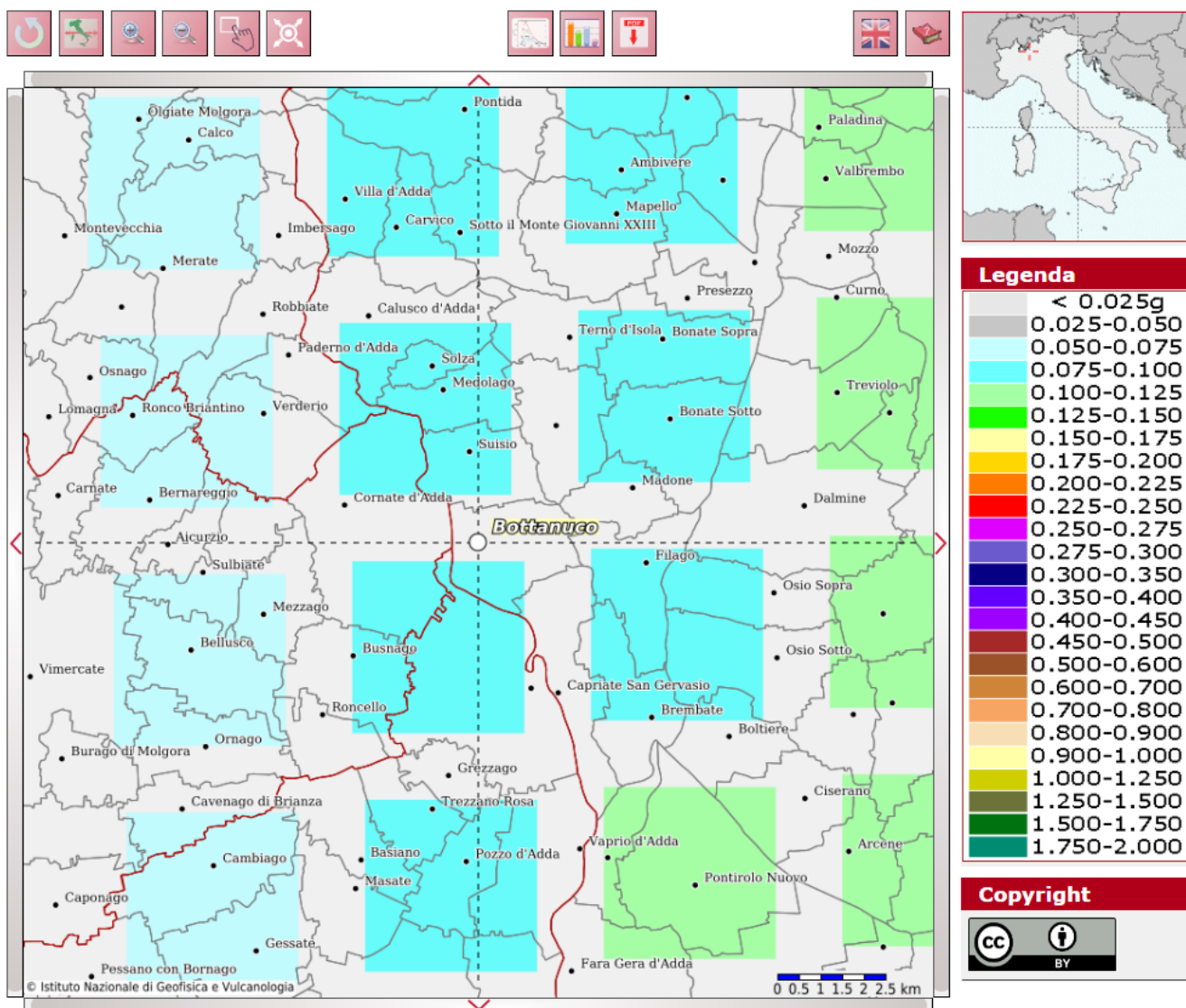
Bottanuco

PlaceID IT_14391
 Coordinate (lat, lon) 45.640, 9.503
 Comune (ISTAT 2015) Bottanuco
 Provincia Bergamo
 Regione Lombardia
 Numero di eventi riportati 3

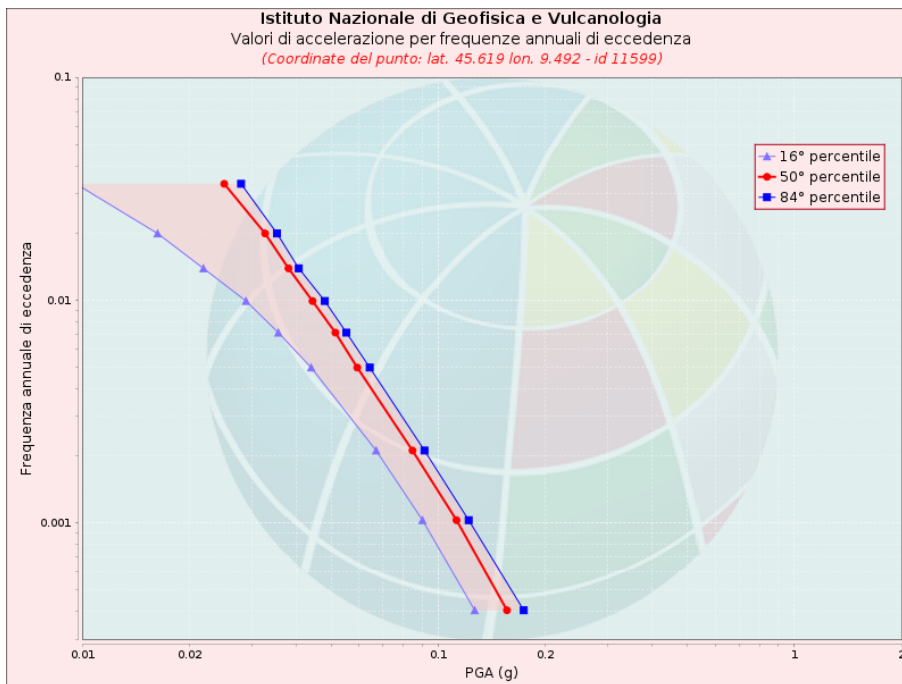


Int.	Effetti							In occasione del terremoto del		
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1979	02	09	14	44		Bergamasco	73	6	4.78
NF	1991	11	20	01	54	1	Grigioni, Vaz	468	6	4.70
2	1995	10	29	13	00	2	Lago d'Iseo	408	5-6	4.35

Utilizzando il grafico della disaggregazione estratto dalla Mappa interattiva di pericolosità sismica messa a disposizione dall'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, v. figure seguenti), la magnitudo media di riferimento risulta pari a 4.78 per un sisma a una distanza di 18,2 km.



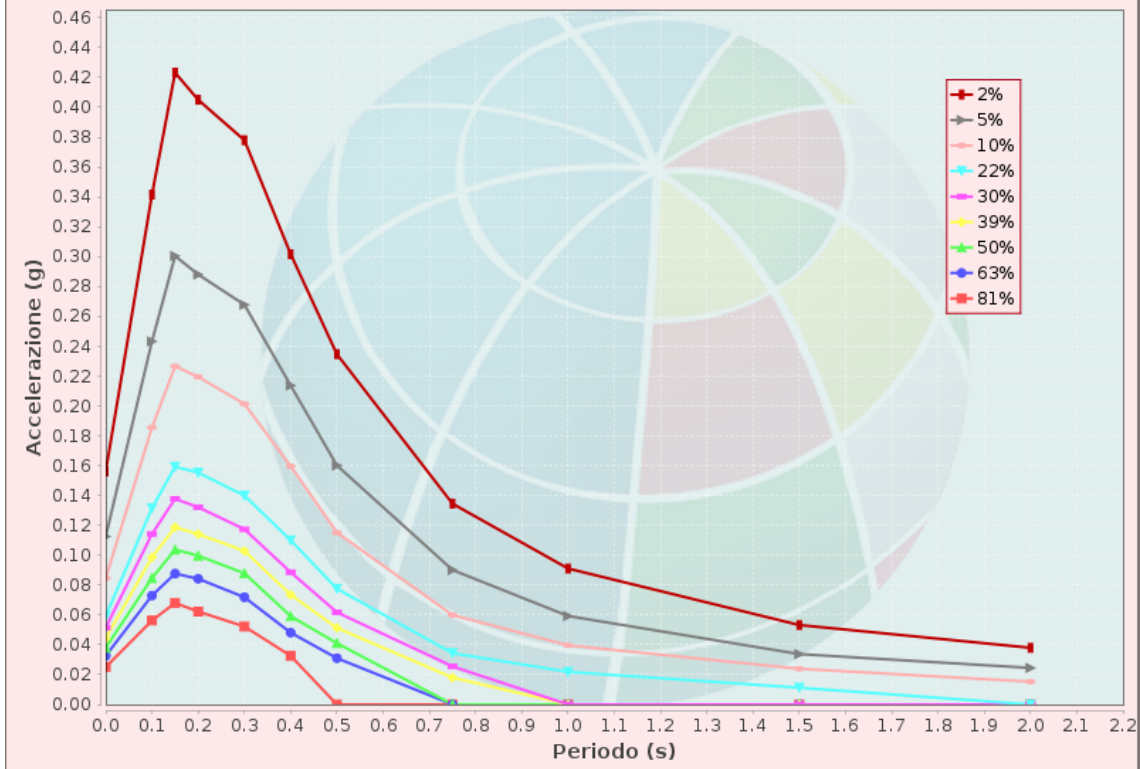
Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (2004). La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante. Il Comune di Bottanuco è individuato in corrispondenza del nodo della griglia di calcolo al centro della mappa.



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.127	0.156	0.174
0.0010	0.090	0.113	0.122
0.0021	0.067	0.085	0.092
0.0050	0.044	0.059	0.064
0.0071	0.036	0.051	0.055
0.0099	0.029	0.044	0.048
0.0139	0.022	0.038	0.041
0.0199	0.016	0.033	0.035
0.0332	0.010	0.025	0.028

In alto, la curva di pericolosità. La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella sottostante riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50° percentile) e incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

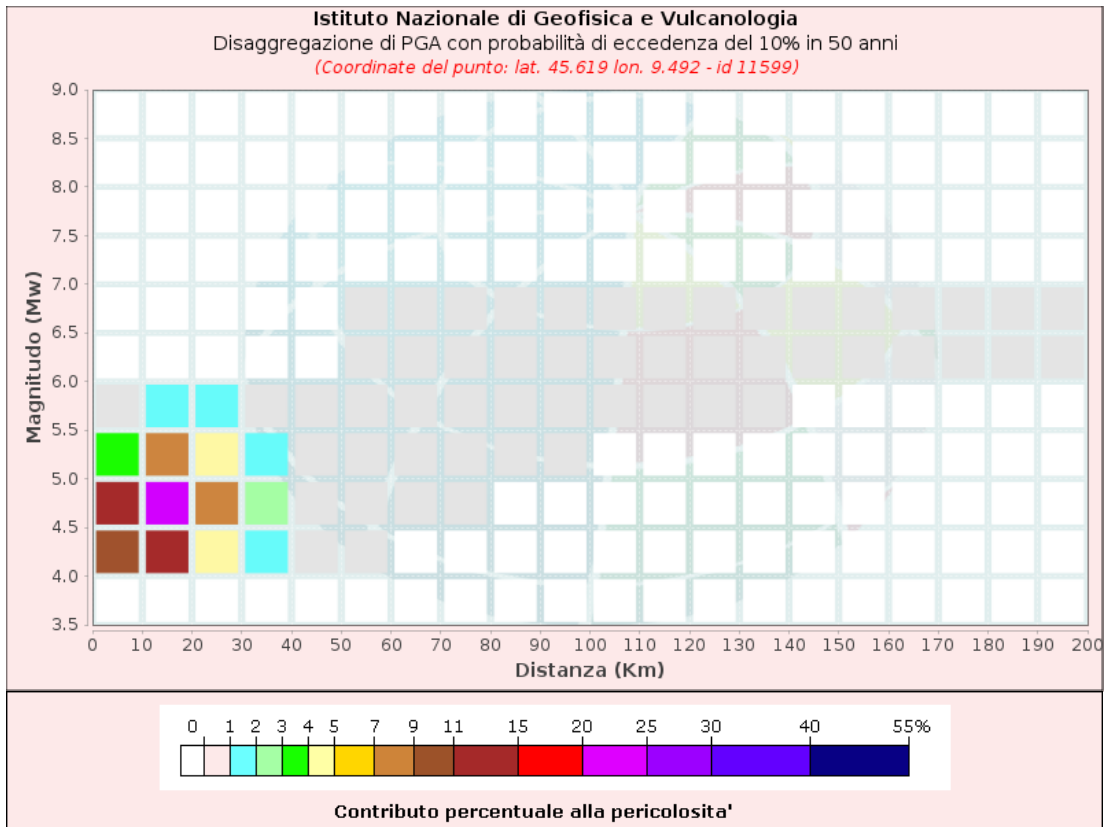
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
 Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)
 (Coordinate del punto: lat. 45.619 lon. 9.492 - id 11599)



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)

PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.156	0.342	0.423	0.405	0.378	0.302	0.235	0.135	0.091	0.053	0.038
5%	0.113	0.243	0.300	0.288	0.268	0.214	0.160	0.090	0.059	0.034	0.025
10%	0.085	0.186	0.227	0.219	0.201	0.160	0.115	0.060	0.040	0.024	0.015
22%	0.059	0.132	0.159	0.155	0.140	0.110	0.078	0.034	0.022	0.011	0.000
30%	0.051	0.114	0.138	0.132	0.117	0.089	0.062	0.025	0.000	0.000	0.000
39%	0.044	0.099	0.119	0.114	0.103	0.074	0.051	0.018	0.000	0.000	0.000
50%	0.038	0.085	0.104	0.100	0.088	0.059	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000
63%	0.033	0.073	0.088	0.084	0.072	0.048	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000
81%	0.025	0.056	0.068	0.062	0.052	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Spettri a pericolosità uniforme. Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50° percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	9.9800	11.4000	3.0900	0.6170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	14.3000	20.1000	7.3300	1.8300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	4.8200	8.7200	4.4400	1.4500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	1.2200	2.8800	1.9500	0.7810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.2170	0.9590	0.9080	0.4230	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0017	0.2250	0.4080	0.2210	0.0077	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0300	0.2060	0.2160	0.1350	0.0228	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0005	0.0871	0.1760	0.1370	0.0248	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0244	0.1240	0.1140	0.0219	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0037	0.0697	0.0841	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0290	0.0557	0.0123	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0097	0.0380	0.0098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0034	0.0252	0.0076	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0143	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0064	0.0028	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 4.78 ; distanza = 18.2 ; epsilon = 0.771

Grafico di disaggregazione. Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

4.4. 1° livello di approfondimento

Il 1° livello di approfondimento consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti. Il 1° livello è obbligatorio per tutti i comuni della Lombardia ed è basato sul riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche sia di dati esistenti.

La pericolosità sismica locale è stata identificata facendo riferimento agli scenari codificati dalla normativa in grado di determinare specifici effetti sismici locali. La valutazione della pericolosità sismica locale permette, oltre all'assegnazione della classe di pericolosità, anche di verificare la eventuale necessità o meno di procedere ai successivi livelli di approfondimento.

Come indicato nella *Tavola 5 - Carta della pericolosità sismica locale*, prendendo in considerazione il contesto geologico generale, nonché procedendo per analogia a situazioni assimilabili e comparabili e facendo riferimento agli scenari codificati dalla norma regionale, per il territorio di Bottanuco sono stati individuati i seguenti scenari di pericolosità sismica locale:

- **Z1c: Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana.** Questo scenario è stato individuato lungo le scarpate morfologiche principali e con significativo sviluppo sia altimetrico che lineare, che si delineano a margine della valle alluvionale dell'Adda nella porzione ovest del comune oltre che presenti nei comparti nord-est (valle del Rio Zender) e sud-est. In tali ambiti e in un significativo intorno esteso sia a monte che a valle, la forte acclività del pendio, il notevole sviluppo altimetrico delle scarpate e la presenza di depositi granulari facilmente erodibili, accoppiati al ruscellamento delle acque piovane o alle manifestazioni di risorgiva naturale lungo le scarpate, possono favorire l'insorgere, in presenza di sisma, di fenomeni di instabilità generale con manifestazioni gravitative di rilievo.
- **Z2b: Zone con depositi granulari o fini.** Si tratta di aree con conformazione del primo sottosuolo formata da materiale sedimentario granulare ghiaioso e sabbioso in presenza di fenomeni di risorgiva oltre che di falda idrica freatica a profondità variabile e tale da innescare potenzialmente fenomeni di liquefazione. Il comparto descritto si individua tra il piede della scarpata morfologica principale che delinea la valle alluvionale dell'Adda e l'alveo attuale del fiume.
- **Z3a: Zona di ciglio $H > 10$ m.** Questo scenario è dato dalla presenza di scarpate e orli di terrazzo fluviale e antropico. Rappresenta quelle morfologie sufficientemente articolate in grado di favorire la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della rottura del pendio, a seguito dei fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto. Nel caso in esame si tratta di un puro effetto di amplificazione topografica.
- **Z4a: Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.** Comprende la restante e maggior parte del territorio comunale, interessata da depositi di origine alluvionale e fluviale. Lo scenario Z4a, nel caso in esame, comprende anche le porzioni di territorio comunale con elevata criticità geotecnica potenziale per presenza/evoluzione di cavità sotterranee, caratterizzati da possibili condizioni di instabilità legata allo sviluppo di fenomeni di cedimento di non sottovalutabile entità, come definito dall'Allegato A alla D.G.R. 15 dicembre 2022 - n. XI/7564. I possibili effetti per la categoria Z4a sono limitati a possibili amplificazioni litologiche e geometriche.

Nel territorio di Bottanuco non sono presenti situazioni riconducibili a creste (Z3b) e zone di contatto stratigrafico (Z5).

Per lo scenario Z4a, se interferente con l'urbanizzato e urbanizzabile, si applica in fase pianificatoria il 2° livello di approfondimento sismico. Per lo scenario Z3a si applicano gli studi di 2° livello solo per gli edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03).

Nelle aree in Classe d'uso IV (costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di evento sismico), il progetto di nuovi interventi dovrà essere obbligatoriamente eseguito effettuando la verifica della liquefazione. Rientrano in Classe d'uso IV le seguenti strutture:

- Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di evento sismico;

- Strutture Ospedaliere:
 - Ambulatori, Case di Cura, Ospedali, Presidi Sanitari;
 - Sedi A.S.L.;
- Strutture per l’Istruzione inserite nei Piani di Emergenza di Protezione Civile Comunali che possono ospitare funzioni strategiche (COM, COC etc);
- Strutture Civili:
 - Municipi, Sedi Comunali decentrate, Sedi Vigili Urbani;
 - Sedi Prefetture;
 - Sedi Protezione Civile e Capannoni adibiti a Protezione Civile;
 - Sedi Regionali, Provinciali;
 - Sedi di Uffici dello Stato;
- Strutture Militari:
 - Caserme delle Forze Armate, dei Carabinieri, del Corpo Forestale dello Stato, della Guardia di Finanza, della Pubblica Sicurezza, dei Vigili del Fuoco;
- Strutture Industriali:
 - Industrie con attività di produzione di “sostanze pericolose per l’ambiente” (D.Lgs. 334/1999 e s.m.i.) in cui può avvenire un incidente rilevante per evento sismico;
- Infrastrutture:
 - Centrali Elettriche ad Alta Tensione;
 - Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica;
 - Gallerie, Ponti, Viadotti di reti viarie di tipo A o B (D.M. del 05.11.2001 n. 6792), o di tipo C se appartenenti a itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non serviti da strade di tipo A o B;
 - Gallerie, Ponti, Viadotti di reti ferroviarie;
 - Impianti per le telecomunicazioni (radio, televisioni, ponti radio), con altezza ≥ 15 mt. e fondazione superficiale o profonda.

4.5. Indagini sismiche masw

Le indagini sismiche pregresse reperite presso gli archivi comunali (v. ubicazione in **Tavola 5 - Carta della pericolosità sismica locale**, in scala 1:5.000), hanno fornito i seguenti valori di $V_{s,eq}$:

- masw 1 in via Dante Alighieri: $V_{s,eq} = 434,21$ m/sec
- masw 2 in via Dante Alighieri: $V_{s,eq} = 386,85$ m/sec
- indagini sismiche presso la strada campestre dell'Olmetto: $V_{s,eq} = 437$ m/sec
- masw in Parco De Gasperi: $V_{s,eq} = 374$ m/s
- masw in via S. Pellico/via J.F. Kennedy: $V_{s,eq} = 363$ m/s
- masw in via Aldo Moro/via Vienna: $V_{s,eq} = 373$ m/s

Ad integrazione di quanto sopra, sono state eseguite in data 27/09/2022 n. 3 ulteriori indagini sismiche superficiali con il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh), con tecnica MASW. In **Tavola 5 - Carta della pericolosità sismica locale**, si riporta l'ubicazione delle tre linee sismiche (Parco De Gasperi, Via S. Pellico/Via J.F. Kennedy e Via Aldo Moro/Via Vienna).

Il metodo MASW (*Multi-Channel Analysis of Surface Waves* - Analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva), è una tecnica di indagine sviluppata in parte per superare le difficoltà dell'applicazione del metodo SASW in ambienti rumorosi, e che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s sulla base della misura delle onde superficiali, eseguita in corrispondenza di sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione.

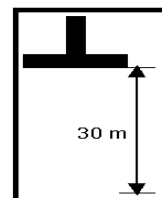
I principali riferimenti di carattere scientifico e metodologico sono i seguenti:

- Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007, *Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation*, J. Appl. Geophysics, 61, 39-55;
- Park C. B., Miller R. D., & Xia J., 1999, *Multichannel analysis of surface waves*, Geophysics, 64, 3; 800-808.

La classificazione dei terreni si basa sul valore medio della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità (V_{s30}), come definita dalla relazione:

CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$



ove h_i e V_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell' i -esimo strato.

Tale metodologia trova il miglior campo di applicazione per profondità di studio inferiori ai 30-40 m dal p.c. E' necessario che il volume di terreno sia caratterizzato da valori di velocità V_s progressivamente crescenti con la profondità, infatti il principale limite di tale metodologia è rappresentato dal non poter distinguere e individuare strati con velocità delle onde SH minori sottostanti a strati con velocità più elevate.

La porzione che predomina nelle onde superficiali, come detto, è costituita dalle onde di Rayleigh, la cui velocità è correlata alla rigidità e ai parametri elastici dei suoli attraversati; è importante tenere presente che nei mezzi stratificati le onde di Rayleigh sono dispersive, ciò significa che le onde con alte frequenze e quindi con lunghezze d'onda corta, si propagano prevalentemente negli strati più superficiali del terreno, mentre le onde con lunghezze maggiori (basse frequenze) tendono a coinvolgere gli strati più profondi.

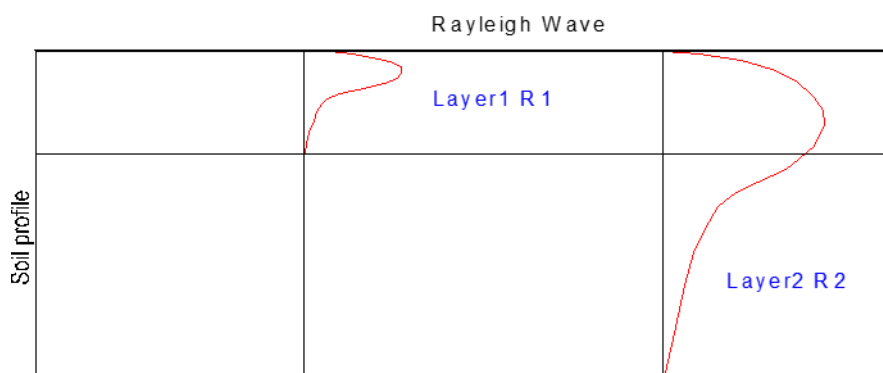
La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati di campo;
- estrazione della curva di dispersione;

- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.

La metodologia può essere di tipo sia attivo che passivo, o la combinazione di entrambi:

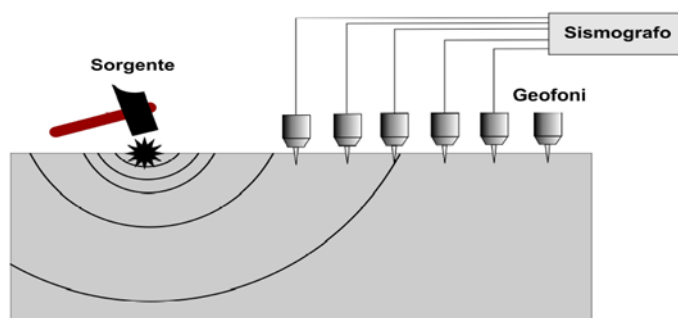
- nel sistema attivo le onde superficiali vengono generate artificialmente in un punto noto in modo non casuale e vengono registrate da stendimenti (arrays) lineari di sensori; Il metodo attivo è quello che meglio permette la classificazione sismica dei suoli, perchè fornisce con un miglior dettaglio il profilo delle velocità sismiche nei primi 30 metri da piano campagna; infatti con esso si ottiene una curva di dispersione per un range di frequenze normalmente comprese tra 5 Hz e 70 Hz, la cui propagazione avviene prevalentemente nella parte più superficiale del suolo, in funzione anche delle sue caratteristiche elastiche;
- nel metodo passivo lo stendimento di ricezione può essere sia lineare, che circolare e con esso si misura il rumore di fondo ambientale esistente; dall'utilizzo del metodo passivo si ottiene una maggiore investigazione in termini di profondità, ma una minore risoluzione delle velocità degli strati, soprattutto quelli più superficiali.



Le prospezioni sismiche sono state interpretate mediante il software SWAN (GeoStudi Astier S.r.l., 2007). L'utilizzo di questo software consente di pre-processare i dati grezzi acquisiti epurandoli da eventuali disturbi. Successivamente, partendo dal sismogramma medio di sito, sono calcolati gli spettri FK (Frequenza-Numero d'onda) ed FV (Frequenza-Velocità). La distribuzione dei picchi evidenziati dagli spettri viene ulteriormente analizzata per ricavare la curva di dispersione sperimentale che viene confrontata con quella teorica. Una volta trovata un'interpolazione tra le due curve il programma esegue l'inversione per ricostruire il profilo delle Vs con la profondità. Il profilo così ottenuto può essere ulteriormente modificato per aumentare il grado di interpolazione tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica.

In tutte le prove le acquisizioni sono state realizzate tramite la stesa di un cavo sismico lungo 46 metri, posizionando 24 geofoni a frequenza naturale di 4,5 Hz con un passo di due metri l'uno dall'altro. L'energizzazione del terreno è stata ottenuta impiegando una mazza del peso di 8 kg. Durante la fase di acquisizione sono stati impostati diversi shots a diverse distanze dall'estremità dell'allineamento sismico per valutare la stabilità della curva di dispersione sperimentale apparente. Sono state quindi calcolate le velocità di taglio del sottosuolo sintetizzando il modello del terreno in diverse unità sismiche.

La figura sotto illustra lo schema di disposizione dei sensori e di trasmissione dell'impulso.



È necessario sottolineare che l'interpretazione delle indagini geofisiche viene fatta nell'ipotesi che gli strati del sottosuolo siano omogenei, orizzontali e con superfici di separazione piano parallele. Nelle aree indagate le condizioni sopra riportate sono rispettate quasi del tutto.

Si rammenta infine come, in ogni caso, la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15%.

Nel caso in esame si è proceduto alla verifica delle indagini geofisiche MASW condotte alla luce delle nuove NTC-2018, che introducono il **parametro $V_{s,eq}$** (valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, in m/s), definito dall'espressione:

$$V_{s,eq} (m/s) = H / \sum h_i / V_i$$

dove:

- h_i = spessore in metri dello strato i-esimo,
- V_i = velocità dell'onda di taglio nello strato i-esimo,
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per tutte e tre le prove effettuate i depositi hanno profondità H del substrato superiore a 30 m, pertanto la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. L'identificazione delle categorie di sottosuolo è stata eseguita utilizzando la tabella 3.2.II. delle NTC 2018.

Dallo sviluppo dei calcoli, si sono ottenuti i seguenti risultati:

Località	$V_{s,eq} - [H]$ da p.c.	Categoria di sottosuolo
Parco De Gasperi	374 m/s – [30 m]	B
Via S. Pellico/Via J.F. Kennedy	363 m/s – [30 m]	B
Via Aldo Moro/Via Vienna	373 m/s – [30 m]	B

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

INDAGINE SISMICA – MASW – LINEA 1

Committente: COMUNE DI BOTTANUCO (BG)

Località: BOTTANUCO – PARCO DE GASPERI

Data: 27 settembre 2022

UBICAZIONE STENDIMENTO



Coordinate WGS8432N

Latitudine

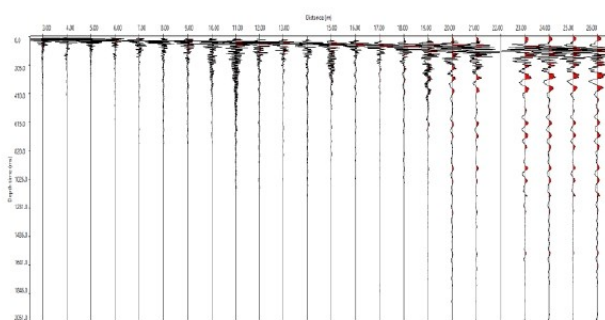
5.053.516N

Longitudine

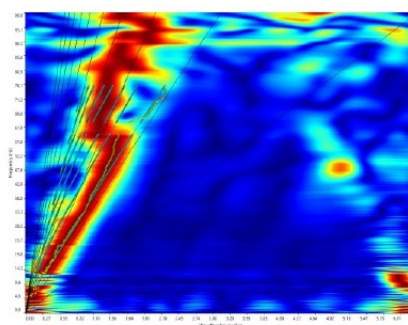
539.996E



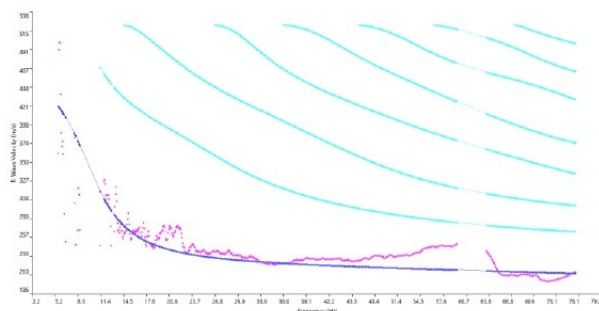
SISMOGRAMMA MEDIO



SPETTRO F-K



CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE E TEORICA



DISTRIBUZIONE Vs

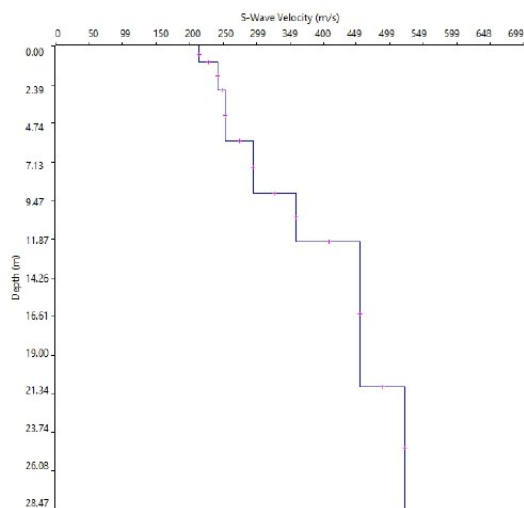


TABELLA VELOCITÀ

	Thickness	Depth	Vs
Layer 1	0.99	0.00	214
Layer 2	1.71	0.99	241
Layer 3	3.11	2.70	253
Layer 4	3.24	5.81	294
Layer 5	2.97	9.05	358
Layer 6	8.89	12.01	455
Layer 7	INF	20.90	522

Vs,eq – [H]

374 m/s – [30,00]

INDAGINE SISMICA – MASW – LINEA 2

Committente: COMUNE DI BOTTANUCO (BG)

Località: BOTTANUCO – VIA S. PELLICO / VIA J. F. KENNEDY Data: 27 settembre 2022

UBICAZIONE STENDIMENTO



Coordinate WGS8432N

Latitudine

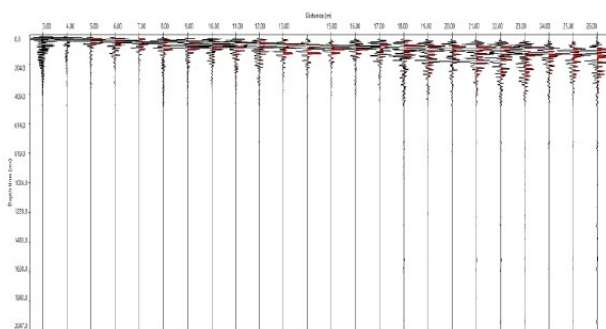
5.054.752N

Longitudine

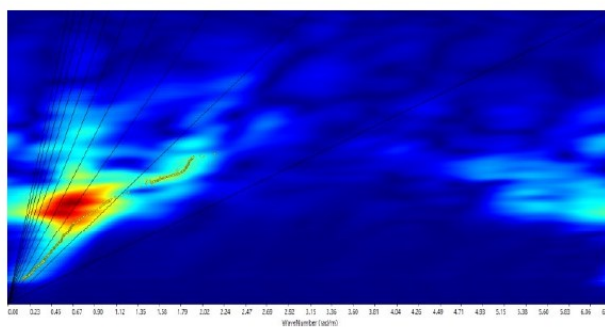
539.269E



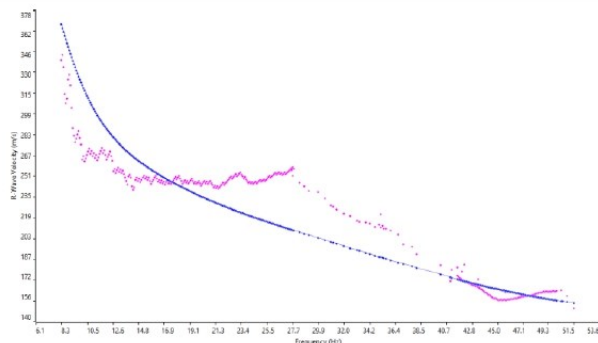
SISMOGRAMMA MEDIO



SPETTRO F-K



CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE E TEORICA



DISTRIBUZIONE Vs

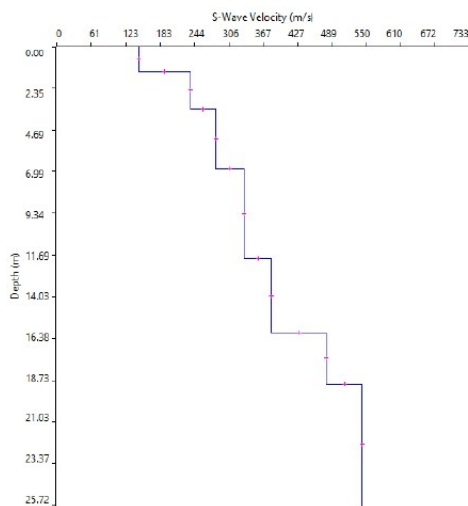


TABELLA VELOCITÀ

	Thickness	Depth	Vs
Layer 1	1.40	0.00	146
Layer 2	2.10	1.40	237
Layer 3	3.36	3.50	282
Layer 4	5.04	6.86	333
Layer 5	4.13	11.89	380
Layer 6	2.88	16.03	480
Layer 7	INF	18.91	544

Vs,eq – [H]

363 m/s – [30,00]

INDAGINE SISMICA – MASW – LINEA 3

Committente: COMUNE DI BOTTANUCO (BG)

Località: BOTTANUCO – VIA ALDO MORO / VIA VIENNA

Data: 27 settembre 2022

UBICAZIONE STENDIMENTO



Coordinate WGS8432N

Latitudine

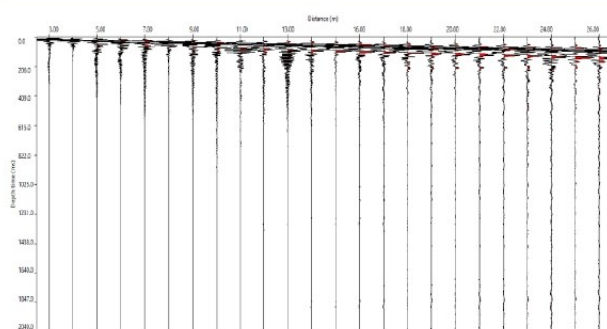
5.054.736N

Longitudine

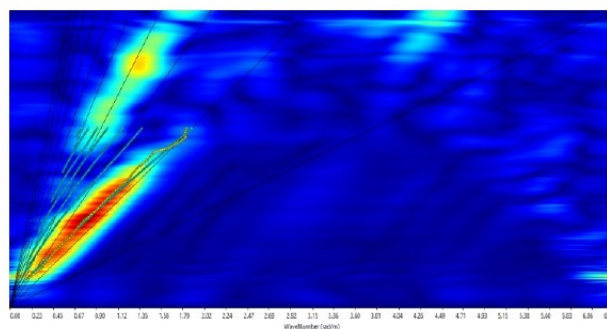
540.237E



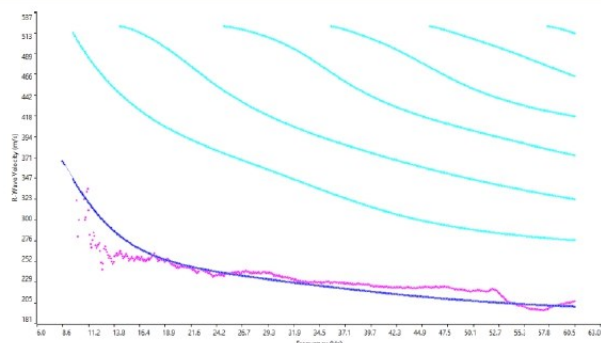
SISMOGRAMMA MEDIO



SPETTRO F-K



CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE E TEORICA



DISTRIBUZIONE Vs

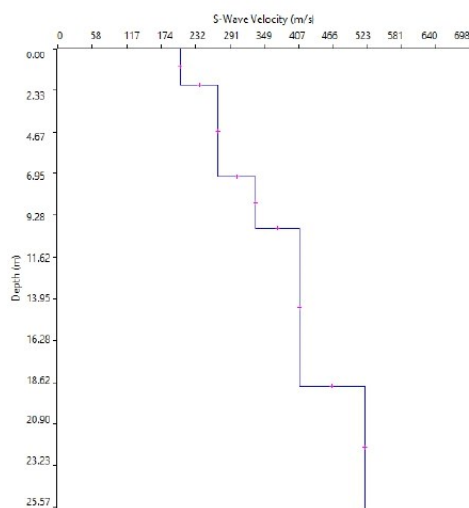


TABELLA VELOCITÀ

	Thickness	Depth	Vs
Layer 1	2.04	0.00	207
Layer 2	5.12	2.04	271
Layer 3	2.85	7.16	334
Layer 4	8.81	10.02	408
Layer 5	INF	18.83	521

Vs,eq – [H]

373 m/s – [30,00]

4.6. 2° livello di approfondimento

Le normative tecniche di riferimento, a seconda delle varie zone del territorio nazionale, prevedono differenti valori delle accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e dei valori di accelerazioni di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Dall'analisi dei dati esistenti è stata identificata la pericolosità sismica locale facendo riferimento agli scenari codificati dalla normativa in grado di determinare specifici effetti sismici locali. La valutazione della pericolosità sismica locale permette, oltre all'assegnazione della classe di pericolosità, anche di verificare la eventuale necessità o meno di procedere ai successivi livelli di approfondimento. La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (F_a); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di F_a .

Il valore di F_a si riferisce ai due intervalli di "periodo" proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale, intervalli rispettivamente compresi tra 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s; in particolare l'intervallo tra 0,1-0,5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0,5-1,5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello implica l'analisi, ai fini della valutazione dell'amplificazione locale, di effetti di diverso tipo (topografici e litologici) e fornisce, per gli effetti litologici, valori di F_a per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti topografici solo per l'intervallo 0,1-0,5 s: tale limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale a elementi di contorno che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0,5-1,5 s.

Nel caso delle tre aree esaminate di cui al paragrafo 4.5. precedente, si è così proceduto:

- scelta dello scenario corrispondente alla scheda litologica più appropriata ("effetti litologici – scheda litologia sabbiosa");
- scelta della curva di correlazione T/F_a sulla base delle caratteristiche dello strato superficiale;
- calcolo del periodo proprio di sito T utilizzando la relazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\frac{\sum_{i=1}^n V_{S_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}}$$

- calcolo del valore di F_a per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s in funzione del valore del periodo proprio calcolato e della curva scelta;
- confronto del valore di F_a calcolato dalle curve di correlazione e il valore di soglia comunale (variabilità 0,1).

Per il comune di Bottanuco, i valori regionali di soglia F_a dei suoli sismici di categoria B sono:

- periodo tra 0.1-0.5 = 1.4
- periodo tra 0.5-1.5 = 1.7

Le verifiche dei Fattori di Amplificazione effettuati per le aree in studio e nei termini esposti in precedenza nel testo, hanno evidenziato i seguenti valori calcolati di F_a .

Per il **periodo tra 0.1-0.5:**

Località	Categoria di sottosuolo	Periodo proprio di sito T	Valore regionale di soglia F_a	Valore calcolato di F_a
Parco De Gasperi	B	0.29	1.4	2.07
Via S. Pellico/Via J.F. Kennedy	B	0.29	1.4	2.07
Via Aldo Moro/Via Vienna	B	0.29	1.4	1.77

Per il periodo tra 0.5-1.5:

Località	Categoria di sottosuolo	Periodo proprio di sito T	Valore regionale di soglia Fa	Valore calcolato di Fa
Parco De Gasperi	B	0.29	1.7	1.22
Via S. Pellico/Via J.F. Kennedy	B	0.29	1.7	1.22
Via Aldo Moro/Via Vienna	B	0.29	1.7	1.22

Sulla base di quanto sopra, per i suoli di categoria B:

- per il periodo compreso tra 0.1-0.5 a seguito dell'applicazione del 2° livello si è dimostrata l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale, pertanto si richiede l'attuazione di un 3° livello di approfondimento tramite indagini e analisi più approfondite, secondo le prescrizioni della norma regionale. In alternativa, si dovrà utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore (anziché lo spettro della categoria di suolo B, si utilizzerà quello della categoria di suolo C);
- per il periodo 0.5-1.5 la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito, quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Per quanto concerne la scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici in termini di valori di Vs utilizzati nella procedura di 2° livello, la tabella seguente assegna ai risultati ottenuti dalle analisi i vari livelli di attendibilità.

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

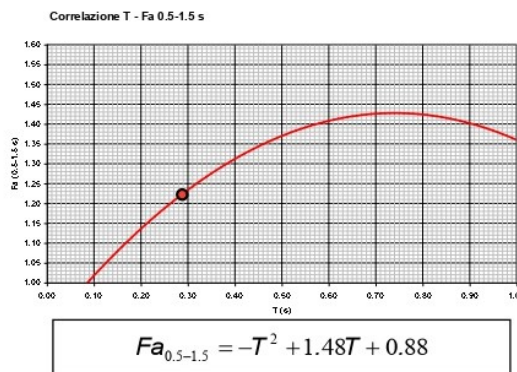
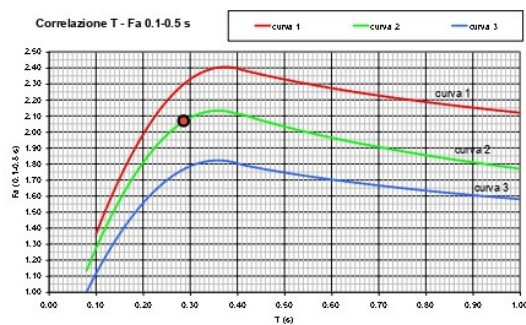
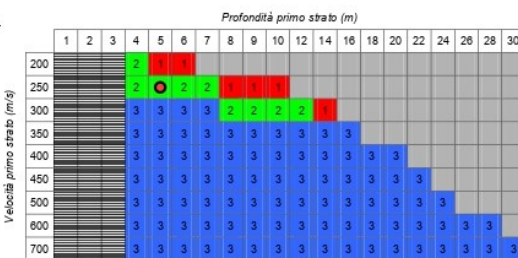
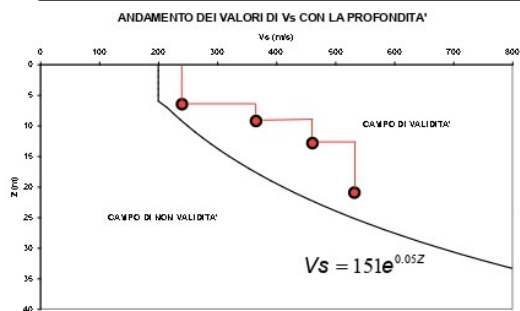
Livelli di attendibilità assegnati ai risultati ottenuti dalle analisi.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 2

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA e NOTE: come per la litologia limoso - argillosa TIPO 1, a cui in aggiunta è possibile associare i seguenti range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per argille con limi ghiaiosi debolmente sabbiosi:

PARAMETRO		INTERVALLO
Peso di volume naturale	γ [kN/m ³]	19.5-20.0
Peso specifico particelle solide	γ_s [kN/m ³]	25.7-26.7
Contenuto d'acqua naturale	w [%]	20-25
Limite di liquidità	w _L [%]	30-50
Limite di plasticità	w _P [%]	15-20
Indice di plasticità	I _P [%]	15-30
Indice dei vuoti	e	0.5-0.7
Grado di saturazione	S _r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀	0.5-0.6
Indice di compressione	C _c	0.15-0.30
Indice di rigonfiamento	C _s	0.02-0.06
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _α	0.001-0.005
Grado di consolidazione	OCR	1-3
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt}	15-30



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	0.10 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	0.08 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	0.05 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

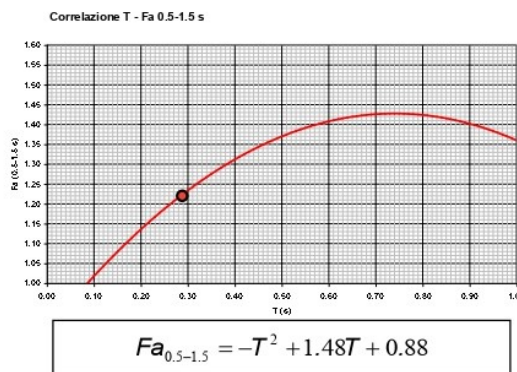
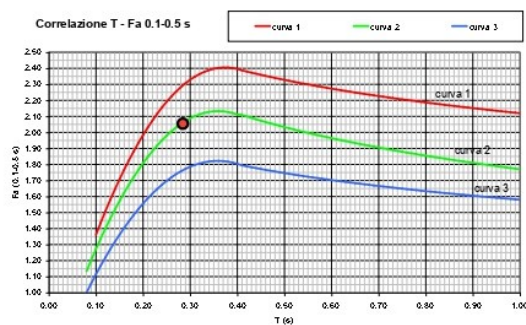
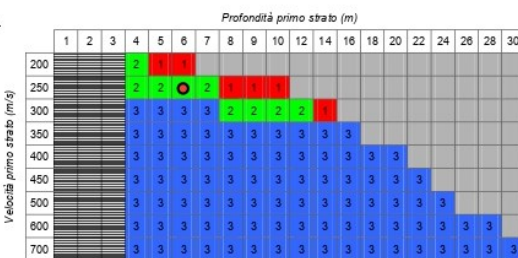
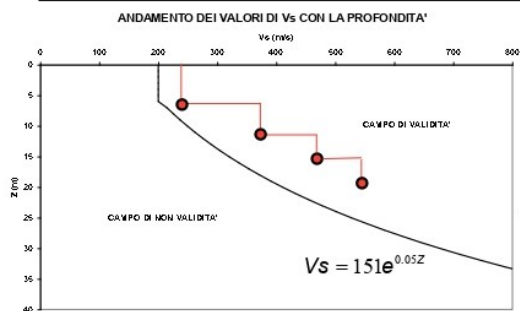
Scheda LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 2 area Parco De Gasperi: il valore di Vs dello strato superficiale (5,81 m) è pari a 242,82 m/s, da cui la curva caratteristica di correlazione T/Fa n. 2 verde (tratto polinomiale per il periodo 0.1-0.5).

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 2

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA e NOTE: come per la litologia limoso - argillosa TIPO 1, a cui in aggiunta è possibile associare i seguenti range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per argille con limi ghiaiosi debolmente sabbiosi:

PARAMETRO		INTERVALLO
Peso di volume naturale	γ [kN/m ³]	19.5-20.0
Peso specifico particelle solide	γ_s [kN/m ³]	25.7-26.7
Contenuto d'acqua naturale	w [%]	20-25
Limite di liquidità	w _L [%]	30-50
Limite di plasticità	w _p [%]	15-20
Indice di plasticità	I _p [%]	15-30
Indice dei vuoti	e	0.5-0.7
Grado di saturazione	S _r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀	0.5-0.6
Indice di compressione	C _c	0.15-0.30
Indice di rigonfiamento	C _s	0.02-0.06
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _α	0.001-0.005
Grado di consolidazione	OCR	1-3
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt}	15-30



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	0.10 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	0.08 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	0.05 < T ≤ 0.40 $Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00 $Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

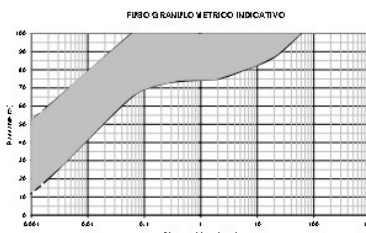
Scheda LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 2 area Via S. Pellico/Via J.F. Kennedy: il valore di Vs dello strato superficiale (6,86 m) è pari a 240,46 m/s, da cui la curva caratteristica di correlazione T/Fa n. 2 verde (tratto polinomiale per il periodo 0.1-0.5).

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 2

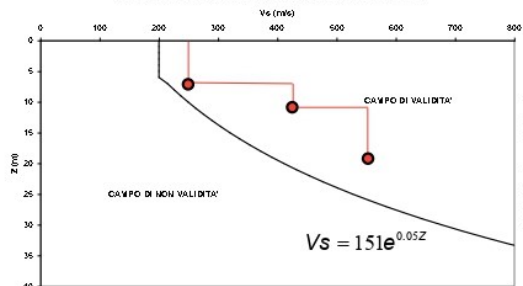
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA e NOTE: come per la litologia limoso - argillosa TIPO 1, a cui in aggiunta è possibile associare i seguenti range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per argille con limi ghiaiosi debolmente sabbiosi:

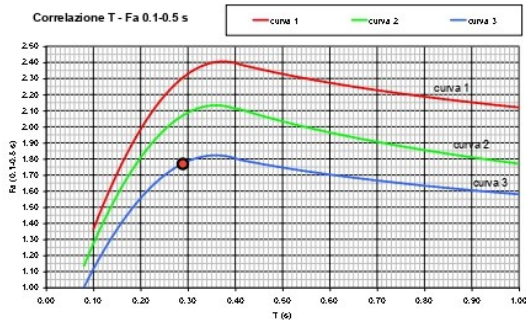
PARAMETRO		INTERVALLO
Peso di volume naturale	γ [kN/m ³]	19.5-20.0
Peso specifico particelle solide	γ_s [kN/m ³]	25.7-26.7
Contenuto d'acqua naturale	w [%]	20-25
Limite di liquidità	w _L [%]	30-50
Limite di plasticità	w _P [%]	15-20
Indice di plasticità	I _P [%]	15-30
Indice dei vuoti	e	0.5-0.7
Grado di saturazione	S _r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀	0.5-0.6
Indice di compressione	C _c	0.15-0.30
Indice di rigonfiamento	C _s	0.02-0.06
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _α	0.001-0.005
Grado di consolidazione	OCR	1-3
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt}	15-30



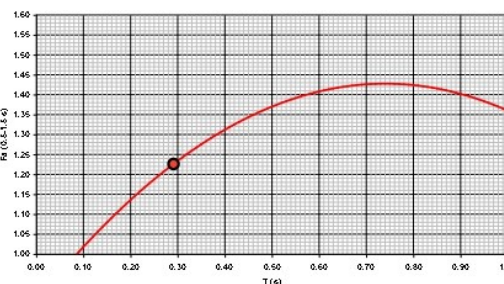
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -T^2 + 1.48T + 0.88$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	0.10 < T ≤ 0.40	0.40 < T ≤ 1.00
	$Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	0.08 < T ≤ 0.40	0.40 < T ≤ 1.00
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	0.05 < T ≤ 0.40	0.40 < T ≤ 1.00
	$Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

Scheda LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 2 area Via Aldo Moro/Via Vienna: il valore di Vs dello strato superficiale (7,16 m) è pari a 252,76 m/s, da cui la curva caratteristica di correlazione T/Fa n. 3 blu (tratto polinomiale per il periodo 0.1-0.5).

5.1. Ambiti di pericolosità: Carta dei vincoli

Sulla scorta dei dati geologici, geomorfologici e idrogeologici descritti in precedenza, è stato possibile definire, illustrandoli nella **Tavola 6 - Carta dei vincoli**, redatta in scala 1:5.000 sull'intero territorio comunale, gli ambiti di pericolosità e di vulnerabilità e gli elementi di limitazione d'uso del territorio, di seguito elencati.

I vincoli normativi che comportano delle limitazioni d'uso del suolo, sono posti, all'interno del territorio comunale di Bottanuco, dalla presenza dei seguenti elementi:

- **Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile:**
 - Zona di tutela assoluta delle captazioni di 10 m di raggio;
 - Zona di rispetto delle captazioni di 200 m di raggio – criterio geometrico;
 - Zona di rispetto del campo pozzi ad uso potabile del Comune di Trezzo sull'Adda - via Valle di Porto, loc. Cascina San Benedetto;
- **Vincoli di Polizia idraulica:** fasce di rispetto 10 m del reticolo;
- **Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino: fasce fluviali del F. Adda** (v. PAI - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico);
- **Aree interessate da alluvioni** (v. PGRA - Direttiva alluvioni 2007/60/CE, revisione 2022).

Gli altri vincoli sovraordinati sono quelli dettati dalla Legge 431/85, art. 1, lett. f, inerenti il vincolo paesaggistico ex L. 1497/1939 del Parco Adda Nord (L.R. 80/1983, D.G.R. 2869/2000). Pur non avendo una ricaduta diretta sull'attribuzione delle classi di fattibilità, il vincolo in questione è stato comunque definito cartograficamente in Tavola 6. In cartografia invece non è stato riportato il vincolo paesistico del F. Adda (fascia 150 m dall'alveo), che rappresenta una limitazione d'uso del territorio di natura non strettamente geologica.

All'interno del territorio comunale non sono presenti:

- beni geologici (geositi) già soggetti a forme di tutela così come individuati nell'Allegato 14 alla D.G.R. IX/2616/2011;
- fontanili;
- aree urbane dismesse e sottoutilizzate;
- siti interessati da procedure di bonifica ambientale, inquadrati all'interno dell'iter procedurale previsto dalla normativa di riferimento (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.);
- invasi di laminazione / vasche di prima pioggia.

L'art. 94 del D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale" riguarda la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano e definisce la zona di tutela assoluta e la zona di rispetto dei pozzi a scopo idropotabile.

- Comma 3
La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.
- Comma 4
La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.
- Comma 5
Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4 preesistenti, ove possibile, e comunque a eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. La regione disciplina, all'interno della zona di rispetto, le seguenti strutture o attività:
 - fognature;
 - edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
 - opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;

19/06/2017, in particolare per i punti descritti di seguito (si riportano sinteticamente gli aspetti sostanziali, per la normativa completa si rimanda al testo completo della D.G.R.).

Fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni delle Fasce fluviali e delle aree allagabili di cui al P.G.R.A. restano in vigore.

In caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva:

- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (**aree P3/H**), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la **Fascia A** dalle norme di cui al "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle N.d.A. del PAI;
- nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (**aree P2/M**), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la **Fascia B** dalle norme del "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle N.d.A. del PAI;
- nelle aree interessate da alluvioni rare (**aree P1/L**), si applicano le disposizioni di cui all'art. 31 delle N.d.A. del PAI (**Fascia C**).

Nelle aree allagabili per la piena frequente (P3/H), poco frequente (P2/M) e rara (P1/L) il comune applica da subito la normativa sopraindicata sulle aree allagabili così come presenti nella Carta PAI-PGRA, modificando di conseguenza le previsioni degli strumenti urbanistici comunali che risultassero in contrasto, e aggiornando conseguentemente il Piano di Emergenza Comunale.

viene introdotto un nuovo Titolo V contenente "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)".

5.2. Sintesi degli elementi conoscitivi e fattibilità geologica

La **Tavola 7 – Carta di sintesi** è finalizzata al riconoscimento dello stato di fatto del territorio e rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità. Sono stati considerati gli elementi a carattere areale in grado d'interagire negativamente o di presentare problematiche di natura geologico-geotecnica tali da influenzare l'attribuzione della classe di fattibilità geologica sulla base dei criteri forniti dalle direttive regionali.

In essa sono stati rappresentati i seguenti elementi.

- Aree / elementi vulnerabili dal punto di vista idraulico
 - fasce PAI del F. Adda;
 - aree interessate da alluvioni del PGRA - Direttiva alluvioni 2007/60/CE, rev. 2022;
- Aree di condizionamento / modificazione antropica
 - cava ATEg29 in loc. Cerro;
 - discarica storica di rifiuti solidi urbani di Madone, gestita dal Consorzio ATS Ambiente Territorio e Servizi con sede in Piazza Dante 12 a Filago (BG);
- Aree acclivi potenzialmente instabili
 - zone a rischio idrogeologico potenzialmente franose, caratterizzate da erosione accelerata e/o crolli e distacchi;
 - aree di attenzione al contorno delle scarpate principali (fascia di profondità 10 m a partire dalla scarpata verso il ripiano superiore e dal piede della scarpata verso il ripiano inferiore).

In Tavola 7 sono segnalati anche i punti in via Silvio Pellico / via Kennedy ove sono state riscontrate condizioni di criticità geotecnica riconducibili a probabili cavità/strutture polliniche nel sottosuolo.

Per quanto concerne le aree di condizionamento / modificazione antropica, si segnala quanto segue:

- l'impianto di depurazione comunale in località Cerro, sottodimensionato e inadeguato nel garantire lo scarico secondo i limiti di normativa vigenti, è stato dismesso e contestualmente è stata realizzata una stazione di sollevamento delle acque reflue e delle relative opere di collegamento al collettore intercomunale "Ramo Adda", finalizzato al collettamento di tutti i reflui fognari dell'area ovest del Comune di Bottanuco alla rete di collettori che recapita all'impianto di depurazione intercomunale di Brembate;
- presso la discarica di Madone sono in corso interventi di realizzazione di nuovi serbatoi e di un impianto di trattamento di percolato ad osmosi inversa con scarico in pubblica fognatura. L'area interessata dall'impianto ad osmosi inversa ricade esclusivamente nel territorio del Comune di Bottanuco, mentre la rete di ricircolo e quella di scarico attraverseranno anche il territorio del Comune di Madone che costituiscono il Consorzio A.T.S. insieme a Filago. L'impianto è stato dimensionato per poter trattare la produzione di 10.000 m³/anno di percolato.

Nella **Tavola 8 - Carta della fattibilità geologica**, redatta in scala 1:2.000, il territorio di Bottanuco viene distinto in aree omogenee in funzione del grado e del tipo di pericolosità cui esso è sottoposto in relazione ad aspetti geologici, idrogeologici e idraulici.

Le indagini effettuate hanno permesso di definire un quadro sufficientemente dettagliato relativamente alla situazione geologica, geomorfologica e idrogeologica del territorio comunale. In particolare, le delibere regionali prevedono 4 classi di fattibilità; queste classi, distinte in funzione delle loro caratteristiche di propensione al dissesto idrogeologico e alle condizioni di edificabilità, sono le seguenti:

- CLASSE 1 - FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI
- CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI
- CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
- CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI.

Questa zonizzazione geologica del territorio comunale in merito all'edificabilità ha come finalità quella di fornire indicazioni, in merito ad attitudini e vincoli, per la formulazione delle proposte di pianificazione e pertanto precede le proposte urbanistiche relative la definizione delle aree di possibile espansione.

Il territorio di Bottanuco è stato diviso in tre classi di fattibilità (classi 2, 3 e 4), con grado di limitazione d'uso del territorio crescente. Per ciascuna classe vengono introdotte norme che precisano, in funzione delle tipologie di fenomeno in atto, gli interventi ammissibili, le precauzioni da adottare e indicazioni per eventuali studi di approfondimento. In funzione delle proposte di piano, dovranno essere definite in termini più puntuali, a scala di piano, le condizioni di fattibilità geologica e geotecnica delle opere previste, considerando l'individuazione delle attitudini e delle limitazioni connesse alle caratteristiche del sottosuolo, nonché le prescrizioni tecniche che costituiscono parte integrante delle norme attuative del piano.

Nella carta di fattibilità non sono stati individuati i perimetri delle aree di tutela assoluta e di rispetto dei pozzi e delle fasce di rispetto 10 m del reticolo idrico, in quanto soggette a specifica normativa.

In relazione a quanto sopra, in ***Allegato 1*** alla presente Relazione Geologica Illustrativa si riporta la ***Normativa Geologica di Attuazione***, nella quale sono indicate:

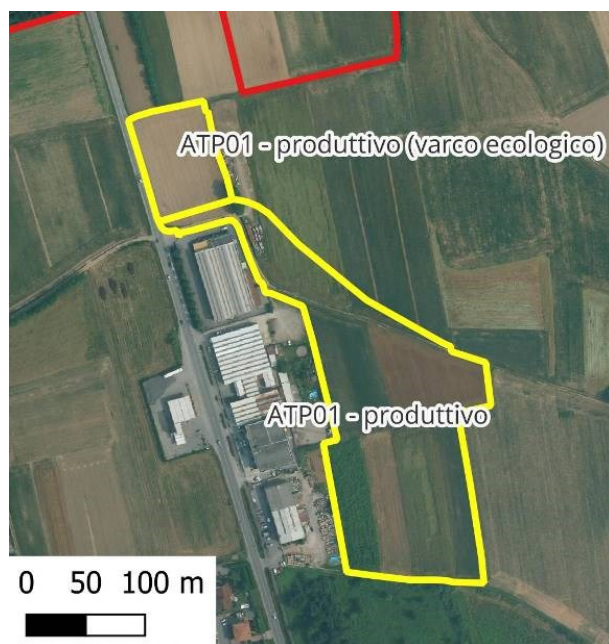
- le definizioni di classi così come da norma regionale,
- le tipologie di fenomeni geologico-geomorfologici e idrogeologici-idraulici in atto o potenzialmente tali,
- le norme tecniche da adottare in ogni singola sottoclasse.

5.3. Verifica di congruità degli Ambiti di trasformazione

Le previsioni urbanistiche in variante al PGT vigente prevedono n. 5 nuovi Ambiti di trasformazione. Rimandando alle specifiche urbanistiche, per quanto concerne gli aspetti geologici si tratteranno di seguito singolarmente o per gruppi omogenei, valutando la compatibilità locale con gli assetti geologici, morfologici e idraulici, verificando la congruità con le limitazioni d'uso derivanti dal quadro dei vincoli geologici e delle fattibilità. Di seguito si sintetizzano alcuni dati relativi agli ambiti in esame.

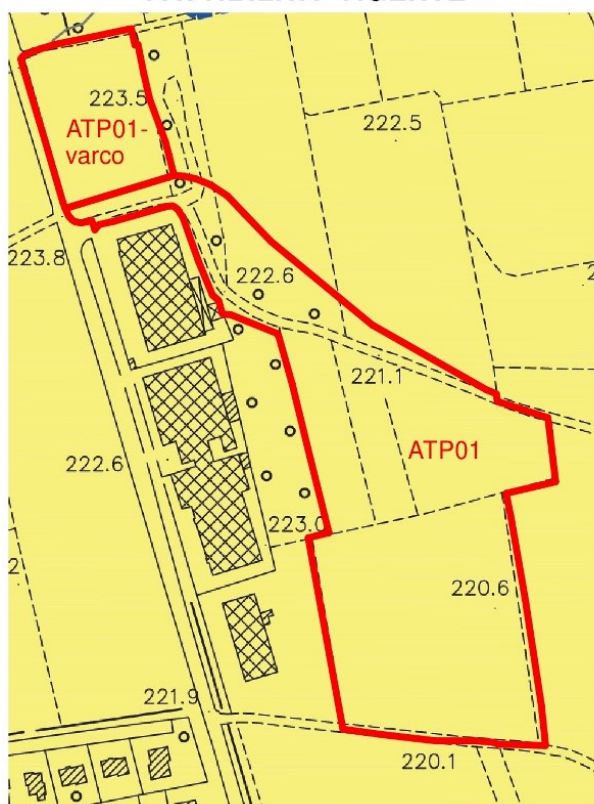
Tipo ambito	ATP01	ATP02	ATP03	ATP04	ATP05	ATR01	ATR02
PRODUTTIVO	32.073 m ²	20.172 m ²	24.086 m ²	23.935 m ²	24.214 m ²	-	-
PRODUTTIVO (VARCO ECOLOGICO)	5.832 m ²	-	-			-	-
RESIDENZIALE	-	-	-	-	-	5.074 m ²	8.488 m ²
Classe di fattibilità geologica PGT vigente	2	2	2	2	2	2	2

ATP01

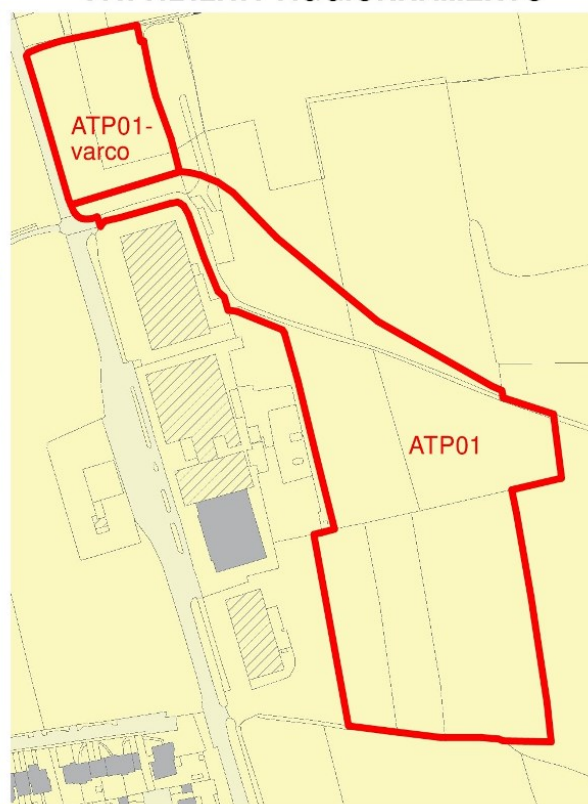


L'ambito ATP01 è inserito in zona agricola senza particolari problematiche geologiche o idrogeologiche, non sono presenti elementi di rischio geologico o morfologico, né si rilevano particolari processi attivi o quiescenti. Non vi sussistono vincoli di tipo geologico. **Le previsioni di piano riguardo questo ambito sono compatibili con la normativa d'uso vigente e il mosaico della fattibilità geologica sia vigente, sia in aggiornamento.**

FATTIBILITA' VIGENTE



FATTIBILITA' AGGIORNAMENTO



Classe 2

Fattibilità con modeste limitazioni (classe 2)

Aree costituite da terreni da sciolti ad addensati con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità

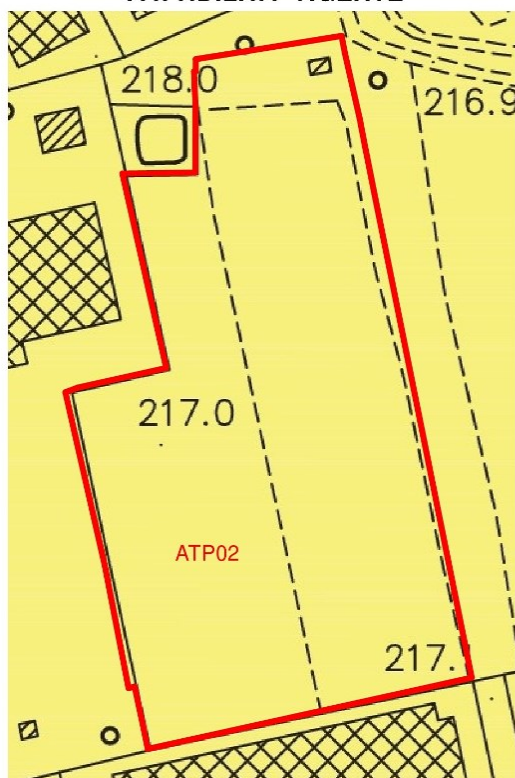
ATP02



L'ambito ATP02 è inserito in zona agricola inclusa in zona produttiva, senza particolari problematiche geologiche o idrogeologiche, non sono presenti elementi di rischio geologico o morfologico, né si rilevano particolari processi attivi o quiescenti. Non vi sussistono vincoli di tipo geologico.

Le previsioni di piano riguardo questo ambito sono compatibili con la normativa d'uso vigente e il mosaico della fattibilità geologica sia vigente, sia in aggiornamento.

FATTIBILITA' VIGENTE



FATTIBILITA' AGGIORNAMENTO



Classe 2

Fattibilità con modeste limitazioni (classe 2)

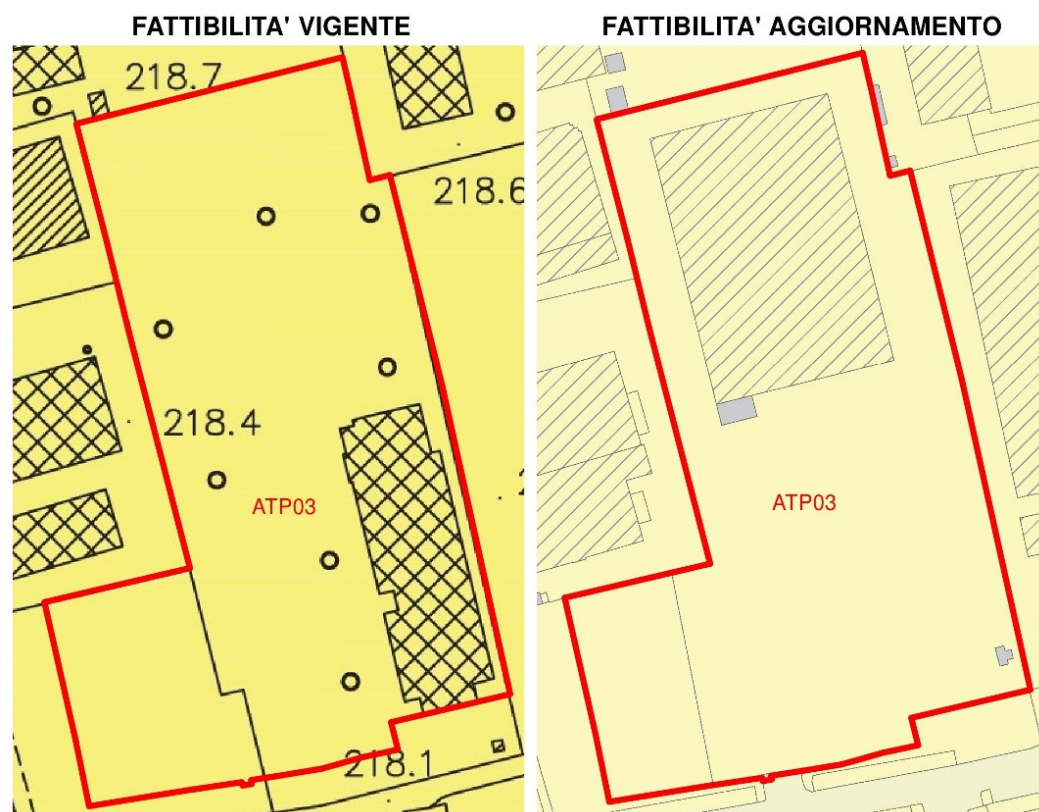
Aree costituite da terreni da sciolti ad addensati con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità

ATP03



L'ambito ATP03 è inserito in zona produttiva, senza particolari problematiche geologiche o idrogeologiche, non sono presenti elementi di rischio geologico o morfologico, né si rilevano particolari processi attivi o quiescenti. Non vi sussistono vincoli di tipo geologico.

Le previsioni di piano riguardo questo ambito sono compatibili con la normativa d'uso vigente e il mosaico della fattibilità geologica sia vigente, sia in aggiornamento.



Classe 2

Fattibilità con modeste limitazioni (classe 2)

Aree costituite da terreni da sciolti ad addensati con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità

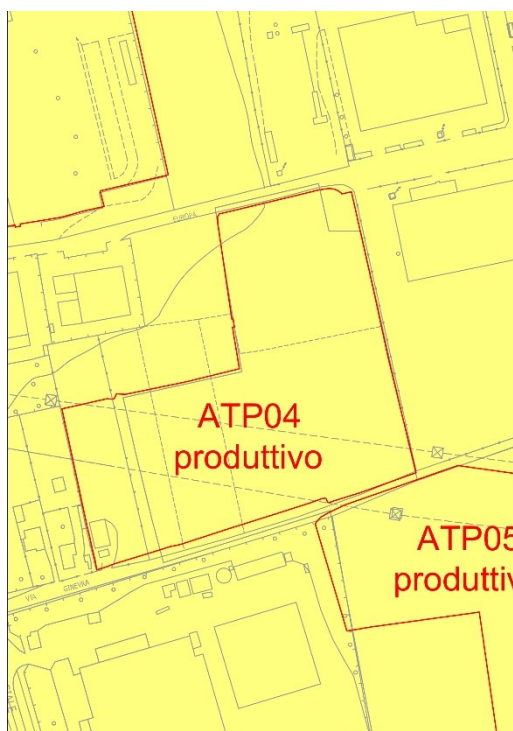
ATP04



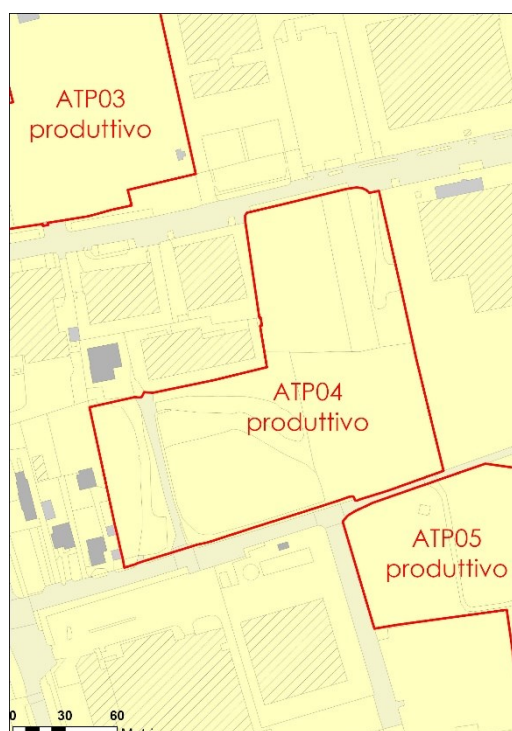
L'ambito ATP04 è inserito in zona produttiva, senza particolari problematiche geologiche o idrogeologiche, non sono presenti elementi di rischio geologico o morfologico, né si rilevano particolari processi attivi o quiescenti. Non vi sussistono vincoli di tipo geologico.

Le previsioni di piano riguardo questo ambito sono compatibili con la normativa d'uso vigente e il mosaico della fattibilità geologica sia vigente, sia in aggiornamento.

FATTIBILITA' VIGENTE



FATTIBILITA' AGGIORNAMENTO

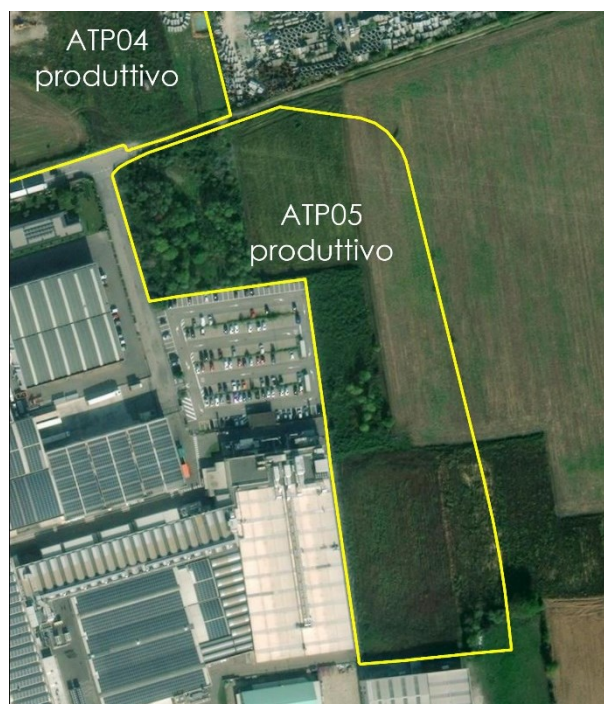


Classe 2

Fattibilità con modeste limitazioni (classe 2)

■ Aree costituite da terreni da sciolti ad addensati con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità

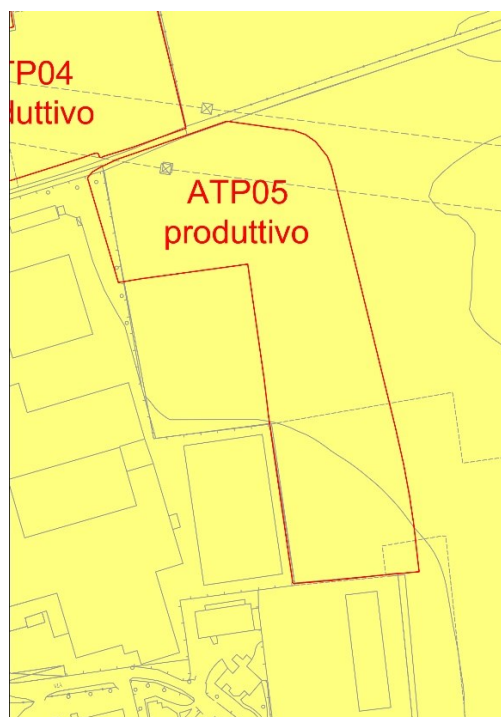
ATP05



L'ambito ATP05 è inserito in zona produttiva, senza particolari problematiche geologiche o idrogeologiche, non sono presenti elementi di rischio geologico o morfologico, né si rilevano particolari processi attivi o quiescenti. Non vi sussistono vincoli di tipo geologico.

Le previsioni di piano riguardo questo ambito sono compatibili con la normativa d'uso vigente e il mosaico della fattibilità geologica sia vigente, sia in aggiornamento.

FATTIBILITA' VIGENTE



FATTIBILITA' AGGIORNAMENTO



Classe 2

Fattibilità con modeste limitazioni (classe 2)

Aree costituite da terreni da sciolti ad addensati con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità

ATR01



L'ambito ATR01 è inserito in zona residenziale e agricola, senza particolari problematiche geologiche o idrogeologiche, non sono presenti elementi di rischio geologico o morfologico, né si rilevano particolari processi attivi o quiescenti. Non vi sussistono vincoli di tipo geologico.

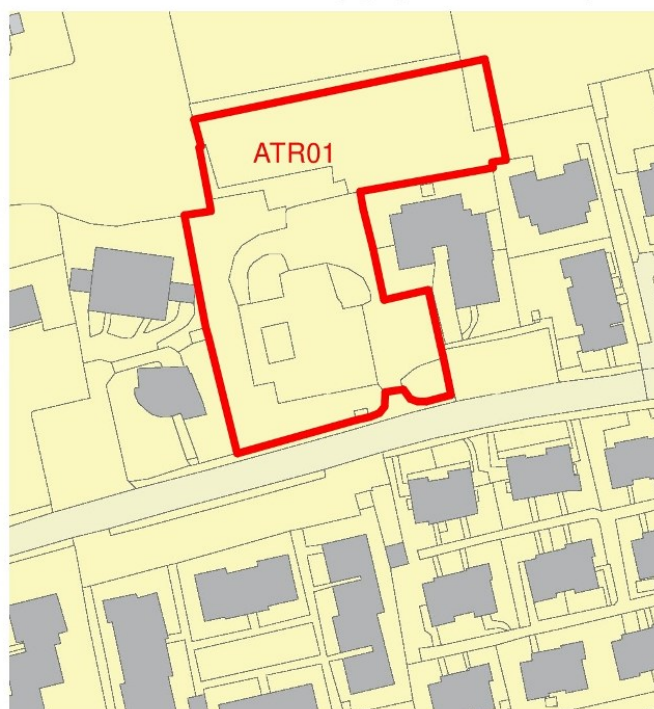
Le previsioni di piano riguardo questo ambito sono compatibili con la normativa d'uso vigente e il mosaico della fattibilità geologica sia vigente, sia in aggiornamento.

FATTIBILITA' VIGENTE



Classe 2

FATTIBILITA' AGGIORNAMENTO



Fattibilità con modeste limitazioni (classe 2)

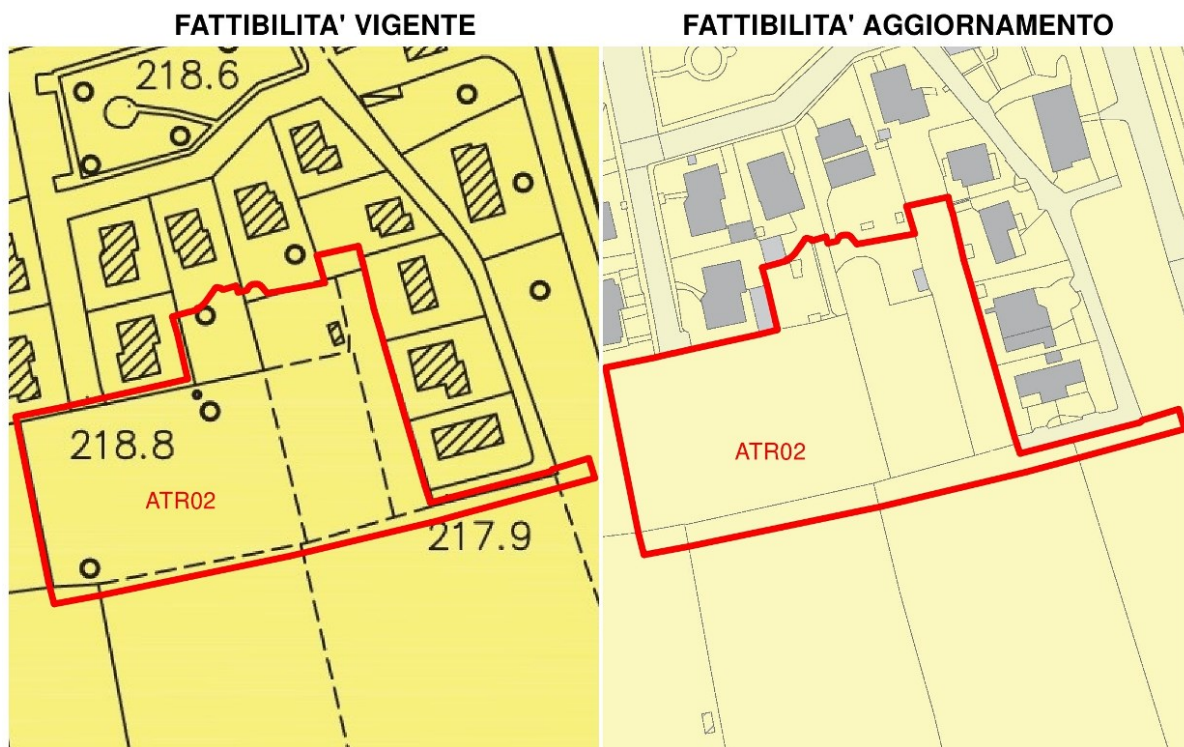
Aree costituite da terreni da sciolti ad addensati con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità

ATR02



L'ambito ATR02 è inserito in zona agricola, senza particolari problematiche geologiche o idrogeologiche, non sono presenti elementi di rischio geologico o morfologico, né si rilevano particolari processi attivi o quiescenti. Non vi sussistono vincoli di tipo geologico.

Le previsioni di piano riguardo questo ambito sono compatibili con la normativa d'uso vigente e il mosaico della fattibilità geologica sia vigente, sia in aggiornamento.



Classe 2

Fattibilità con modeste limitazioni (classe 2)

Aree costituite da terreni da sciolti ad addensati con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità

5.4. Valutazioni finali

La definizione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio di Bottanuco ha avuto come obiettivo quello di fornire, in raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata, le prescrizioni e le norme d'uso di prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, nonché di fornire all'amministrazione gli strumenti più adatti per l'esercizio del governo del territorio; i risultati dello studio forniscono pertanto un'analisi degli equilibri naturali del territorio esaminato, supporto indispensabile per lo sviluppo della pianificazione territoriale e per la valorizzazione delle risorse dell'ambiente stesso.

Il presente studio è stato redatto in conformità alle metodologie contenute nei criteri attuativi dell'art. 57 della L.R. n. 12 del 2005. I criteri attuativi sono definiti e aggiornati con:

- D.G.R. n. 2616 del 2011 - Criteri per la redazione della componente geologica;
- D.G.R. n. 6738 del 2017 - Attuazione del PGRA nel settore urbanistico e della pianificazione dell'emergenza;
- D.G.R. n. 470 del 2018 - Semplificazione delle procedure per le varianti di adeguamento al PAI e PGRA;
- D.G.R. n. 6314 del 2022 - Modifica delle procedure per l'approvazione degli aggiornamenti ai piani di bacino proposte dai comuni;
- D.G.R. n. 6702 del 2022 - Dati e studi di riferimento per la componente geologica dei PGT.

Il PGT definisce attraverso il Documento di Piano l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio, individua per mezzo del Piano delle Regole le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica eventualmente presenti sul territorio comunale e determina le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate. Il presente documento costituisce pertanto lo studio geologico aggiornato da inserire nel Documento di Piano del PGT di Bottanuco ai sensi della L.R. 12/2005 art. 8, comma 1, lettera c) della L.R. 12/2005 e nel Piano delle Regole (art. 10, comma 1, lettera d).

Gli elaborati cartografici e la Relazione Geologica Illustrativa sono stati realizzati secondo quanto previsto dalla D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011 indicante i criteri e gli indirizzi per la definizione dei Piani di Governo del Territorio e dalla D.G.R. n. X/6738 del 19/06/2017. Sulla base di criteri geologico-morfologici e idrogeologici-idraulici, l'intero territorio comunale è stato analizzato e classificato con adeguato dettaglio.

Lo studio nel suo complesso ha consentito di fornire attenzioni e prescrizioni per tutte le aree del territorio comunale. Il risultato dell'analisi geologica, geomorfologica, idrologico-idraulica e idrogeologica del territorio è rappresentato dalla definizione delle classi di fattibilità delle azioni di piano, attraverso l'individuazione di areali con problematiche omogenee e caratterizzati dal medesimo grado di pericolosità. Questa zonizzazione ha portato alla redazione di un'apposita cartografia (***Tavola 8 - Carta della fattibilità geologica***), che dovrà essere utilizzata come elemento di base per le scelte di natura urbanistica a scala comunale e sovracomunale.

Lo studio non contiene proposte di modifica agli strumenti di pianificazione di bacino, né propone diverse delimitazioni o classificazioni delle aree in dissesto idrogeologico (frane, valanghe, conoidi) o idraulico (aree allagabili sui corsi d'acqua principali, e secondari naturali e artificiali e attorno ai laghi).

Le informazioni o i dati deducibili dagli elaborati descrittivi o dalla cartografia allegata al presente documento hanno puramente una funzione di supporto alla pianificazione urbanistica e territoriale e non possono essere considerati come esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche, pertanto non possono essere utilizzati per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini di approfondimento o di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le diverse classi di fattibilità (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/2005, art. 14) o in sede di richiesta del Permesso di Costruire (L.R. 12/2005, art. 38).

Appendice 1

Archivio indagini penetrometriche



COMUNE DI BOTTANUCO

Provincia di Bergamo



NUOVO ASILO NIDO E NUOVA CASA DELLE ASSOCIAZIONI
BOTTANUCO (BG), VIA PAPA GIOVANNI XXIII - CIG: 7496036498

AII. A2

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Relazione geologica

Ernesto Azzarini



RUP: geom. Moris Paganelli

GBMAP

Raggruppamento Temporaneo Professionisti

arch. Gaetano Gravagna
Mpower S.r.l.
ing. Antonino Mirabile
geom. Carlo Andrea Agliardi
ing. Attilio Pirruccio
dott. geol. Ernesto Azzarini

| capogruppo – mandatario
| mandante
| mandante
| mandante
| mandante - giovane professionista
| mandante

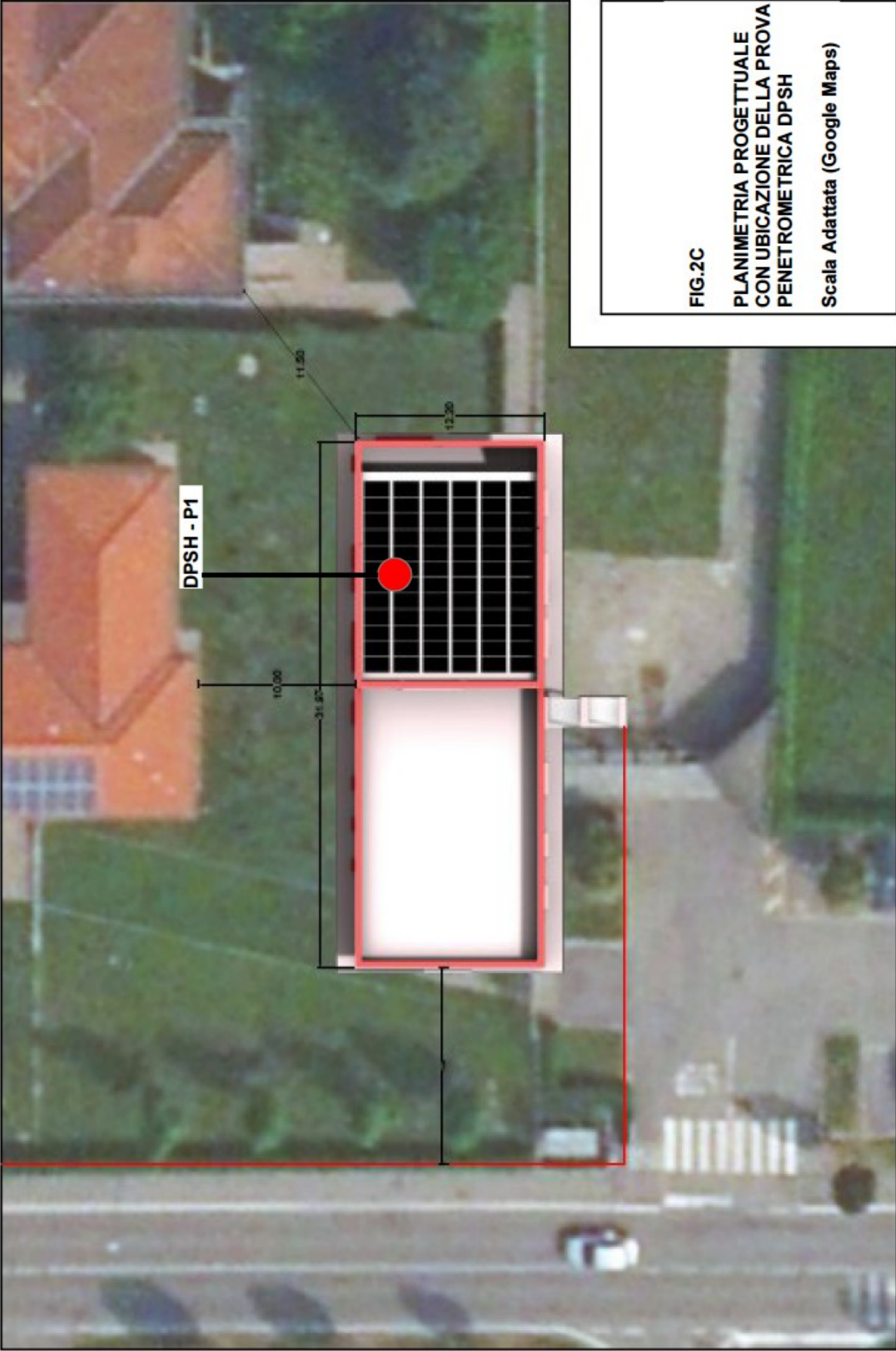


FIG.2C

PLANIMETRIA PROGETTUALE
CON UBICAZIONE DELLA PROVA
PENETROMETRICA DPSH

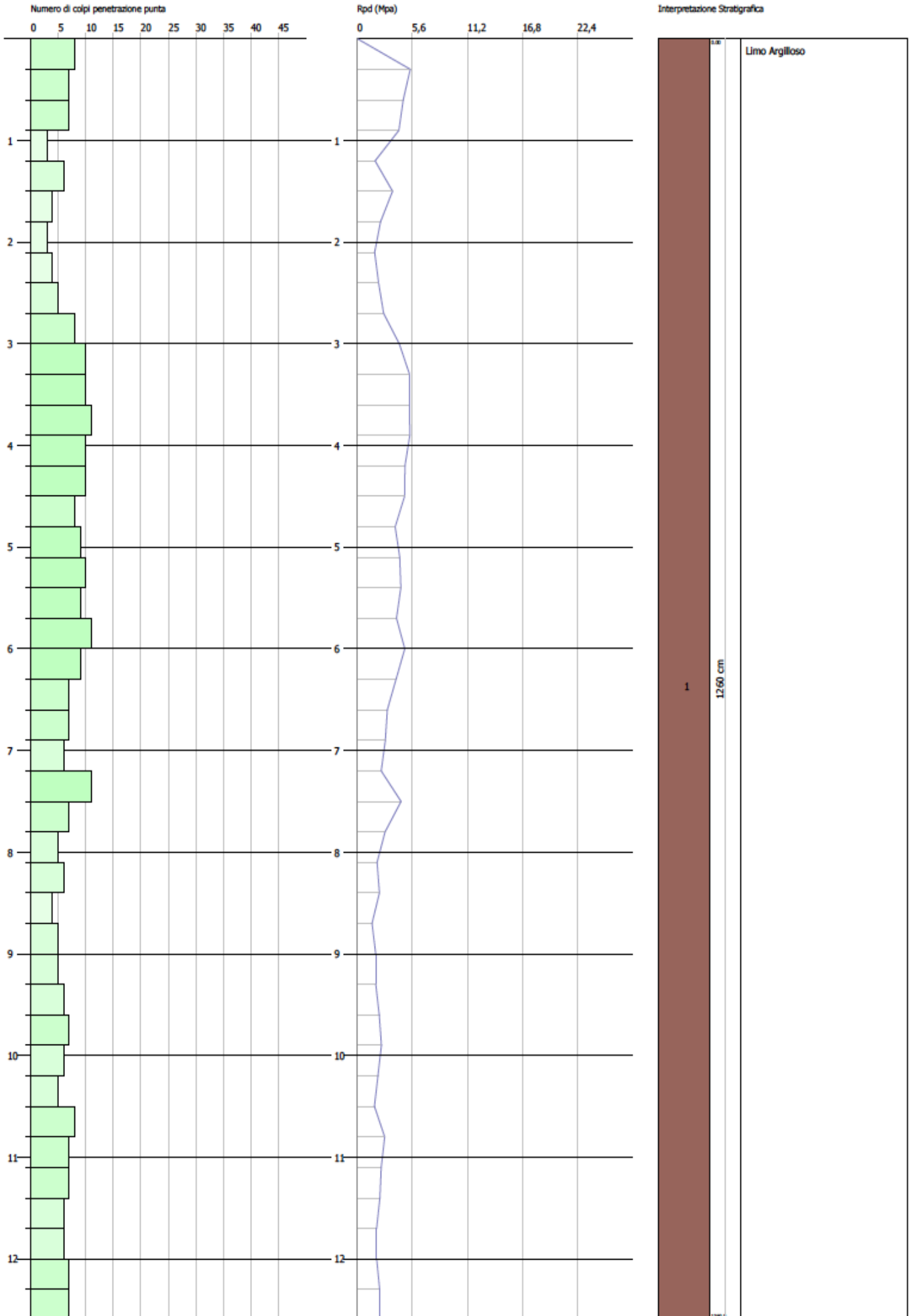
Scala Adattata (Google Maps)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH PAGANI

Committente:
Descrizione:
Località: Botanuco

Data: 22/10/2018

Scala 1:55





COMUNE DI BOTTANUCO
(Provincia di Bergamo)

OGGETTO:

“Le Case di Via Dante”, Comune di Bottanuco (BG)
Riportata catastalmente al Foglio 905, P.IIe n° 4673, 4675 e 4935

“STUDIO DI MODELLAZIONE GEOLOGICO – TECNICA”

Dott. Geol. Gianluca Izzo
Iscr. Albo Campania n° 2590

Lonate Pozzolo, Dicembre 2018

LOCALITA'	BOTTANUCO (BG) - Via Dante Alighieri
DATA INDAGINI	17/12/2018
INDAGINI D.P.S.H.	

massa maglio 63,5 kg
altezza caduta maglio 75 cm
aste Ø esterno = 32 mm
lunghezza asta 1 m, passo 20 cm
massa asta 6,2 kg
angolo di apertura della punta conica d'infissione: 90°

m da p.c.		POSTAZIONE DIN 1	POSTAZIONE DIN 2
da	a	n. colpi punta	n. colpi punta
0,0	0,2	8	5
0,2	0,4	13	2
0,4	0,6	13	3
0,6	0,8	7	12
0,8	1,0	4	9
1,0	1,2	2	4
1,2	1,4	2	3
1,4	1,6	2	3
1,6	1,8	1	3
1,8	2,0	2	4
2,0	2,2	2	3
2,2	2,4	56	2
2,4	2,6	Rifiuto	3
2,6	2,8		3
2,8	3,0		3
3,0	3,2		3
3,2	3,4		2
3,4	3,6		3
3,6	3,8		3
3,8	4,0		2
4,0	4,2		3
4,2	4,4		3
4,4	4,6		2
4,6	4,8		3
4,8	5,0		3
5,0	5,2		3
5,2	5,4		4
5,4	5,6		6
5,6	5,8		6
5,8	6,0		6
6,0	6,2		5
6,2	6,4		5
6,4	6,6		7
6,6	6,8		7
6,8	7,0		13
7,0	7,2		15
7,2	7,4		9
7,4	7,6		8
7,6	7,8		12
7,8	8,0		8

Comune di Bottanuco
Provincia di Bergamo

**"Rapporto geologico - geotecnico con indicazioni idrogeologiche e di caratterizzazione
sismica dei terreni siti in via Silvio Pellico quale supporto specialistico al progetto di
realizzazione nuovo edificio residenziale sul Lotto n° 2 dell'AT4"**

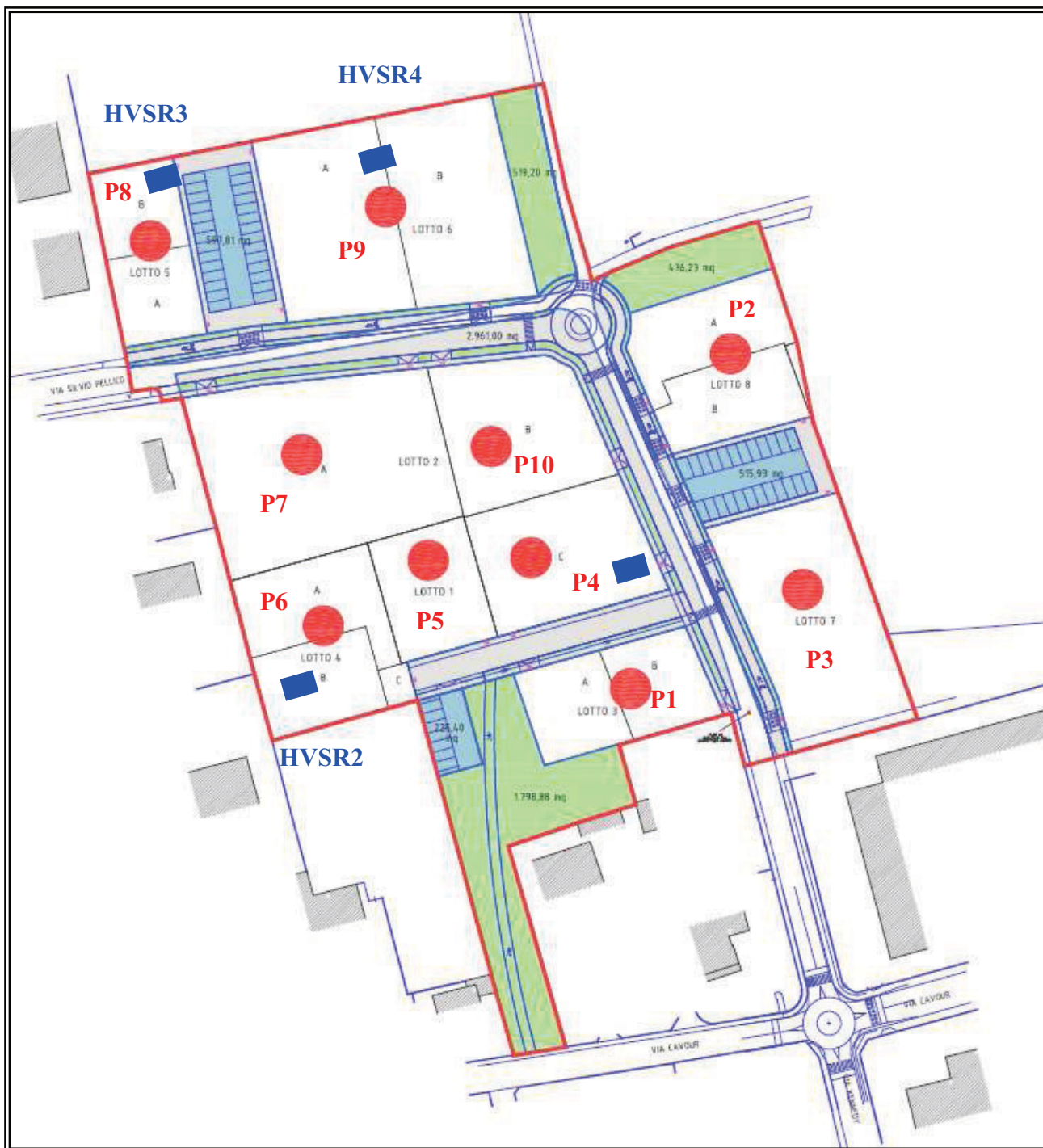
Elaborato R1 - R 2 - R3

Redatto ai sensi della D.G.R. 2616/2011 e delle NTC 2018



Dott. Norberto Invernici
geologo
N° Iscr. O.R.G.L. 990

Bergamo, 11 Gennaio 2021



Legenda:

- **P1** – Prova penetrometrica dinamica continua SCPT n° 1
- **HVSR1** – Indagini sismica passiva HVSR 1

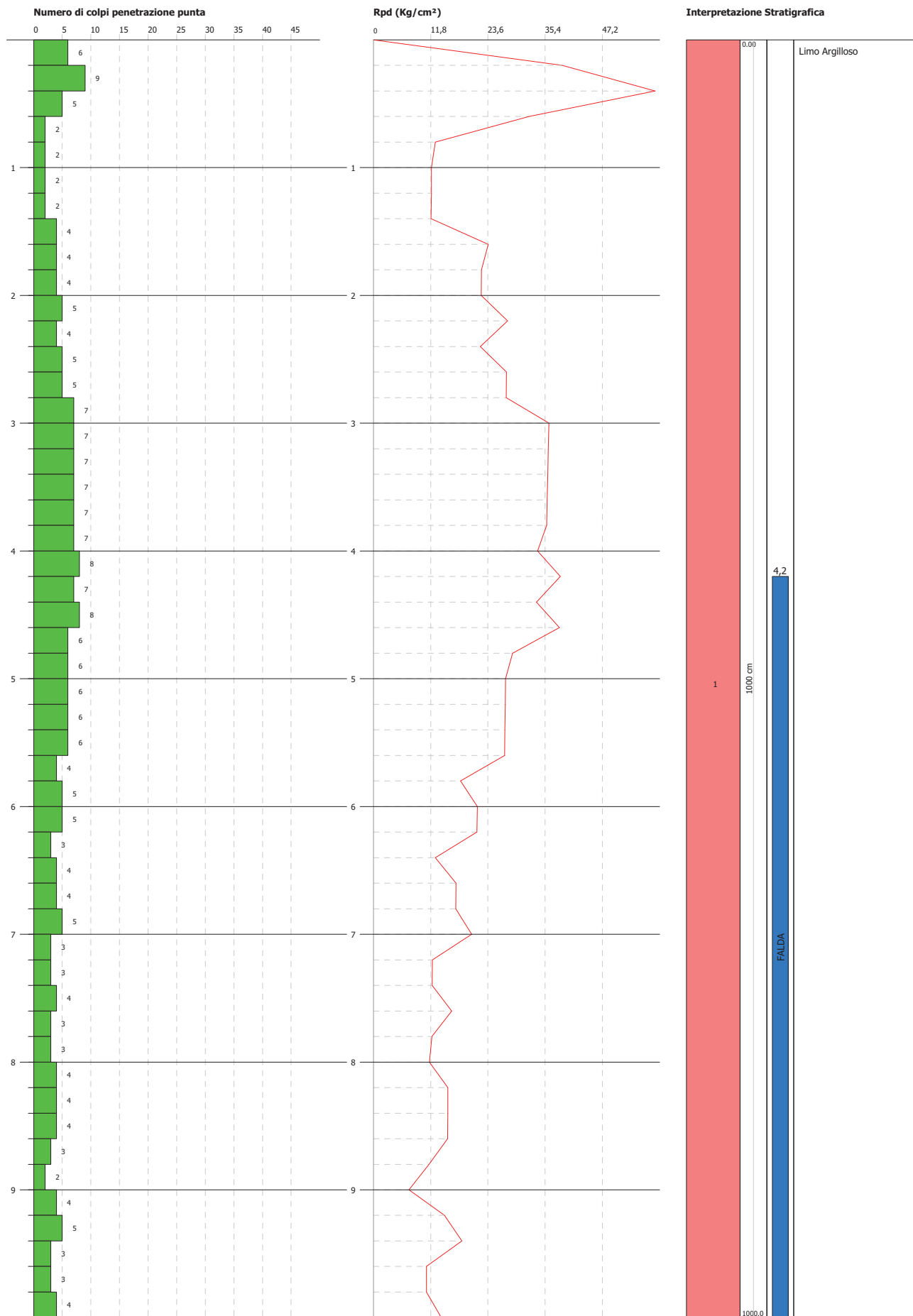
Schema di ubicazione indagini in sito
Non in scala

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPHS 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :18/11/2013

Scala 1:42

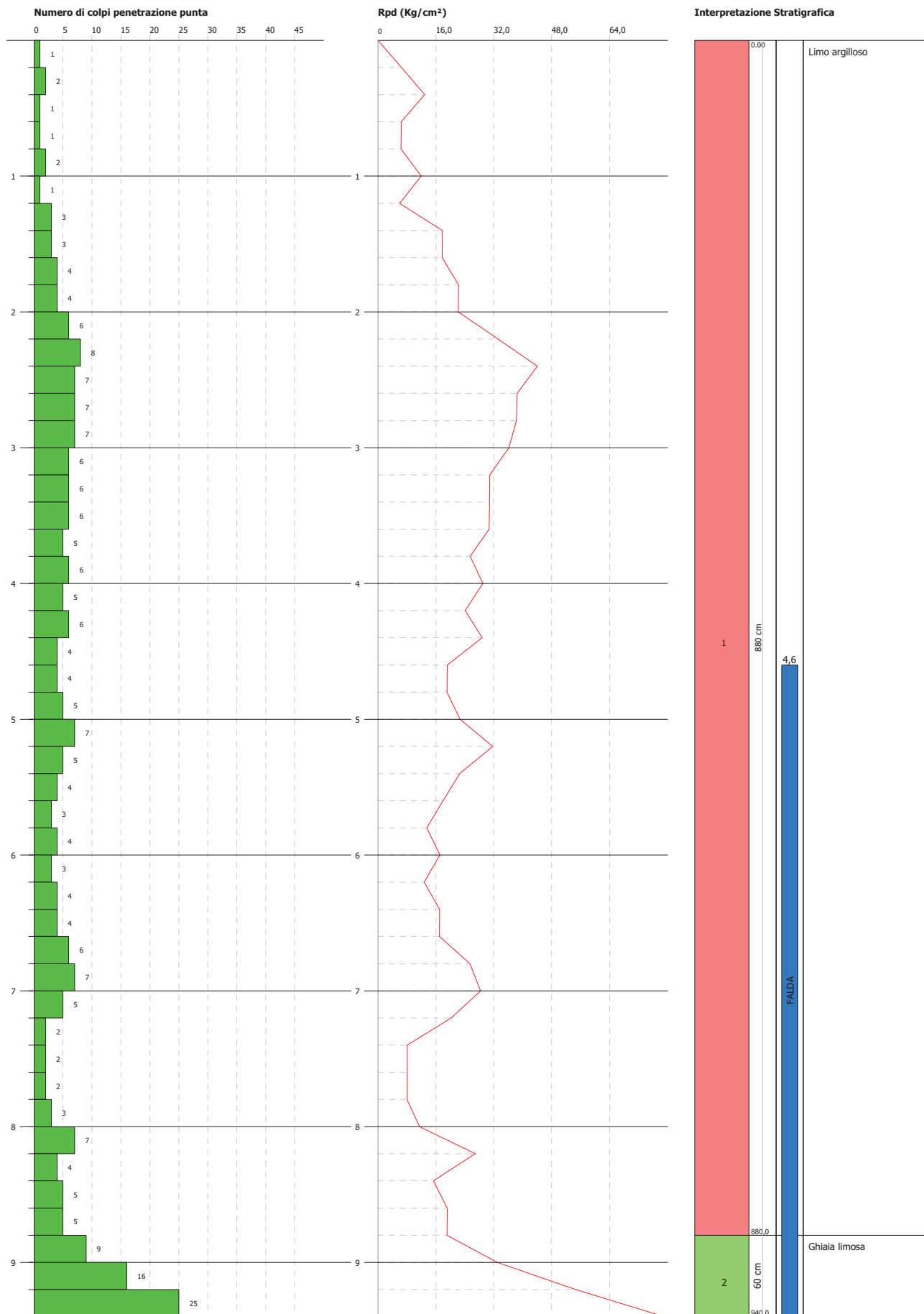


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :18/11/2013

Scala 1:40

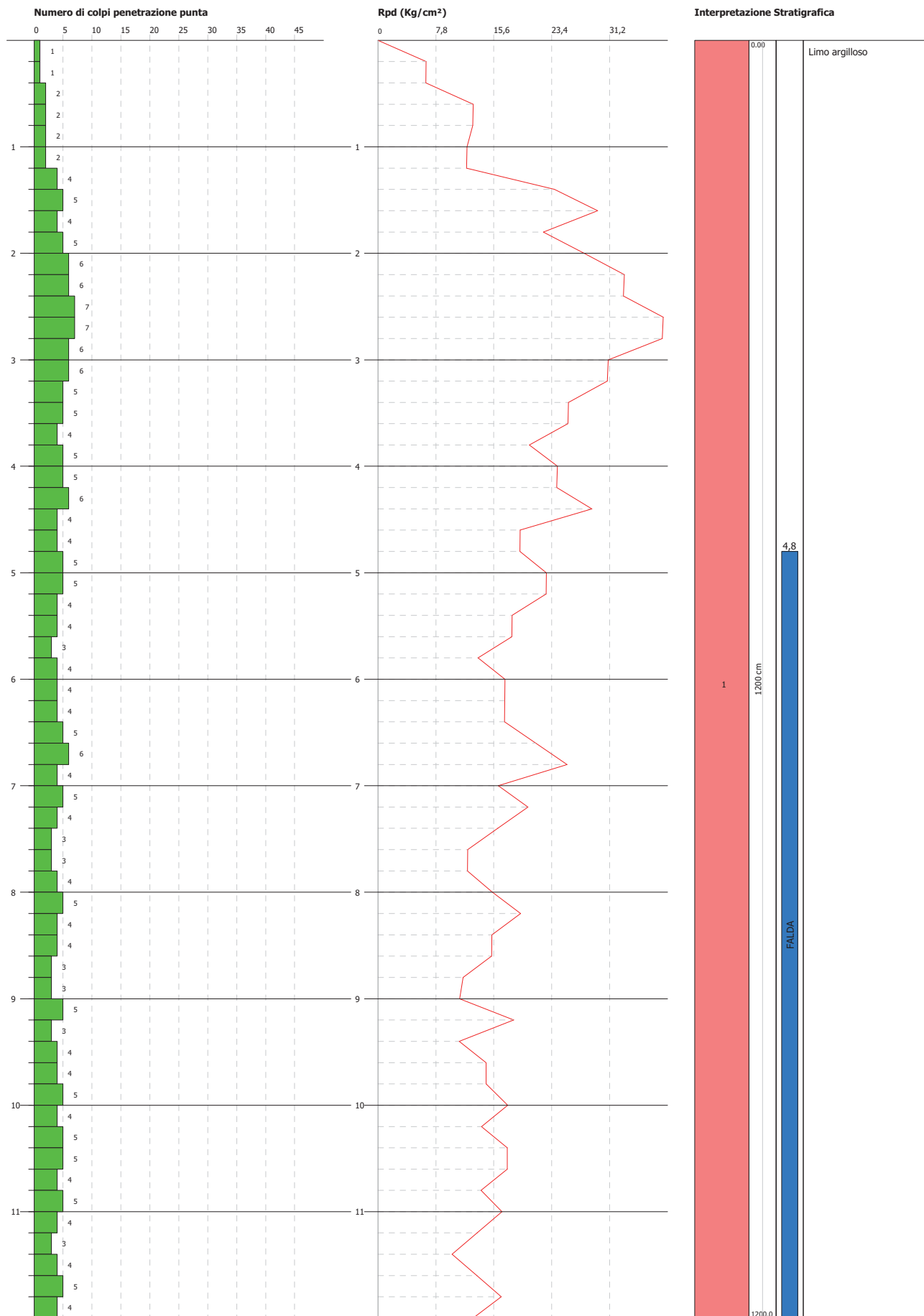


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :18/11/2013

Scala 1:51

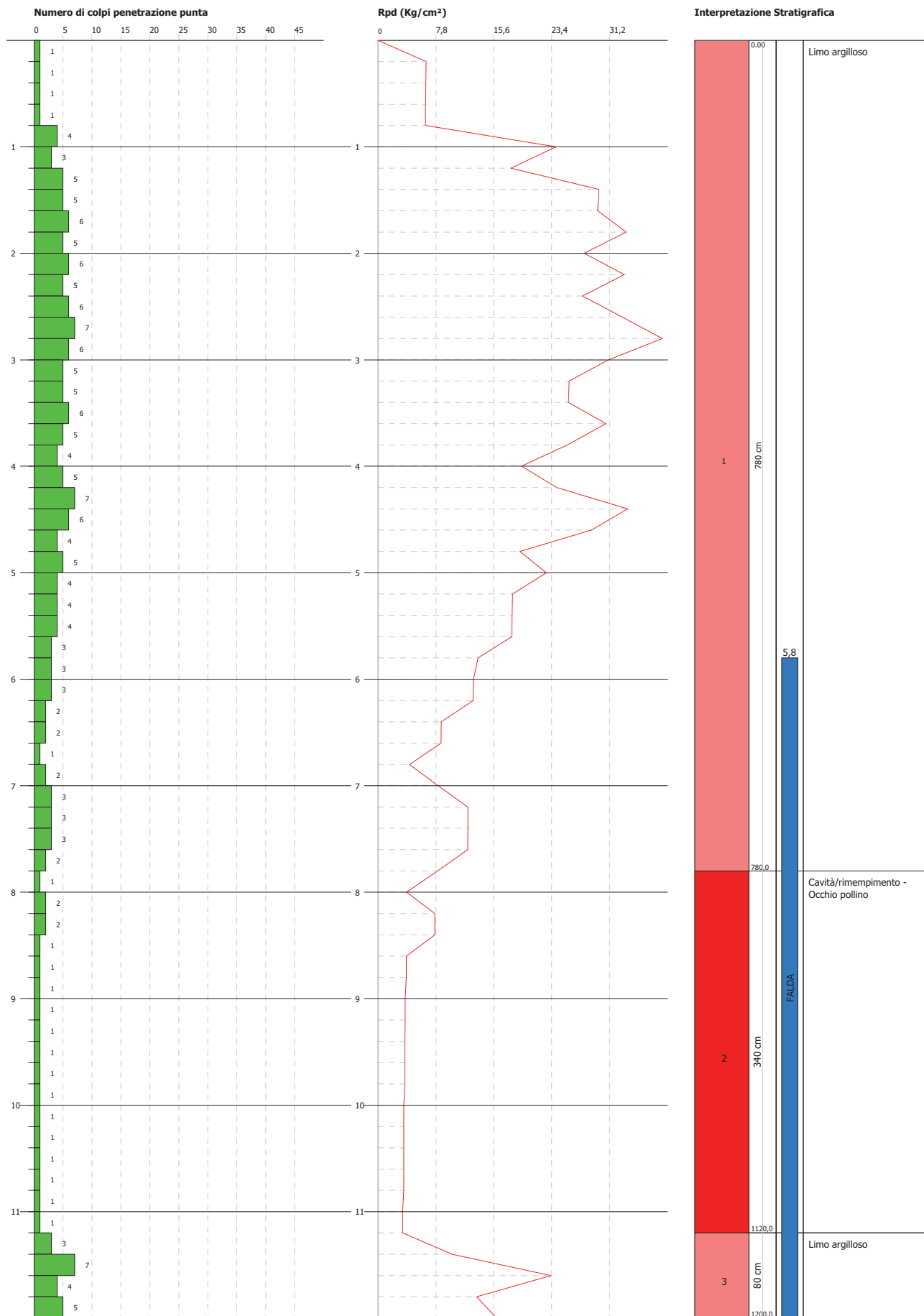


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :18/11/2013

Scala 1:51

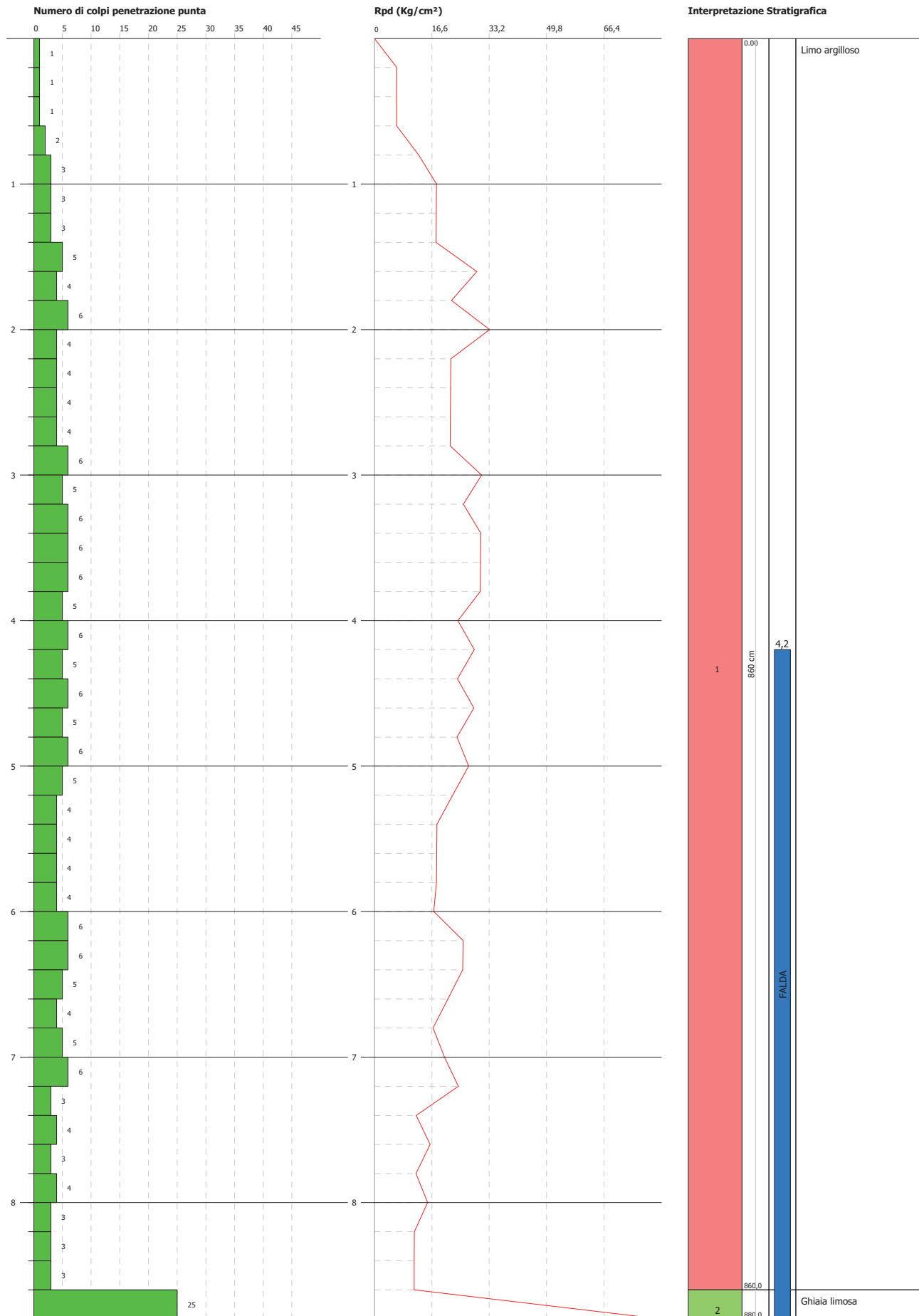


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPHS 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :18/11/2013

Scala 1:37

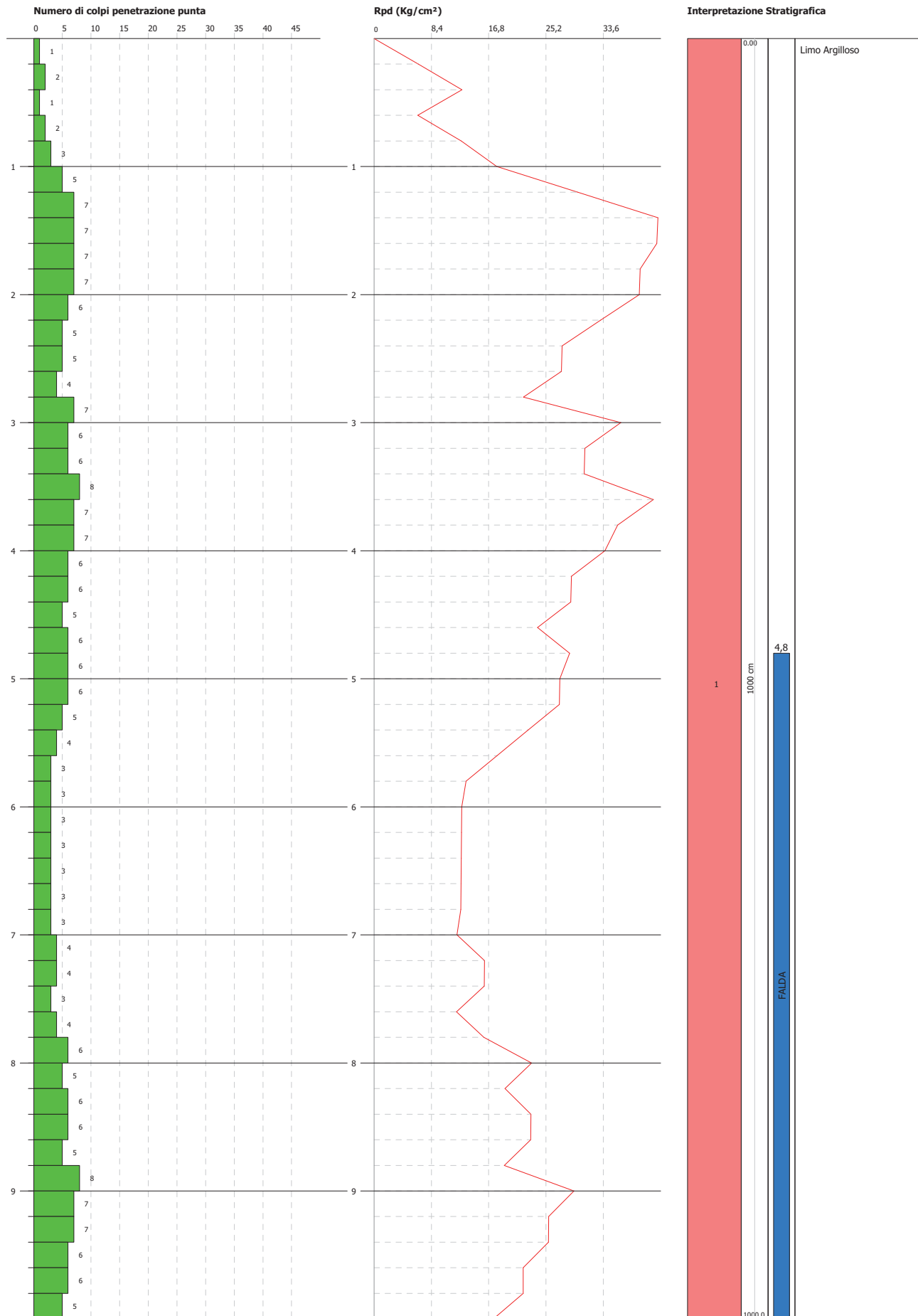


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPSH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :18/11/2013

Scala 1:42

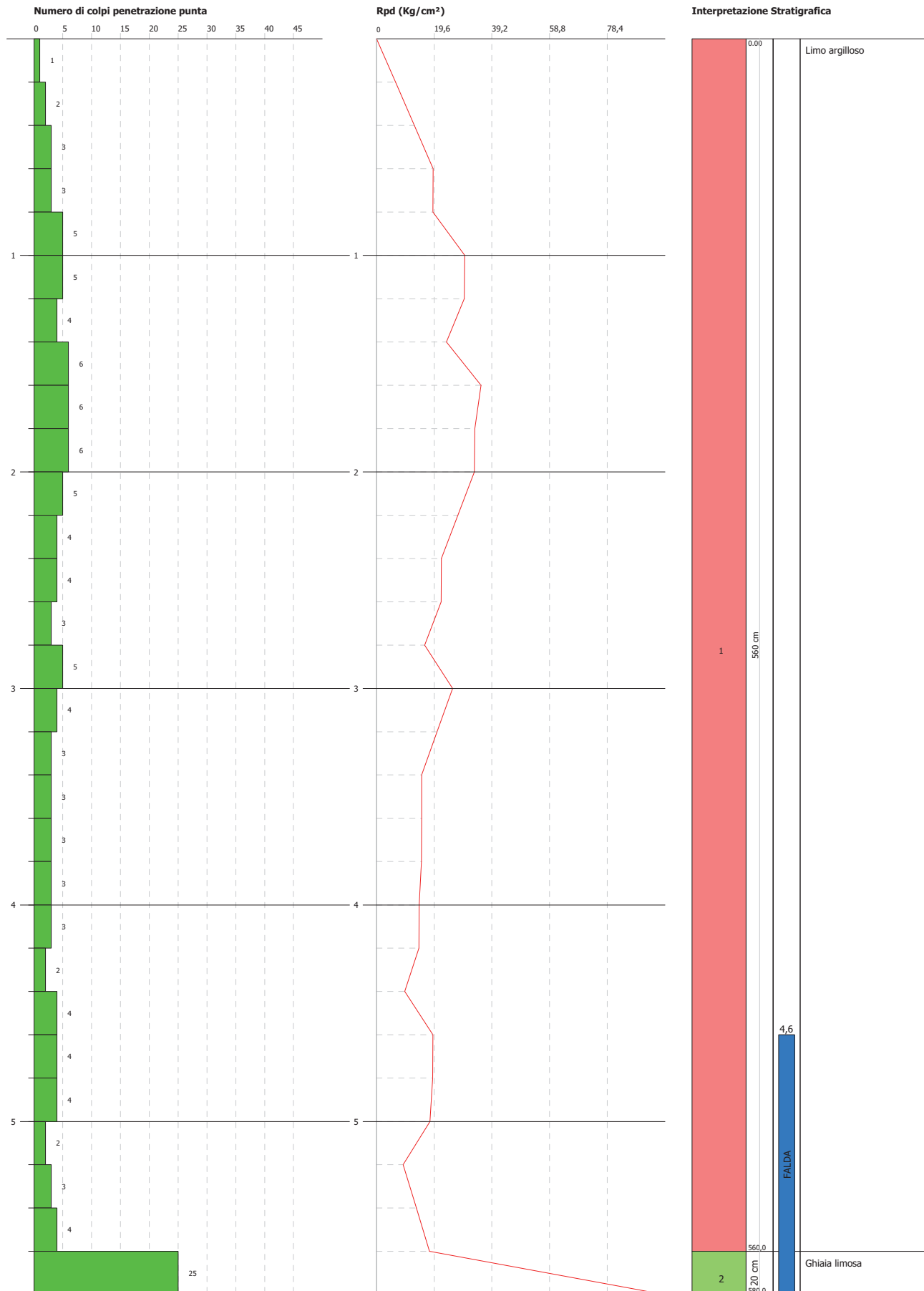


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :18/11/2013

Scala 1:25

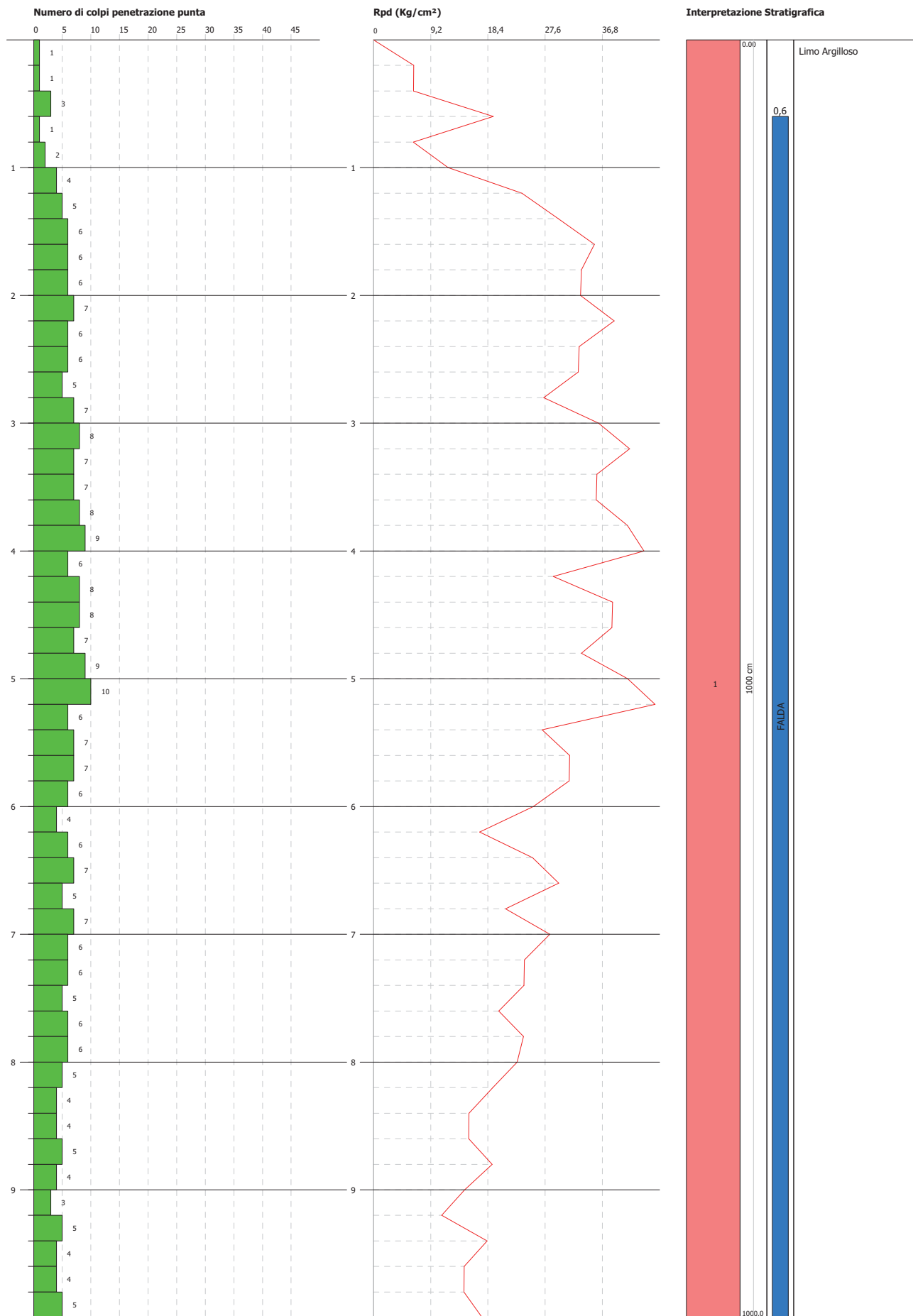


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :25/11/2013

Scala 1:42

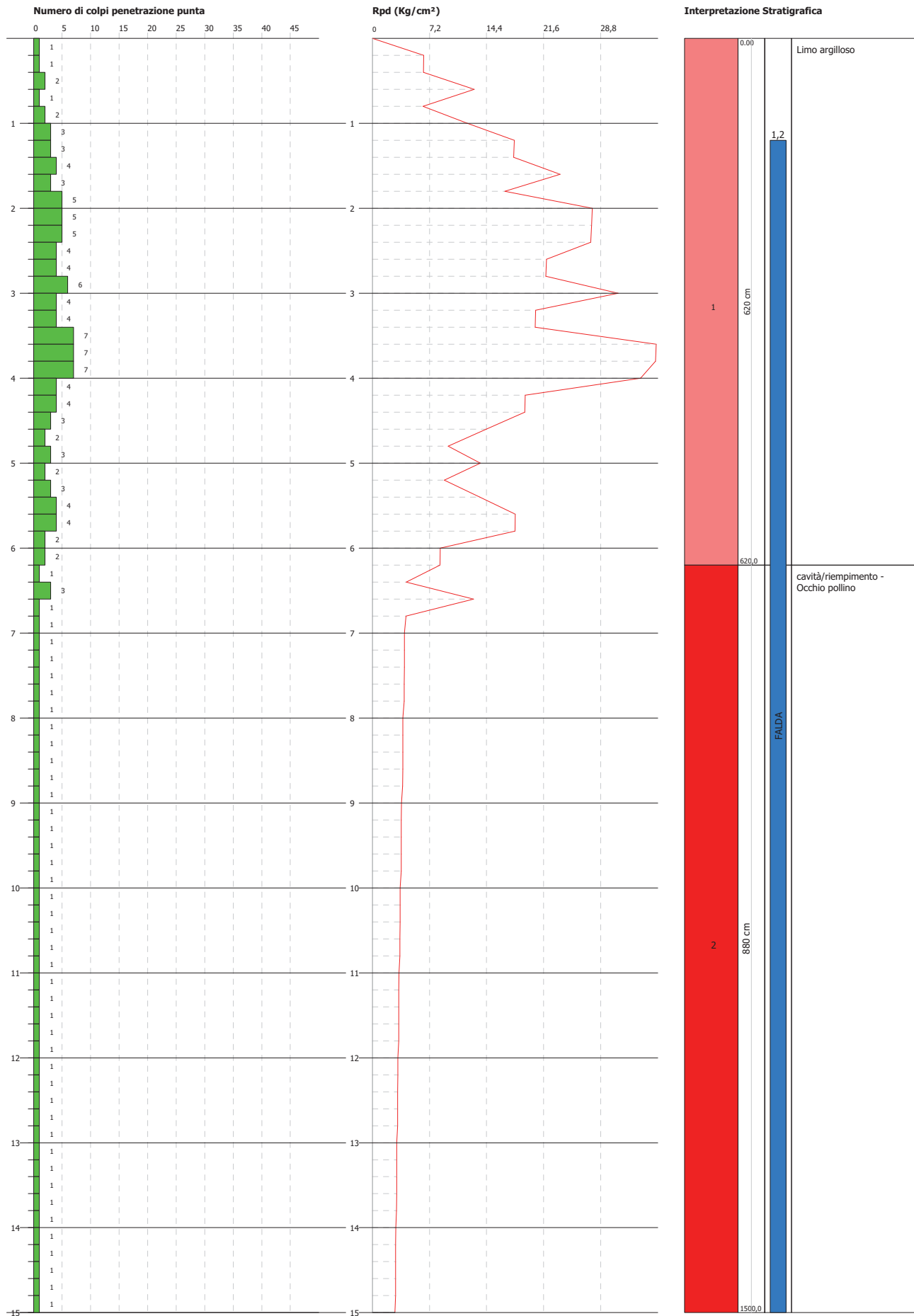


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :25/11/2013

Scala 1:63

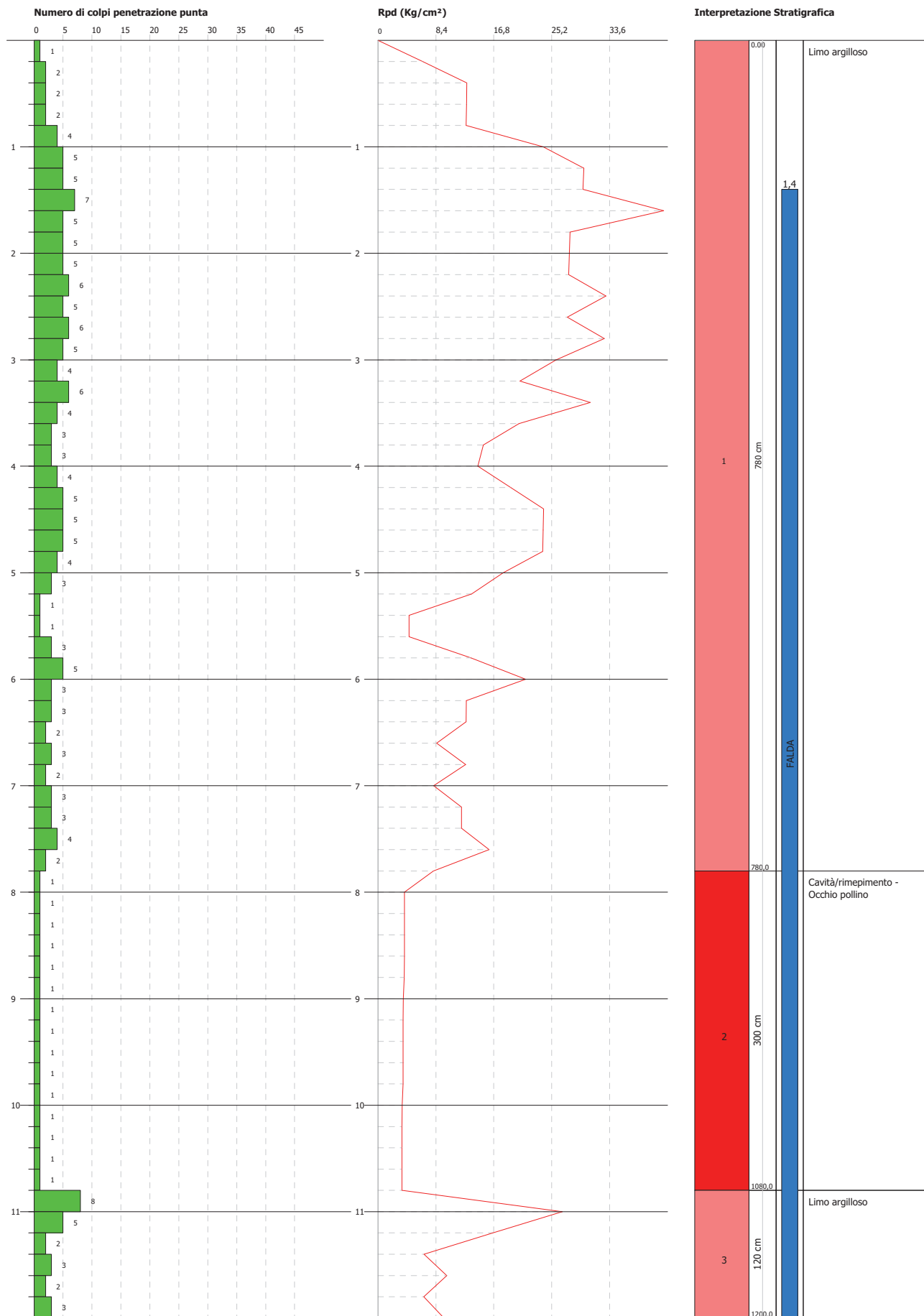


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.10
Strumento utilizzato... SCPT Compac DPH 75
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Lottizzanti vari
 Cantiere : Via Kennedy
 Località : Bottanuco

Data :25/11/2013

Scala 1:51



Comune di Bottanuco
Provincia di Bergamo

"Rapporto geologico - geotecnico con indicazioni idrogeologiche e di caratterizzazione sismica dei terreni siti in via Tasso, in comune di Bottanuco (Bg), quale supporto specialistico al progetto di formazione nuovi edifici residenziali"

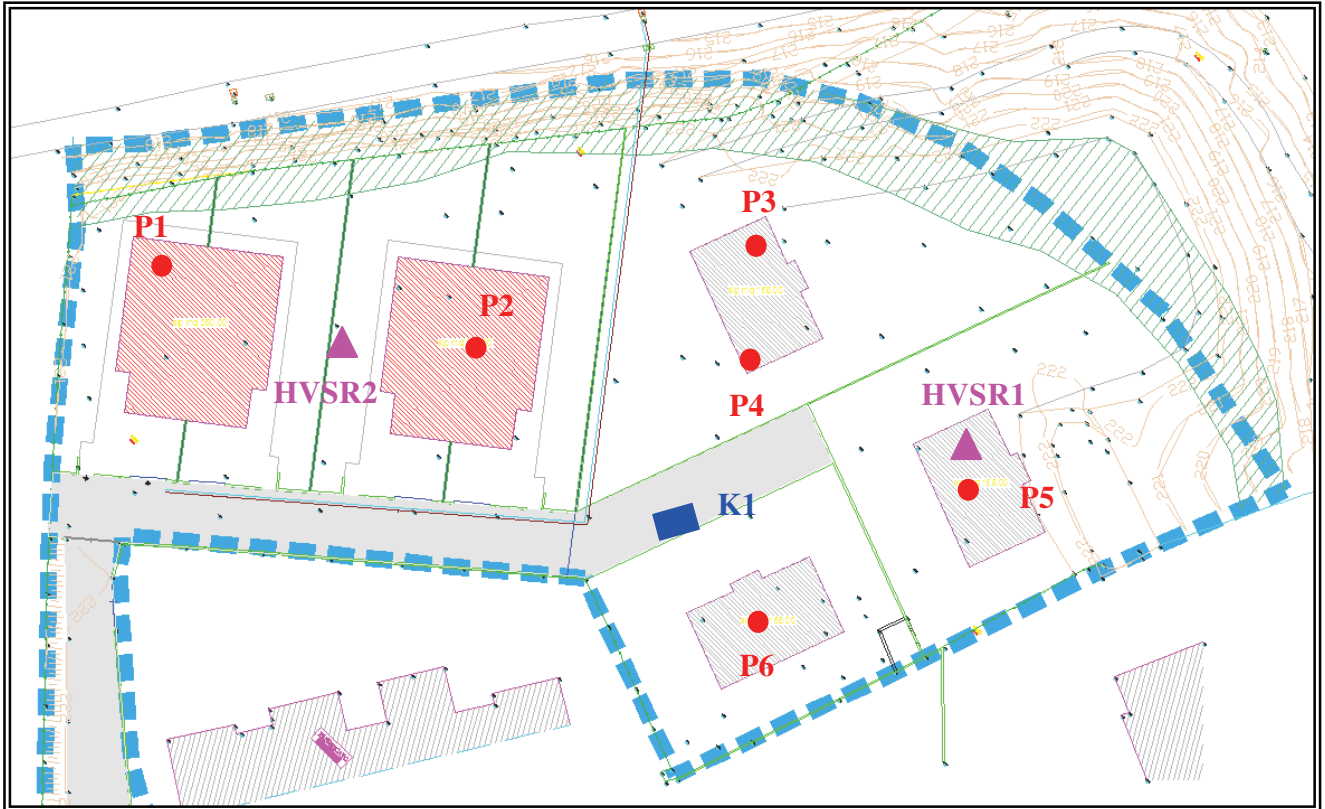
Elaborato R1 - R 2 - R3

Redatto ai sensi della DGR 5001/2016, della L.R. 33/2015,
della D.G.R. 2616/2011 e delle NTC 2008/NTC 2018

Dott. Norberto Invernici
geologo
N° Iscr. O.R.G.L. 990

Bergamo, 15 Maggio 2018





Legenda:

- **P1** – Prova penetrometrica dinamica continua SCPT n° 1
- ▲ **HVSRI** – Indagini sismica passiva HVSR 1
- **K1** – Trincea esplorativa e prova di permeabilità 1

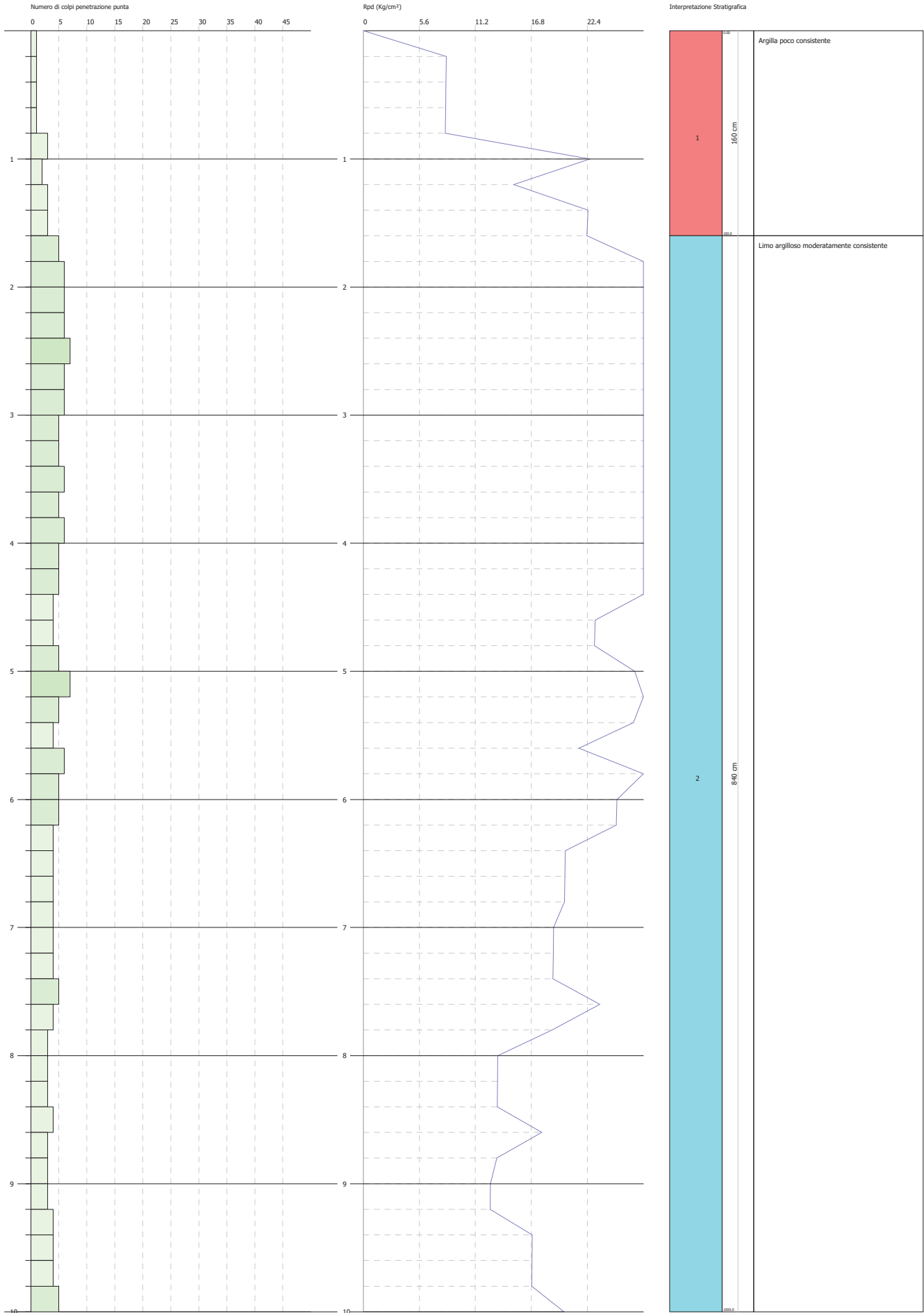
Schema di ubicazione indagini in sito
Non in scala

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... Compac DPH 75

Committente: Costruzioni R.D. SRL
Descrizione: Via Tasso
Località: Bottanuco (Bg)

Data: 11/05/2018

Scala 1:41

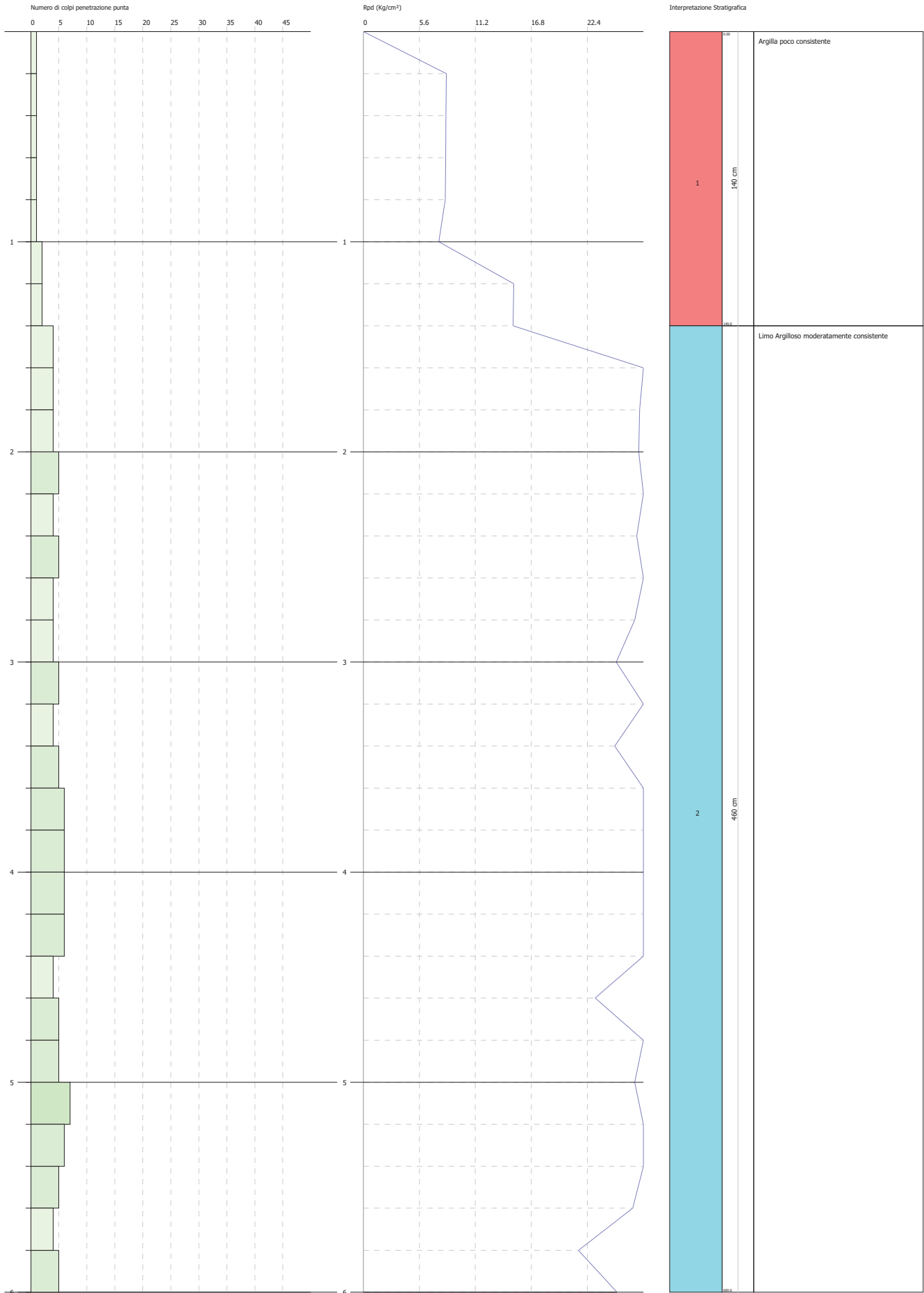


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... Compac DPSH 75

Committente: Costruzioni R.D. SRL
Descrizione: Via Tasso
Località: Bottanuco (Bg)

Data: 11/05/2018

Scala 1:25

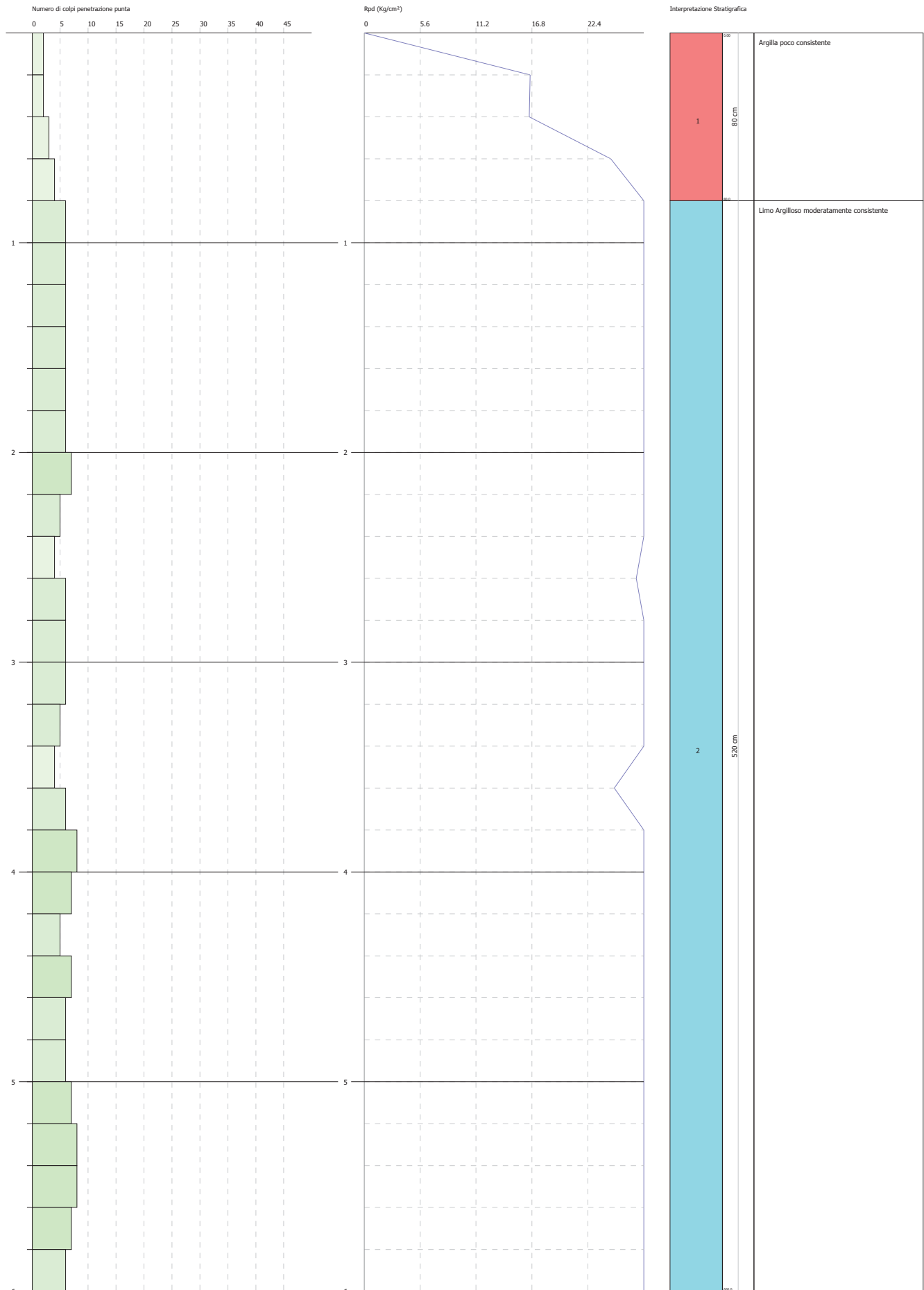


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... Compac DPSH 75

Committente: Costruzioni R.D. SRL
Descrizione: Via Tasso
Località: Bottanuco (Bg)

Data: 11/05/2018

Scala 1:25

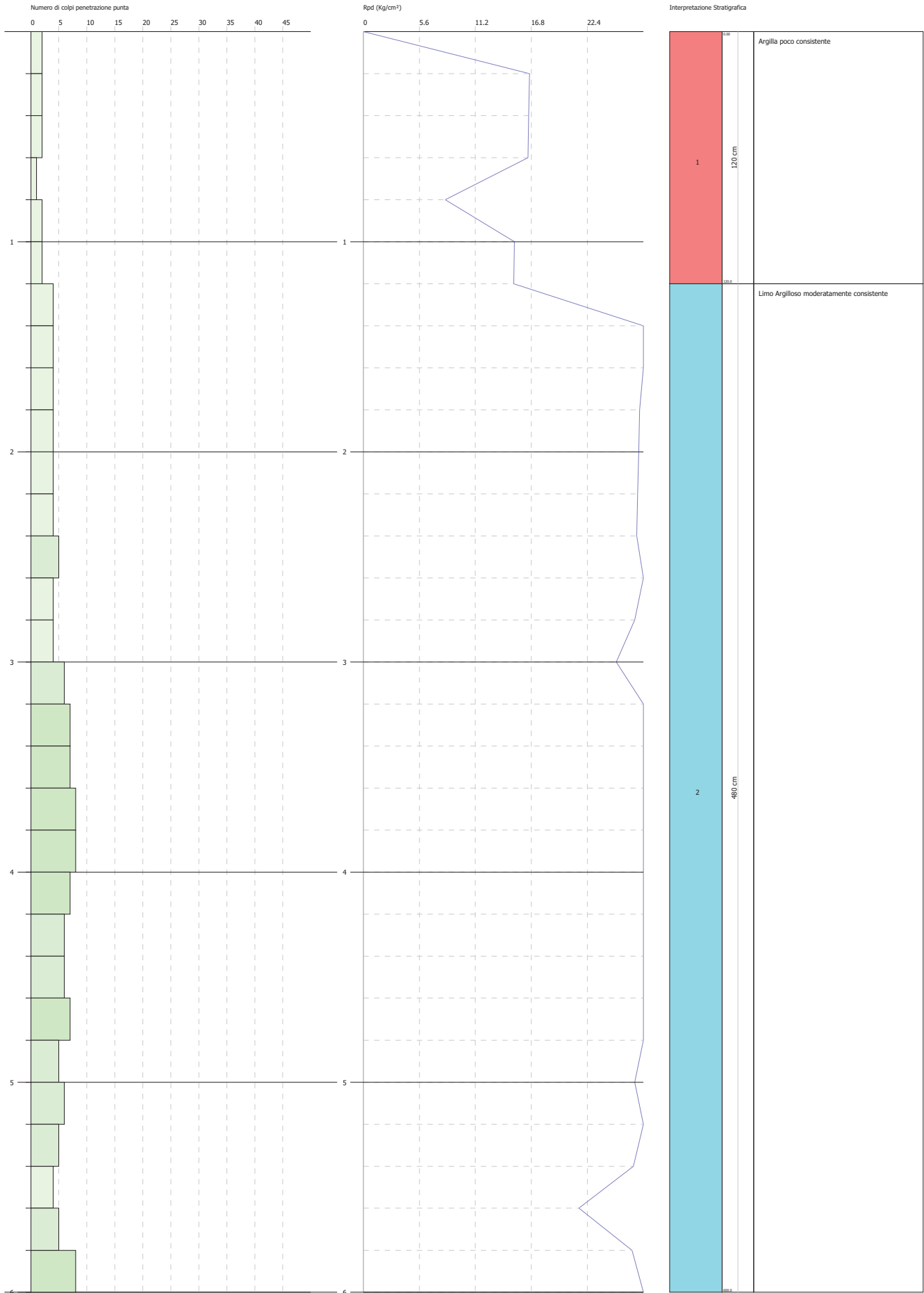


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... Compac DPSH 75

Committente: Costruzioni R.D. SRL
 Descrizione: Via Tasso
 Località: Bottanuco (Bg)

Data: 11/05/2018

Scala 1:25

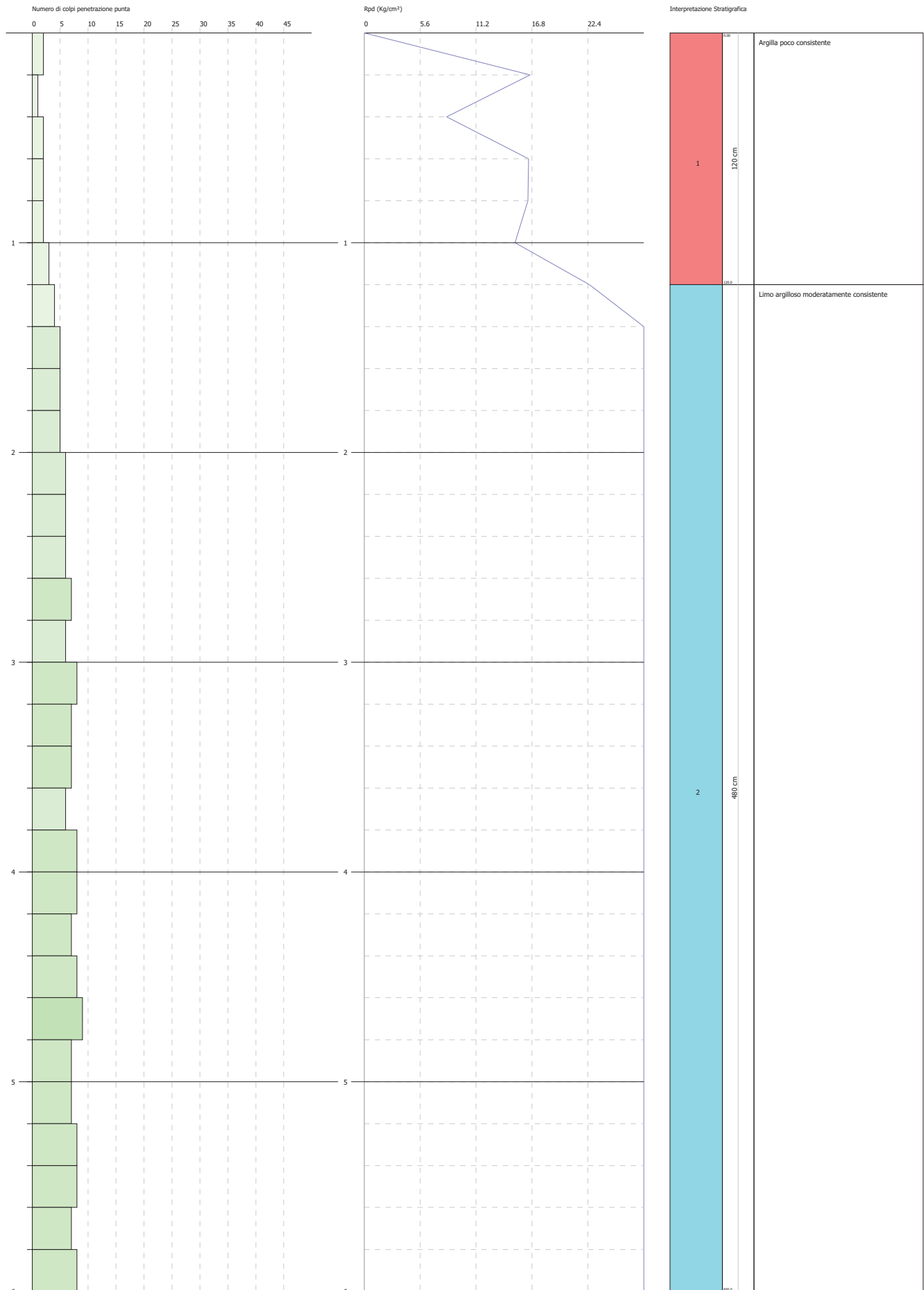


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... Compac DPSH 75

Committente: Costruzioni R.D. SRL
 Descrizione: Via Tasso
 Località: Bottanuco (Bg)

Data: 11/05/2018

Scala 1:25

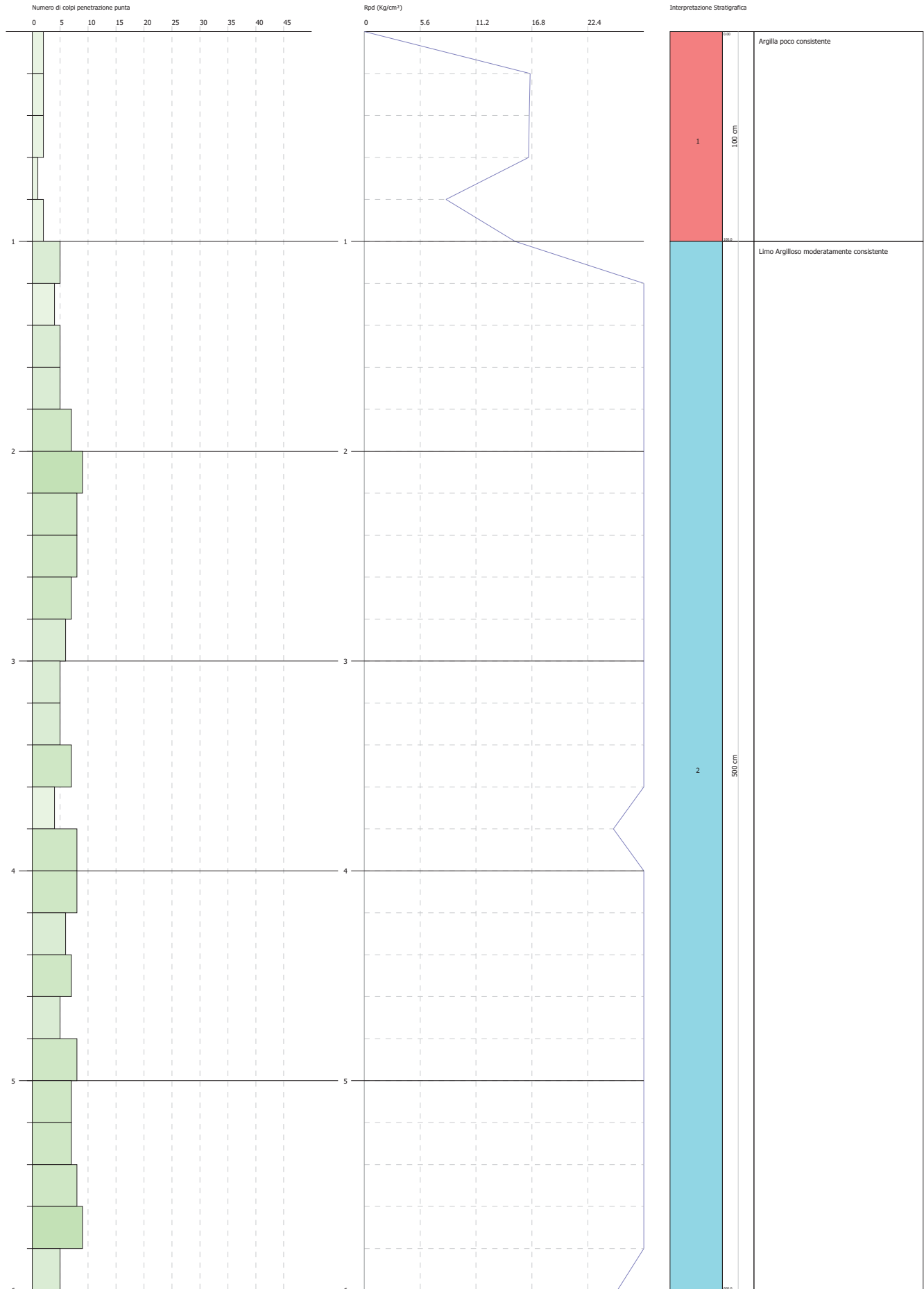


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... Compac DPSH 75

Committente: Costruzioni R.D. SRL
 Descrizione: Via Tasso
 Località: Bottanuco (Bg)

Data: 11/05/2018

Scala 1:25



P.A. Ambito di trasformazione A.T. 3 – Area nuovo polo artigianale nord - nuovo fabbricato di distribuzione all'ingrosso di prodotti alimentari a Bottanuco (BG)

Foglio n. 9 Mappali 1085/ 1086/ 1163/ 1664/ 1154/ 2123/ 1160/ 1149/ 1148 strada campestre dell'Olmetto/strada campestre del Crociotto

Foglio n. 2 Mappali 2053 sub. 703

Cod. B088 – cap. 24040 Bottanuco (BG)

RELAZIONE GEOLOGICA

D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 e N.T.C. 2018 p.to 6.2.1



ecosphera s.r.l. - via Malogno, 2 - 25036 Palazzolo sull'Oglio (BS) - Tel. 030.7402007 - 030.7401749 - Fax 030.7402017 - www.ecosphera.net - [mail:info@ecosphera.net](mailto:info@ecosphera.net)



Ambiente
Qualità
Sicurezza
Energia



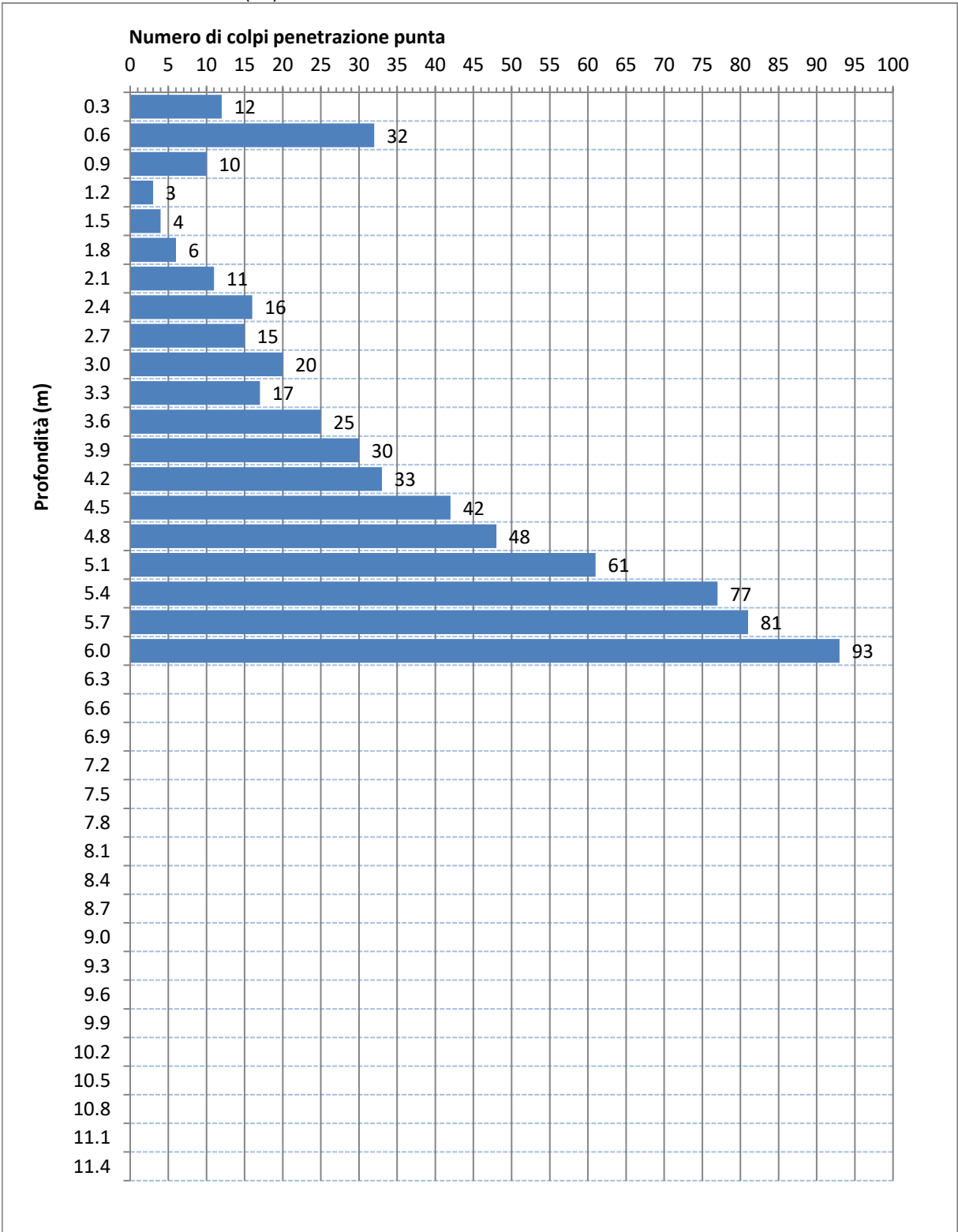
Data emissione	05/2021
Commessa	21/0559
File	J:\Geotecnica\Prov_BG\BOTTANUCO\2021\A T3 via aldo moro Marr\Integrazioni\RelGeo 2021-04 MARR Bottanuco.docx
Referente	Dott. Carraro Marco

Committente:

Data: 7 aprile 2021

Descrizione: Nuovo fabbricato

Località: Bottanuco (BG)



Dati tecnici prova

Penetrometro: Deep Drill modello SCPT 73/75 SM

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 51 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 32 mm

Impresa esecutrice

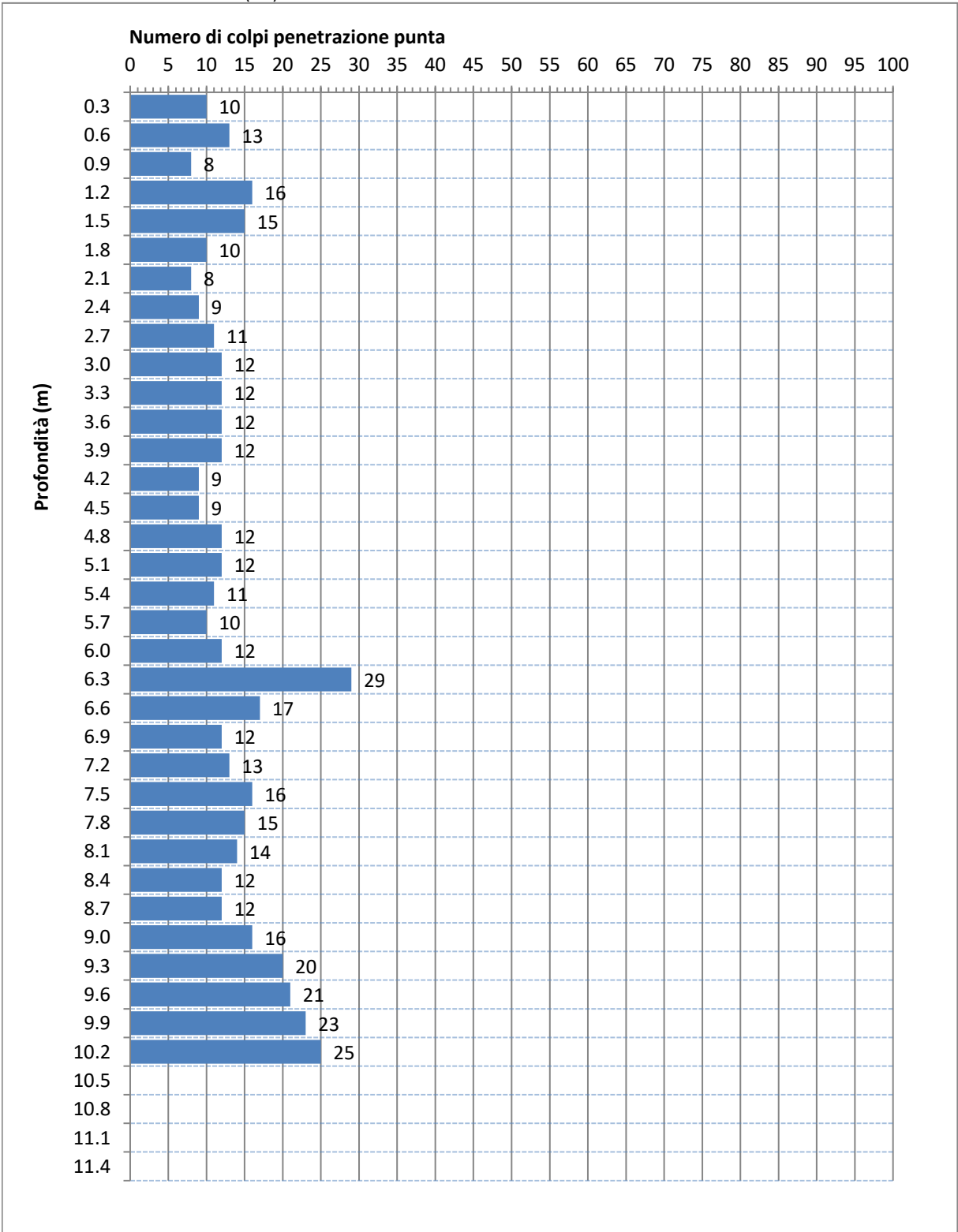
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente:

Data: 7 aprile 2021

Descrizione: Nuovo fabbricato

Località: Bottanuco (BG)



Dati tecnici prova

Penetrometro: Deep Drill modello SCPT 73/75 SM

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 51 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 32 mm

Impresa esecutrice

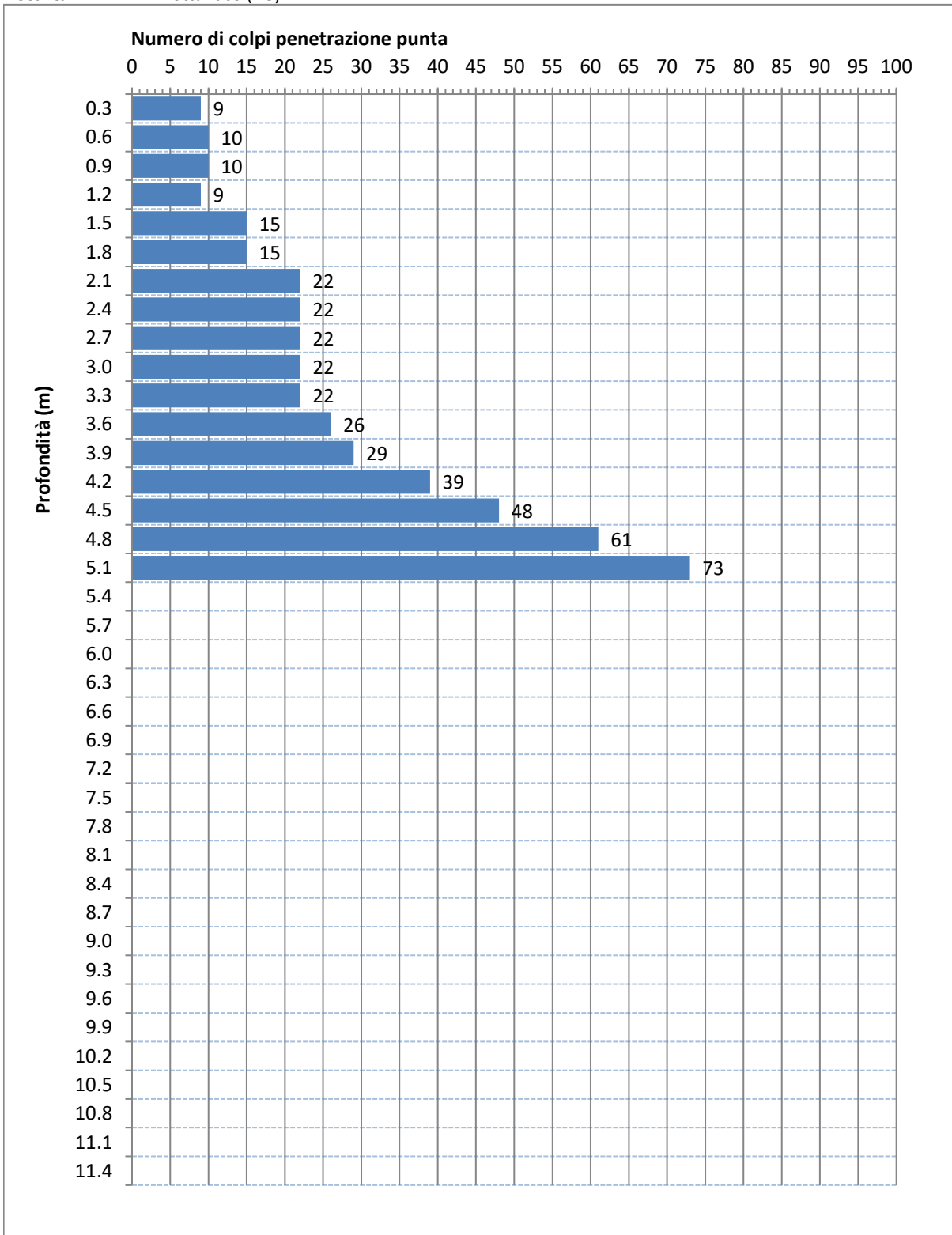
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente:

Data: 7 aprile 2021

Descrizione: Nuovo fabbricato

Località: Bottanuco (BG)



Dati tecnici prova

Penetrometro: Deep Drill modello SCPT 73/75 SM

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 51 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 32 mm

Impresa esecutrice

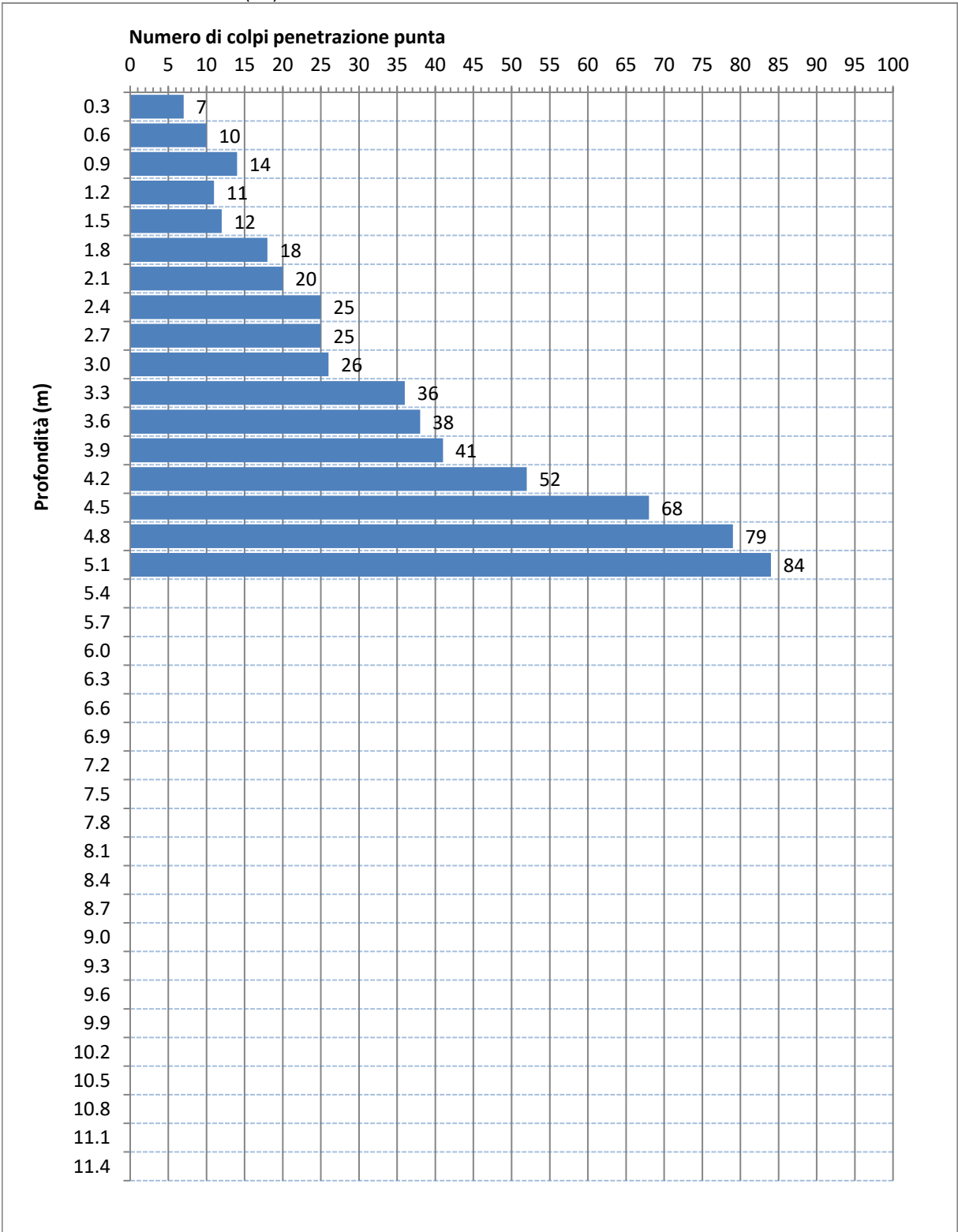
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente:

Data: 7 aprile 2021

Descrizione: Nuovo fabbricato

Località: Bottanuco (BG)



Dati tecnici prova

Penetrometro: Deep Drill modello SCPT 73/75 SM

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 51 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 32 mm

Impresa esecutrice

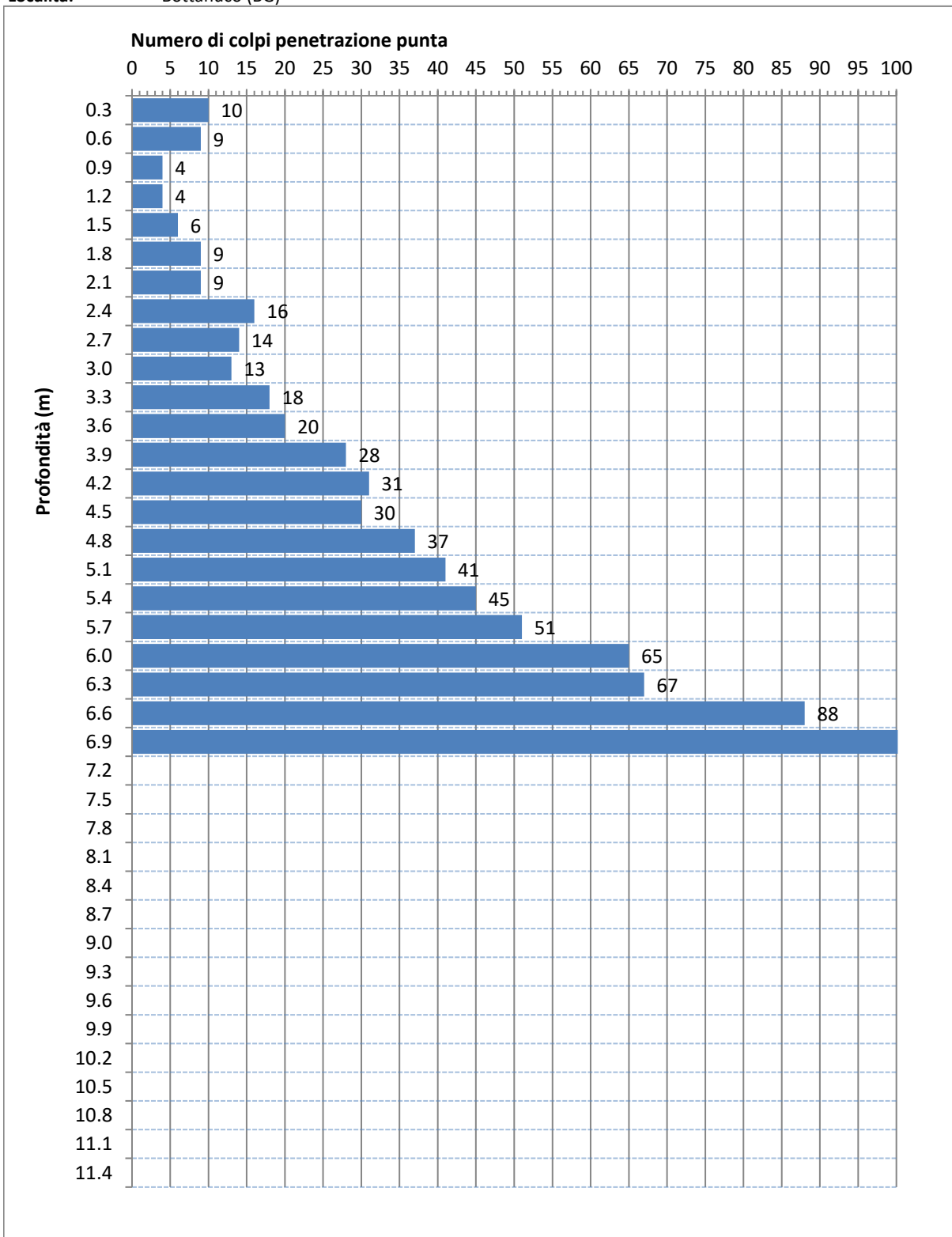
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente:

Data: 7 aprile 2021

Descrizione: Nuovo fabbricato

Località: Bottanuco (BG)



Dati tecnici prova

Penetrometro: Deep Drill modello SCPT 73/75 SM

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 51 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 32 mm

Impresa esecutrice

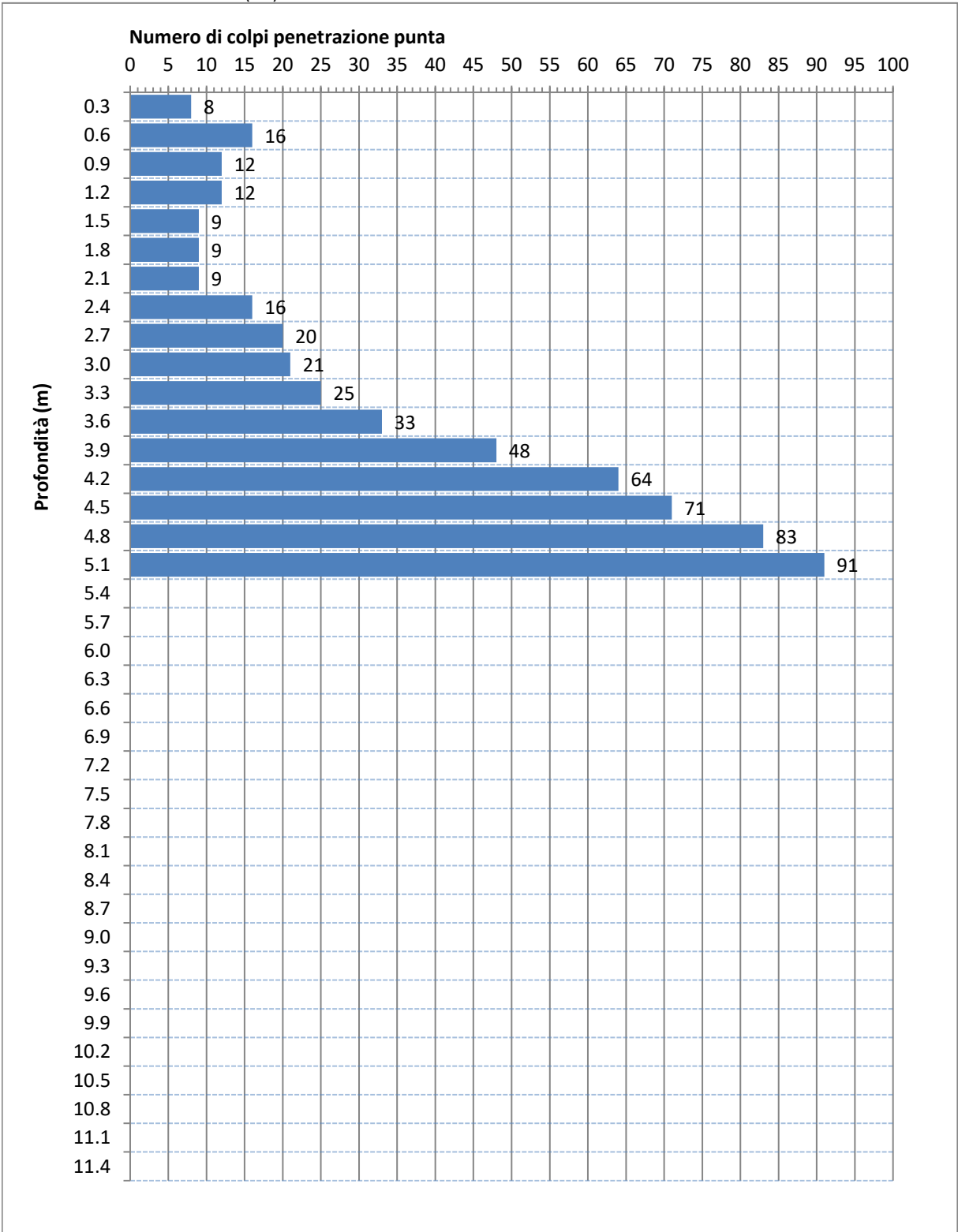
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente:

Data: 7 aprile 2021

Descrizione: Nuovo fabbricato

Località: Bottanuco (BG)



Dati tecnici prova

Penetrometro: Deep Drill modello SCPT 73/75 SM

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 51 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 32 mm

Impresa esecutrice

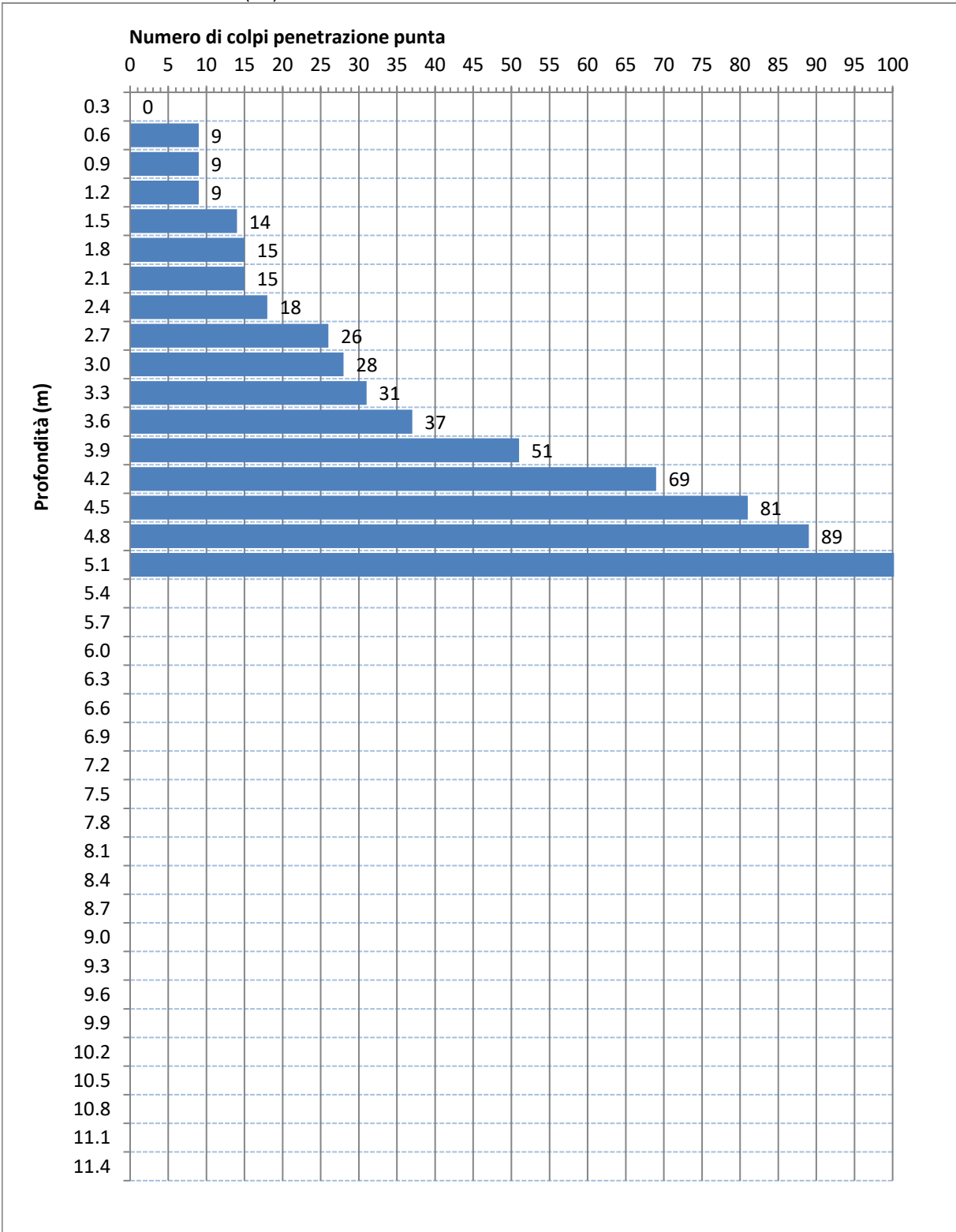
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente:

Data: 7 aprile 2021

Descrizione: Nuovo fabbricato

Località: Bottanuco (BG)



Dati tecnici prova

Penetrometro: Deep Drill modello SCPT 73/75 SM

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 51 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 32 mm

Impresa esecutrice

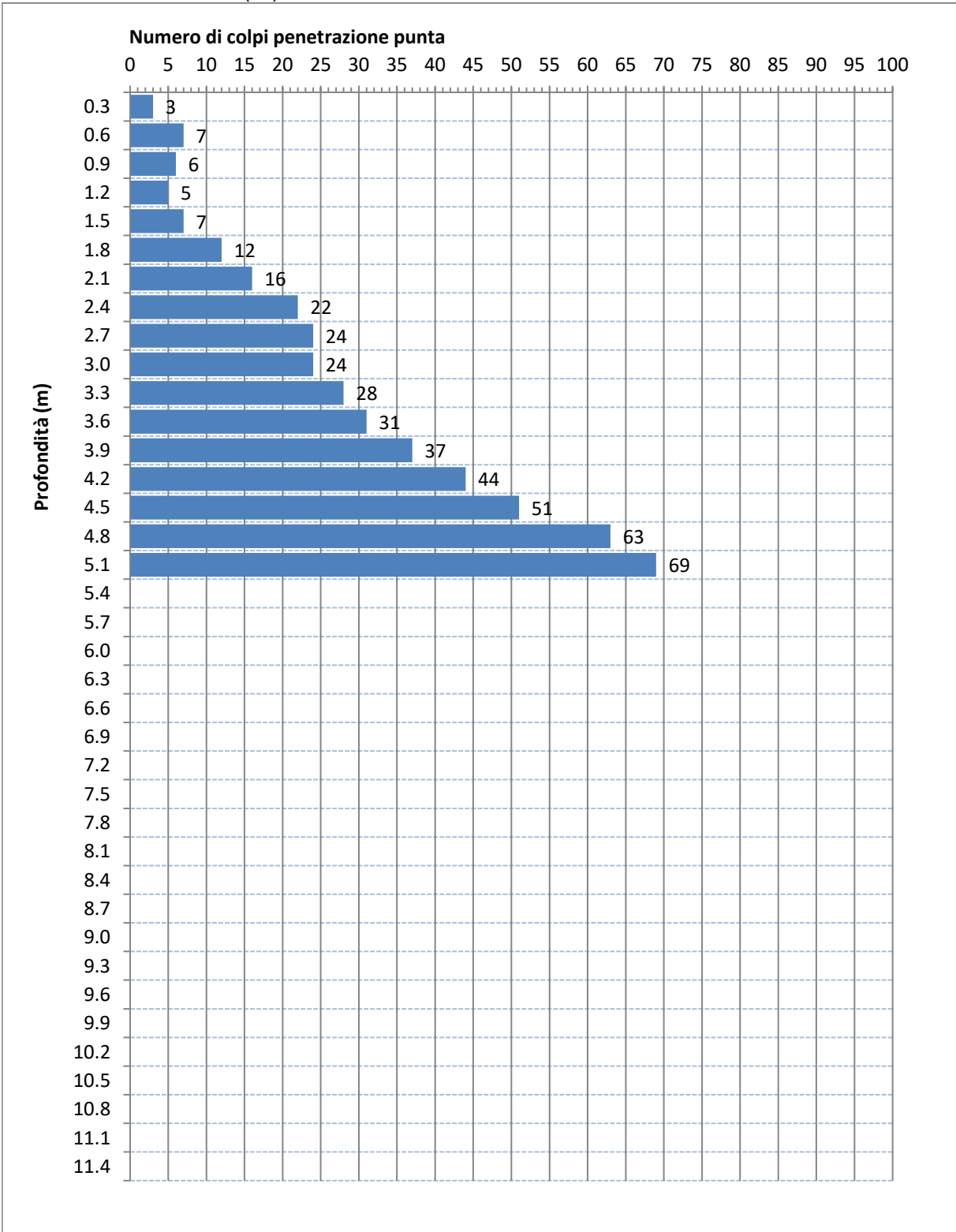
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente:

Data: 7 aprile 2021

Descrizione: Nuovo fabbricato

Località: Bottanuco (BG)



Dati tecnici prova

Penetrometro: Deep Drill modello SCPT 73/75 SM

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 51 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 32 mm

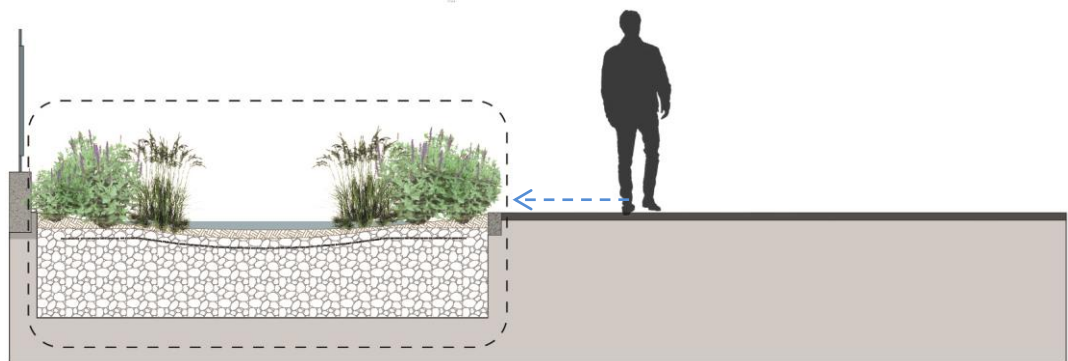
Impresa esecutrice

GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Appendice 2

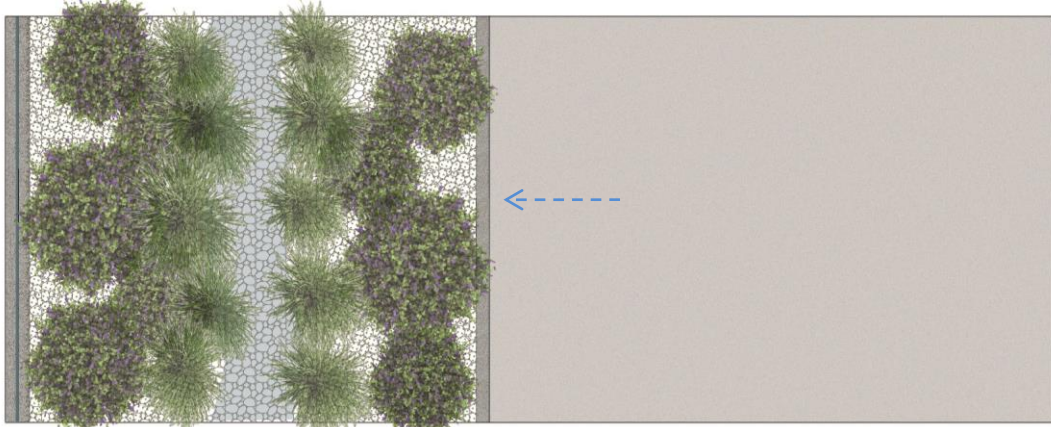
Catalogo interventi tipo di invarianza

Area industriale

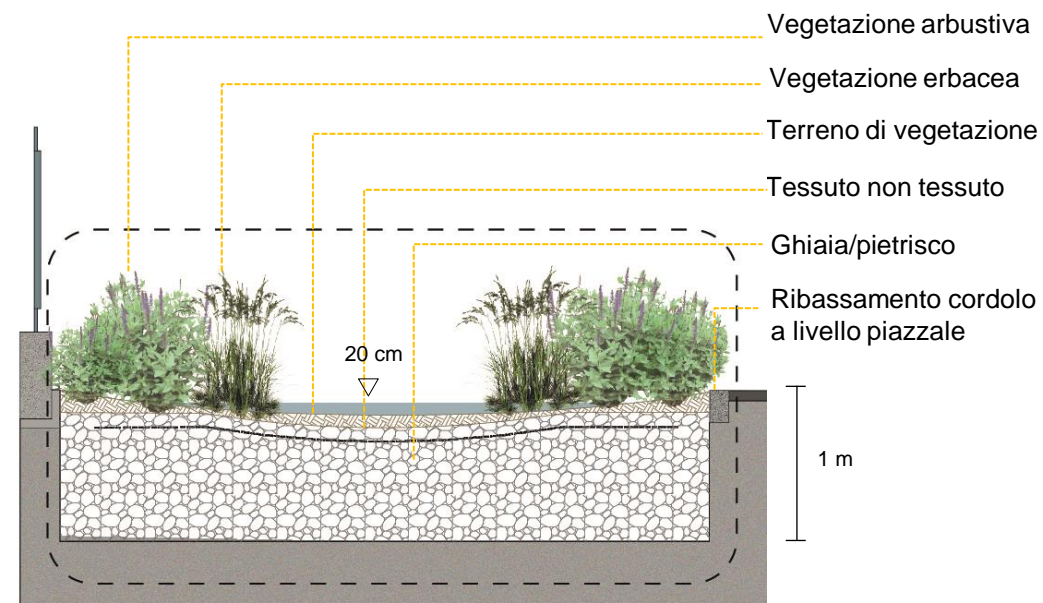


Rain Garden
Dimensioni variabili

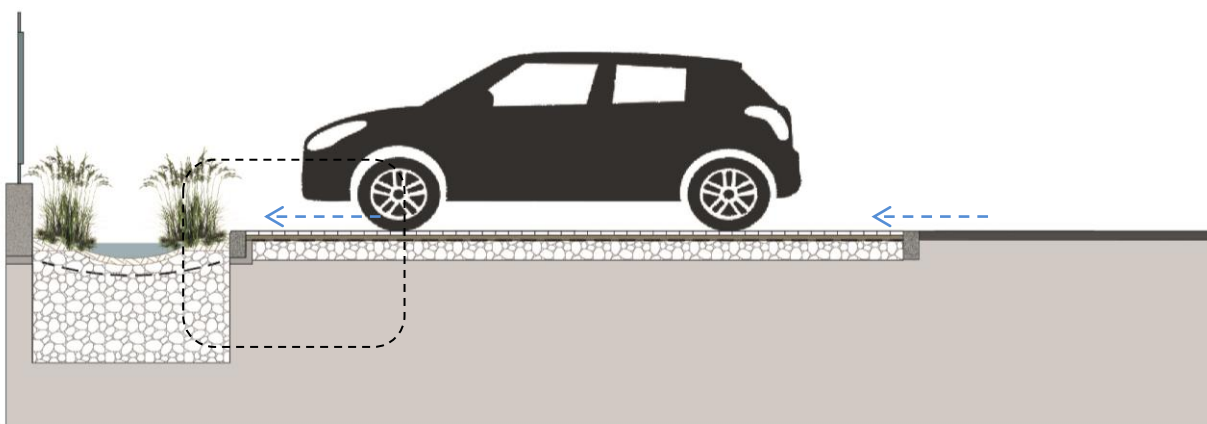
Piazzale



Adattamento degli spazi verdi minori presenti all'interno dei piazzali/perimetri industriali con trasformazione in Rain Garden; i Rain Garden hanno dimensioni variabili in larghezza a seconda delle aree verdi presenti e profondità di circa 1 m; abbassamento del cordolo per la raccolta delle acque provenienti dal piazzale impermeabile.



I1



Fosso drenante
l 1m, h 60 cm

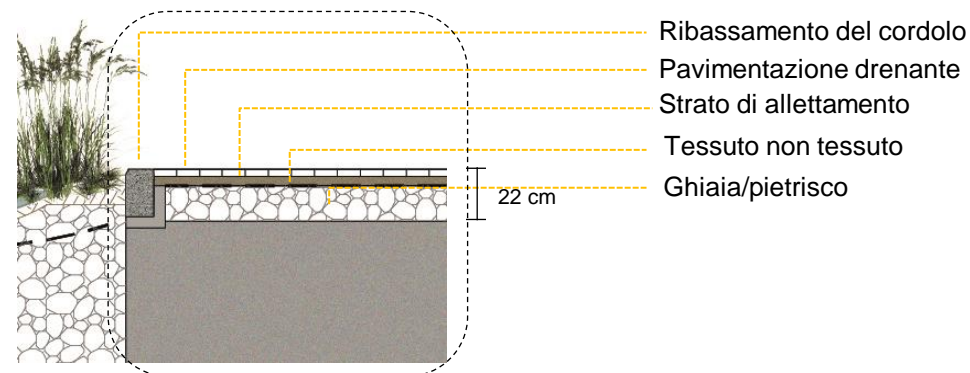
Stallo drenante

Piazzale



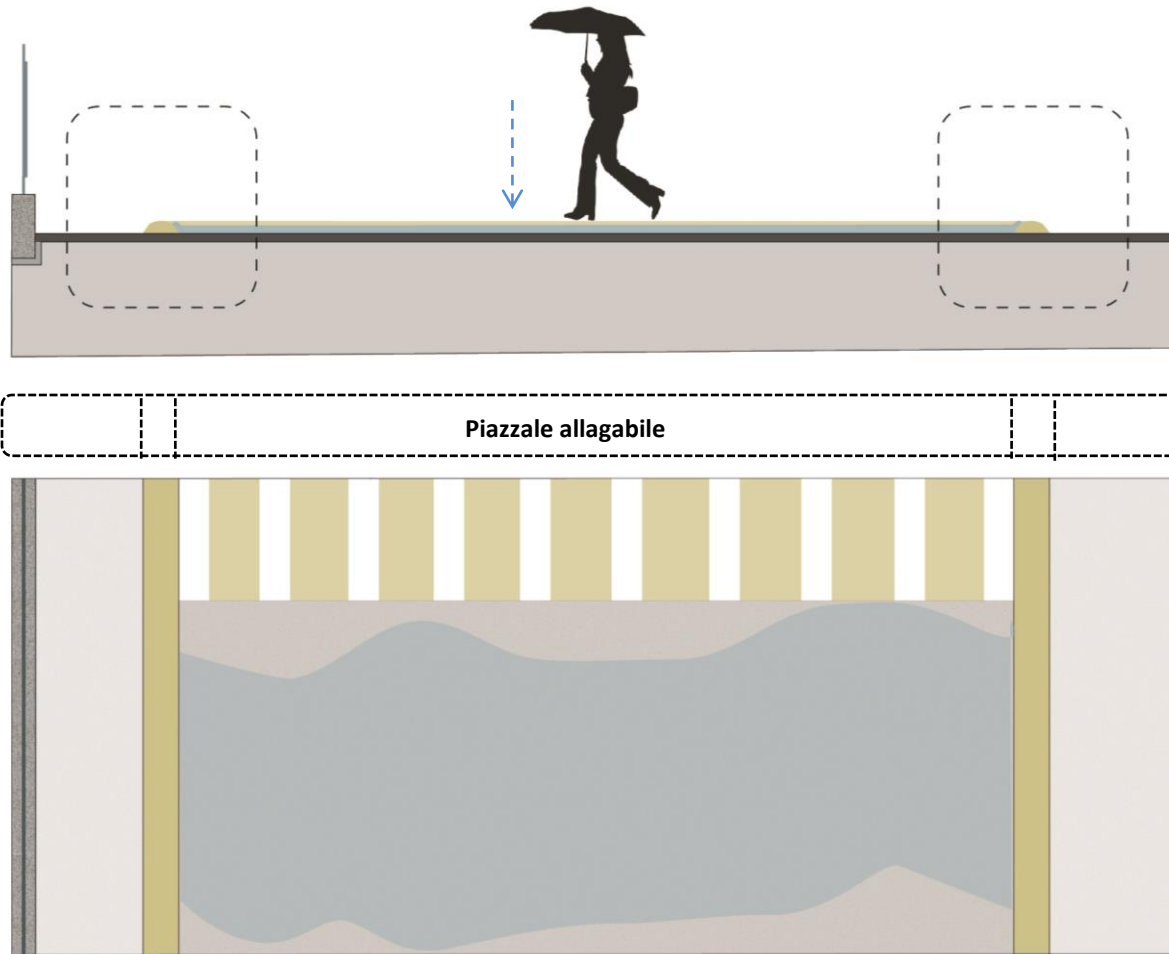
Inserimento di fosso drenante e di pavimentazione drenante in corrispondenza degli stalli : realizzazione di fossi drenanti lineari per lo smaltimento delle acque piovane in eccesso provenienti dalle porzioni di parcheggio impermeabili; ribassamento del cordolo; sostituzione del rivestimento impermeabile con pavimentazione drenante in corrispondenza degli stalli.

N.B. i due interventi possono essere alternativi; il calcolo dei volumi considera lo scenario in cui entrambi vengano realizzati.

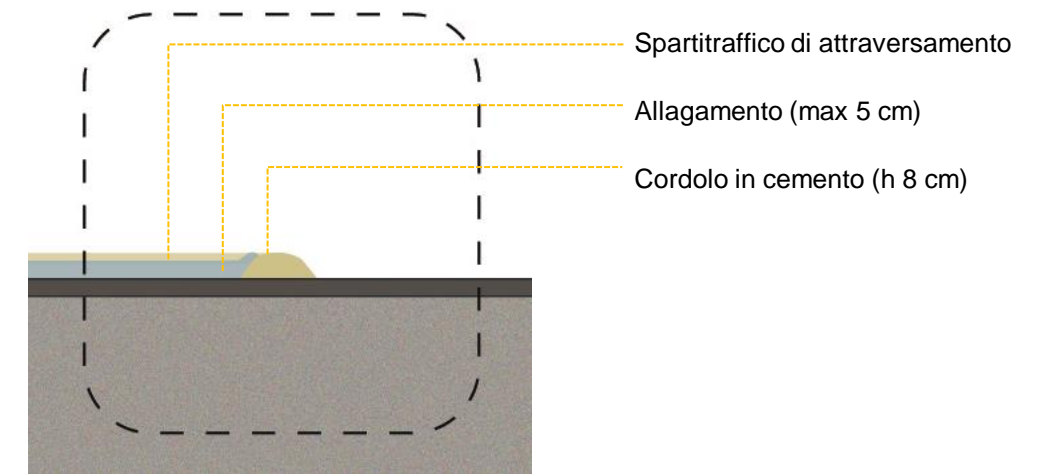


I2

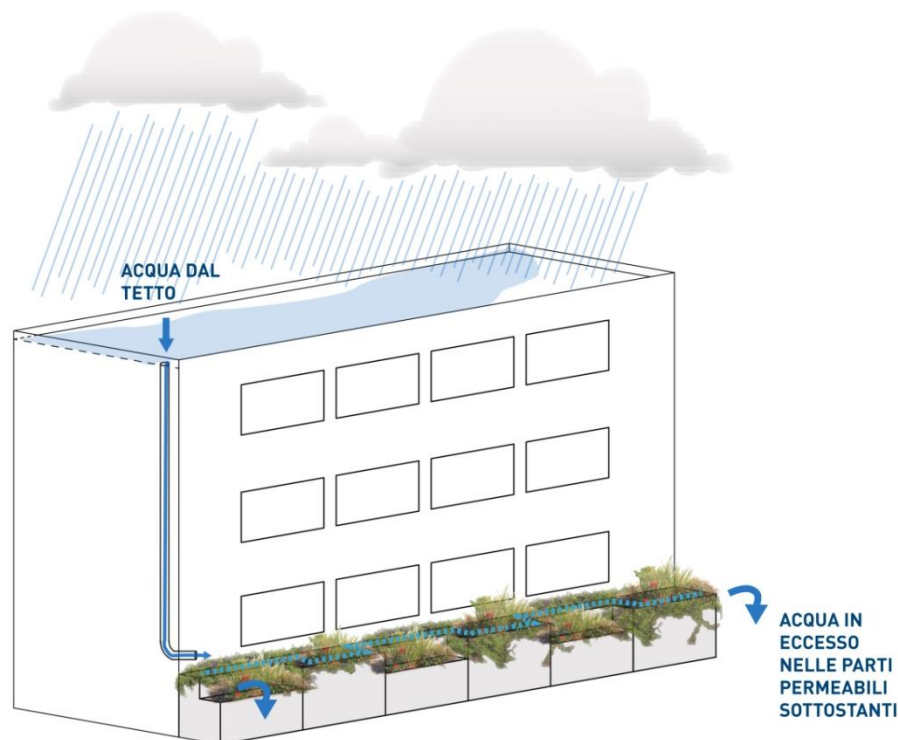
13



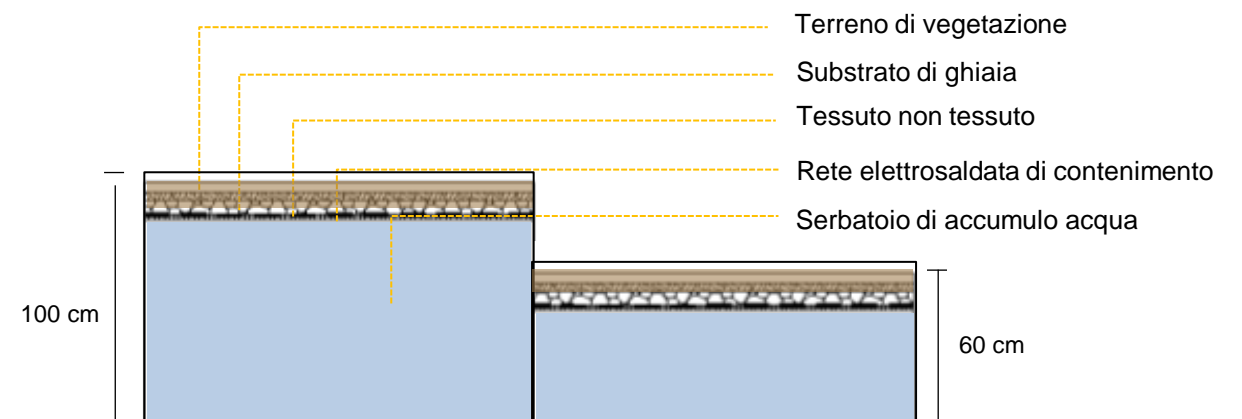
Inserimento di cordoli per la delimitazione di porzioni di piazzali interessate da allagamento controllato: la superficie interessata dagli allagamenti controllati di massimo 5 cm è pari al 20 % della superficie impermeabile totale; il passaggio pedonale è garantito da elementi spartitraffico sopraelevati.

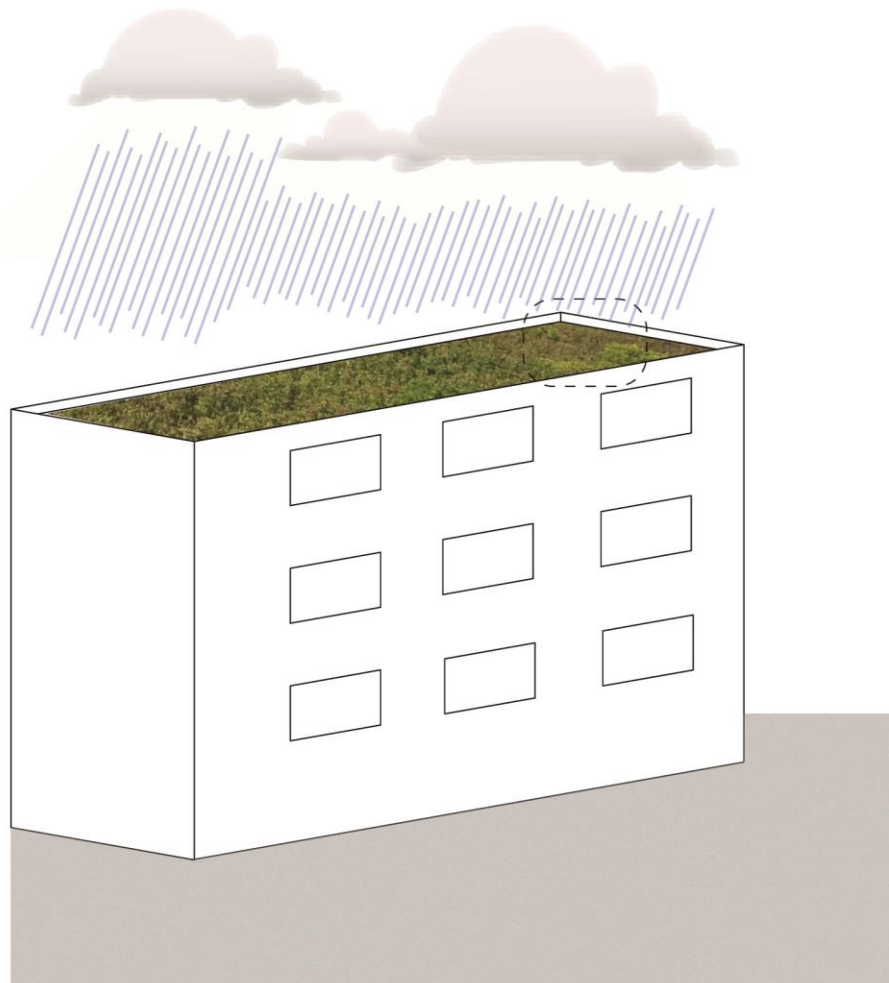


14

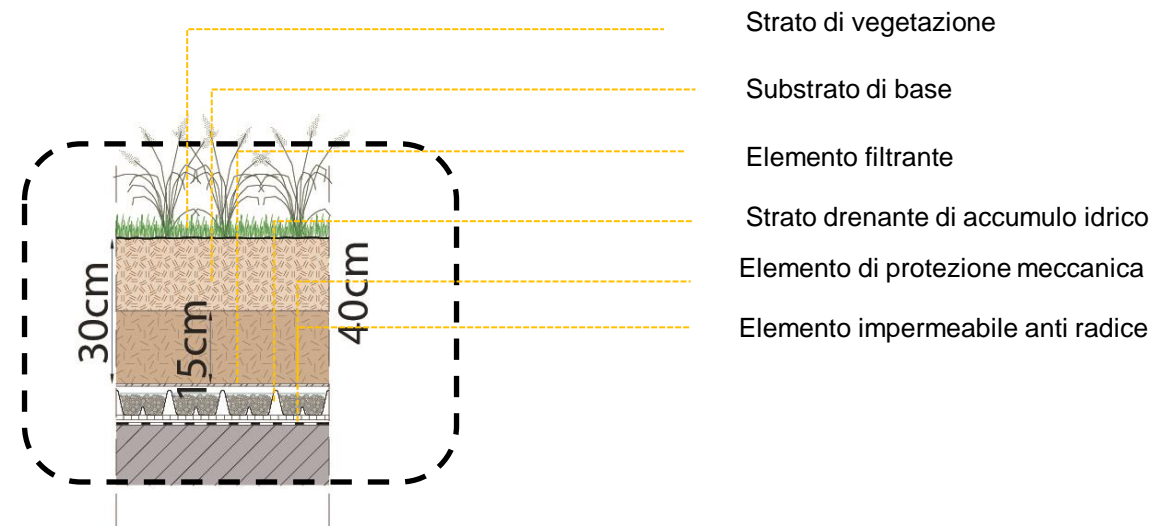


Inserimento di cisterne-fioriere per la raccolta delle acque provenienti dalle coperture: le cisterne hanno dimensioni modulari di lunghezza 2 m e profondità 0,6 m e vengono disposte alla base delle pareti perimetrali non interessate da aperture e elementi sporgenti, per un totale di circa 20/25 % dei perimetri totali degli edifici.





Realizzazione di tetto verde per il rallentamento delle acque meteoriche: soletta verde estensiva su copertura esistente piana o inclinata



N.B. La realizzazione del tetto verde non incide in maniera significativa sullo stoccaggio di volumi di acque meteoriche; contribuisce però in maniera significativa al rallentamento del ruscellamento dell'acqua sulle superfici. Per questo motivo il calcolo dei volumi stoccati / di trattenuta temporanea non comprende l'intervento del tetto verde che viene considerato in questo caso come indicazione qualitativa.

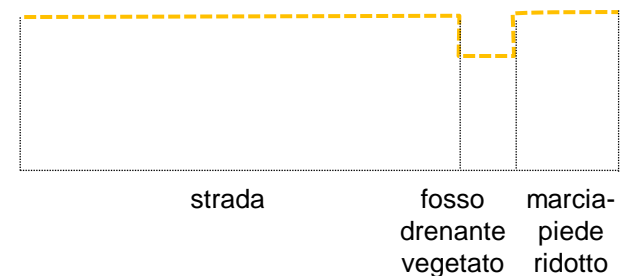
Strada

IMMAGINI DI RIFERIMENTO CHE ILLUSTRANO L'ARTICOLAZIONE DELLE SEZIONI TIPOLOGICHE

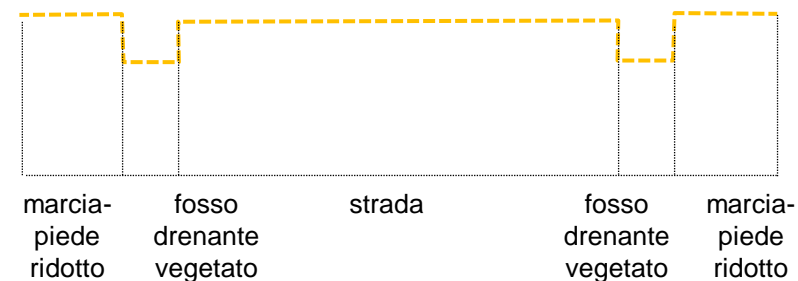
SITUAZIONE DI STATO



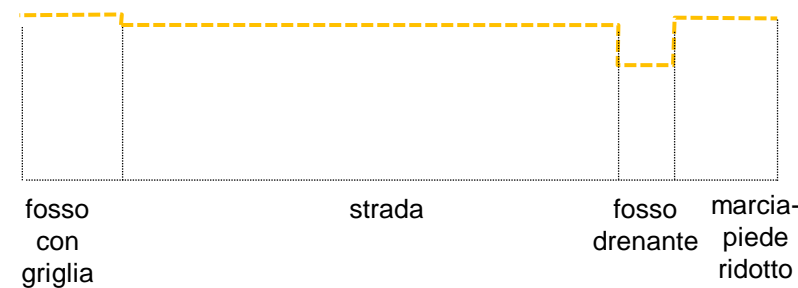
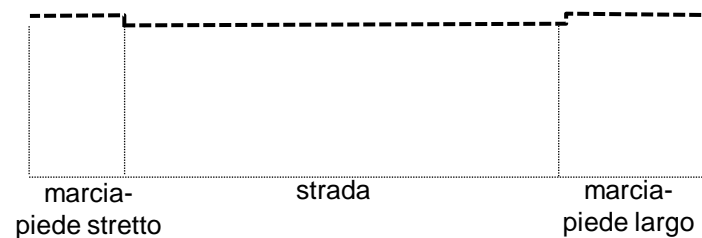
SITUAZIONE DI PROGETTO



T0



T1



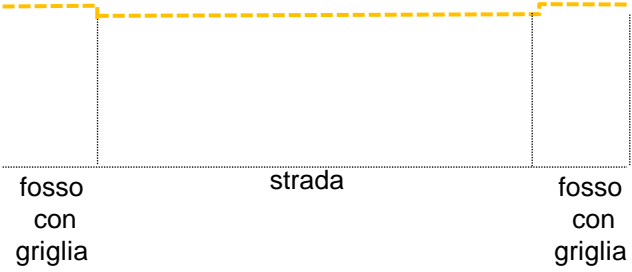
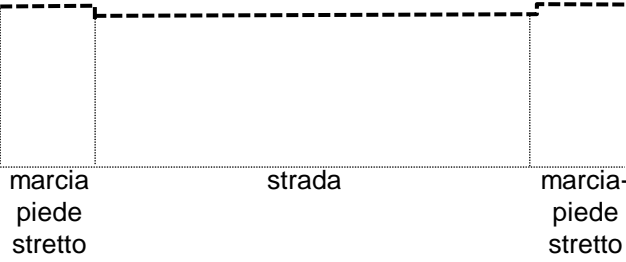
T2

IMMAGINI DI RIFERIMENTO CHE ILLUSTRANO L'ARTICOLAZIONE DELLE SEZIONI TIPOLOGICHE

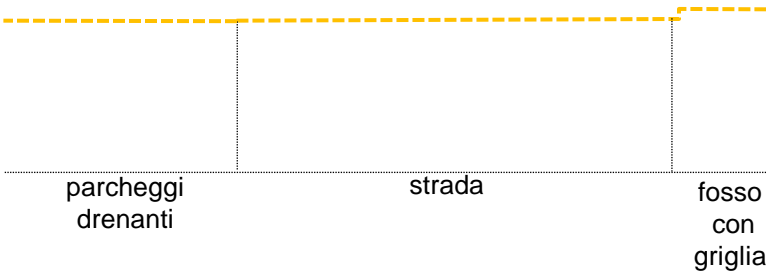
SITUAZIONE DI STATO



SITUAZIONE DI PROGETTO



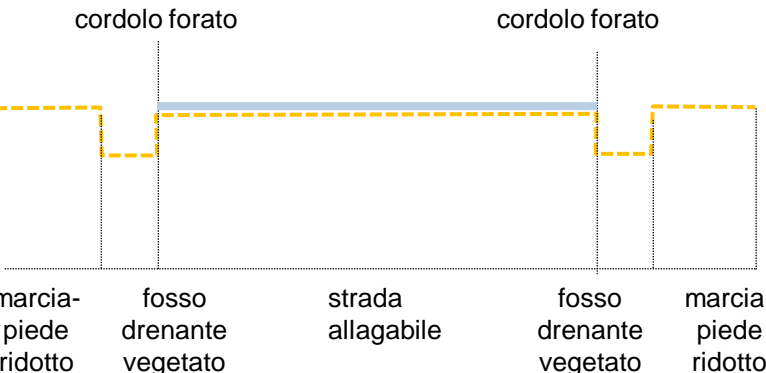
T3



T4



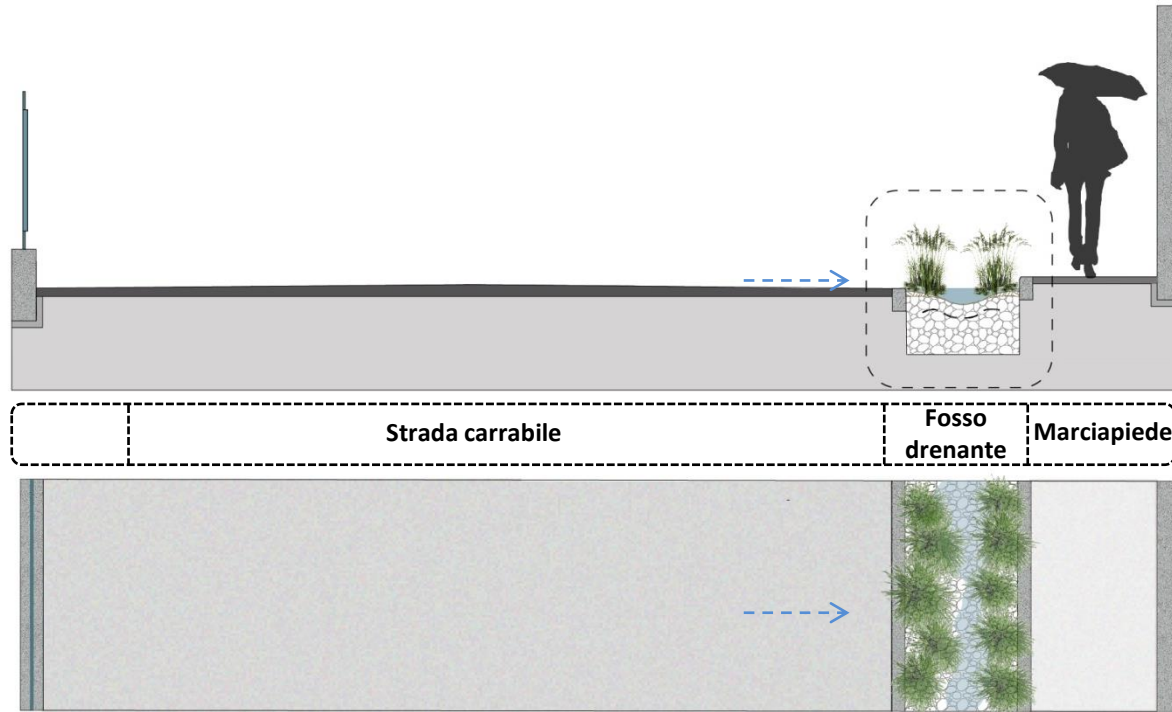
* strade prossime agli sfioratori e attualmente interessate da allagamenti



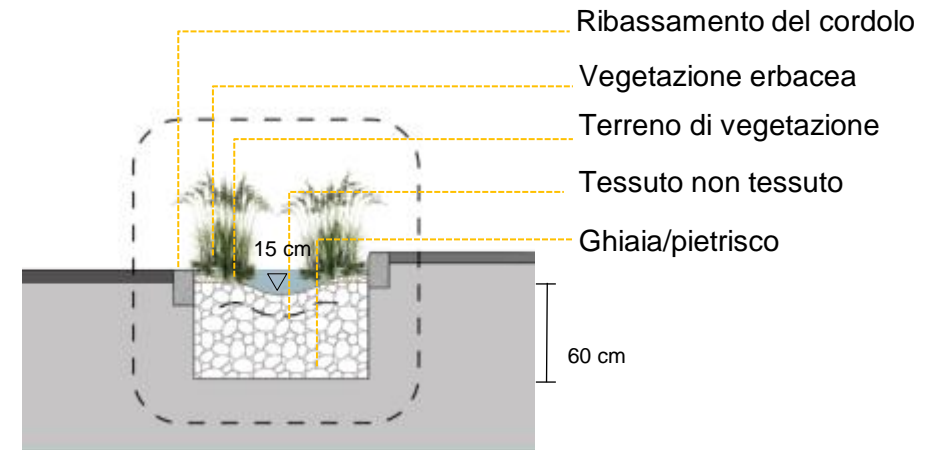
T5

Interventi tipo lungo le strade

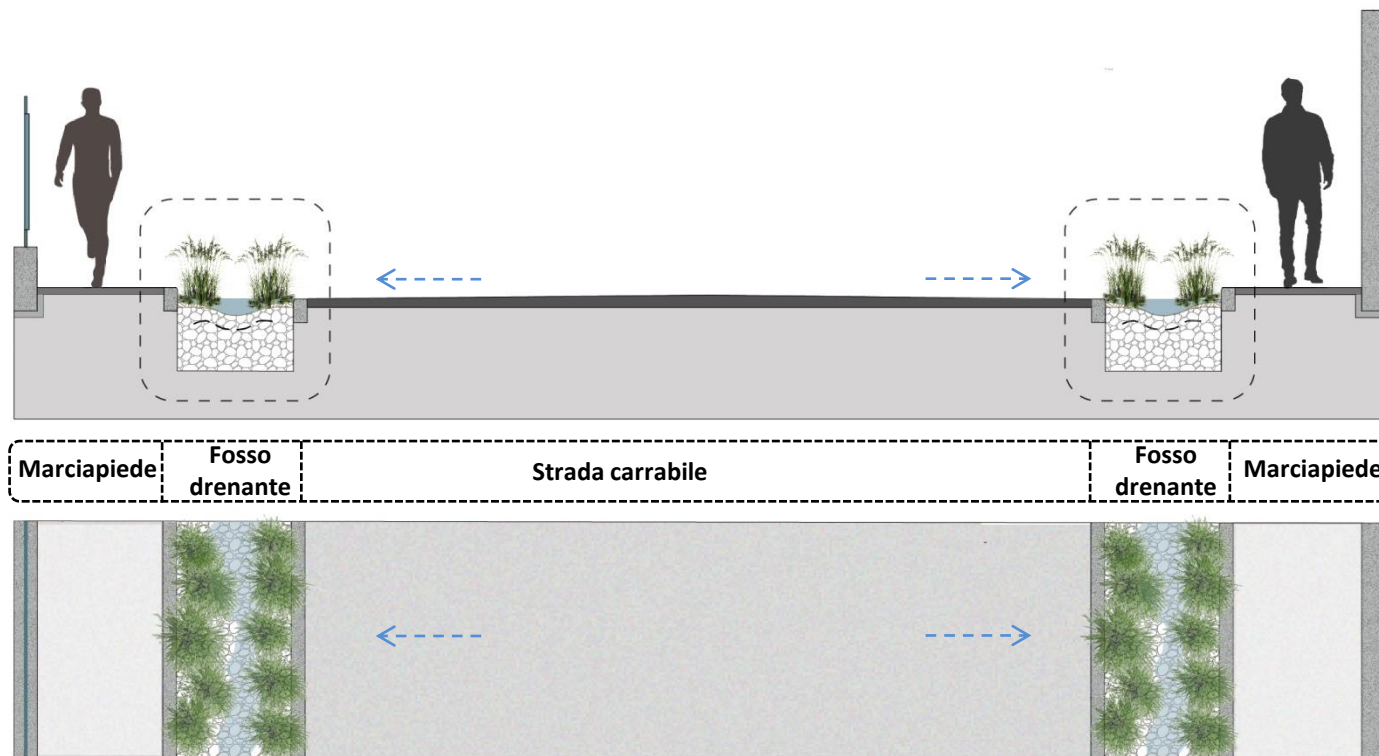
T0



Inserimento di un fosso drenante vegetato: riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su un lato della carreggiata; ribassamento del cordolo.

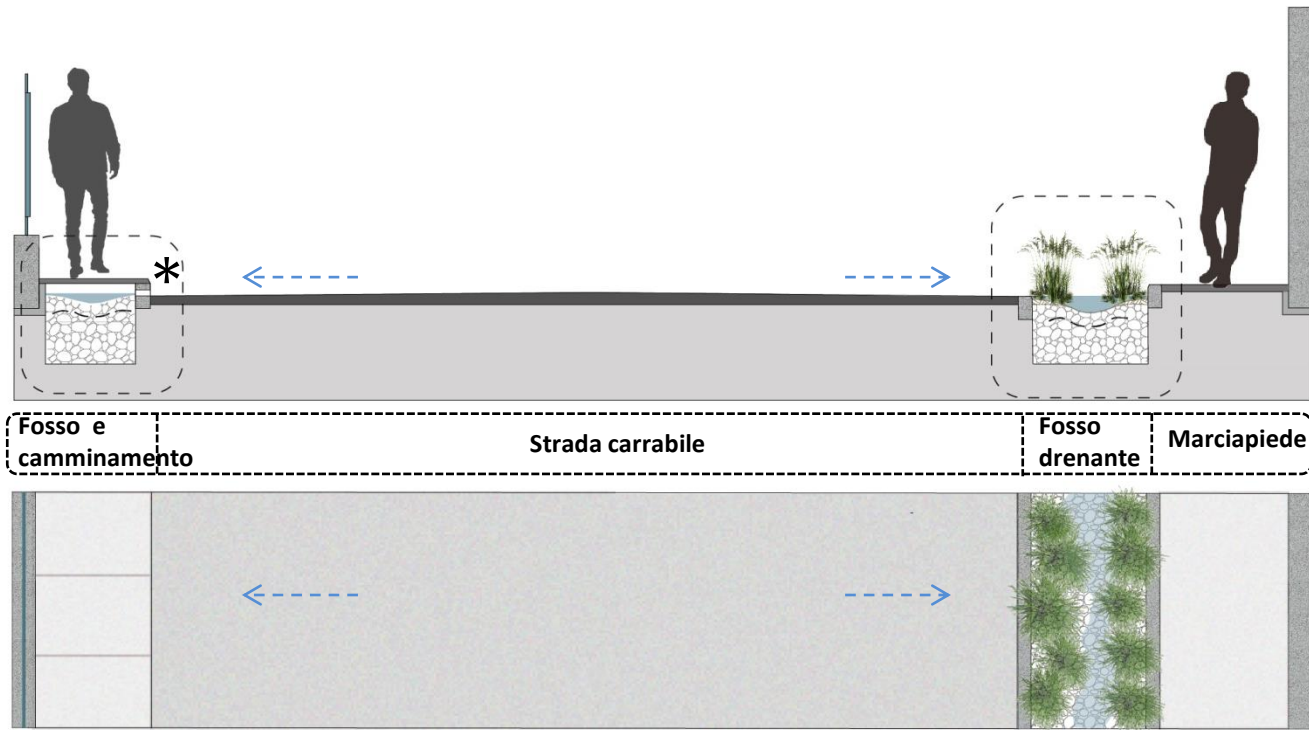


T1



Inserimento di due fossi drenanti vegetati: riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su entrambi i lati della carreggiata; ribassamento dei cordoli

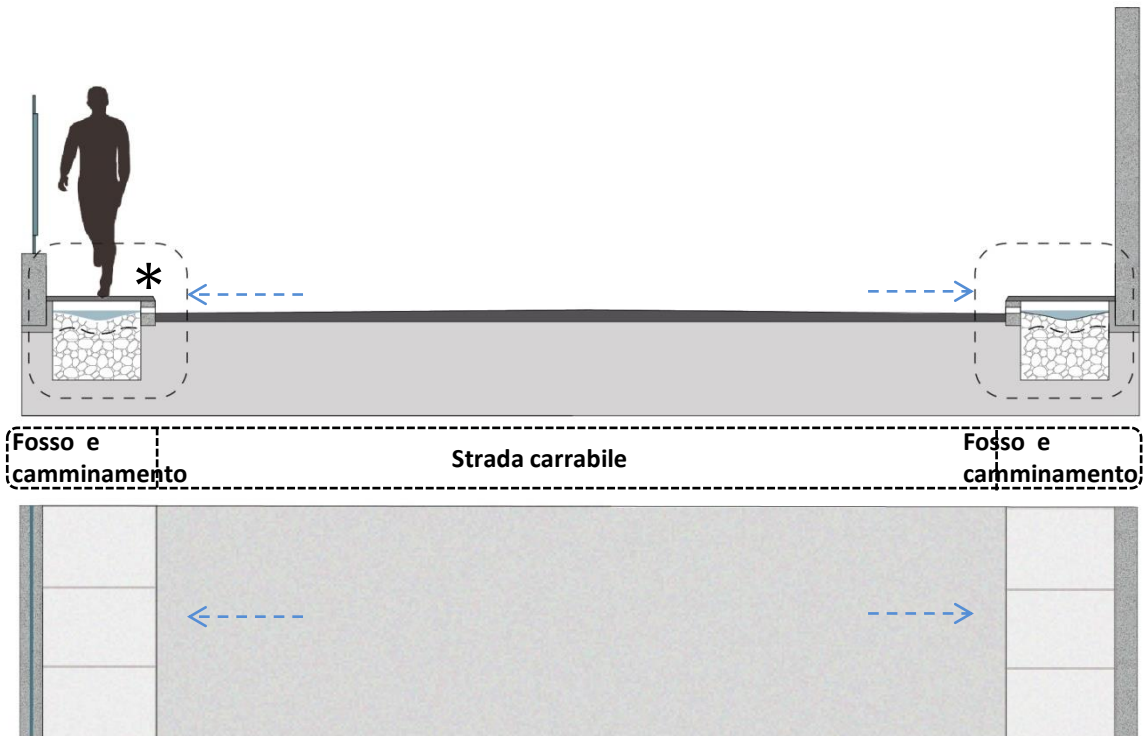
T2



Inserimento di un fosso drenante vegetato e di un fosso drenante non vegetato : riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su un lato della carreggiata ; sostituzione dei marciapiedi di ampiezza minore a 1 m con fosso drenante non vegetato con copertura calpestabile di ampiezza massima 80 cm e cordolo forato*; ribassamento del cordolo a livello della carreggiata in corrispondenza del fosso vegetato.

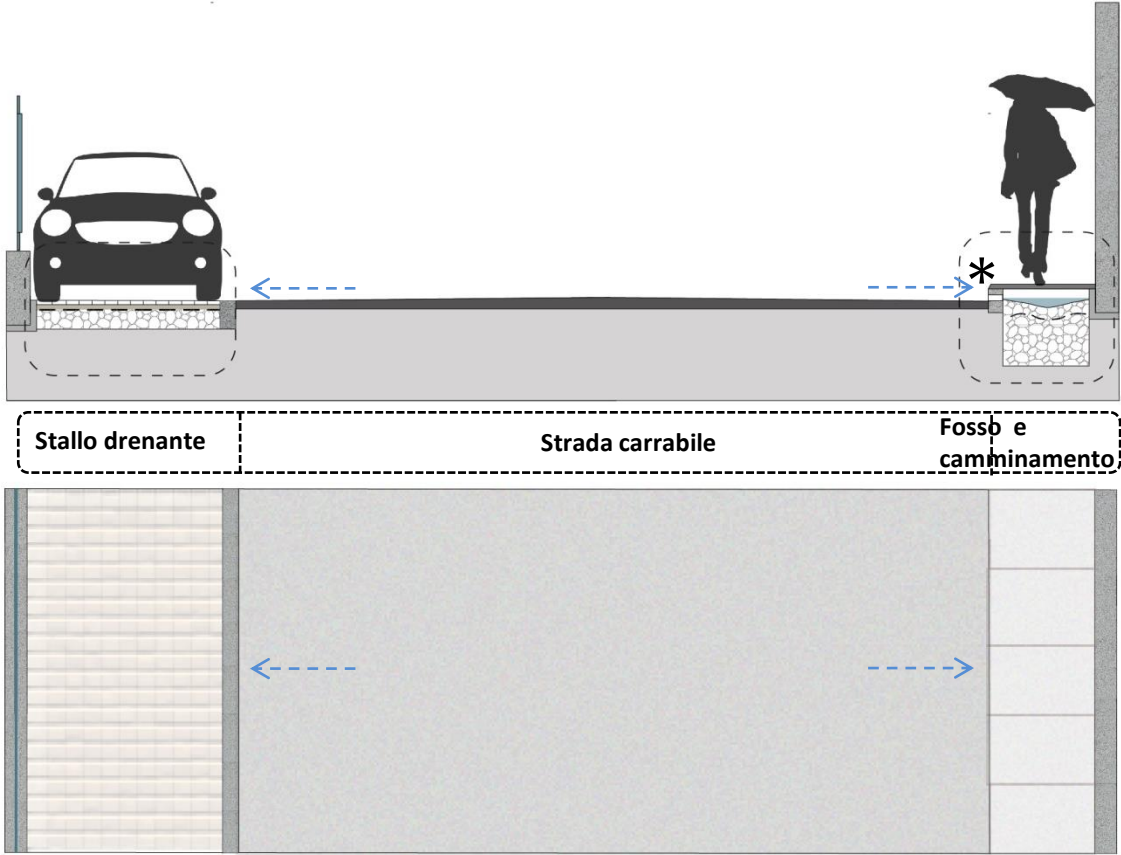


T3



Inserimento di due fossi drenanti non vegetati: sostituzione dei marciapiedi di ampiezza minore a 1 m con due fossi drenanti non vegetati con copertura calpestabile di ampiezza massima 80 cm; inserimento di cordoli forati in corrispondenza dei fossi non vegetati..

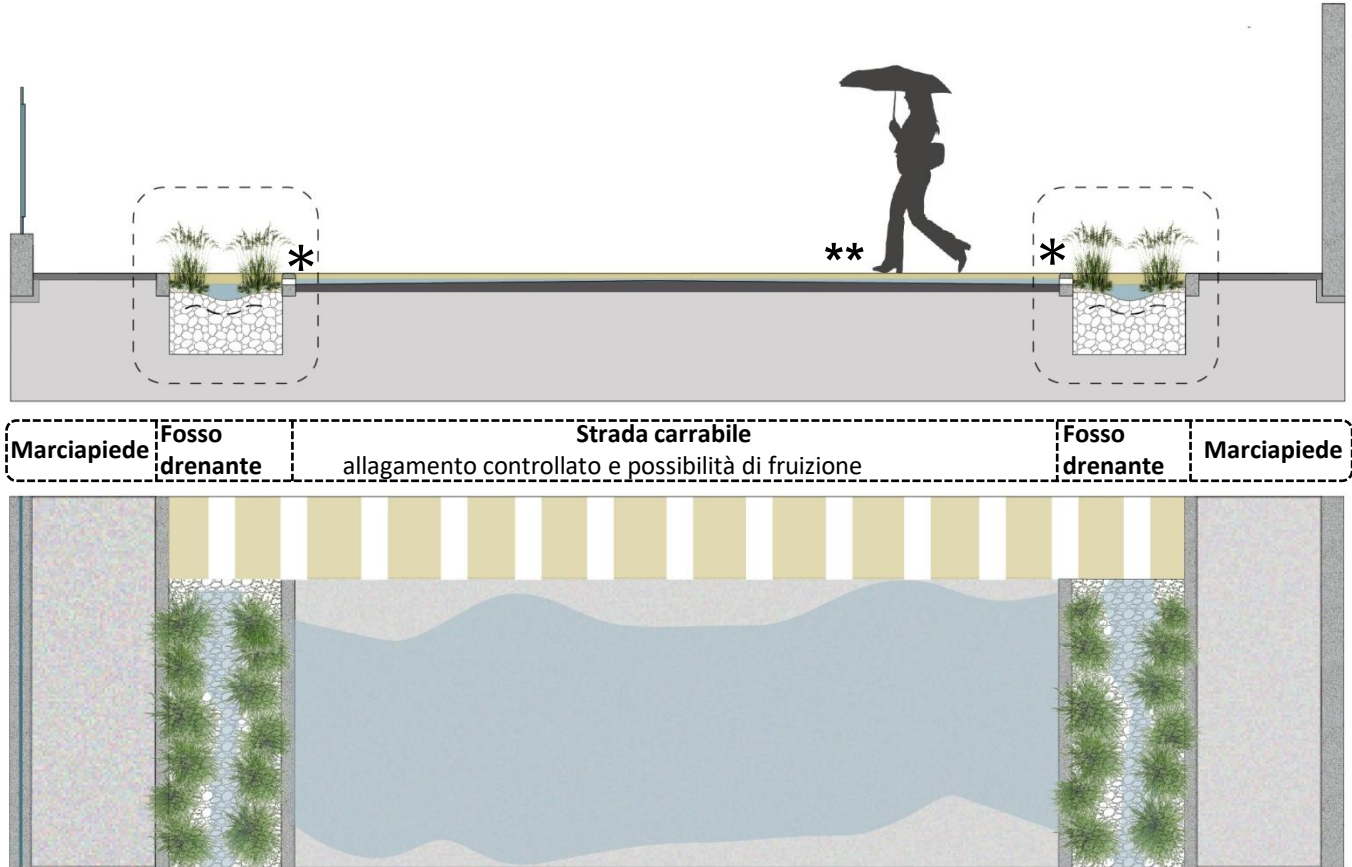
T4



Inserimento di un fosso drenante non vegetato : sostituzione dei marciapiedi di ampiezza minore a 1 m con fosso drenante non vegetato con copertura calpestabile di ampiezza massima 80 cm; ribassamento dei cordoli a livello della carreggiata in corrispondenza degli stalli e inserimento di cordolo forato in corrispondenza del fosso non vegetato ;sostituzione della pavimentazione degli stalli con pavimentazione drenante.

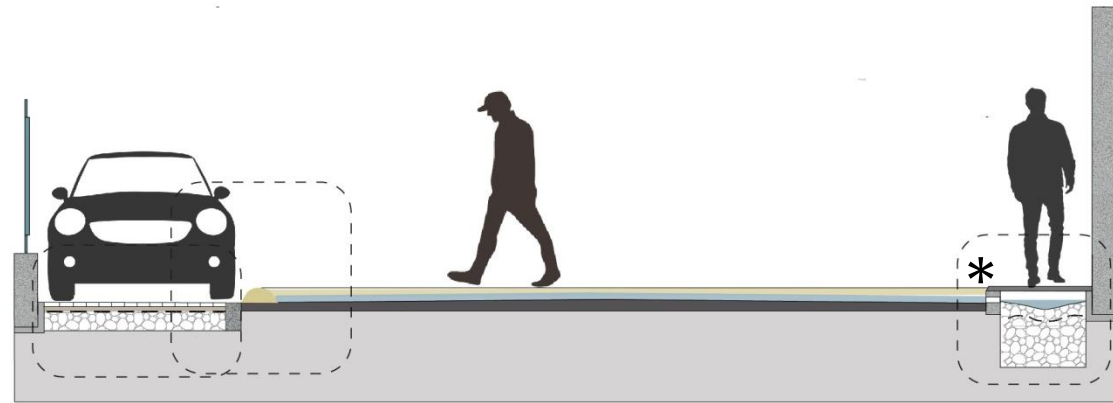


T5



Strada allagabile e inserimento di due fossi drenanti vegetati: riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su entrambi i lati della carreggiata; inserimento di cordolo forato in corrispondenza dei fossi drenanti; con possibilità di allagamento parziale e controllato della carreggiata; una volta saturo il fosso drenante laterale è previsto l'allagamento di porzioni di strada. **N.B. la strada rimane accessibile alle auto e l'attraversamento pedonale è garantito da elementi sopraelevati che conettono i due marciapiedi ** .**

T6



Stallo drenante	Strada carrabile allagamento controllato e possibilità di fruizione	Fosso e camminamento
-----------------	--	-------------------------

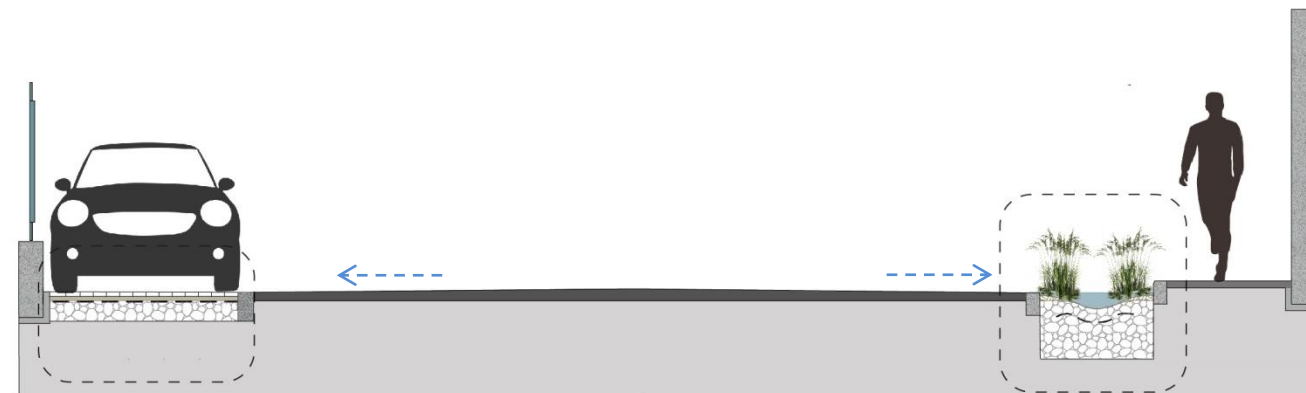


Fosso e camminamento

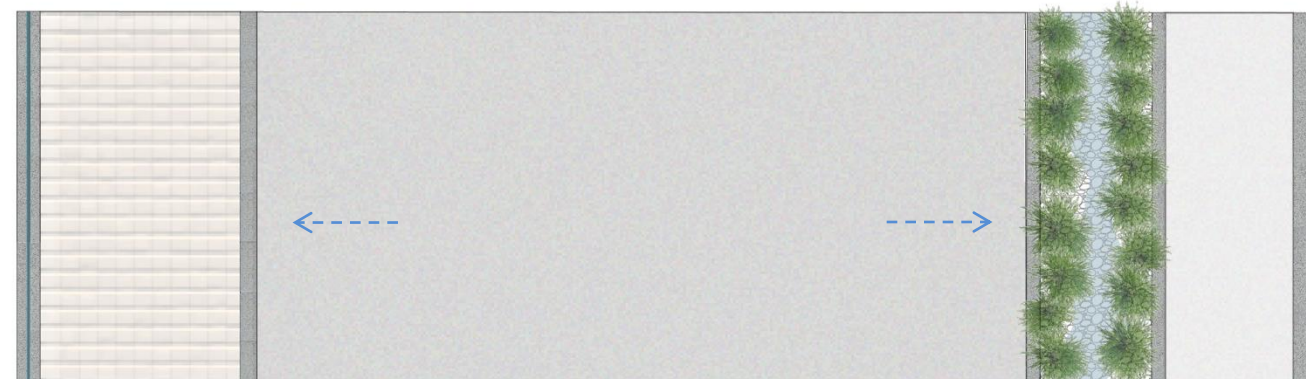
Strada allagabile e inserimento fosso drenante non vegetato: Sostituzione della pavimentazione degli stalli con pavimentazione drenante e posizionamento di cordolo per la definizione di aree di allagamento; sostituzione del marciapiedi con fosso drenante non vegetato percorribile con cordolo forato; una volta saturo il fosso drenante laterale è previsto l'allagamento di porzioni di strada.
N.B. la strada rimane accessibile alle auto e l'attraversamento pedonale è garantito da elementi sopraelevati che connettono i due marciapiedi ** .



T7



Stallo drenante	Strada carrabile allagamento controllato e possibilità di fruizione	Fosso drenante	Marciapiede
-----------------	--	----------------	-------------



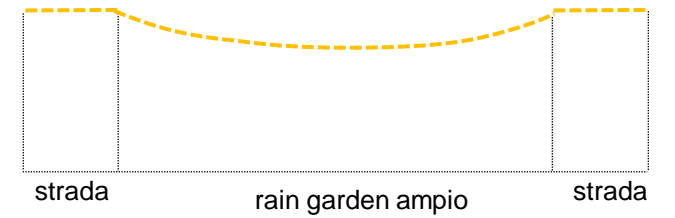
Inserimento di fosso drenante vegetato e stallo con pavimentazione drenante: sostituzione della pavimentazione degli stalli con pavimentazione drenante e ribassamento del cordolo riduzione del marciapiedi e inserimento di fosso drenante vegetato con ribassamento del cordolo.

Area verde pubblica

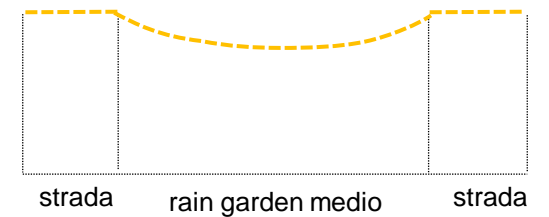
IMMAGINI DI RIFERIMENTO DELLE AREE
TIPOLOGICHE SITUAZIONE DI STATO



SITUAZIONE DI PROGETTO



RAIN GARDEN IN SPAZIO VERDE AMPIO (V1)



RAIN GARDEN IN ROTATORIA (V2)



FASCIA DRENANTE IN AREE VERDI DI
DIMENSIONI RIDOTTE A SVILUPPO LONGITUDINALE (V3)

Gli interventi previsti negli spazi verdi liberi si articolano in soluzioni tipologiche differenti che comprendono l'inserimento di elementi di infiltrazione per la gestione sostenibile delle acque urbane con principale funzione di infiltrazione e fitodepurazione, illustrati dalle immagini in questa slide.

Le differenti componenti sono:

- rain garden di ampie dimensioni ;
- rain garden di dimensioni contenute;
- fasce drenanti

Le slide successive illustrano l'articolazione di queste componenti all'interno di sezioni tipologiche definite in base alle dimensioni degli spazi verdi (parchi e aree verdi maggiori, rotatorie, fasce verdi con sviluppo longitudinale).



RAIN GARDEN AMPIO



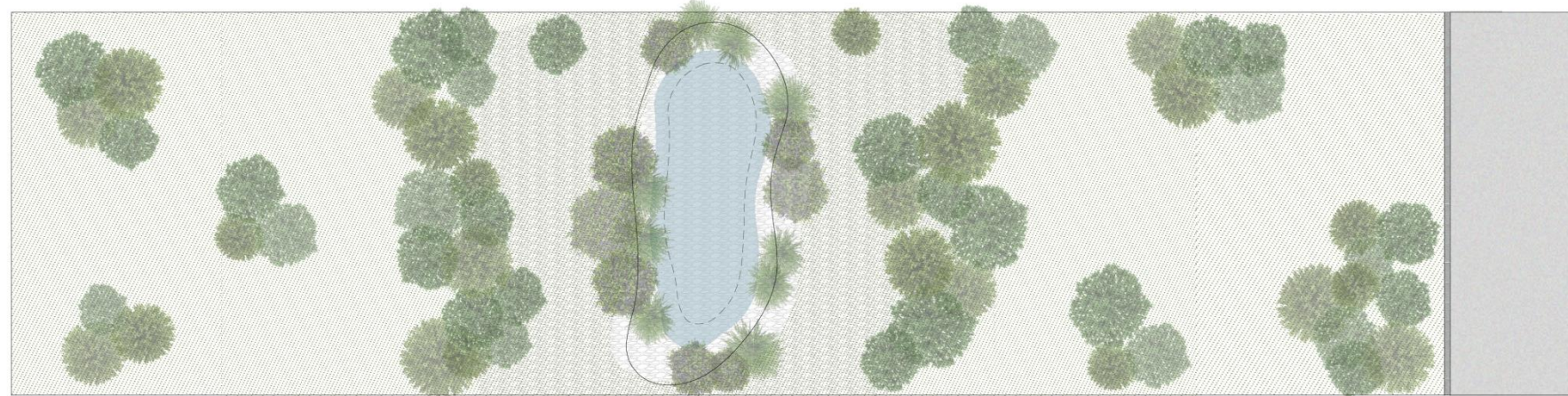
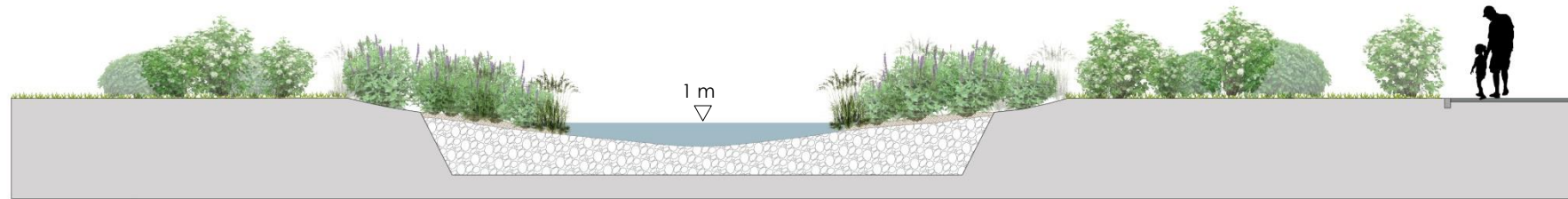
RAIN GARDEN DI
DIMENSIONI MINORI



FASCIA DRENANTE

Interventi tipo negli spazi verdi

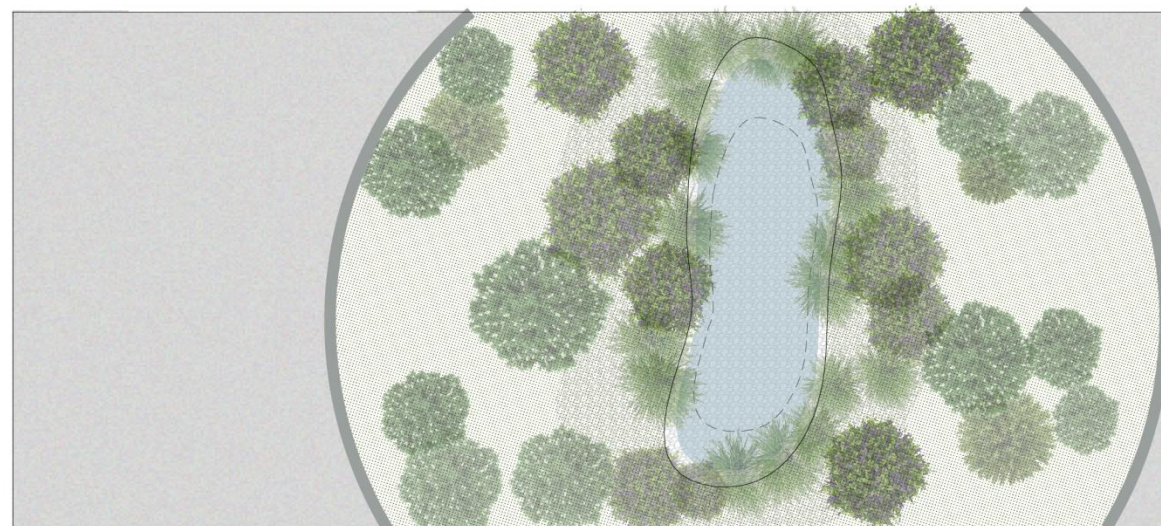
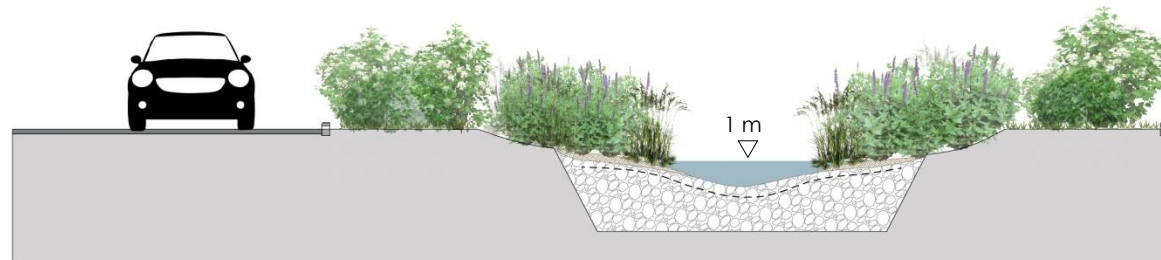
V1



Realizzazione di rain garden negli spazi più ampi : il rain garden ha un modulo ripetibile a seconda della disponibilità di spazio ; il rain garden ha dimensioni variabili da 15 a 20 m e profondità di 1 m rispetto al piano di campagna.

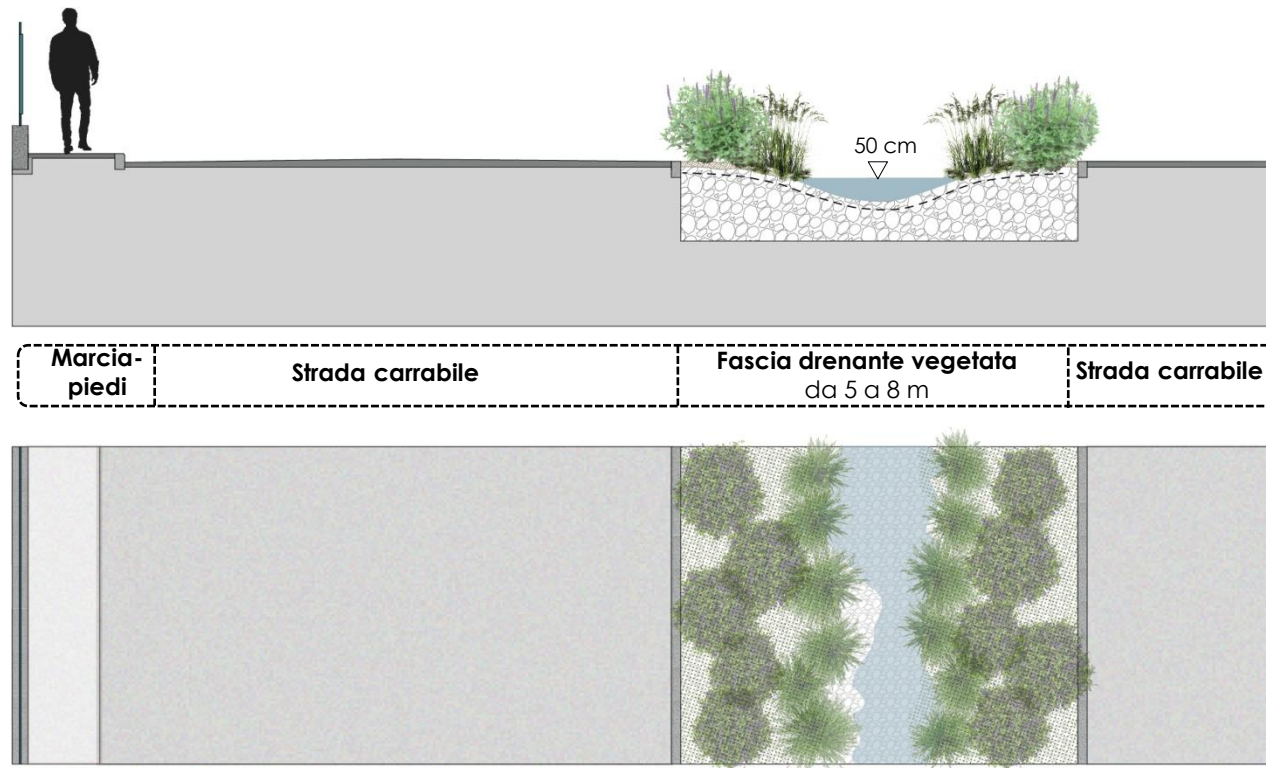
N.B. Ragionevolmente si può considerare che nelle aree di maggiori dimensioni non tutta la superficie sarà interessata dalla presenza di rain garden ;per questo motivo per le sole aree di maggiori dimensioni si considera che l'intervento venga applicato nello scenario ottimale attuazione 100% degli interventi) sul 50% della superficie totale.

V2



Realizzazione di rain garden negli spazi di medie dimensioni: il rain garden ha dimensioni contenute così da potersi adattare a spazi di medie dimensioni come le rotonde stradali che vengono parzialmente impermeabilizzate ; il rain garden ha dimensioni variabili da 8 a 15 m e profondità di 1 m rispetto al piano di campagna.

V3



Realizzazione di fascia drenante vegetata: la fascia drenante viene inserita nelle porzioni verdi con andamento longitudinale laterali alle strade ; la fascia ha dimensioni variabili da 5 a 8 m e profondità di 50 cm rispetto al piano di campagna.

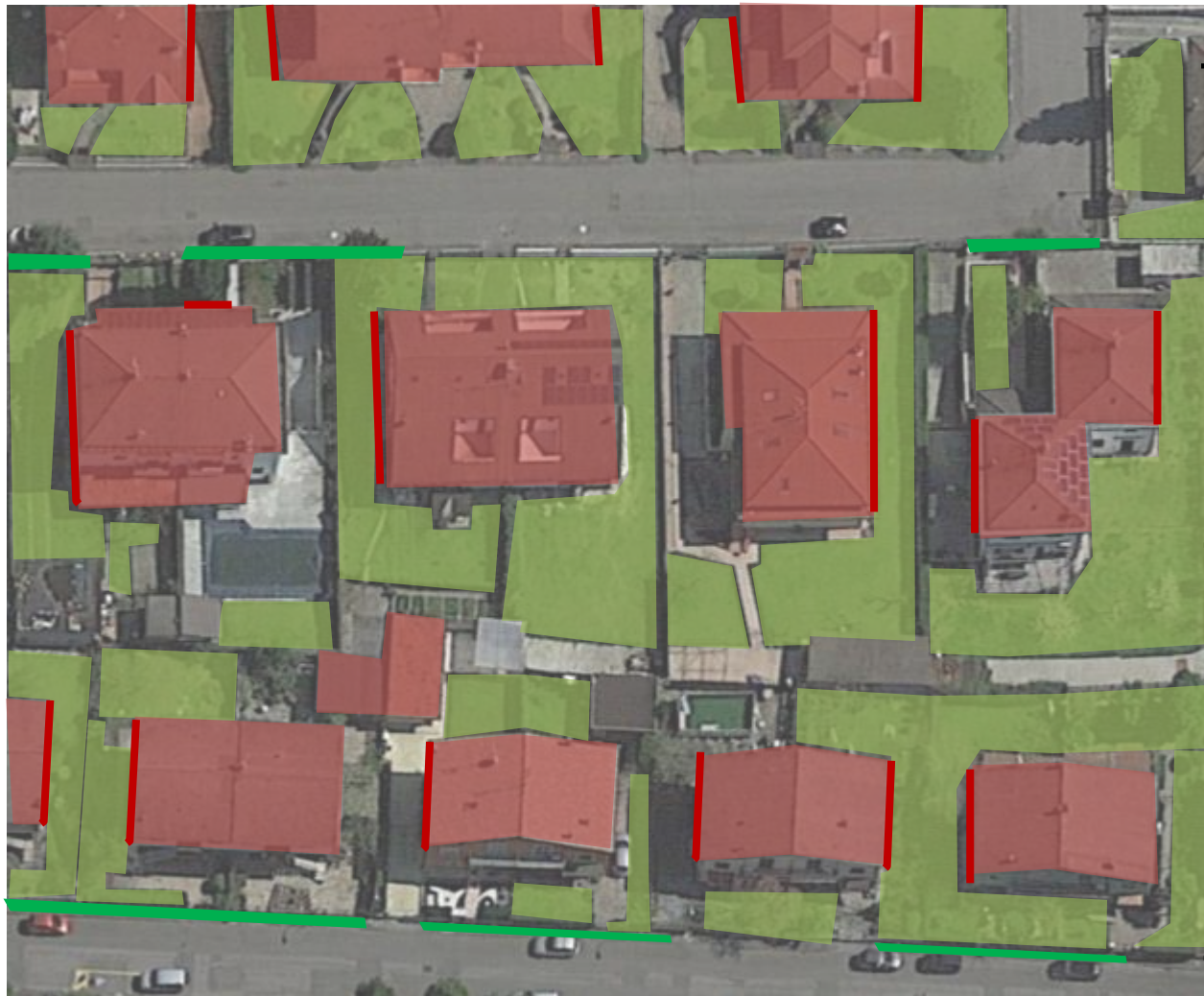
Area residenziale

SITUAZIONE DI STATO

IN QUALI COMPONENTI SI ARTICOLA?

SCENARIO DI PROGETTO APPLICATO AL MODELLO

COME INTERVENIRE SULLE COMPONENTI?



GIARDINI E PROPRIETA' PRIVATE DEI LOTTI RESIDENZIALI

- COPERTURE DEI TETTI
- PARETI PERIMETRALI NON INTERESSATE DA ACCESSI CON PRESENZA DI GRONDE/PLUVIALI (ca. 20-25% rispetto al perimetro totale dei fabbricati)
- AREE VERDI E GIARDINI PRIVATI

GIARDINI E PROPRIETA' PRIVATE DEI LOTTI RESIDENZIALI

- VOLUMI DI ACQUA PRODOTTI DAI TETTI DURANTE GLI EVENTI DI PIOGGIA FINO A 30mm E GESTITI LOCALMENTE (R1)
- ALTERNATIVA 1)** PARETI PERIMETRALI ALLA BASE DELLE QUALI POSIZIONARE FIORIERE-CISTERNE IN GRADO DI RACCOLLIERE E TRATTENERE LE ACQUE PROVENIENTI DAI TETTI (R2)
- ALTERNATIVA 2)** VASCHE INTERRATE PER LA RACCOLTA E IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE METEORICHE (R3)

AIUOLE E SPAZI VERDI MINORI NEL CONTESTO RESIDENZIALE

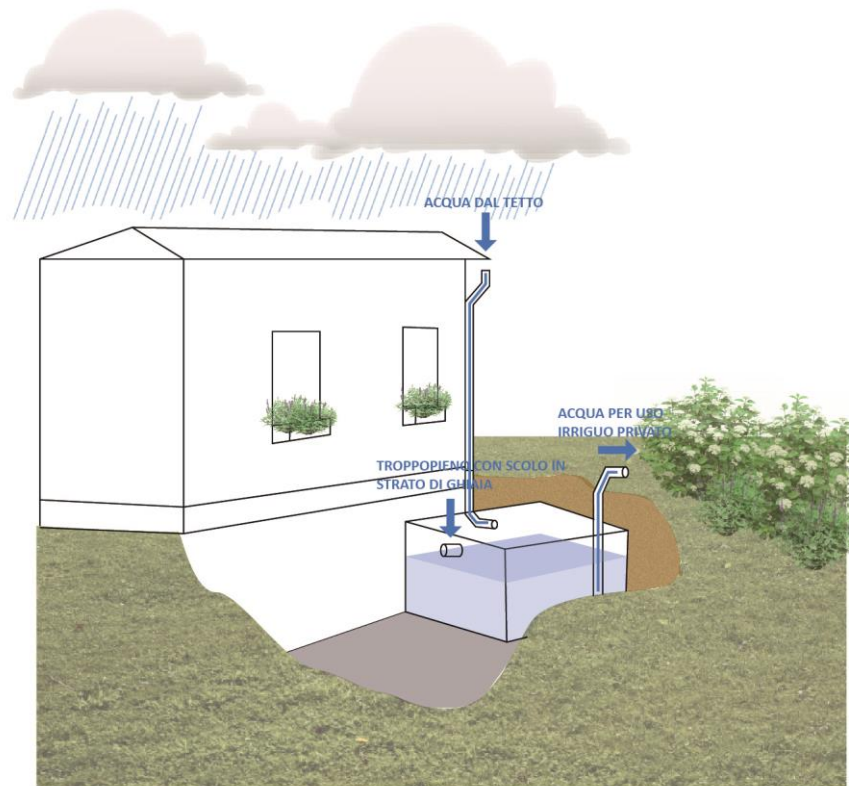
- SPAZI VERDI RESIDUALI IN PROSSIMITA' DELLE AREE RESIDENZIALI

AIUOLE E SPAZI VERDI MINORI NEL CONTESTO RESIDENZIALE

- ADATTAMENTO DELLE AREE VERDI E DEI MARCIAPIEDI PER IL COLLETTAMENTO DELLE ACQUE (R3)

Interventi tipo in giardini e proprietà private

R1

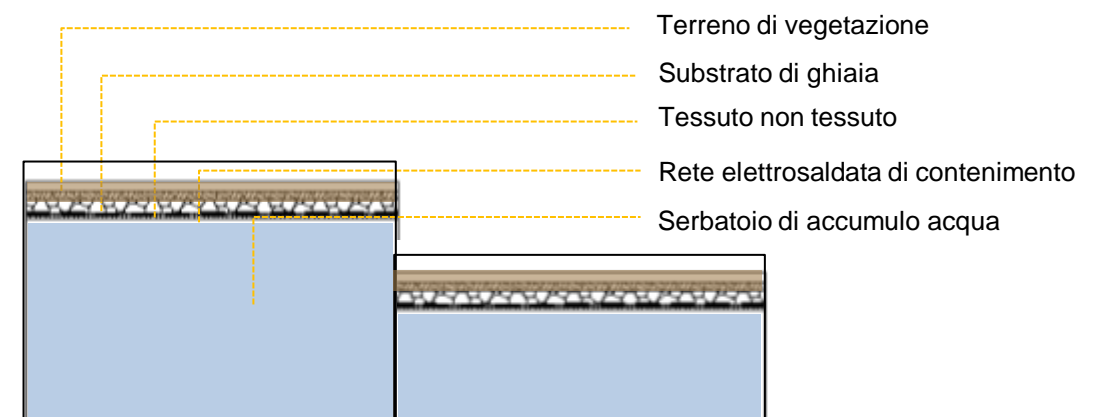


Realizzazione di cisterne-vasche interrate per la raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche provenienti dalle falde dei tetti: scavo e inserimento di vasca sotterranea per la raccolta delle acque provenienti dalla gronda con capacità di stoccaggio di 3000 l; la cisterna è fornita di una pompa per il riutilizzo dell'acqua raccolta per usi privati di irrigazione(orto, giardino, ...).

R2

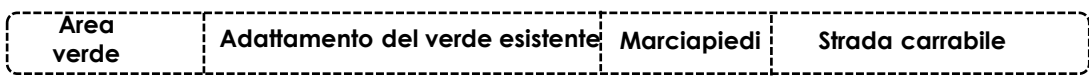


Realizzazione di cisterne- fioriere per la raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche provenienti dalle falde dei tetti: le cisterne hanno dimensioni modulari di h 1 m e profondità 0,6 m per le maggiori, h 0,6 m e profondità 0,6 m per le minori e vengono disposte alla base delle pareti perimetrali non interessate da aperture e elementi sporgenti, per un totale di circa 20/25% dei perimetri totali degli edifici.



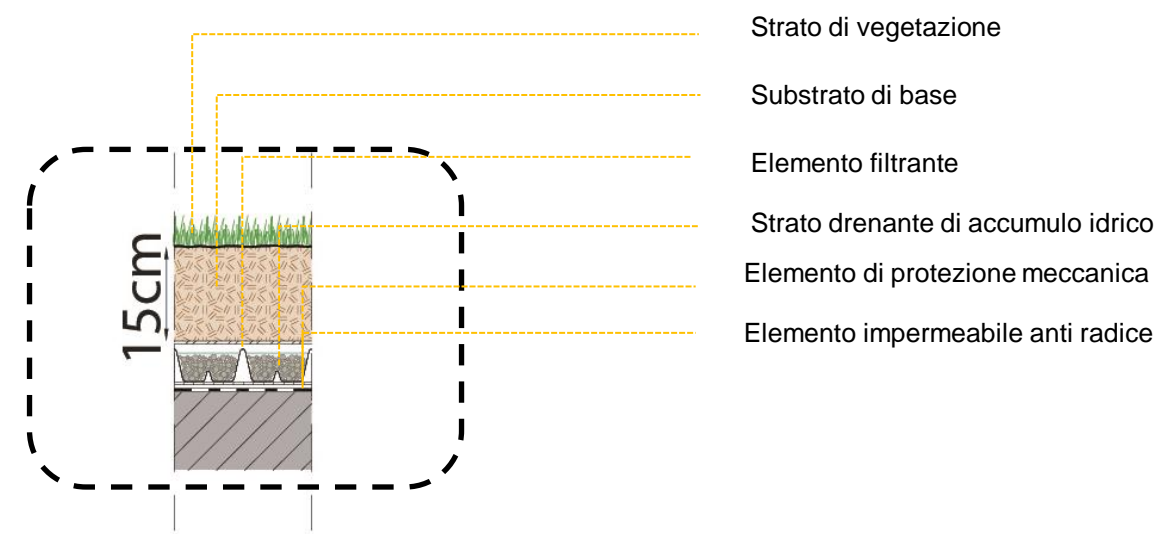
N.B. Gli interventi sono tra loro alternativi

R3



Adattamento delle aree verdi e dei marciapiedi per il collettamento delle acque : le aree verdi vengono adattate con l'inserimento di un fosso drenante e il ribassamento del terreno; ribassamento del marciapiedi a livello della strada; sostituzione del manto del marciapiedi con lastre scanalate in C.A. per l'incanalamento delle acque meteoriche verso l'area verde.

R4



N.B. La realizzazione del tetto verde non incide in maniera significativa sullo stoccaggio di volumi di acque meteoriche; contribuisce però in maniera significativa al rallentamento della lisciviazione dell'acqua sulle superfici. Per questo motivo il calcolo dei volumi stoccati / di trattenuta temporanea non comprende l'intervento del tetto verde che viene considerato in questo caso come indicazione qualitativa.