



Comune di Grassobbio

Provincia di Bergamo

Piano di Governo del Territorio Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica (ex art. 57 L.r. 12/2005 s.m.i.)

PGT ADEGUATO ALLA L.r. 31/2014 E S.M.I.



Fonte:
<https://www.itinerari.bergamo.it/palazzo-bellibiblioteca-e-museo-dei-ricordi-grassobbio/>

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Adozione degli Atti di Variante al Pgt
D.C.C. n. del / /

Approvazione degli Atti di Variante al Pgt
D.C.C. n. del / /

Giugno 2025

Pianificazione Urbanistica (R.T.P.)



Studio SosTer
Alberto Benedetti
Giorgio Graj
Massimo Rossati

Giovanni Anzanello

Redazione studio geologico



Studio GeoSFerA

Ferruccio Tomasi
Andrea Strini

Comune di Grassobbio

Manuel Bentoglio
(Sindaco)

Yuri Tartari
(Assessore Edilizia Privata ed
Urbanistica)

Ufficio Edilizia privata ed Urbanistica
Arch. Francesca Serra

Arch. Alice Silvia Panza
(Tecnico referente)

SOMMARIO

PARTE I INTRODUZIONE	3
1.1. PREMESSE E OBIETTIVI DEL LAVORO	3
1.2. ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI PRODOTTI	5
1.3. QUADRO NORMATIVO	6
1.4. STUDI E DATI GEOGRAFICI DI RIFERIMENTO	7
1.5. TERMINOLOGIA UTILIZZATA	10
PARTE II.....	15
RAPPORTI TRA L.R. 12/2005 E PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	15
2.1. IL PIANO TERRITORIALE REGIONALE (PTR)	15
2.2. IL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (PPR).....	17
2.3. IL PIANO DI TUTELA E IL PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE (PTA-PTUA).....	18
2.4. IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	22
2.5. IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	23
2.6. IL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE (PTCP).....	26
2.7. IL PIANO CAVE.....	27
PARTE III	30
SINTESI DEL QUADRO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	30
3.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	30
3.2. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO	30
3.3. GEOLOGIA GENERALE E CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	31
3.4. INQUADRAMENTO TETTONICO - STRUTTURALE.....	37
3.5. STRUTTURA IDROGEOLOGICA	38
3.5.1. Pozzi e piezometria locale	39
3.5.2. Conducibilità idraulica	40
3.5.3. Stato qualitativo delle acque sotterranee.....	40
3.5.4. Vulnerabilità degli acquiferi	40
3.6. IL RETICOLO IDROGRAFICO	43
3.6.1. Reticolo principale: il F. Serio	43
3.6.2. Reticolo di bonifica	44
3.7. LA RETE FOGNARIA COMUNALE.....	44
3.8. RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO.....	44
3.8.1. Quadro normativo	44

3.8.2. Analisi storica	47
3.8.3. Il Documento semplificato del rischio idraulico comunale	47
3.8.4. Misure di invarianza idraulica e idrologica	49
PARTE IV	54
DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA.....	54
4.1. RISPOSTA SISMICA LOCALE	54
4.2. INQUADRAMENTO METODOLOGICO.....	55
4.3. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA	59
4.4. 1° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	66
4.5. 2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	67
PARTE V	77
CONCLUSIONI.....	77
5.1. AMBITI DI PERICOLOSITÀ: CARTA DEI VINCOLI	77
5.2. SINTESI DEGLI ELEMENTI CONOSCITIVI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA	78
5.3. VALUTAZIONI FINALI	79

APPENDICI

N°	Titolo
1	Scheda censimento pozzi

TAVOLE

N°	Titolo	Scala
1	Carta della pericolosità sismica locale	1:5.000
2	Carta PAI-PGRA	1:5.000
3	Carta dei vincoli	1:5.000
4	Carta di sintesi	1:5.000
5	Carta della fattibilità geologica	1:5.000

PARTE I INTRODUZIONE

1.1. PREMESSE E OBIETTIVI DEL LAVORO

Il Comune di Grassobbio (Provincia di Bergamo, Codice Istat 16117, Codice belfiore E148) si è dotato del Piano di Governo del Territorio approvato con Deliberazione n. 9 del 13/04/2012 ed entrato in vigore in data 23/01/2013, a seguito della pubblicazione del relativo avviso di approvazione sul B.U.R.L. – Serie Avvisi e Concorsi n. 4.

Successivamente, con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 34 in data 12 dicembre 2018, esecutiva, è stata approvata la prima Variante generale al PGT vigente, entrata in vigore a seguito della pubblicazione sul B.U.R.L. n. 30 in data 24 luglio 2019, del relativo avviso di approvazione.

L'Amministrazione comunale ha quindi avviato il procedimento di ulteriore Variante con Deliberazione di Giunta n. 175 del 15/12/2021, ai sensi dell'articolo 5 – comma 3 e 4 – della L.R. 28 novembre 2014, n. 31 e s.m.i. (Nuovo Documento di Piano e Variante del Piano dei Servizi e del Piano delle Regole).

Il comune si è dotato di uno studio geologico a supporto della pianificazione urbanistica a partire dal 2004 (*"Indagine geologica di supporto al Piano Regolatore Generale ai sensi della L.R. 41/97 e successive integrazioni"*), quando fu redatto dal Dott. Sergio Ghilardi in collaborazione con il Dott. Enrico Mosconi, un primo rapporto tecnico che contiene un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico del territorio, sintetizzando alcune problematiche ambientali ed esprimendo una prima valutazione sulla fattibilità geologica.

Tale studio è stato aggiornato nel settembre del 2011 sempre dallo Studio G.E.A. del Dott. Geol. Sergio Ghilardi, andando a costituire la Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Grassobbio. Il lavoro del 2011 è stato condotto secondo quanto disposto nei *"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. 28 maggio 2008 n. 8/7374).

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 precedenti, relativamente a:
 - 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:

- **Tavola 1 - Carta della pericolosità sismica locale**, in scala 1:5.000, con l'attribuzione degli scenari PSL e la perimetrazione della situazione tipo Z4a in grado di determinare effetti sismici locali;
- **Tavola 2 - Carta PAI – PGRA**, in scala 1:5.000, aggiorna la cartografia inerente le fasce PAI sul F. Serio 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 3 - Carta dei vincoli**, in scala 1:5.000, riporta le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico;
- **Tavola 4 - Carta di sintesi**, in scala 1:5.000, finalizzata al riconoscimento dello stato di fatto del territorio, riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità;
- **Tavola 5 - Carta della fattibilità geologica**, in scala 1:5.000, con l'attribuzione del valore di classe di fattibilità all'intero territorio comunale;

Per la cartografia tematica di base/analitica di inquadramento, relativa alla distribuzione dei parametri di tipo geologico-morfologico, litologico e idrogeologico s.l., 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 sotto tali aspetti non risulta vi siano state modificazioni di rilievo nell'ultimo decennio. 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).

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.

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 (v. anche pregressi e citati studi geologici comunali del 2004 e del 2011);
- 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 è 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. 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.

1.3. QUADRO NORMATIVO

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

- 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.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.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”;
- 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;
- 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.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”;
- 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/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.

1.4. 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;
- Uniaque 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 Regionale del Fiume Serio, istituito con L.R. n. 70 dell'1 giugno 1985;
- 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 Grassobbio, 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).

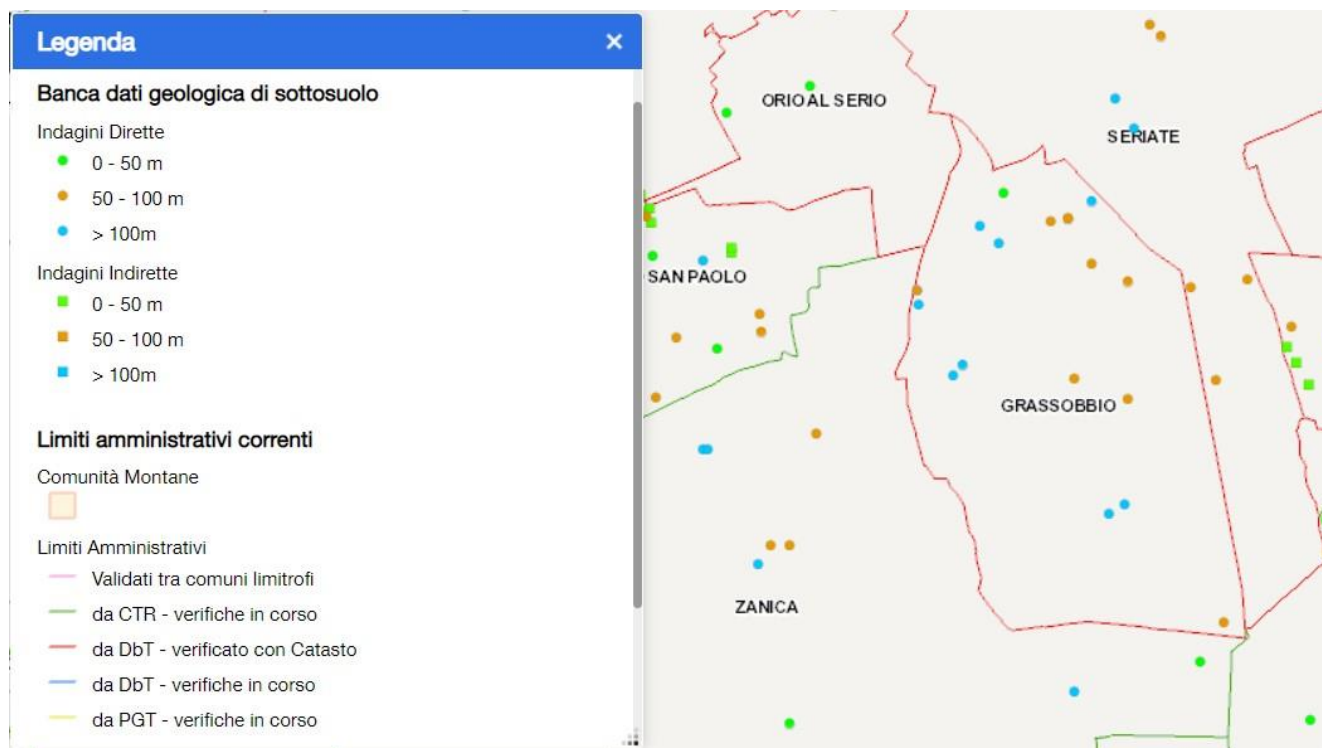


Figura 1. Stralcio Banca Dati Geologica del Sottosuolo (Regione Lombardia)

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)
- 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 e successivamente aggiornato con D.G.R. 3007 del 09/09/2024. L'aggiornamento 2022 dell'Allegato 1 tiene conto dei nuovi studi e dati resi 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 Grassobbio la tabella 4 della Delibera cita lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda", redatto, per conto dell'Autorità di Bacino del fiume Po, da Montgomery Watson SpA (MWH) nel giugno 2003. Le sezioni contenute nel sopracitato studio sono consultabili e

scaricabili dal geoportale di Regione Lombardia.

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, Maghera, Marzano, Milano, Opera, Pieve Emanuele, Rozzano, Sant'Angelo Lodigiano, Sizzano, Torre D'Arese, Torrevecchia Pia, Valera Fratta, Vldigulfo, Villanterio	ADBPO, 2004
11	Molgora	LO, MB, MI	Agrate Brianza, Burago Di Molgora, Bussero, Caponago, Carnate, Cassina De Pecchi, Comazzo, Gorgonzola, Liscate, 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, Casaleto Ceredano, Casirate d'Adda, Cassano D'Adda, Castelgerundo, Castiglione D'Adda, Cavenago D'Adda, Cervignano d'Adda, Cislano 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, Sulso, 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 Cornello, 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, Sedita, Treviolo, Ubiate Clanezzo, 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, Madiganano, 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 Grassobbio e di seguito elencata:

- Calcolo delle fasce di esondabilità con $Tr = 200$ e 500 anni per il tratto di F. Serio compreso nel territorio comunale di Grassobbio (Studio G.E.A., ottobre 2000);
- Calcolo delle fasce di esondabilità con $Tr = 200$ e 500 anni per il tratto di F. Serio compreso tra il depuratore e il limite Sud del territorio comunale di Grassobbio (Studio G.E.A., luglio 2002);
- Relazione tecnica di compatibilità idraulica tra il profilo di corrente del Fiume Serio e gli scarichi degli scolmatori a servizio della fognatura comunale del Comune di Grassobbio (Studio G.E.A., ottobre 2003);
- Richiesta di riduzione zona di rispetto (per il pozzo di Via Matteotti) (Ecosphera – Dott. Geol. Marco Carraro, maggio 2003);
- Studi di Fattibilità per la sistemazione idraulica dei corsi d'acqua dell'Autorità di Bacino del Fiume Po – Serio (da Parre alla confluenza in Adda) – ADBPO, 2004;
- Indagine geologica di supporto al Piano Regolatore Generale ai sensi della L.R. 41/97 e successive integrazioni (Studio G.E.A., gennaio 2004);
- Criteri di individuazione del Reticolo Idrico Minore (Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca / EST S.r.l., novembre 2007);
- Relazione Geologica Piano di Lottizzazione residenziale denominato "PL-14 Beretta" (Studio Tecnico Arch. Osvaldo Forlani / S.G.B. perforazioni S.r.l., febbraio 2010);
- Prima Redazione Piano Urbano Generale Servizi Sottosuolo ex R.R. 6 del 15 febbraio 2010 (Ecoter CPA S.r.l., giugno 2011);

- Adeguamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11/03/2005 n. 12 (Dott. Geol. Sergio Ghilardi, settembre 2011);
- Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile (Daniele Masseroni, Federico Massara, Claudio Gandolfi, Gian Battista Bischetti con la collaborazione di CAP Holding S.p.A., febbraio 2018);
- Piano Urbano Generale dei Servizi del Sottosuolo (P.U.G.S.S.) (ing. Alessandro Bertolotti, luglio 2018);
- Parco Regionale del Serio – Progetto definitivo sistemazione spondale e riqualificazione ambientale delle aree perifluviali nei Comuni di Martinengo e Grassobbio: Relazione Geologica-Geotecnica (Geostudio, ottobre 2018);
- Documento semplificato del rischio idraulico comunale ai sensi dell'articolo 14 del R.R. 23 novembre 2017 n. 7 (dott. Paolo Grimaldi – Studio Ambiente e Geologia, dicembre 2021).

1.5. 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”*, così come modificato dal D.d.u.o. 22 maggio 2019 - n. 7237: categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

Edifici:

Sedi degli Enti pubblici e sedi adibite a funzione pubblica di dimensioni significative e soggette a rilevante accesso di pubblico;

Scuole di ogni ordine e grado; centri di formazione professionale;

Servizi educativi per l'infanzia;

Strutture universitarie;

Strutture di ricovero cura ed Irccs non ricompresi tra gli edifici strategici, Strutture Ambulatoriali Territoriali con superficie complessiva superiore a 1.000 mq, Residenze Sanitario-Assistenziali con ospiti non autosufficienti (comprese RSD e REMS), Hospice, Strutture residenziali di riabilitazione, di assistenza residenziale extraospedaliera, terapeutiche di psichiatria per adulti e neuropsichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza;

Chiese ed edifici aperti al culto;

Strutture fieristiche, ricreative, culturali e per lo spettacolo (quali cinema, teatri, auditorium, sale convegni e conferenze, discoteche e luoghi della cultura quali musei, biblioteche e archivi);

Strutture ad alta ricettività quali coperture fisse per spettacoli all'aperto, sagre, luoghi di ristorazione e ospitalità, attività ricreative, con superficie utile maggiore di 200 mq o con capienza complessiva utile superiore a cento unità;

Sale ricreative, oratori ed edifici assimilabili per funzioni con capienza utile superiore a cento unità;

Stadi ed impianti sportivi, dotati di tribune anche mobili con capienza superiore a 100 persone;

Mercati coperti, esercizi e centri commerciali aventi superficie di vendita superiore a 1500 mq e suscettibili di grande affollamento;

Palazzi di Giustizia;

Carceri.

Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio¹ suscettibili di grande affollamento.

Opere infrastrutturali:

- Opere d'arte (ponti, gallerie, ...) sulle strade provinciali e comunali privi di valide alternative la cui interruzione provochi situazioni di emergenza (interruzioni prolungate del traffico verso insediamenti produttivi e/o abitativi);
- Stazioni/fermate afferenti a linee non di competenza statale per il trasporto pubblico (stazioni/fermate ferroviarie, metropolitane e bus, nonché stazioni/fermate e depositi tramviari, stazioni/fermate per il trasporto pubblico su fune);
- 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);
 - Impianti e industrie, con attività pericolose per l'ambiente (es. materie tossiche, prodotti radioattivi, chimici o biologici potenzialmente inquinanti, ecc);
 - Edifici industriali in cui è prevista una presenza contemporanea media superiore a cento unità Silos di significative dimensioni e industrie rilevanti in relazione alla pericolosità degli impianti di produzione, lavorazione, stoccaggio di prodotti insalubri e pericolosi, quali materie tossiche, gas compressi, materiali esplosivi, prodotti chimici potenzialmente inquinanti, e nei quali può avvenire un incidente rilevante per evento sismico
- Opere di ritenuta di competenza regionale (piccole dighe).

Edifici e opere strategiche di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici

¹ 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.).

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 Regionale²;
- Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Provinciale³;
- Edifici destinati a sedi di Amministrazioni Comunali⁴;
- Edifici destinati a sedi di Comunità Montane⁵;
- Sale Operative, Centro funzionale e Centri di coordinamento di protezione civile (es. DI.COMA.C, CCS, COM, COC, UCL, ecc.);
- Strutture regionali, provinciali e comunali, adibite all'attività logistica per il personale, i materiali e le attrezzature (es. CPE); edifici destinati all'informazione e all'assistenza alla popolazione individuati nei piani provinciali e comunali di protezione civile
- Edifici ed opere individuate nei piani di emergenza provinciali e comunali o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
- Strutture ospedaliere di ricovero e cura pubbliche e private dotate di DEA di I o II livello, IRCCS dotati di DEA di I o II livello, centrali operative del 118 e 112 NU.

Opere infrastrutturali:

- Strutture connesse con l'approvvigionamento, il deposito e la distribuzione dell'acqua potabile (es. impianti di potabilizzazione, serbatoi, ecc.);
- Dighe e grandi invasi;
- Strutture connesse con la produzione, il deposito, il trasporto e la grande distribuzione di materiali combustibili e di energia elettrica individuati nei piani di protezione civile, nonché strutture connesse agli impianti di cogenerazione al servizio di insediamenti urbani e di aree produttive (sono escluse le reti);
- Strutture quali discariche, inceneritori, impianti di trattamento delle acque reflue, il cui collasso può determinare un'interruzione di pubblico servizio, grave nocumento alla salute dei centri abitati circostanti e/o gravi conseguenze in termini di danni ambientali;
- Strutture destinate alle comunicazioni e alla trasmissione di dati e informazioni per la gestione dell'emergenza, individuate nei piani di protezione civile (sono escluse le reti);
- Autostrade, strade statali e regionali, e relative opere d'arte (ponti, viadotti, gallerie, opere di contenimento e sostegno, ...)
- Strade provinciali e comunali ed opere d'arte annesse (ponti, viadotti, gallerie, opere di contenimento e sostegno, ...), individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
- Reti ferroviarie ed opere annesse come ponti e opere di ingegneria appartenenti alla rete ferroviaria regionale e stazioni/fermate su detta rete individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
- Aeroporti, eliporti, porti e stazioni lacuali e fluviali individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
- Altre opere infrastrutturali individuate nei piani provinciali di protezione civile e per la gestione dell'emergenza.

Elemento a rischio

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

Evento meteorico

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

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

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

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

Una o più precipitazioni, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verifichino o che si susseguano 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).

PARTE II

RAPPORTI TRA L.R. 12/2005 E PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

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 3 - 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.

Il territorio comunale di Grassobbio non è direttamente interessato dalla presenza di siti appartenenti alla Rete Natura 2000 (SIC e ZPS, ai sensi delle Direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE).

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 Grassobbio si inserisce all'interno del **sistema pedemontano** e, soprattutto, nel settore est del **sistema metropolitano**.

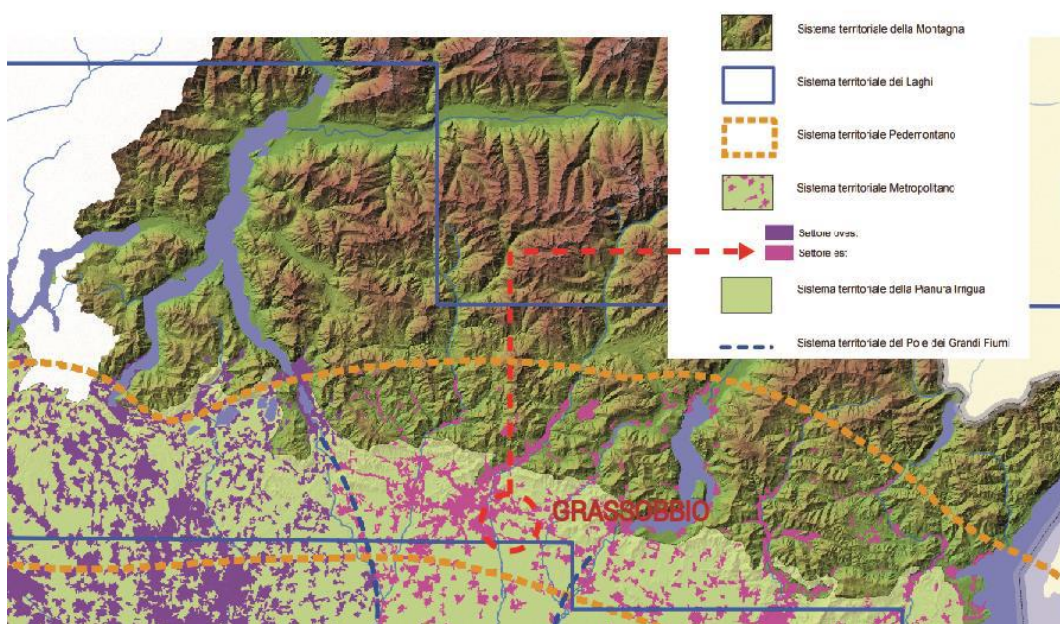


Figura 2. Estratto Tavola 4 del PTR - Sistemi Territoriali

Sistema territoriale pedemontano

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.

Sistema territoriale metropolitano

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 Serio, 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.

La fascia di paesaggio ovi si colloca il Comune di Grassobbio è l’ambito geografico n. 10 “Pianura Bergamasca”, all’interno dell’Unità tipologica di paesaggio “Fascia della bassa pianura: paesaggi delle valli fluviali”.

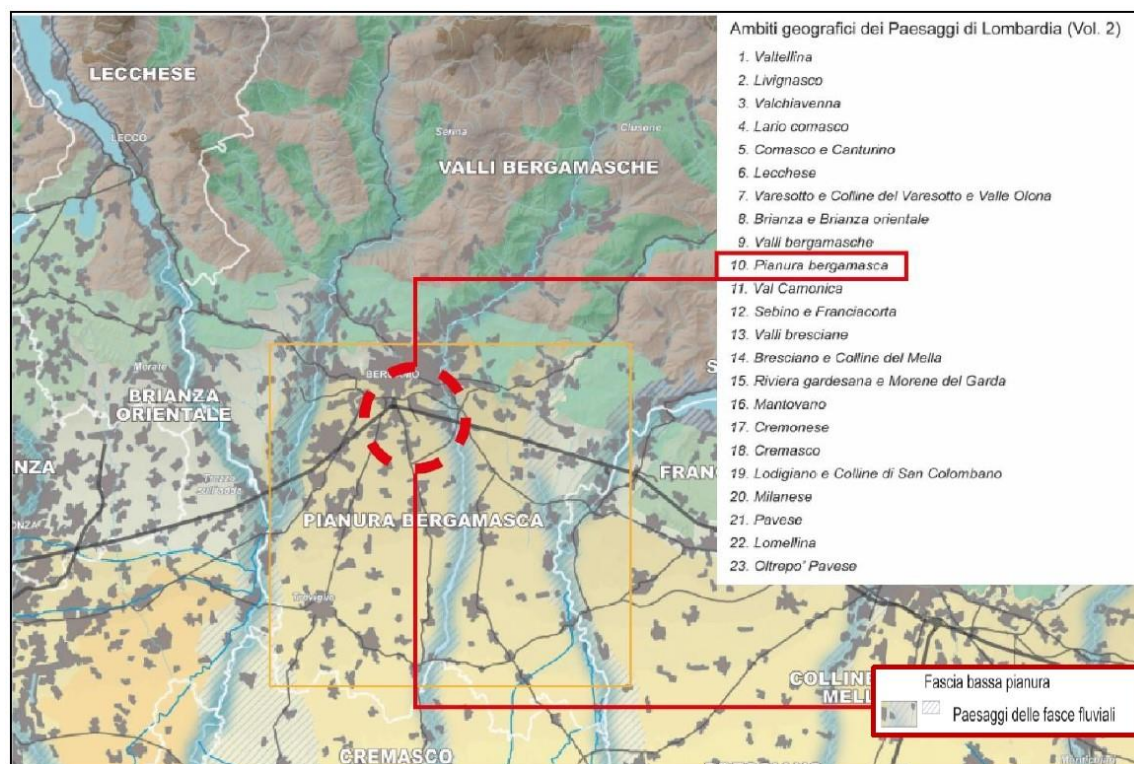


Figura 3. P.P.R. Stralcio Tavola A: Ambiti geografici e unità tipologiche di paesaggio

La Pianura bergamasca comprende la porzione di pianura della Provincia di Bergamo includendo lembi di territorio i cui limiti sono definiti dal corso dei principali fiumi (Isola, Gera d'Adda, ecc.). Al suo interno singolare, e quasi unico nel contesto regionale, è l'assetto paesaggistico della valle del Serio, l'unica non incassata delle tre che ripartiscono questa parte di pianura, dove il fiume scorre entro un largo greto ghiaioso.

La fascia della bassa pianura inizia dalla linea delle risorgive, che da Magenta-Corbetta, passando per Milano, Lanzate, Melzo, Caravaggio, Chiari, Montichiari, attraversa longitudinalmente l'intera Lombardia. Il paesaggio lungo tale linea dall'alta alla bassa pianura non è percepibile a prima vista: la presenza delle risorgive, con cui inizia naturalmente la pianura umida, che l'uomo ha attrezzato con un esteso sistema irriguo, introduce però una maggior presenza di verde, oltre agli elementi che si legano a un'agricoltura più ricca e diversamente organizzata.

2.3. 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).

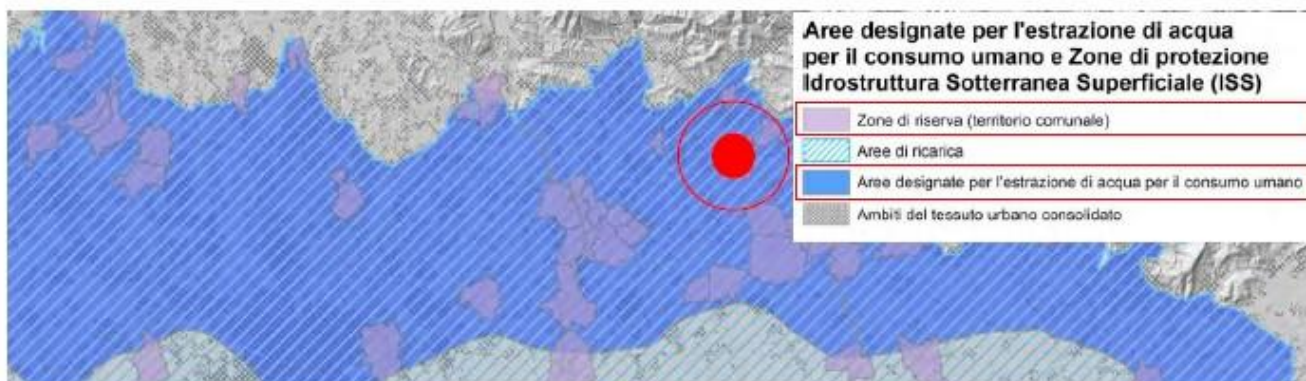
I confini delle principali idrostrutture dei settori di pianura sono stati identificati nel contatto tra la piana lombarda e le forme di origine glaciale pedemontane (sistemi morenici), desunti dalla cartografia geomorfologica di Regione Lombardia. In corrispondenza di tali limiti infatti si osservano, 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.

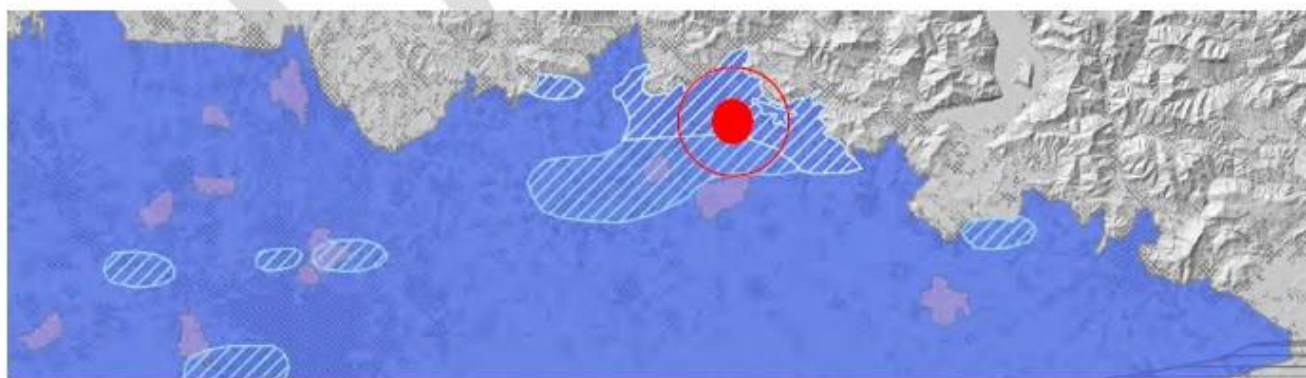
Il Comune di Grassobbio si trova in area di riserva integrativa e in area di ricarica degli acquiferi profondi; è altresì inserito all'interno delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola.



Aree designate per l'estrazione di acqua per il consumo umano e Zone di protezione dell'Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS) (Estratto Tav.11A quadro A PTUA)



Aree designate per l'estrazione di acqua per il consumo umano dell'Idrostruttura Sotterranea Profonda (ISP) (Estratto Tav.11A quadro D PTUA)



Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (Estratto Tav.11B quadro D PTUA)

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 Grassobbio riferite al F. Serio per il periodo 2001-2015.

Tabella 1. Comune di Grassobbio: portate naturalizzate medie mensili e media annua in chiusura al f. Serio (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.
18,56	12,74	11,97	14,29	23,01	28,58	23,11	16,75	15,71	17,27	17,35	25,01	16,76

Tabella 2. Comune di Grassobbio: portate naturalizzate medie mensili e media annua in chiusura al f. Serio (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.
12,84	8,63	8,97	10,31	17,13	20,84	14,22	9,44	10,00	11,59	11,86	19,46	11,59

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 Grassobbio il Serio ha uno stato ecologico sufficiente e uno stato chimico buono (intervallo temporale di classificazione 2012-2014). Gli obiettivi sono il mantenimento dello stato chimico buono e il raggiungimento dello stato ecologico buono al 2021.

2.4. 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.

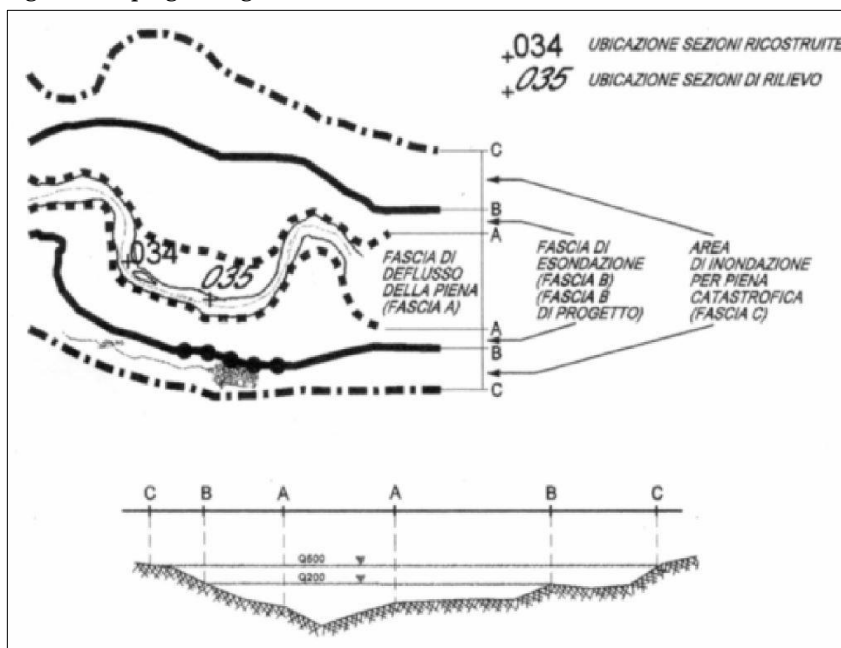


Figura 4. Schema esplicativo per la delimitazione delle fasce: pianta e sezione. In caso di coincidenza della fascia A/C con la fascia B/B di progetto, ai fini della rappresentazione grafica, è indicata la sola fascia B.

Nella **Tavola 2 - Carta PAI – PGRA**, redatta in scala 1:5.000, sono riportate le seguenti delimitazioni delle fasce fluviali del F. Serio, 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.

2.5. IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

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

Nella **Tavola 2 - Carta PAI – PGRA**, redatta in scala 1:5.000, sono riportate le seguenti aree allagabili appartenenti all'ambito territoriale RP del F. Serio, 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).

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 DGR VII/7365/2001, ora sostituita dalla vigente DGR 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 Serio. 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 ed una integrazione.

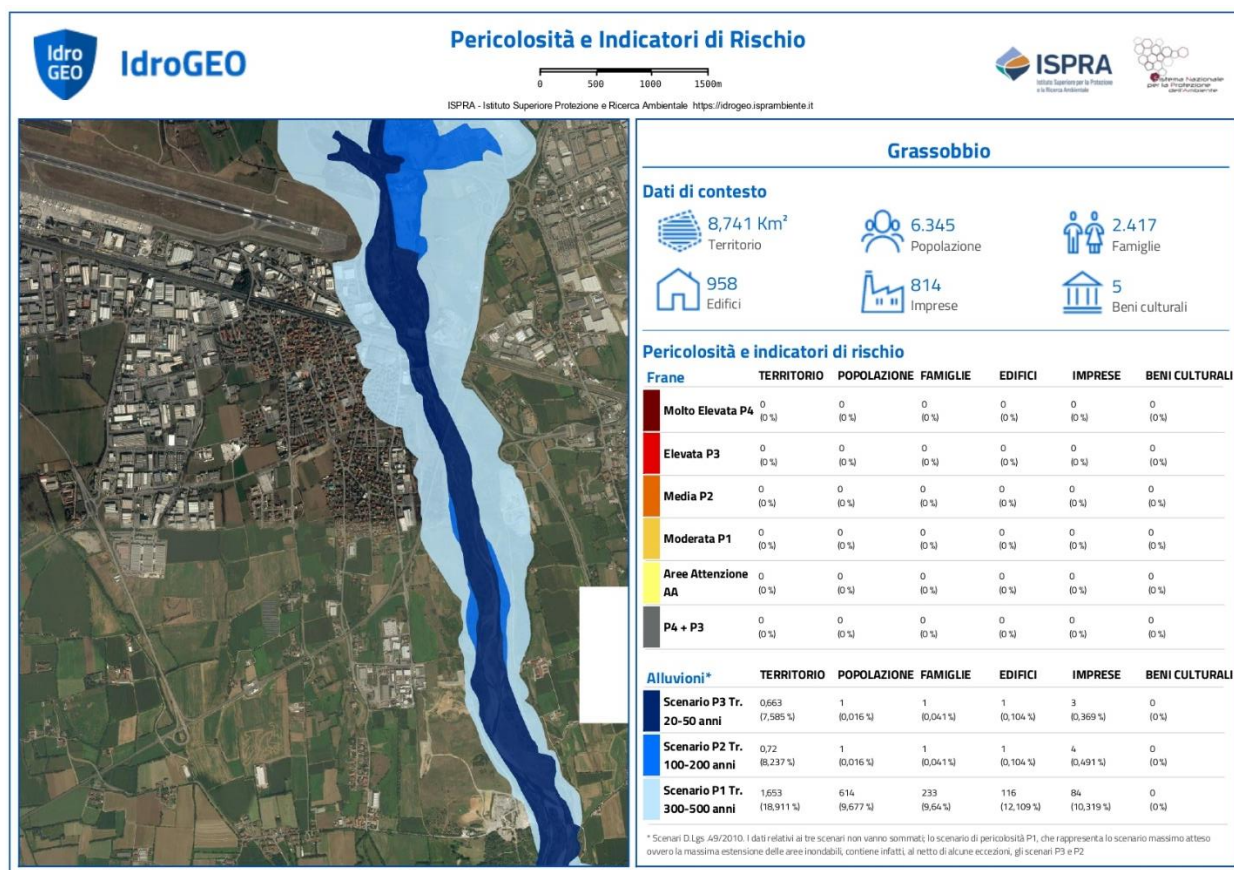
La D.G.R. XI/6314 del 26/04/2022 apporta alcune modifiche alle procedure amministrative in caso di proposta di aggiornamento al quadro PAI-PGRA.

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.



2.6. 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.

Ai sensi del titolo 12, art. 48, il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bergamo inserisce il Comune di Grassobbio nell'Unità tipologica di paesaggio Fascia della Bassa Pianura - Paesaggi della pianura irrigua (a orientamento cerealicolo/foraggero).

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.

2.7. 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 BURL Serie Ordinaria n.42 del 16 ottobre 2015. In Comune di Grassobbio è presente il seguente Ambito Territoriale Estrattivo ATEg23 (ex polo BC7g).

SETTORE MERCEOLOGICO	GIACIMENTO	RISORSA
II - Sabbia e ghiaia	Ggl6	Sabbia e ghiaia

DATI GENERALI

DATI ANAGRAFICI

Località interessata	Capannelle
Comune/i interessato/i	Grassobbio
Sezione/i C.T.R. interessata/e 1:10.000	C5c4

CARATTERISTICHE DELL'AMBITO

Superficie	ha 24
Soggiacenza falda	35 m (falda sospesa localizzata a 23 m da piano campagna)
Vincoli	• 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 del Serio
Contesto e infrastrutture	• Fasce fluviali del P.A.I. (Fasce A, B, C). • Fiume Serio sul lato orientale dell'ambito. • Numerosi elettrodotti che attraversano l'ambito. • Cascine sparse intorno all'ambito. • Aree I e II livello RER e Corridoio primario bassa antropizzazione all'interno dell'ATE

PREVISIONI DI PIANO

RISERVE E PRODUZIONI (mc)

Riserve stimate	700.000
Produzione prevista nel decennio	700.000
Riserve residue	0

PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA COLTIVAZIONE

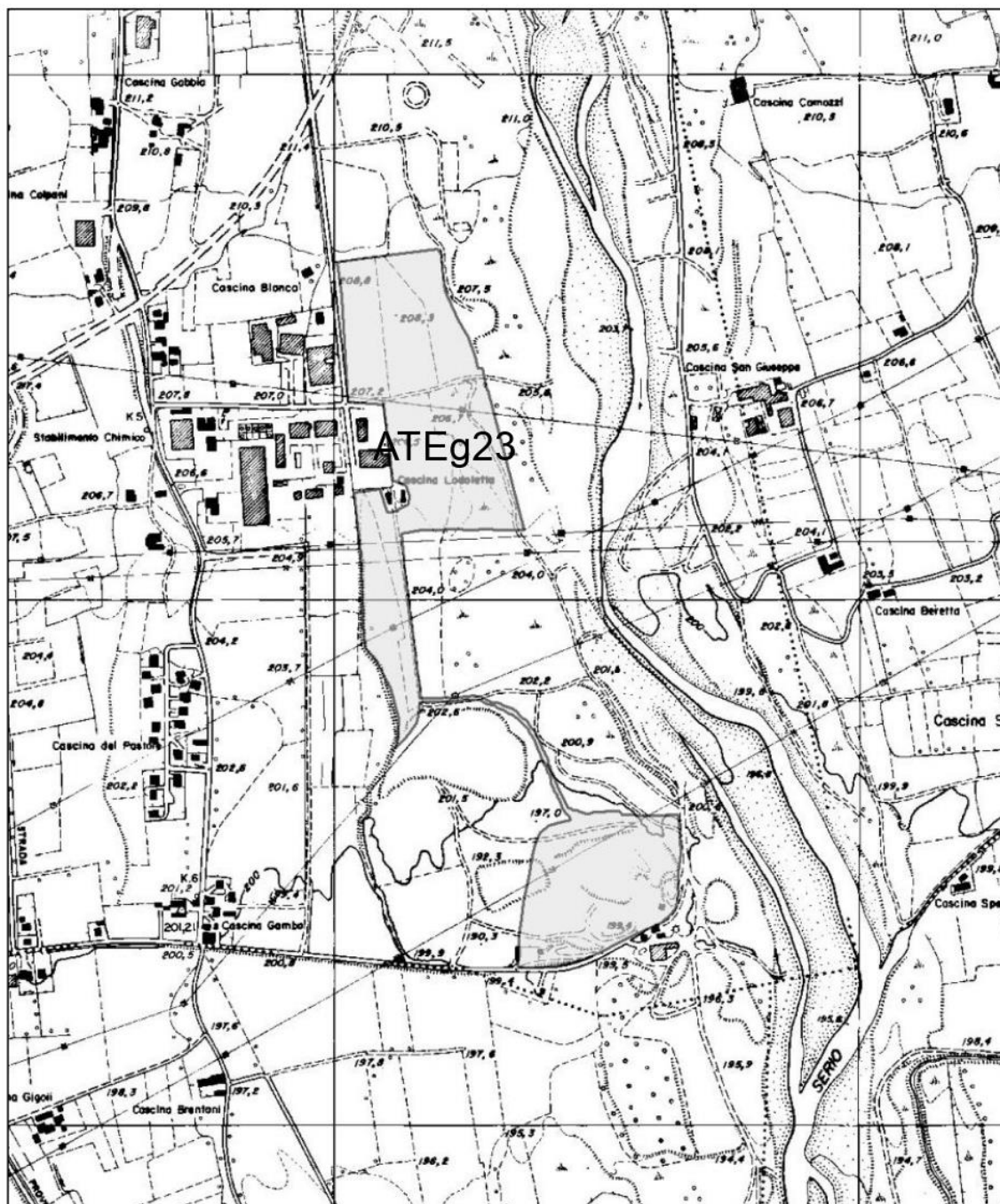
Profondità massima di escavazione	10 m dal piano campagna in asciutto.
Ulteriori prescrizioni	• Essendo stata riscontrata da studi idrogeologici ed analisi dei dati piezometrici più recenti una tendenza all'innalzamento della falda e una possibile interferenza della stessa con l'attività estrattiva, 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.

PRESCRIZIONI TECNICHE PER IL RECUPERO AMBIENTALE

Destinazione finale	Secondo la convenzione stipulata con l'ente Parco del Serio, la destinazione finale dell'area sarà di tipo agricolo – naturalistico; è inoltre prevista la possibilità di destinare gli edifici esistenti ed aree di pertinenza ad attività agro-turistiche, ludico sportive e didattico-ricreative.
Recupero scarpate	Ricostituzione del piano campagna originario esclusivamente con terre di scavo e copertura con adeguata coltre di terreno coltivo.
Recupero fondo cava	Ricostituzione del piano campagna originario esclusivamente con terre di scavo e copertura con adeguata coltre di terreno coltivo.
Ulteriori prescrizioni	• Contestualità fase di coltivazione e recupero. • Ulteriori interventi di recupero ambientale dovranno essere realizzati conformemente alle indicazioni contenute nel Piano di Settore del Parco Regionale del Serio. • Mitigazione impatti nei confronti dell'area I e II livello RER e del Corridoio primario.

**PROVINCIA DI BERGAMO - PIANO CAVE (l.r. 14/98) -
CARTA DELL'AMBITO TERRITORIALE ESTRATTIVO ATEg23 (ex polo BC7g)**

Comune interessato: Grassobbio



Nel settore Ovest del territorio comunale è presente una cava cessata, non inserita nel piano cave, con un'estensione di

circa 1,8 ha. Tale cava, identificata come R10116/gCE/BG nel catasto cave di Regione Lombardia, risulta essere stata attiva successivamente al 1982 per il settore ghiaia e sabbia. Dalle informazioni avute dai tecnici comunali si tratta di una ex cava di prestito, attualmente in disuso, per la quale le opere di recupero attuate sino ad oggi consistono nella piantumazione di alberi lungo il perimetro. Sempre da quanto riferito da tecnici comunali uno dei possibili interventi di recupero è la riconversione a parco fotovoltaico.

La cava rientra anche nelle cave individuate come "Cave dismesse prioritarie per la conversione" nello studio condotto da Regione Lombardia e Anbi Lombardia (Associazione regionale dei consorzi di gestione e tutela del territorio e acque irrigue) volto alla individuazione delle cave da utilizzare come bacini di raccolta delle acque in attuazione alla Legge regionale 12 dicembre 2017, n.34. Dai dati reperibili al sito "<https://cedater.anbilombardia.it/studio-riconversione-cave/>" risulta che per la cava in oggetto, identificata come cava prioritaria BG001 -GRASSOBBIO, è stimato un invaso di 94925 m³.

PARTE III

SINTESI DEL QUADRO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Grassobbio si colloca all'interno della bassa pianura occidentale della Provincia di Bergamo, su una superficie di circa 8,5 kmq, occupati da urbanizzazioni di tipo prevalentemente residenziale e produttivo; la rimanente parte del territorio è prevalentemente agricola e presente un'ampia superficie con caratteri di valenza ambientale lungo la sponda destra del Fiume Serio. Il comune è situato a sud est di Bergamo, subito a sud dell'aeroporto di Orio al Serio il cui perimetro interessa parte della zona nord del territorio comunale.

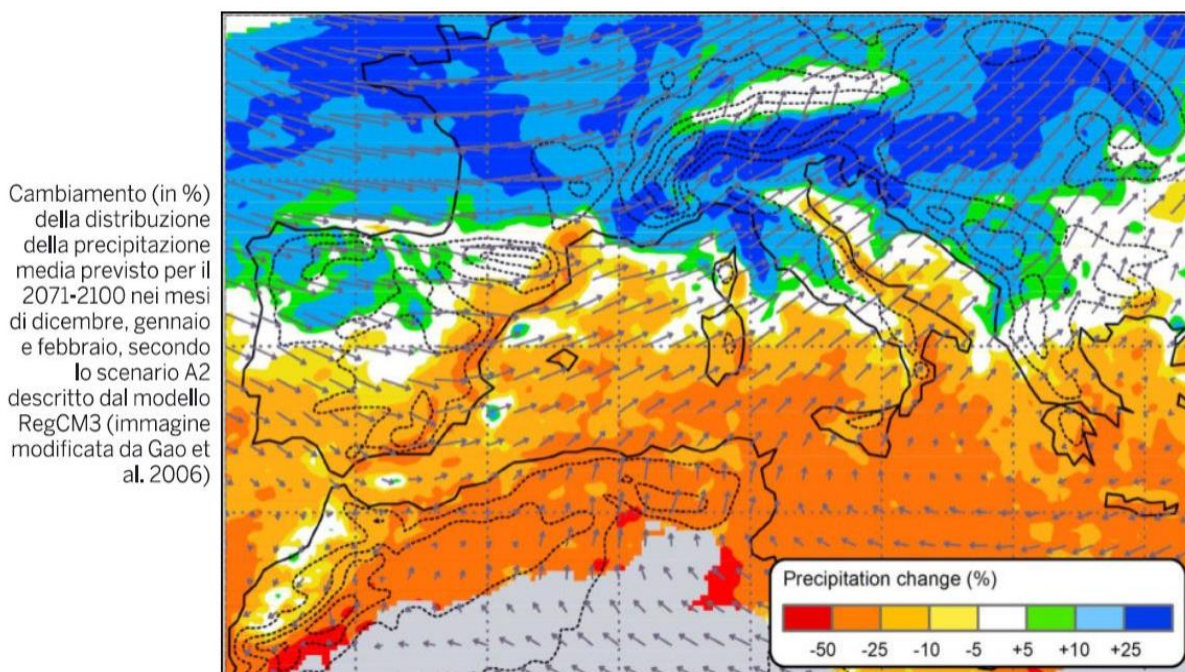
Posto a un'altimetria compresa tra 196 m (minimo) e 228 m (massimo) s.l.m., confina a nord-ovest con Orio al Serio, a est con Seriate, a sud-est con Cavernago, a sud e a ovest con Zanica. Cartograficamente rientra nella Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 nei Fogli C5b3 Bergamo Sud, C5b4 Zanica, C5c3 Seriate e C5c4 Calcinato.

Grassobbio rientra nei comuni che vengono generalmente indicati come appartenenti alla media-alta pianura bergamasca. L'aspetto è quello tipico pianeggiante dei comuni ubicati sul Livello Fondamentale della Pianura, a valle della fascia pedemontana; l'unica depressione significativa è rappresentata dall'alveo attuale del Serio che, scorrendo in direzione nord-sud, si colloca in prossimità del confine orientale che separa Grassobbio da Seriate. Al comune appartiene la frazione Capannelle, situata a sud del territorio comunale al confine con Zanica.

La popolazione di Grassobbio (6489 abitanti) è distribuita fondamentalmente tra il centro urbano e la frazione di Capannelle; essa è aumentata fino ad oggi, specialmente grazie al progressivo aumentare dei flussi migratori in entrata da diverse parti del mondo.

3.2. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

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.



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 Grassobbio riporta i seguenti valori:

- precipitazioni di durata 1 ora con tempo di ritorno 5 anni = 37 mm;
- precipitazioni di durata 1 ora con tempo di ritorno 100 anni = 66 mm;
- precipitazioni di durata 24 ore con tempo di ritorno 5 anni = 96 mm;
- precipitazioni di durata 24 ore con tempo di ritorno 100 anni = 168 mm;
- precipitazioni medie annue = 1166 mm/anno;
- precipitazioni minime annue = 672 mm/anno;
- precipitazioni massime annue = 2021 mm/anno.

Sul territorio di Grassobbio non sono presenti centraline di rilevamento dei principali parametri meteoroclimatici, tuttavia è ragionevole assumere che l'andamento di tali parametri per Grassobbio si discosti di poco da quello registrato nella stazione di rilevazione dell'ARPA più vicina, cioè quella di Bergamo-S.Giorgio/Meucci.

Il clima può essere definito temperato continentale, caratterizzato da un'ampia escursione termica annuale con temperature basse in inverno (0-5°C) ed alte in estate (25-30°C). La piovosità è principalmente nei mesi primaverili ed 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. 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 formati grazie all'apporto sedimentario dei diversi corsi d'acqua allo sbocco dalle valli prealpine.

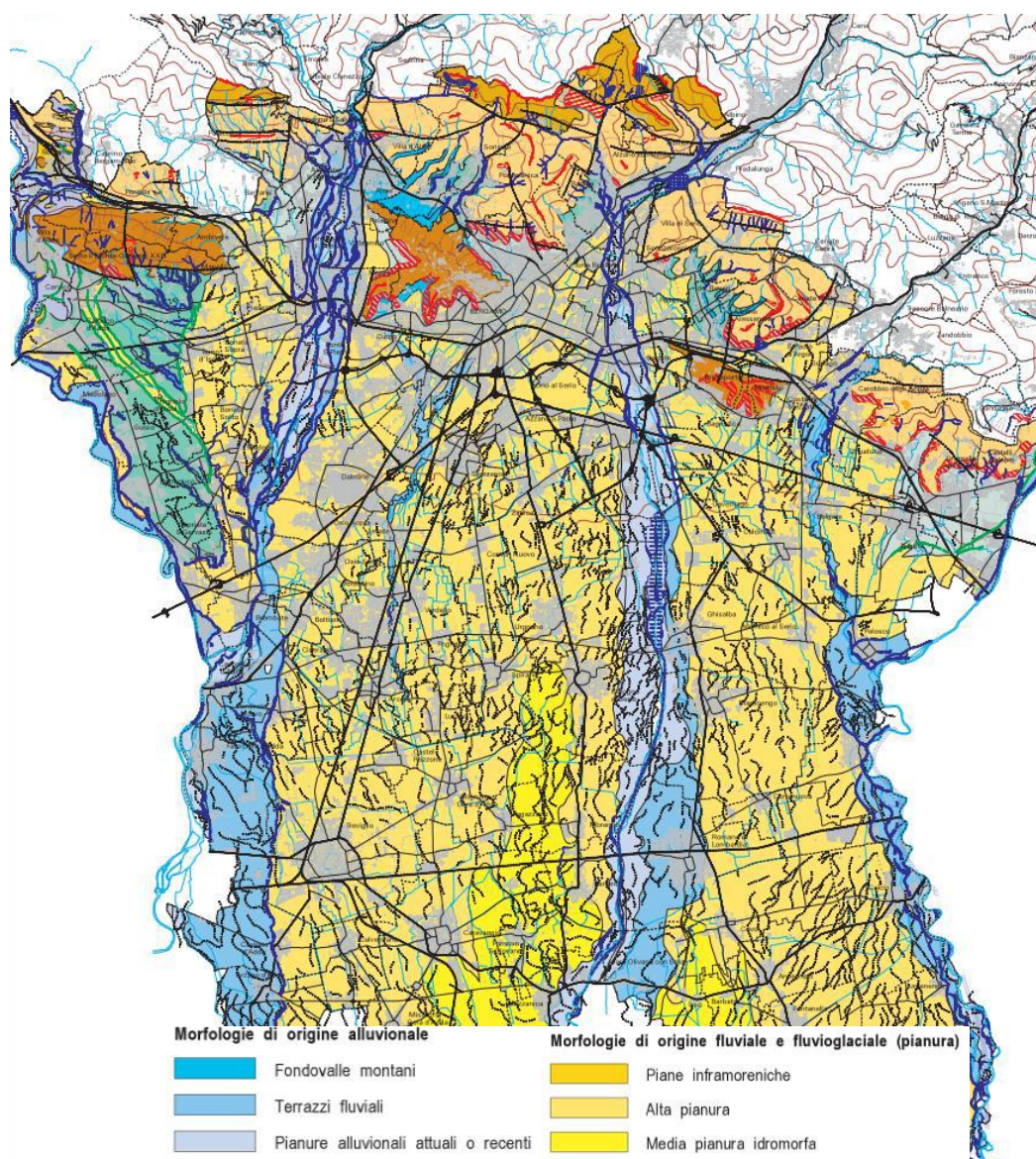


Figura 5. Schematizzazione del territorio provinciale nei principali contesti geomorfologici

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 paleo idrografia 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.

Il territorio di Grassobbio, facendo riferimento alla "Carta Geologica d'Italia", è inserito all'interno del **Foglio n. 46 - Treviglio**, alla scala 1:100.000. Esso è caratterizzato dalla presenza dei seguenti depositi quaternari di origine continentale:

- depositi fluvioglaciali ascrivibili all'Unità di Cologno (Complesso del Serio), affioranti sul Livello Fondamentale della Pianura;
- depositi alluvionali dell'Unità Postglaciale Olocenica, caratterizzante l'area di raccordo fra il Livello Fondamentale della Pianura e l'alveo attivo del Serio, dove si nota la presenza dei Conglomerati di Seriate.

Dal punto di vista litologico il territorio in studio risulta caratterizzato dalla diffusione di litotipi prevalentemente ghiaiosi, con componenti secondari eterogenei. Ciò dipende direttamente dall'azione modellatrice, di erosione e deposizione, esercitata sul territorio dal Serio nel corso del tempo.

Di seguito viene fornita la descrizione delle unità segnalate sul territorio comunale di Grassobbio.

Conglomerati di Seriate – (Bacino del Serio) (Pleistocene medio – Pliocene superiore)

Nell'area di studio l'unità affiora a nord-est lungo le sponde del Fiume Serio. Il limite superiore dei conglomerati è di tipo erosionale e viene ricoperto in discontinuità dall'Unità Postglaciale – Olocenica. I Conglomerati di Seriate testimoniano due cicli deposizionali fluviali, non coevi e di origine seriana, che hanno riempito l'antica valle del Serio originando una sequenza sedimentaria localmente molto spessa, in seguito erosa e ricoperta dai depositi più recenti, a cui spesso l'unità fa da basamento. Il primo corpo conglomeratico (pari a circa due metri) è composto da ghiaie a prevalente supporto clastico con grossolana stratificazione debolmente immergente a sud e risulta essere ben cementato (cemento arenaceo); i ciottoli hanno dimensioni medio – grossolane, localmente passanti a massi ed hanno forme subarrotondate o discoidali (embricature). Si osserva un sostanziale incremento delle dimensioni dei ciottoli verso il limite inferiore che si osserva essere erosionale ed ondulato. Lo spessore di questo tipo di conglomerati è di 2 m. Il membro inferiore è composto da ghiaie massive, da grossolane a molto grossolane, a supporto di matrice arenacea, fortemente cementate. I ciottoli sono ben arrotondati.

Unità di Cologno – (Bacino del Serio) (tardo Pleistocene superiore)

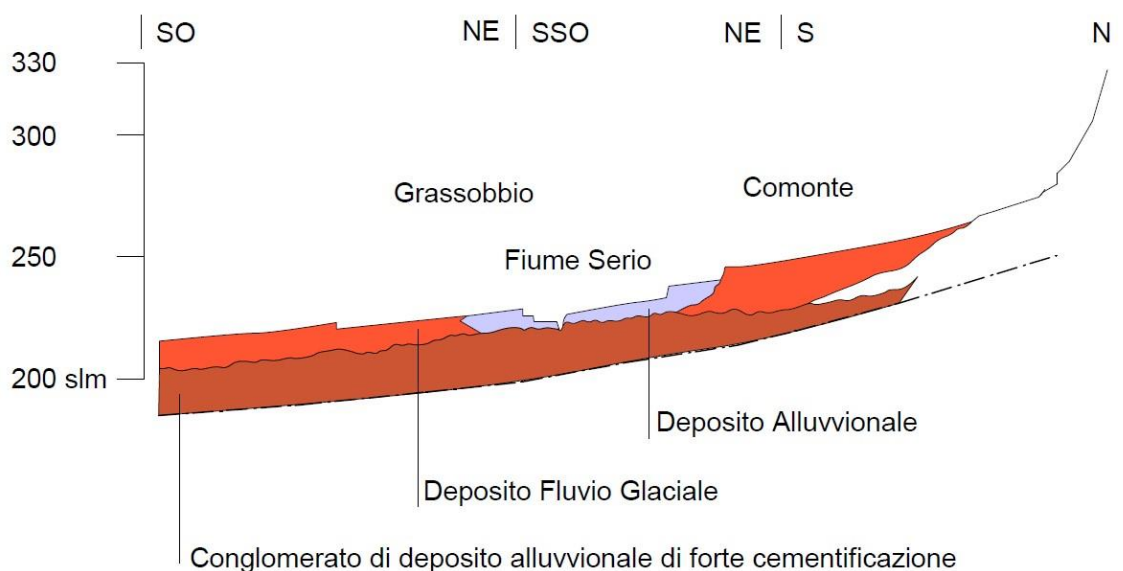
L'Unità di Cologno occupa la porzione occidentale del territorio comunale. Il limite inferiore dell'unità passa ai Conglomerati di Seriate, mentre il superiore è ricoperto dalle alluvioni postglaciali oloceniche. L'unità rappresenta una fase di deposizione fluvioglaciale legata ad un regime tipo "braided river", cronologicamente intermedia fra l'Unità di Comun Nuovo e le alluvioni postglaciali. È un deposito fluvioglaciale costituito da ghiaie poligeniche a prevalente supporto clastico, con matrice sabbiosa. I ciottoli hanno diametri grossolani e localmente compaiono massi e hanno forme discoidali da arrotondate a subarrotondate. La stratificazione è suborizzontale grossolana ed in subordine incrociata concava con comune gradazione diretta ed embricatura a basso angolo. La cementazione appare diffusa, ma scarsa. Localmente la sommità mostra una copertura di limi argillosi di esondazione. La superficie limite superiore è caratterizzata da alfisuioli, di colore variabile da 7.5 YR a 10 YR, da mediamente a poco espressi con matrice

decarbonatata fino a 1.1 m.

Unità Postglaciale olocenica (tardo Olocene – Pleistocene superiore)

Conosciuti anche come “Alluvioni attuali, recenti, antiche e tardive”, i depositi fluviali postglaciali – olocenici, oltre a formare corpi terrazzati, si rinvenivano 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 ed in particolare di ghiaie a supporto clastico, in prevalenti strati planari; si notano pure intercalazioni sabbioso-limose da massive a laminate ed 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 a mano che ci si allontana dall'alveo nelle seconde. Le aree in fregio all'alveo attuale del fiume Serio sono sempre caratterizzate dall'affioramento della porzione superiore dell'unità, con presenza di Inceptisuoli.

SEZIONE GEOLOGICA FIUME SERIO IN LOCALITA' GRASSOBBIO



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. 098 - Bergamo** 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.

In particolare nell'area, procedendo da ovest – nordovest verso il Serio, vengono riconosciuti i seguenti depositi alluvionali a ghiaie prevalenti (partendo dall'unità più antica):

- Supersintema di Grassobbio (BB) - Pleistocene medio-superiore
- Supersintema della Selva di Clusone (SU) - Pleistocene superiore
- Sintema del Po (Unità Postglaciale) (POI) - Pleistocene superiore – Olocene

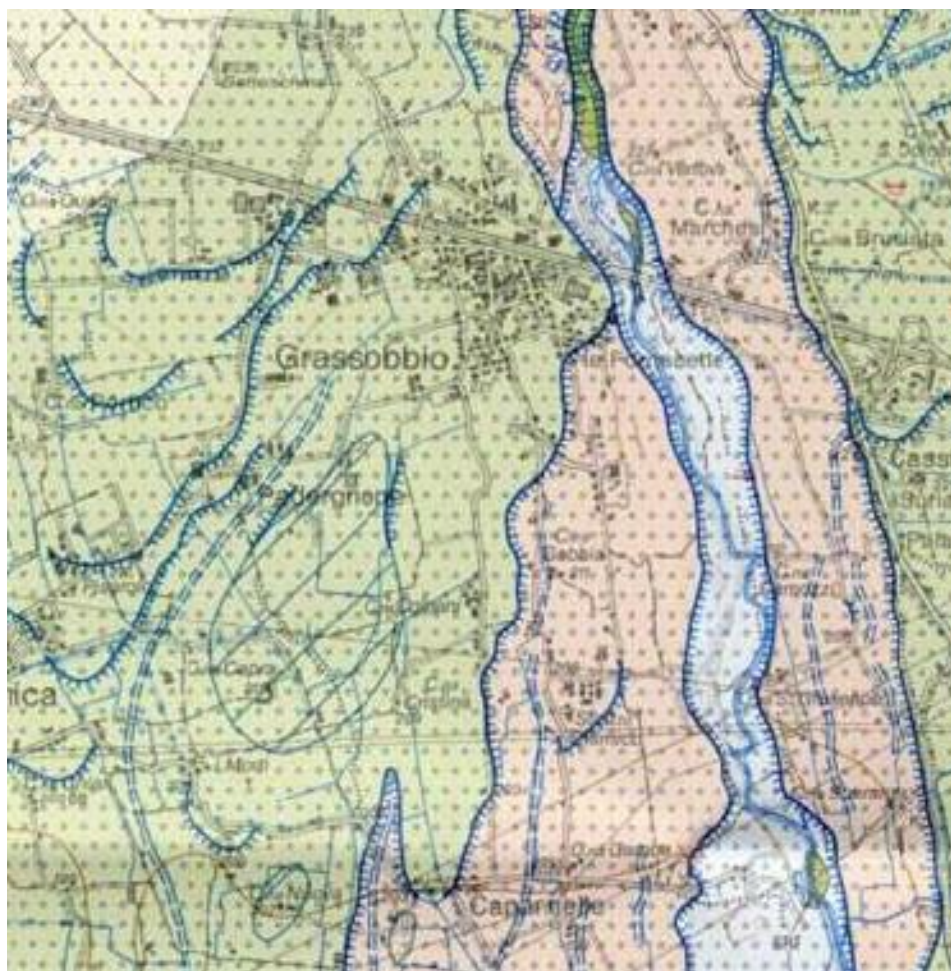
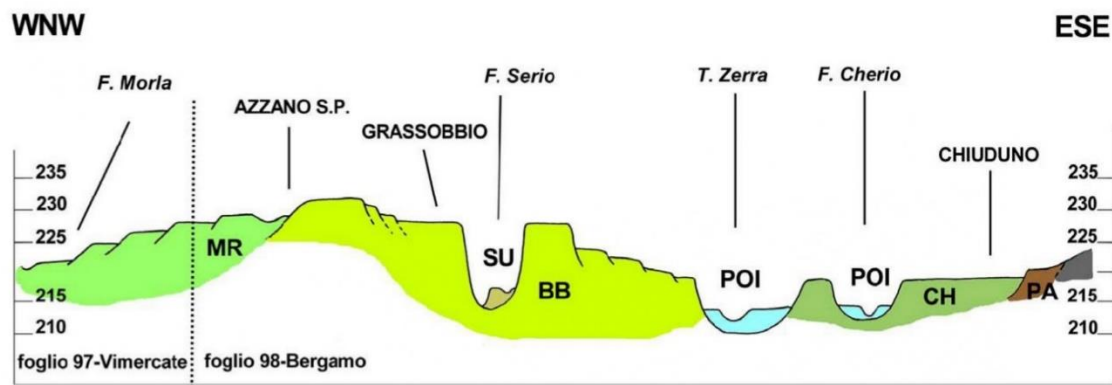


Figura 6. Estratto dalla “Carta Geologica d’Italia” in scala originaria 1:50.000 (Progetto C.A.R.G.) - Foglio n. 098 “Bergamo”.



POI – *Sintema del Po (Unità Postglaciale)*. Ghiaie e sabbie stratificate (depositi alluvionali). Superficie limite superiore caratterizzata da alterazione assente e morfologie ben conservate o ancora in evoluzione. Pleistocene superiore - Olocene

SU – *Supersintema della Selva di Clusone*: Ghiaie a clasti arrotondati, sabbie e limi (depositi alluvionali). Profilo di alterazione poco evoluto, morfologie ben conservate. Pleistocene superiore

BB – *Supersintema di Grassobbio*: Ghiaie a clasti arrotondati, sabbie e limi (depositi alluvionali). Profilo di alterazione di spessore variabile, morfologie ben conservate. Cementazione da assente a buona – Pleistocene medio - superiore

Figura 7. Schema dell'andamento e delle quote delle superfici dei terrazzi principali lungo una sezione trasversale WNW-ESE fra Azzano San Paolo e Chiuduno. Durante le fasi più antiche di sedimentazione del Sintema di Grassobbio (BB), lo Zerra confluiva nel Serio più a nord; successivamente il suo alveo si sposta verso est, incassandosi nei sedimenti più antichi, sino a confluire nel Cherio nel corso dell'Olocene (POI) (scala delle ordinate maggiore di quella delle ascisse).

Supersintema di Grassobbio (BB)

È costituito da ghiaie in corpi stratoidi o lenticolari, a supporto di matrice sabbiosa fine o a supporto clastico, con clasti sino a decimetrici arrotondati, intercalate sabbie e limi in sequenze laminate e gradate (depositi alluvionali). Il profilo di alterazione è di spessore variabile, in genere troncato o rimaneggiato dall'attività agricola, e le morfologie ben conservate, la cementazione da assente a buona. Il limite superiore coincide con la superficie topografica, o è troncato dalla superficie erosionale entro cui sedimentano i depositi alluvionali del Supersintema della Selva di Clusone.

Supersintema della Selva di Clusone (SU)

È costituito da ghiaie stratificate a supporto di matrice sabbiosa fine con clasti sino a decimetrici, arrotondati e prevalentemente carbonatici, intercalati livelli sabbiosi privi di strutture (depositi alluvionali), con profilo di alterazione poco evoluto, colore 10YR, e morfologie ben conservate. L'unità risulta incassata entro la superficie erosionale che tronca i depositi del Supersintema di Grassobbio; lungo le scarpate del Serio, fra Seriate e Grassobbio, sotto ad essa affiorano i conglomerati del gruppo di Seriate. Il limite superiore coincide con la superficie topografica, o è troncato dalla superficie erosionale entro cui sedimentano i depositi alluvionali del Sintema del Po.

Sintema del Po (POI)

È costituito da ghiaie stratificate a supporto clastico con matrice sabbiosa, ghiaie stratificate a supporto di matrice, con clasti da centimetrici a decimetrici da subspigolosi ad arrotondati e tabulari, e corpi lenticolari di sabbie. Affiora nel fondovalle attivo del Serio.

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). Grassobbio è un territorio privo di veri e propri dissesti, dato anche il contesto

pianeggiante, lontano dai rilievi collinari prealpini e senza significative scarpate o rotture di pendenza elevate. Le problematiche maggiori sono di tipo idraulico esondativo, individuate dalle fasce fluviali del PAI e dalle aree allagabili del PGRA lungo il Serio.

Con D.G.R. 15 dicembre 2022 n. XI/7564, pubblicata su BURL 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.

In Comune di Grassobbio:

- 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.

3.4. INQUADRAMENTO TETTONICO - STRUTTURALE

L'area in studio si colloca a valle del "Settore meridionale del Sudalpino", fascia di territorio caratterizzata da "strutture sepolte del margine sudalpino" al di sotto della pianura del Po. Lo stato delle conoscenze attuali evidenzia la presenza di una successione pliocenico - quaternaria sostanzialmente indisturbata con spessori crescenti procedendo da nord a sud. La monoclinale ricopre la sequenza pre-pliocenica appartenente al Sudalpino orobico ed è interessata da strutture sud - vergenti (Pieri e Groppi, 1981).

Sebbene il "Settore meridionale del Sudalpino" sia contraddistinto da una significativa attività neotettonica e sismica per la presenza di numerose faglie trascorrenti, solo in pochi casi queste mostrano rilevanza da un punto di vista sismotettonico.

Con riferimento al "Catalogo delle faglie capaci - ITHACA" redatto da ISPRA, nella porzione di territorio in studio si riconoscono alcuni lineamenti tettonici identificabili come "faglie capaci", strutture che hanno generato fagliazione superficiale negli ultimi 20.000 anni e ritenute pertanto potenzialmente in grado di creare nuove deformazioni in superficie. Nel caso specifico si segnala in particolare la linea "Seriata - Bergamo", faglia inversa di lunghezza pari a circa 19 km (Serva L. et alii., 2004).

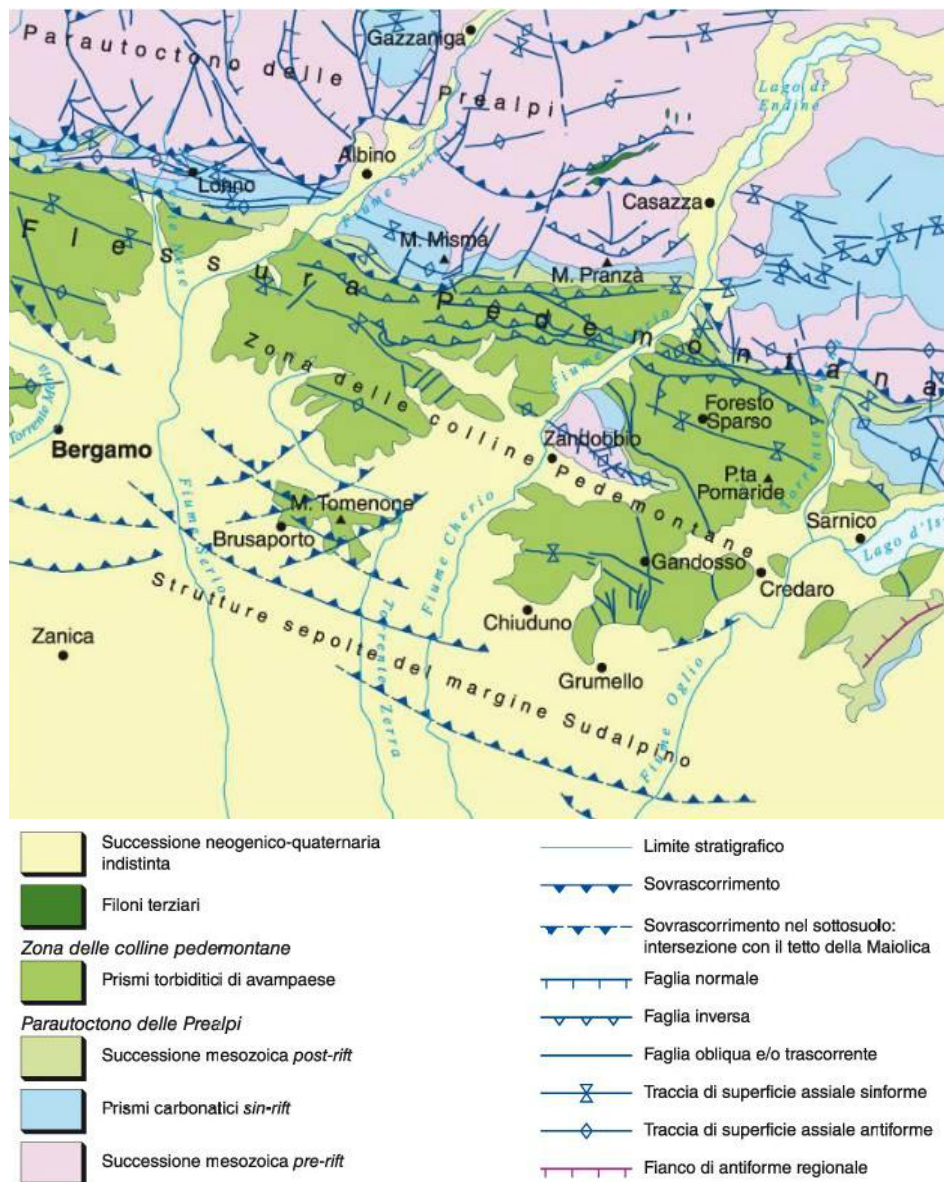


Figura 8. Estratto dallo "Schema tettonico" del Foglio n. 98 "Bergamo" della "Carta Geologica d'Italia" in scala originaria 1:50.000 (Progetto C.A.R.G.).

3.5. STRUTTURA IDROGEOLOGICA

Nel territorio comunale di Grassobbio 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 media 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 (Unità di "Cologno" e di "Palosco"), alluvionali (Unità "Postglaciale") e da un'unità conglomeratica a ghiaie cementate (formazione 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.

3.5.1. Pozzi e piezometria locale

La rete di approvvigionamento idrico copre quasi interamente le aree urbanizzate sul territorio comunale, con uno sviluppo complessivo di circa 42 km ed è gestita dalla Società Uniacque S.p.A. Il diametro delle condotte distributrici in acciaio della rete acquedottistica è variabile da 20 mm a 200 mm.

Per quanto concerne le opere di captazione esistenti, si segnala la presenza di un solo pozzo pubblico attivo ad uso idropotabile ubicato a nord (Viale Matteotti), vicino al limite comunale e caratterizzato da una fascia di rispetto individuata con criterio cronologico.

L'andamento della superficie della falda libera (o freatica) si riferisce alle campagne di misura dei livelli statico-dinamici dei pozzi di monitoraggio. Nel settore nordoccidentale del territorio comunale si evidenziano due assi drenanti principali (NW-SE il primo, N-S il secondo) che si raccordano, in località Cascina Colpani, in un unico asse drenante diretto nord-sud. Il gradiente idraulico medio della superficie piezometrica ha un valore medio del 4.5‰, conforme con i valori noti in Letteratura che indicano nel 5‰ il gradiente idraulico medio della falda libera in pianura.

Nel territorio comunale di Grassobbio la soggiacenza della falda diminuisce da nord a sud, passando da 64 a 41 metri. Tali valori sono soggetti a variazioni stagionali dell'ordine di circa ± 3 m, prevalentemente correlabili al regime medio annuo delle precipitazioni. Due sono infatti i picchi relativi agli apporti idrici della falda; il primo si registra tra fine estate ed inizio autunno (principalmente per incremento delle precipitazioni), mentre il secondo si rileva in tarda primavera (prevalentemente per lo scioglimento delle nevi).

Altri fattori che possono condizionare il bilancio idrogeologico dell'area esaminata, e quindi le oscillazioni della falda freatica, sono l'aliquota dovuta al prelievo idrico dei pozzi di captazione e il contributo d'infiltrazione del fiume Serio.

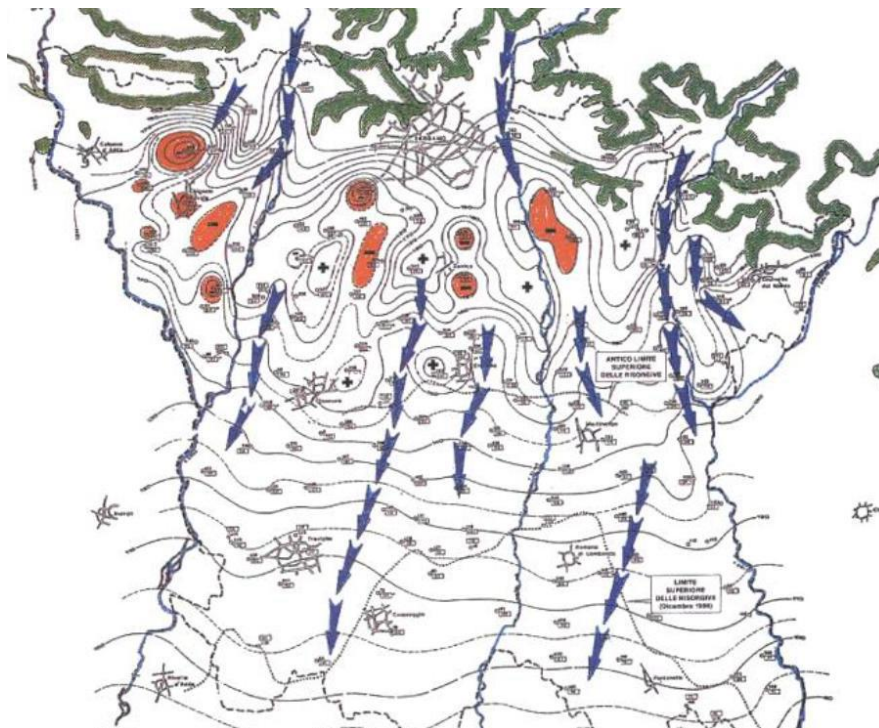


Figura 9. Carta piezometrica della pianura bergamasca.

3.5.2. Conducibilità idraulica

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 Grassobbio 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.

3.5.3. Stato qualitativo delle acque sotterranee

I caratteri chimici delle acque sotterranee sono in stretto rapporto con la tipologia e vulnerabilità dell'acquifero captato. Nell'acquifero di tipo libero si determinano, infatti, condizioni di maggiore mineralizzazione delle acque, dovute a cause sia naturali (sistemi termodinamici aperti, maggiore pressione parziale di anidride carbonica dovuta alla presenza di suoli), che artificiali (inquinamenti con immissione di sostanze in grado di alterare direttamente o indirettamente, mediante reazioni chimiche, l'idrochimica naturale); negli acquiferi protetti è evidente una ridotta mineralizzazione rispetto a quella dei sistemi acquiferi più superficiali e basse concentrazioni di alcuni parametri quali i cloruri e i solfati, indicativi del miglior stato di conservazione generale delle falde stesse. In appendice 1 (Schede censimento pozzi) si riporta copia del Rapporto di Prova n. 9337 del 21/09/2022, reso disponibile da Uniacque e relativo al campione prelevato alla testa del pozzo di Viale Matteotti.

3.5.4. Vulnerabilità degli acquiferi

Il territorio di Grassobbio 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.

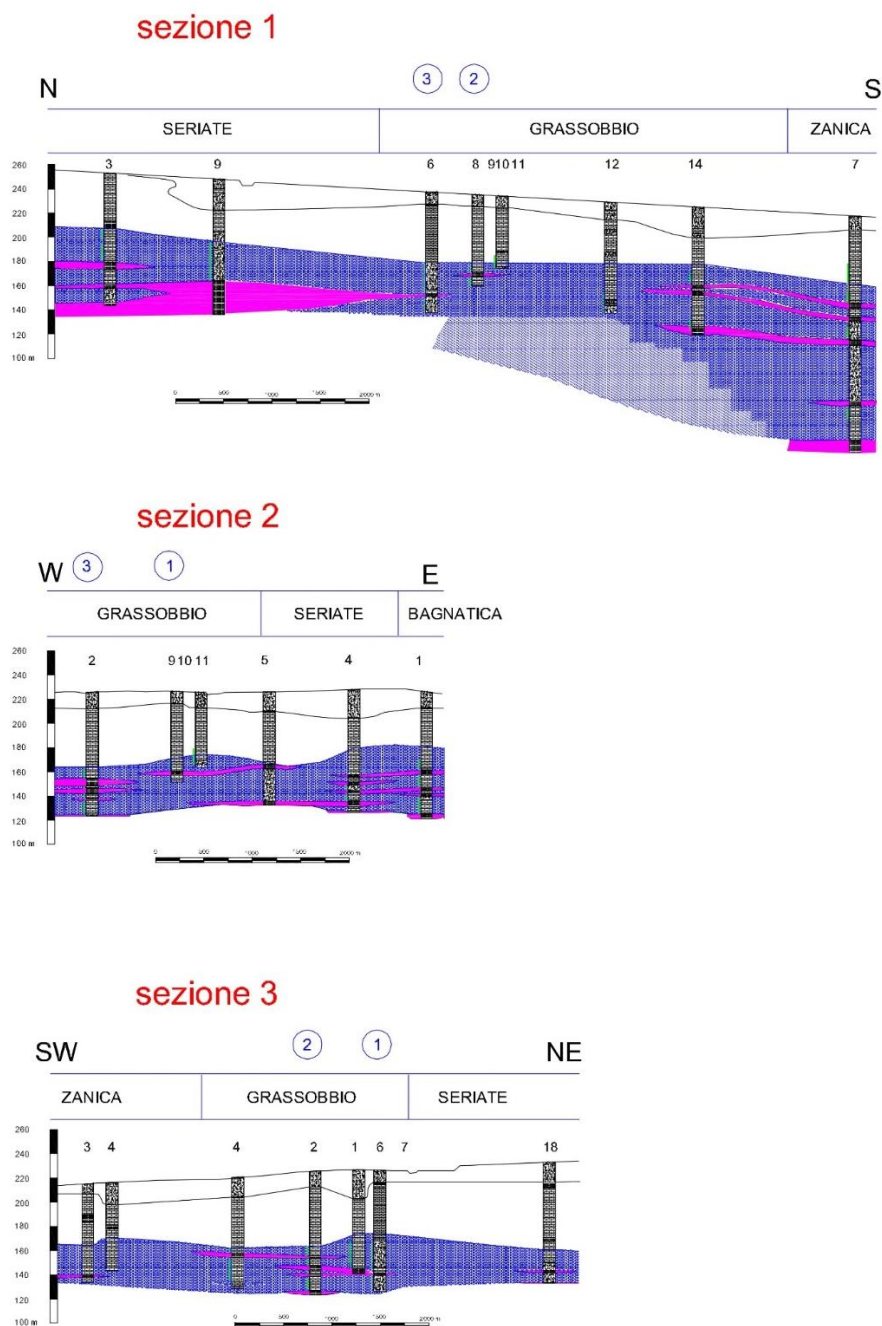


Figura 10. Sezioni idrogeologiche (v. tracce e legenda nella pagina seguente)

Legenda

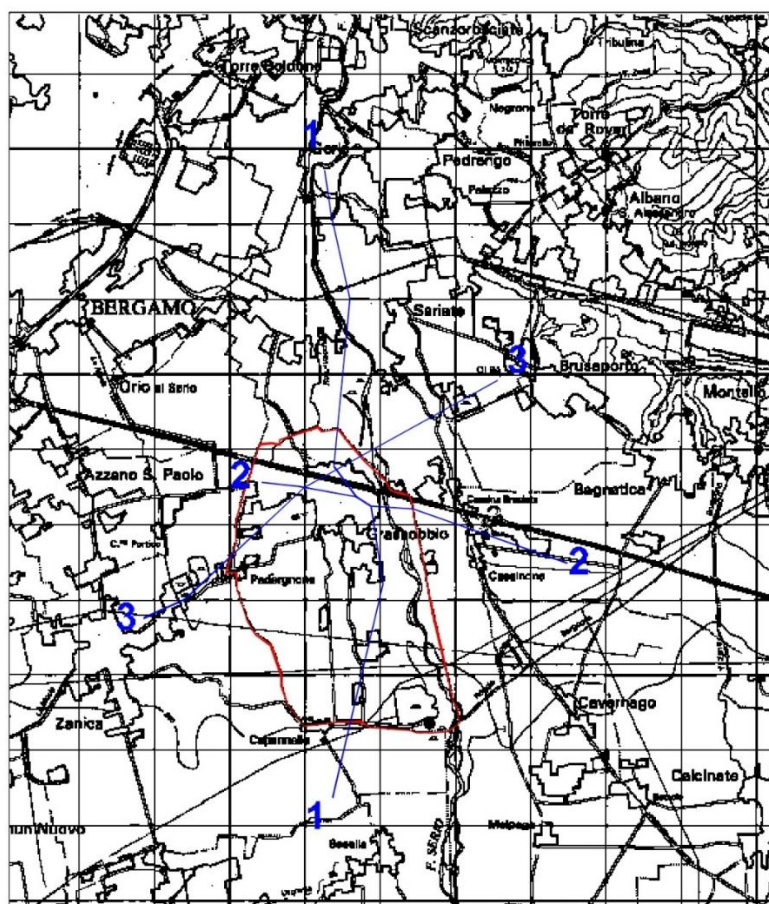


Figura 11. Ubicazione delle sezioni idrogeologiche e legenda

3.6. IL RETICOLO IDROGRAFICO

Dal punto di vista idrografico il territorio comunale di Grassobbio presenta un reticolo poco sviluppato, connesso alla presenza del fiume Serio che scorre in direzione nord-sud, lambendo il confine orientale del territorio comunale. Idrograficamente infatti non è presente una rete irrigua fittamente articolata, usuale in diversi ambiti di pianura. La roggia principale è la Morlino che, in prossimità della statale, si ripartisce in tre canali secondari che attraversano in direzione nord-sud l'intero territorio comunale. La roggia Vecchia e la roggia Morlino Nuvolo attraversano l'abitato di Grassobbio deviando poi verso ovest dove vengono convogliate le acque nella roggia Vescovada, che lambisce il confine occidentale del comune. Da quanto si evince dallo studio sul reticolo minore, redatto dal consorzio di bonifica della media pianura bergamasca e da EST s.r.l. e approvato con d.c.c. 38 del 28/09/2009, sul territorio di Grassobbio il reticolo idrico è suddiviso in Reticolo Principale e Reticolo di Bonifica, non essendo presenti corsi d'acqua ascrivibili al Reticolo Idrico Minore.

3.6.1. Reticolo principale: il F. Serio

Il territorio di Grassobbio è interessato dal reticolo idrografico principale costituito dal fiume Serio.

Num. Progr.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
BG088	Fiume Serio	Albino, Alzano Lombardo, Ardesio, Bariano, Casnigo, Cavernago, Cene, Clusone, Cologno al Serio, Colzate, Fara Olivana con Sola, Fiorano al Serio, Fornovo S. Giovanni, Gandellino, Gazzaniga, Ghisalba, Gorle, Grassobbio, Gromo, Martinengo, Morengo, Mozzanica, Nembro, Parre, Pedrengo, Piario, Ponte Nossola, Pradalunga, Ranica, Romano Di Lombardia, Scanzorosciate, Seriate, Ugnano, Valbondione, Vertova, Villa d'Ogna, Villa di Serio, Zanica	Adda	dal punto in cui passa in provincia di Cremona alle sue sorgenti ed in ciascuno dei suoi rami di origine fino a tutto lo specchio d'acqua dei laghi della Malgina di Barbellino	146

Il Fiume Serio nasce a quota 2630 m s.l.m. circa, da sorgenti poste tra il Pizzo di Coca e il Monte Torena che alimentano il Lago Superiore del Barbellino, situato a quota 2129 m s.l.m., e dopo un percorso di 124 km sfocia nel fiume Adda a Bocca Serio (CR) a quota 48 m s.l.m.. Il tratto montano è caratterizzato da un'elevata pendenza: dalle sorgenti a Ponte Nossola il Serio percorre poco più di 30 km perdendo oltre 1600 m di quota; successivamente, nel tratto pedemontano, la pendenza diventa via via più aggradata fino a raggiungere il tratto di pianura, nei pressi di Gorle. In comune di Mozzanica, a quota 96 m s.l.m., e dopo un percorso di circa 80 km il Serio attraversa il confine provinciale e termina il suo corso nella Provincia di Cremona.

Il bacino imbrifero ha una superficie di 1256 km² della quale le aree glaciali rappresentano una frazione trascurabile, essendo nel complesso meno di 1 km². Il fiume è alimentato prevalentemente dalle piogge e, in primavera, dallo scioglimento delle nevi; il regime idrologico mostra le portate massime in tarda primavera, nei mesi di maggio e giugno, e le portate minime in autunno, nei mesi di settembre e ottobre. Il regime delle portate è fortemente artificializzato dal pesante sfruttamento delle acque a fini idroelettrici nel bacino montano e irrigui in pianura, che causano l'asciutta di alcuni tratti nei periodi di magra. I principali affluenti sono: in sponda destra i torrenti Fiumenero, Valgoglio, Acqualina, Nossana, Riso, Vertova, Albina, Carso e Nese; in sponda sinistra i torrenti Bondione, Rino, Ogna, Romna, Valle Rossa e Luio.

3.6.2. Reticolo di bonifica

In Comune di Grassobbio il Reticolo Idrico di competenza del Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca è costituito dai seguenti corsi d'acqua.

Nome corso d'acqua	Tratto di competenza	Comuni attraversati	Funzione	Elenco AA.PP.
Roggia Morlino di Grassobbio	Tutto il corso	Bergamo, Seriate, Grassobbio, Zanica	Promiscua	NO
Roggia Morlino Nuolo	Tutto il corso	Grassobbio	Promiscua	NO
Roggia Vecchia di Zanica	Tutto il corso	Seriate, Grassobbio, Zanica	Promiscua	NO

Il reticolo idrografico utilizzato per la stesura della Tavola 3 "Carta dei vincoli" è stato fornito direttamente dal Consorzio di Bonifica con nota del 10/06/2025.

3.7. LA RETE FOGNARIA COMUNALE

La rete di smaltimento delle acque è gestita dalla Società Uniacque e si estende per circa 37 km. Il diametro delle condotte della rete fognaria è variabile da 16 mm a 180 mm. Essa presenta come ultimo terminale un impianto di depurazione delle acque reflue urbane situato nella zona est del territorio comunale; tale impianto risulta ad oggi in una situazione di particolare attenzione, a causa del carico notevole di acque reflue che ad esso pervengono, a causa della notevole urbanizzazione, sia residenziale che, soprattutto, industriale, a cui è stato soggetto il territorio. Tale impianto di depurazione è destinato comunque a una prossima dismissione e disattivazione, dal momento che è di prossima realizzazione il collettamento della rete fognaria di Grassobbio al depuratore consortile di Cologno al Serio, opportunamente dimensionato per un adeguato ricevimento e trattamento delle acque reflue urbane provenienti dal sistema fognario esistente.

Il Comune è dotato di "Regolamento del Servizio di fognatura e depurazione", approvato in data 27 giugno 2007. Esso disciplina l'utilizzo delle reti di fognatura nere e miste gestite da Uniacque, con esclusione di quelle cosiddette bianche e/o quelle che convogliano le acque di supero provenienti dalle suddette fognature miste. E' inoltre esclusa la gestione della caditoie delle fognature miste, in applicazione del D.M. 1 agosto 1996.

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 Grassobbio 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 dicembre del 2021 dallo Studio Ambiente e Geologia del dott. Grimaldi, in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 14 comma 1 del regolamento, quindi approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 99 del 27/12/2021.

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 della norma riporta l'elenco comune per comune con l'indicazione del livello criticità idraulica associato. Secondo l'allegato C della norma, il Comune di Grassobbio ricade in **area B a media criticità idraulica**.

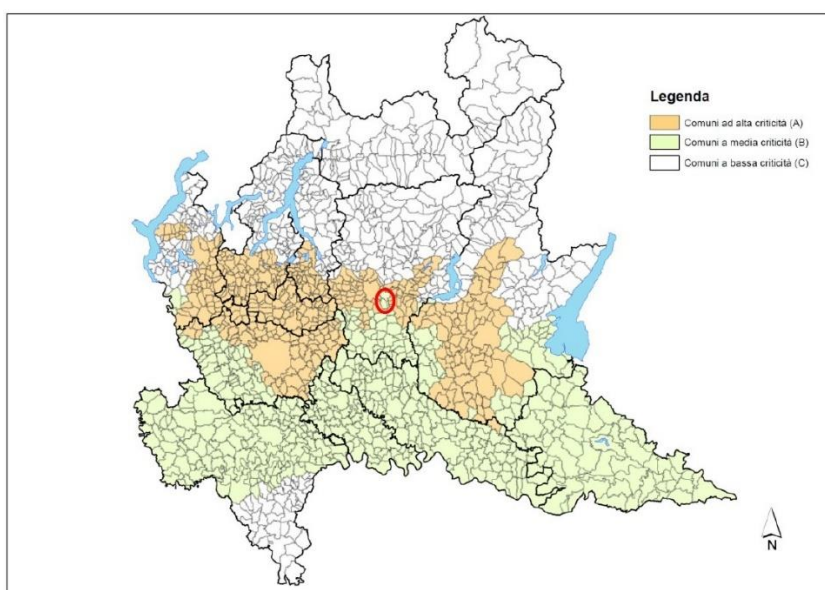


Figura 12. Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica.

Sul territorio non sono state segnalate particolari criticità nell'ambito dei sottoservizi. A livello generale si riscontrano, per la rete di smaltimento dei reflui urbani, numerose tratte non separate tra reflui bianchi e neri; il regime misto dovrebbe essere pertanto un tema di intervento da risolvere, fatta salva la complessità della rete fognaria attualmente esistente e l'attuazione delle misure previste dal R.R. 7/2017 relativamente alle modalità di smaltimento delle acque meteoriche in corpi diversi dai ricettori esistenti sul territorio.

Come detto Uniacque S.p.A., gestore del Servizio Idrico Integrato della Provincia di Bergamo, ha inoltrato all'Ufficio d'Ambito di Bergamo l'istanza corredata della relativa documentazione tecnica al fine di ottenere l'approvazione del Progetto Definitivo di realizzazione del collettore Urganò (Basella) – Grassobbio. L'opera è in corso di esecuzione e ha come obiettivo la dismissione dell'impianto di depurazione di Grassobbio e il collettamento dei reflui all'impianto di depurazione di Cologno al Serio, in grado di ricevere e trattare in modo adeguato i reflui provenienti dal Comune di Grassobbio. In particolare sono interessati dalle opere di collettamento i territori dei comuni di Grassobbio, Zanica e Urganò. L'intervento è compreso nel Programma degli Interventi 2020-2023 del Gestore Uniacque S.p.A.

3.8.4. 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 Grassobbio non si è sottratto al trend di estensione delle aree urbanizzate lombarde, ben evidenziato dal raffronto tra le due cartografie riportate nel seguito, che restituiscono una situazione di espansione generalizzata dell'edificato e dell'impermeabilizzazione della pianura.

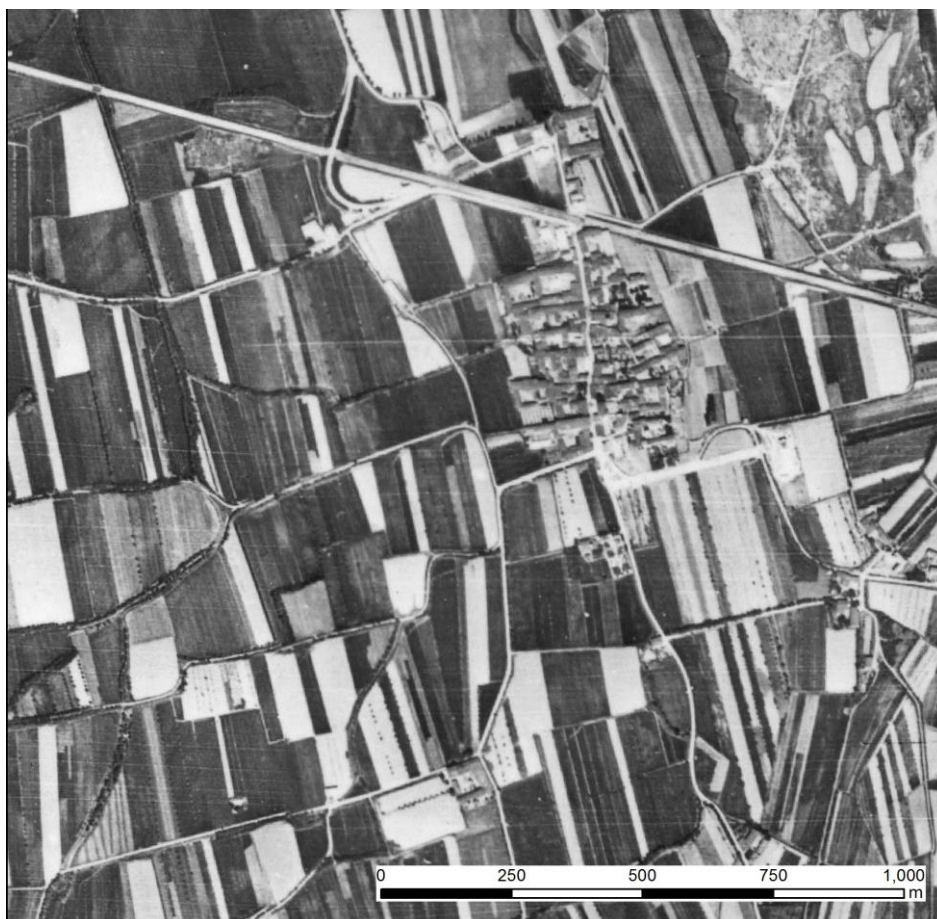


Figura 13. Immagine mosaicata delle foto Aeree Volo GAI (Gruppo Aereo Italiano), 1954-55.



Figura 14. Ortofoto 2015 AGEA (Agenzia per le erogazioni in agricoltura).

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.

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.

PARTE IV

DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA

4.1. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il Comune di Grassobbio, 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 $A_{g_{max}} = 0,127057 \text{ g}$ (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.

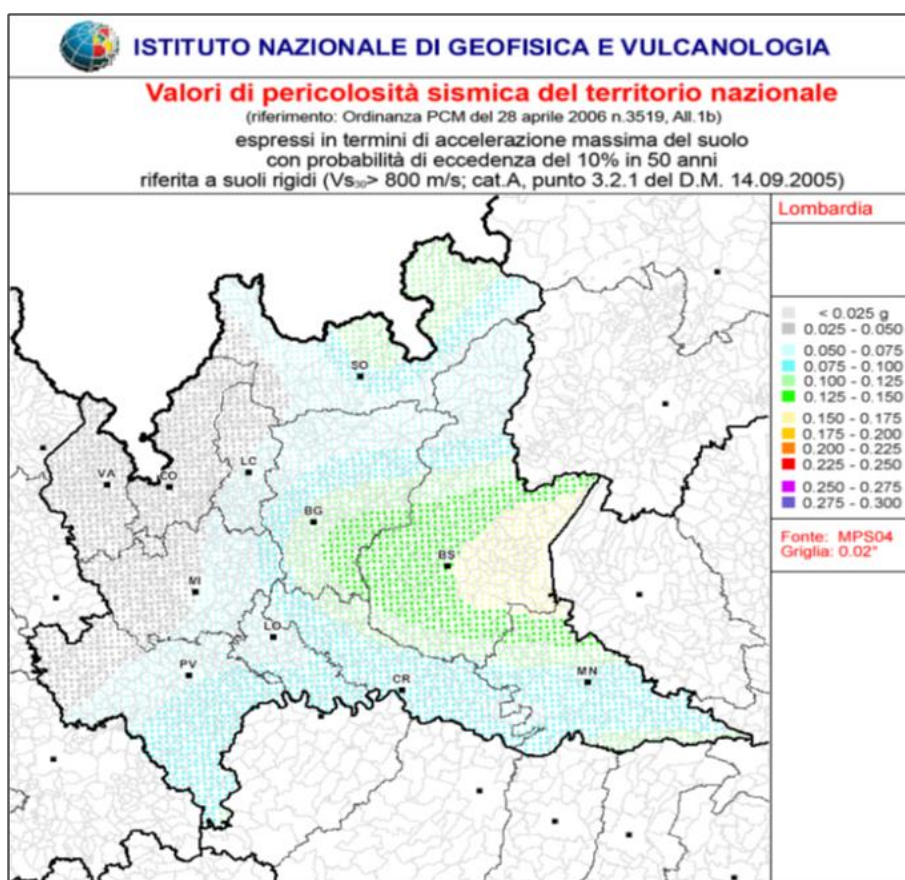


Figura 15. Carta della pericolosità sismica di base (OPCM n. 3519/2006) presa come riferimento nelle NTC.

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, la 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.

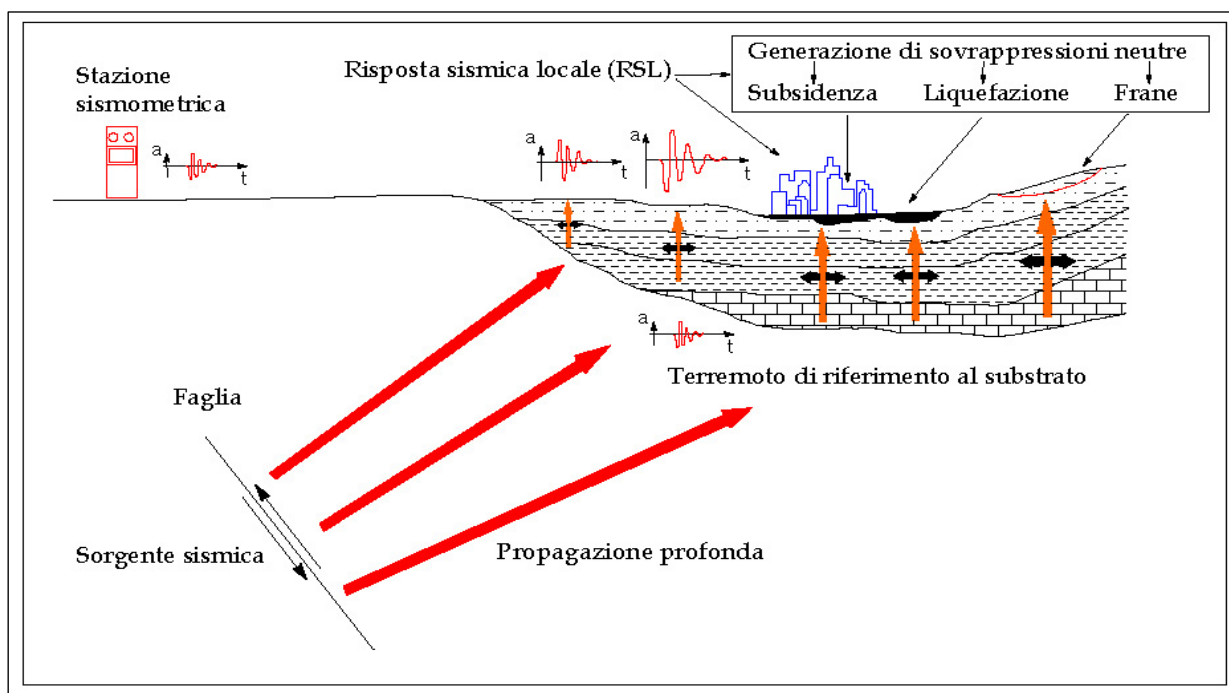


Figura 16. Propagazione di un evento sismico dalla sorgente al sito (scala distorta)

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 e 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 perimetrate 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.

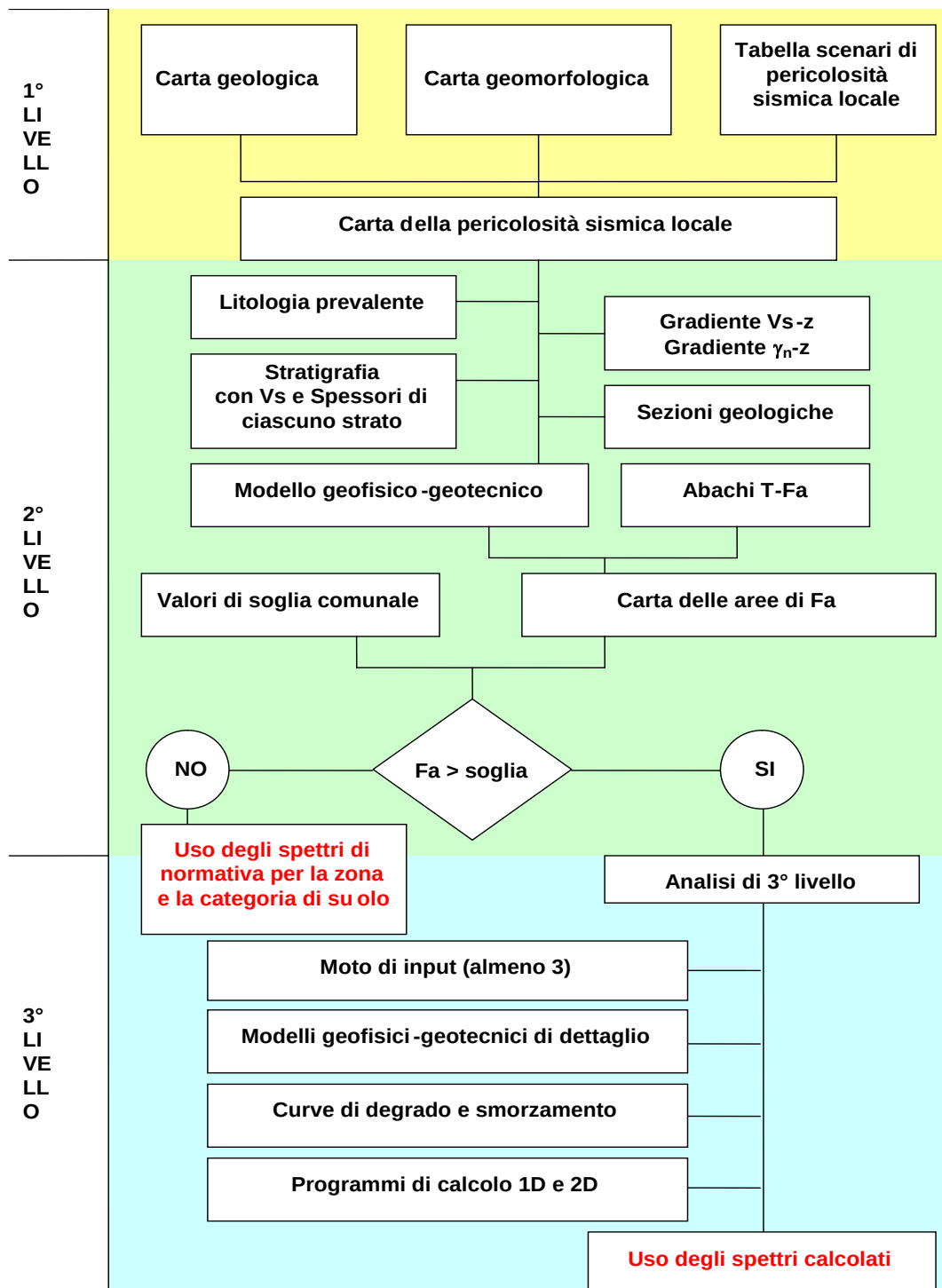
Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei 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 Grassobbio 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 Grassobbio 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.

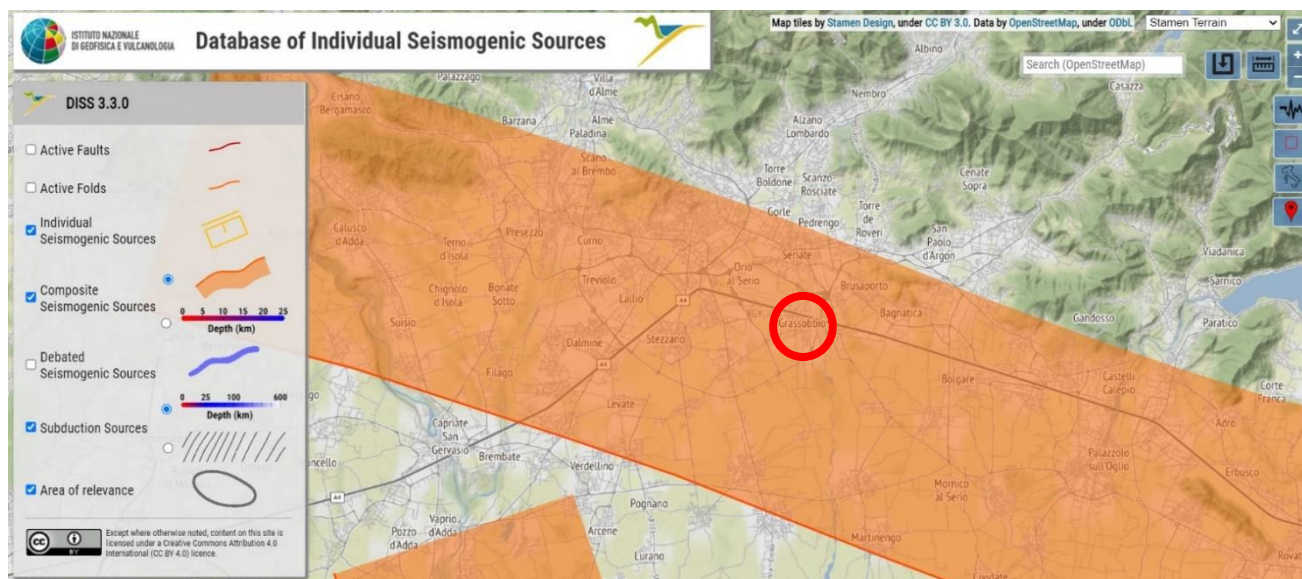


Figura 17. Principali sorgenti sismogenetiche per terremoti di magnitudo > 5.5 (Catalogo DISS versione 3.3.0. dell'INGV). In rosso il Comune di Grassobbio, in arancione la sorgente sismogenetica composita ITCS010.

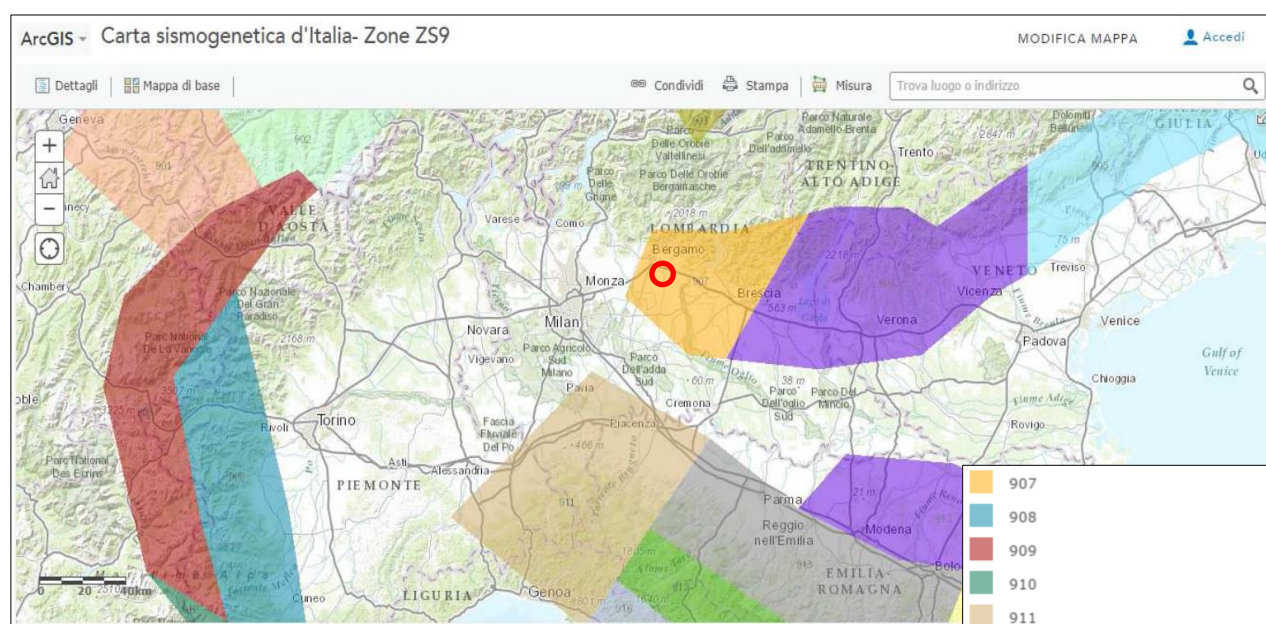


Figura 18. Carta sismogenetica ZS9 dell'INGV relativa al nord Italia

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 Grassobbio il Database Macrosismico Italiano DBMI15, versione 4.0, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), riporta i seguenti 4 eventi:

Grassobbio

PlaceID	IT_14900
Coordinate (lat, lon)	45.657, 9.723
Comune (ISTAT 2015)	Grassobbio
Provincia	Bergamo
Regione	Lombardia
Numero di eventi riportati	4



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1991	11	20	01	54	1	Grigioni, Val	468	6	4.70
3-4	1995	10	29	13	00	2	Lago d'Iseo	408	5-6	4.35
3-4	2002	11	13	10	48	0	Franciacorta	768	5	4.21
3-4	2003	04	11	09	26	5	Valle Scrivia	78	6-7	4.81

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 4.73 per un sisma a una distanza di 9,22 km.

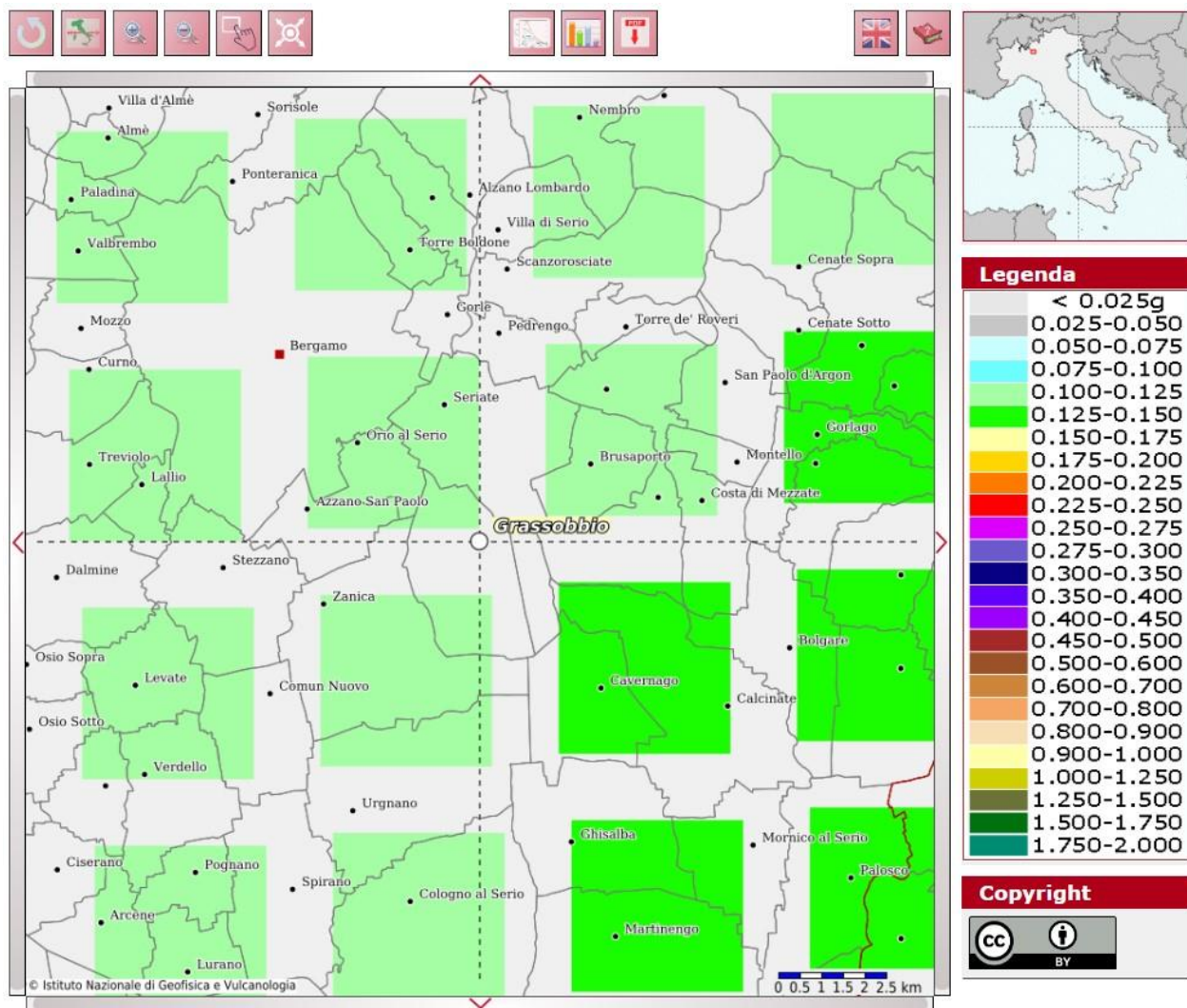
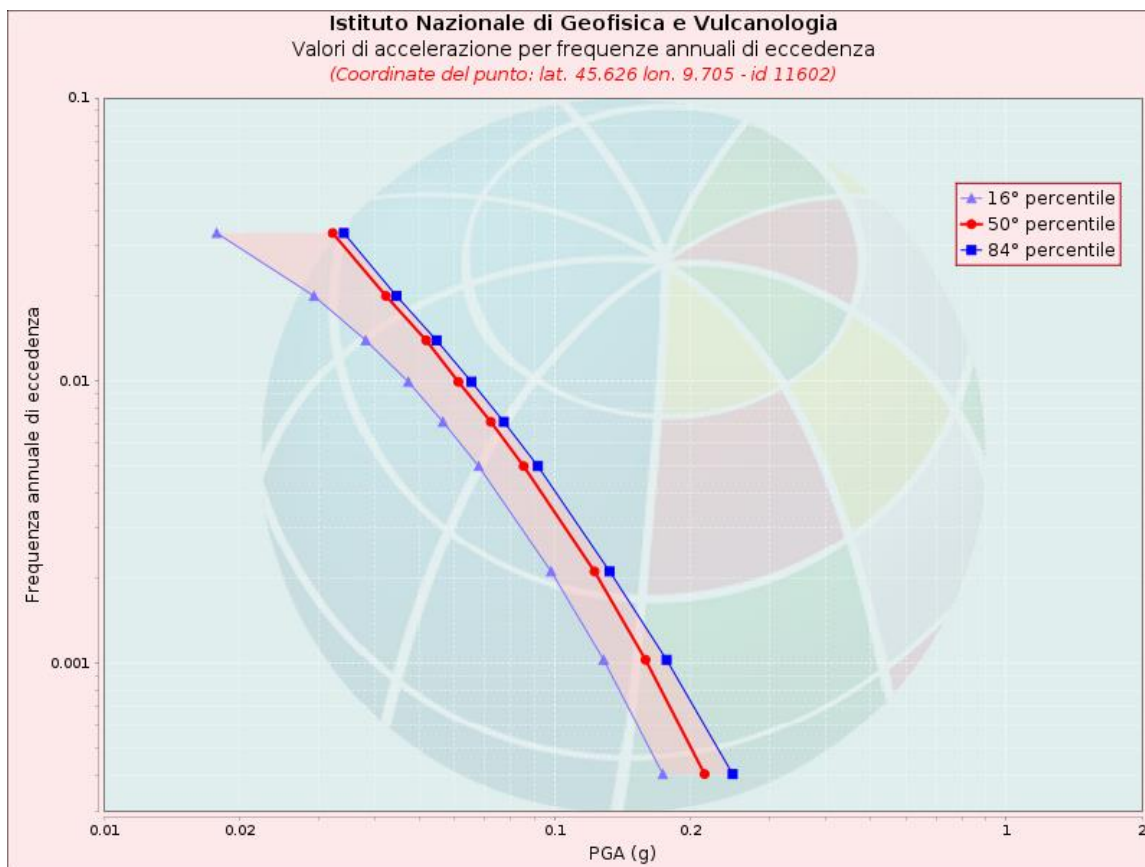
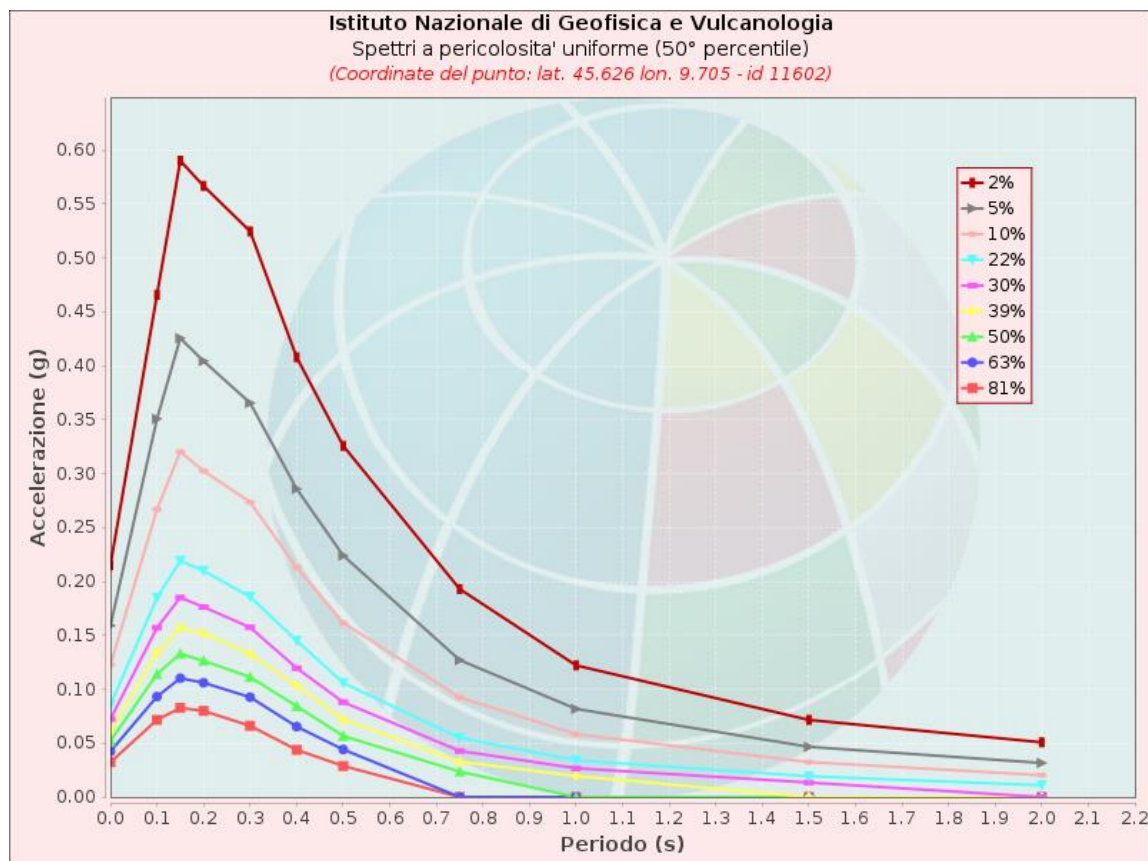


Figura 19. Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (2004). Il Comune di Grassobbio è individuato in corrispondenza del nodo della griglia di calcolo al centro della mappa.



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.174	0.215	0.248
0.0010	0.128	0.159	0.177
0.0021	0.098	0.123	0.132
0.0050	0.068	0.085	0.092
0.0071	0.057	0.072	0.077
0.0099	0.047	0.061	0.065
0.0139	0.038	0.052	0.055
0.0199	0.029	0.042	0.045
0.0332	0.018	0.032	0.034

Figura 20. 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.



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%	0.215	0.466	0.590	0.567	0.525	0.408	0.326	0.193	0.122	0.071	0.051
5%	0.159	0.351	0.425	0.404	0.365	0.286	0.224	0.127	0.082	0.047	0.032
10%	0.123	0.267	0.320	0.302	0.273	0.213	0.162	0.092	0.058	0.032	0.020
22%	0.085	0.185	0.219	0.210	0.186	0.145	0.106	0.055	0.034	0.019	0.011
30%	0.072	0.157	0.185	0.176	0.157	0.120	0.088	0.043	0.027	0.013	0.000
39%	0.061	0.134	0.157	0.152	0.133	0.103	0.072	0.033	0.020	0.000	0.000
50%	0.052	0.114	0.133	0.126	0.111	0.084	0.057	0.024	0.000	0.000	0.000
63%	0.042	0.093	0.110	0.106	0.093	0.065	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000
81%	0.032	0.072	0.083	0.080	0.066	0.044	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 21. 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.

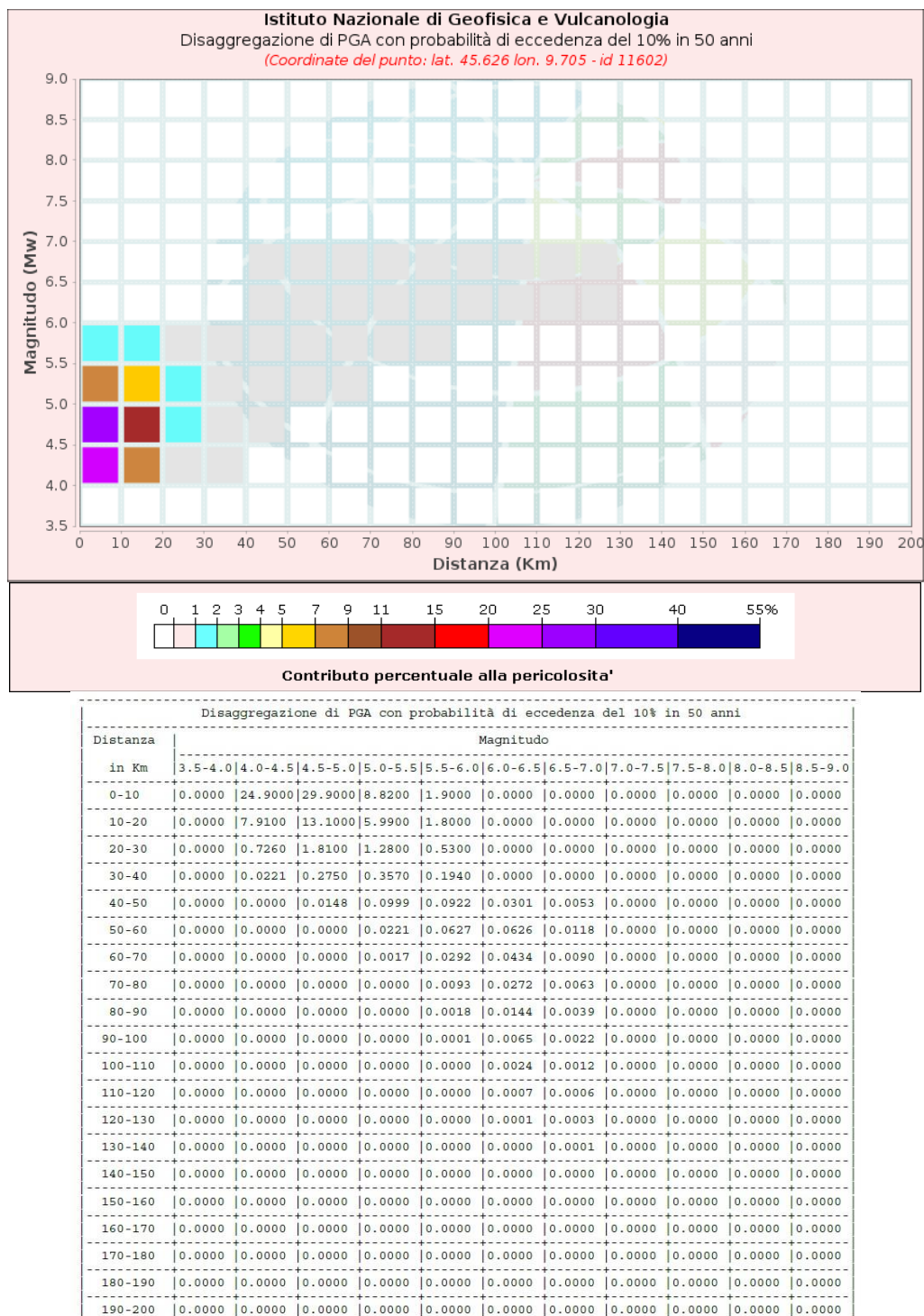


Figura 22. Grafico di disaggregazione. Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella 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 1 - 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 Grassobbio sono stati individuati i seguenti scenari di pericolosità sismica locale:

- **Z2a: Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.).** Questo scenario comprende l'Ambito Territoriale Estrattivo ATeg23 (ex polo BC7g) e la cava cessata R10116/gCE/BG – settore merceologico sabbia e ghiaia.
- **Z3a: Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.).** Ricadono in tale scenario gli orli della cava cessata R10116/gCE/BG. I possibili effetti per lo scenario Z3a sono legati a amplificazioni topografiche.
- **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. I possibili effetti per la categoria Z4a sono limitati a possibili amplificazioni litologiche e geometriche.

Nel territorio di Grassobbio non sono presenti situazioni riconducibili a movimenti franosi (Z1), creste (Z3b), 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. Nell'area interessata dallo scenario Z3a sarà da prevedere l'approfondimento sismico di 2° livello nel caso di recupero dell'area; per lo scenario Z2 si applica direttamente il 3° livello in fase progettuale.

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. 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.

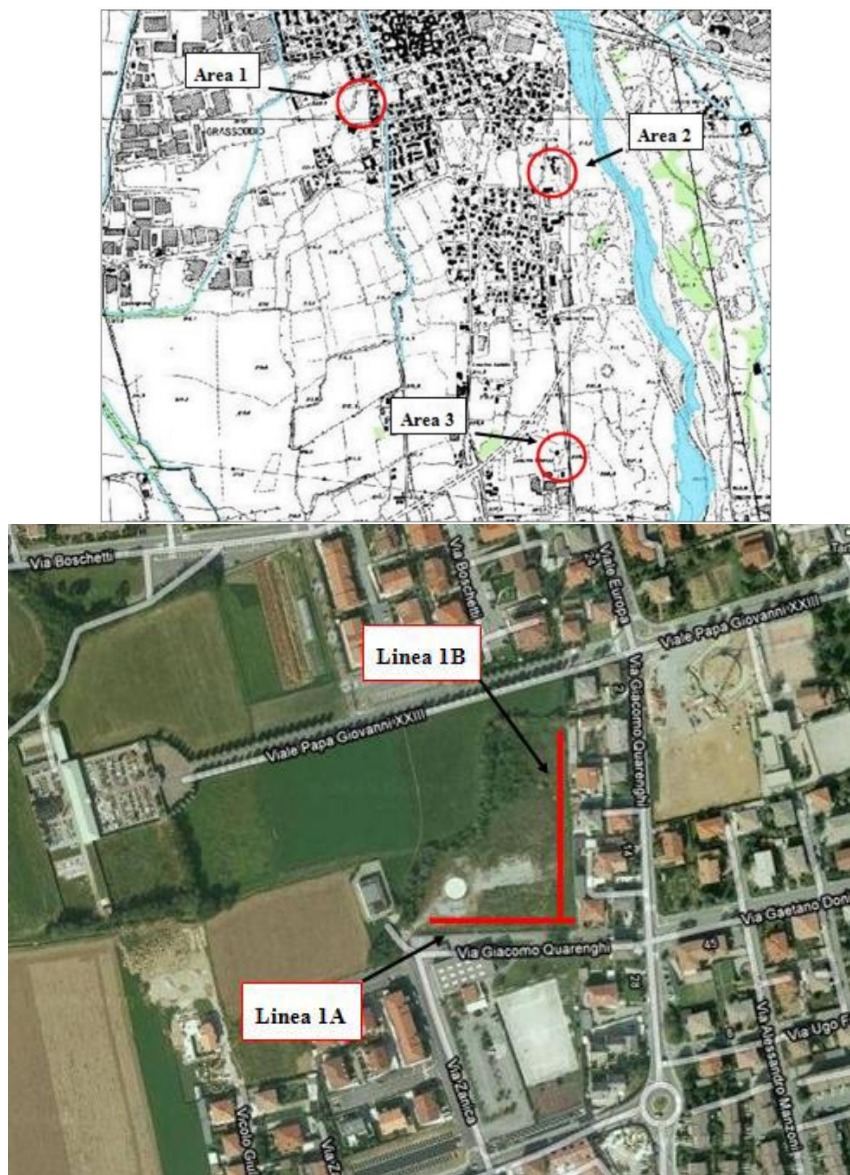
Nel caso in esame, si è proceduto alla verifica e rielaborazione delle n. 3 prove ReMi-MASW eseguite nei giorni 12-13 febbraio 2010 dal Dott. Ing. Damiano Patelli di Gaverina Terme per conto dello Studio GEA snc, nell’ambito delle attività di adeguamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (aggiornamento settembre 2011). Tale rielaborazione è stata condotta alla luce delle 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.

Di seguito si riportano l'ubicazione delle linee sismiche (v. anche *Tavola 1 - Carta della pericolosità sismica locale*, in scala 1:5.000) e i profili delle Vs ricavati dalle indagini geofisiche.



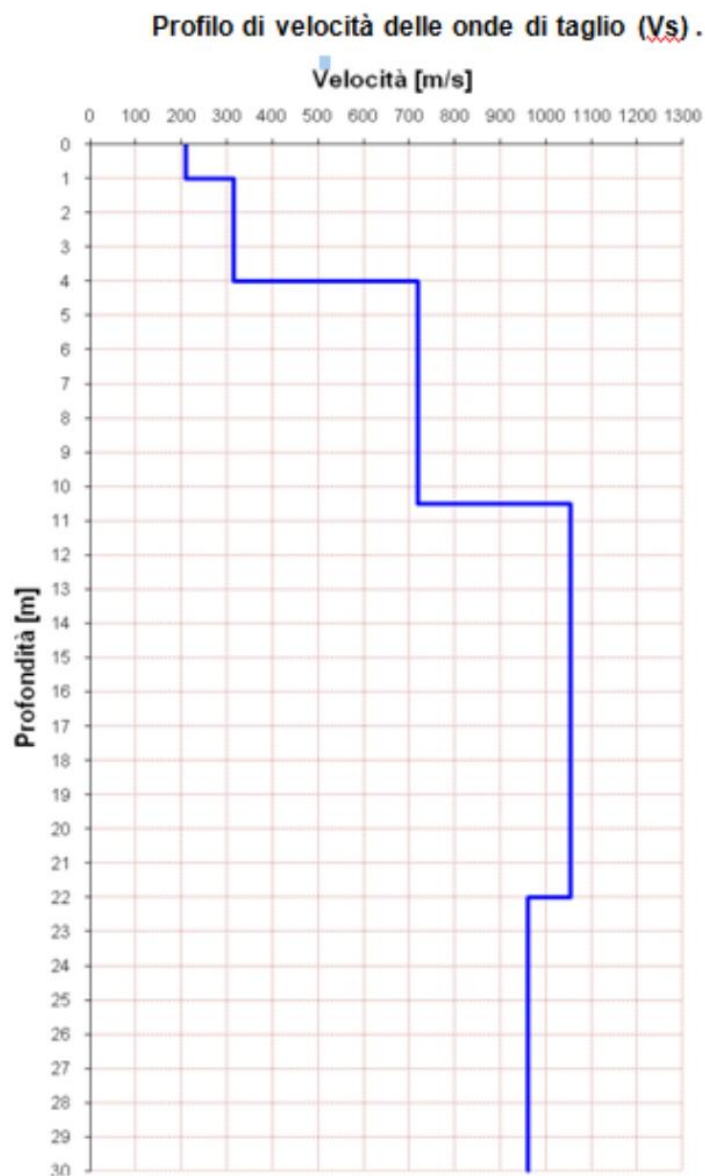


Figura 23. Area 1 – “Bocciodromo”.



Profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

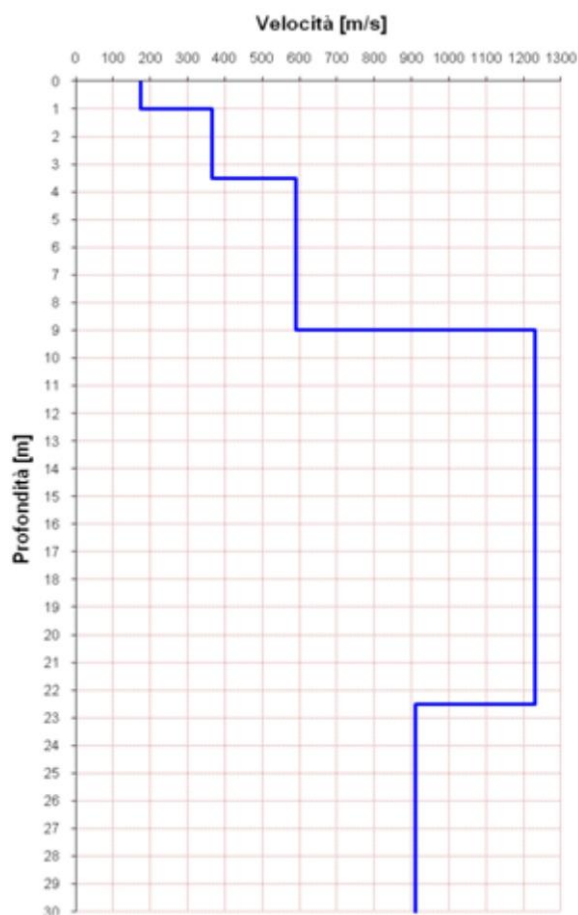


Figura 24. Area 2 – “Lungo Serio”



Profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

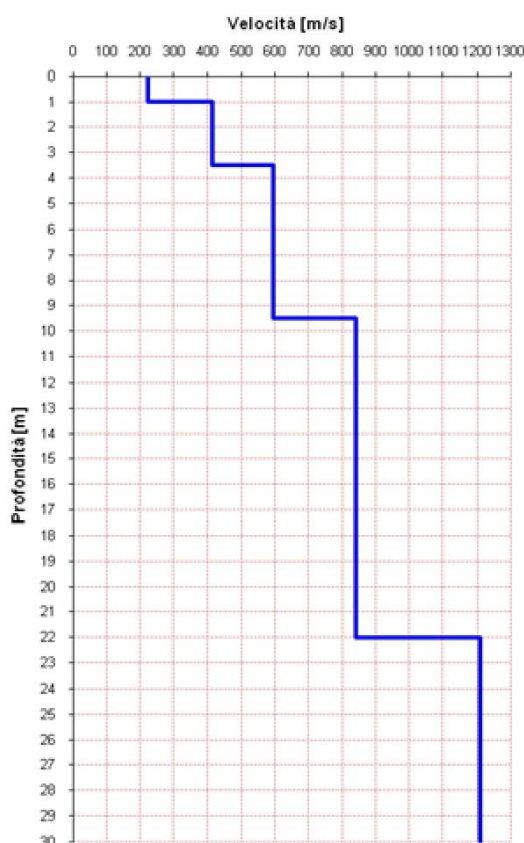


Figura 25. Area 3 – “Capannelle”

Per tutte e tre le prove i depositi hanno profondità H del “substrato” (roccia o terreno molto rigido) inferiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è stata così definita considerando le proprietà degli strati di terreno per le profondità caratterizzate da V_s inferiore a 800 m/s. L’identificazione delle categorie di sottosuolo è stata eseguita utilizzando la seguente tab. 3.2.II. delle NTC 2018.

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>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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.

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

Località	Vs,eq – [H] da p.c.	Categoria di sottosuolo
Area 1 – “Bocciodromo”	450 m/s – [10,5 m]	B
Area 2 – “Lungo Serio”	411 m/s – [9,0 m]	B
Area 3 – “Capannelle”	462 m/s – [9,5 m]	B

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.

Tabella 3. Livelli di attendibilità assegnati ai risultati ottenuti dalle analisi.

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)

Nel caso delle tre aree esaminate, si è così proceduto:

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

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

- calcolo del valore di Fa 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 Fa calcolato dalle curve di correlazione e il valore di soglia comunale (variabilità di 0,1).

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

- periodo tra 0.1-0.5 = 1.5
- 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 Fa.

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

Località	Categoria di sottosuolo	Periodo proprio di sito T	Valore regionale di soglia Fa	Valore calcolato di Fa
Area 1 – “Bocciodromo”	B	0.07	1.5	1.1
Area 2 – “Lungo Serio”	B	0.07	1.5	1.1
Area 3 – “Capannelle”	B	0.07	1.5	1.1

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
Area 1 – “Bocciodromo”	B	0.07	1.7	1.0
Area 2 – “Lungo Serio”	B	0.07	1.7	1.0
Area 3 – “Capannelle”	B	0.07	1.7	1.0

Sulla base dei risultati di cui sopra per i suoli di categoria B, sia per il periodo 0.1-0.5s che per il periodo 0.5-1.5s a seguito dell’applicazione del 2° livello si è dimostrata l’adeguatezza della normativa sismica nazionale all’interno dello scenario Z4a, pertanto non è richiesta l’attuazione di un 3° livello di approfondimento tramite indagini e analisi più approfondite, secondo le prescrizioni della norma regionale. La normativa è da considerarsi pertanto sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito, quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA

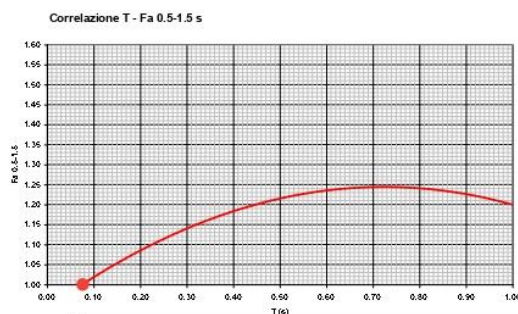
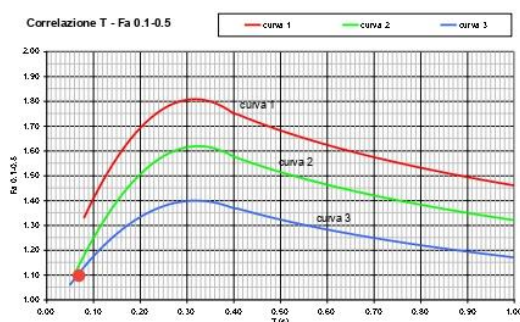
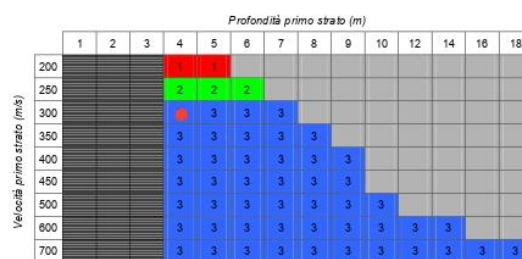
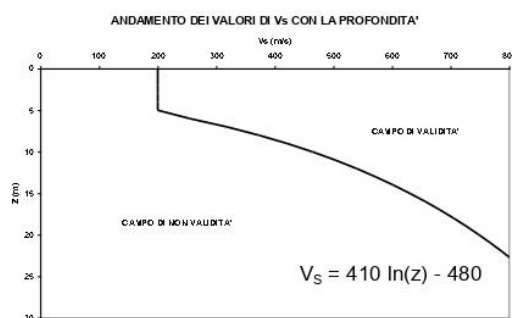
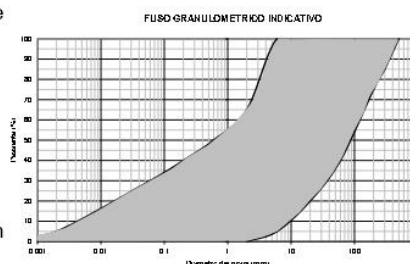
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

NOTE:

Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Frazione ghiaiosa superiore al 35%
Frequenti clasti con $D_{max} > 20$ cm
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%
Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con
frazione argillosa subordinata (fino al 5%)
Presenza di eventuali trovanti con $D > 50$ cm
Presenza di eventuali orizzonti localmente cementati



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.58T^2 + 0.84T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.3} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$Fa_{0.1-0.3} = 1.46 - 0.32 \ln T$
2	$0.06 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.3} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.3} = 1.32 - 0.28 \ln T$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.3} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$Fa_{0.1-0.3} = 1.17 - 0.22 \ln T$

Figura 26. Scheda litologia ghiaiosa area 1 – “Bocciodromo”: il valore di Vs dello strato superficiale (4,0 m) è pari a 288,75 m/s, da cui la curva caratteristica di correlazione T/Fa n. 3 blu (tratto polinomiale per il periodo 0.1-0.5).

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA

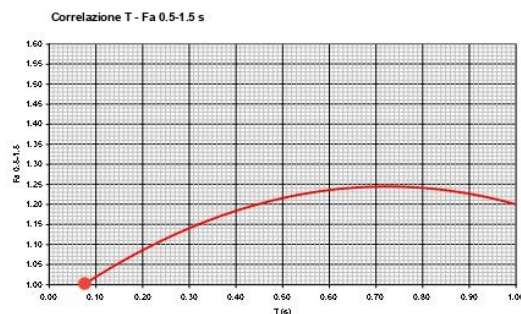
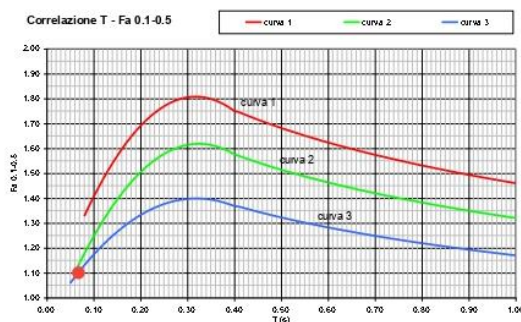
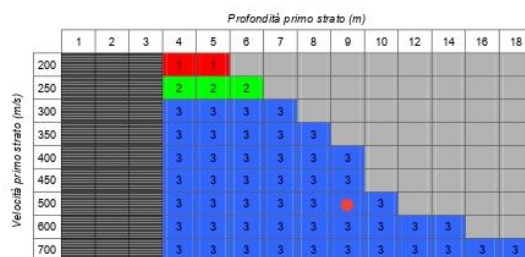
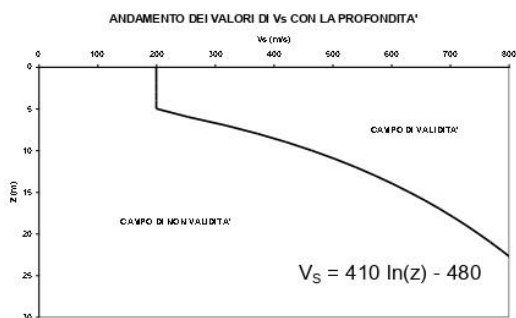
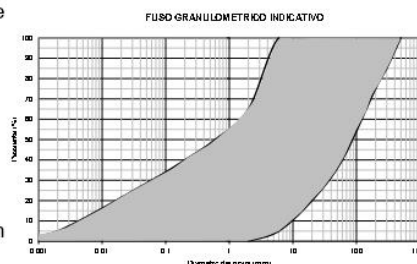
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

NOTE:

Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Frazione ghiaiosa superiore al 35%
Frequenti clasti con $D_{max} > 20$ cm
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%
Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)
Presenza di eventuali trovanti con $D > 50$ cm
Presenza di eventuali orizzonti localmente cementati



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.58T^2 + 0.84T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT$

Figura 27. Scheda litologia ghiaiosa area 2 – “Lungo Serio”: il valore di Vs dello strato superficiale (9,0 m) è pari a 481,38 m/s, da cui la curva caratteristica di correlazione T/Fa n. 3 blu (tratto polinomiale per il periodo 0.1-0.5).

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA

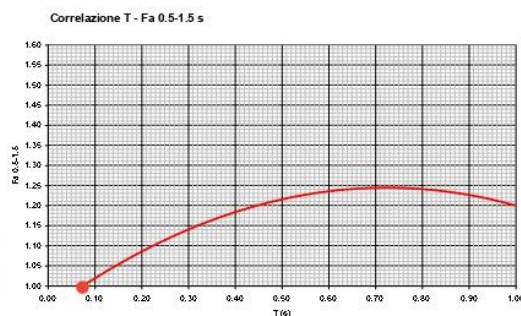
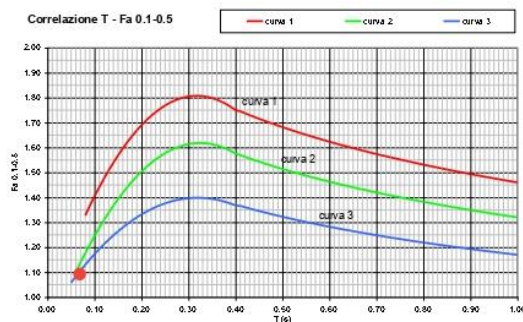
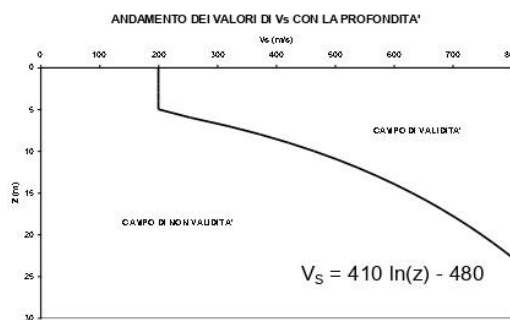
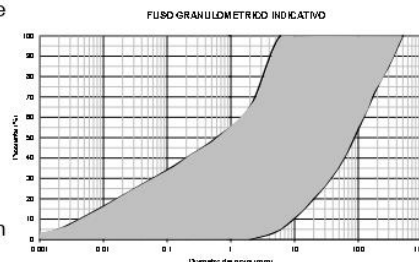
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

NOTE:

Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Frazione ghiaiosa superiore al 35%
Frequenti clasti con $D_{max} > 20$ cm
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%
Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)
Presenza di eventuali trovanti con $D > 50$ cm
Presenza di eventuali orizzonti localmente cementati



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.58T^2 + 0.84T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32\ln T$
2	$0.06 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28\ln T$
3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22\ln T$

Figura 28. Scheda litologia ghiaiosa area 3 – “Capannelle”: il valore di Vs dello strato superficiale (9,5 m) è pari a 508,68 m/s, da cui la curva caratteristica di correlazione T/Fa n. 3 blu (tratto polinomiale per il periodo 0.1-0.5).

PARTE V

CONCLUSIONI

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 3 - 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 Grassobbio, dalla presenza dei seguenti elementi:

- **Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile:**
 - Zona di tutela assoluta delle captazioni di 10 m di raggio (ai sensi D.Lgs. 258/2000 art. 5 comma 4 - D.G.R. n. 7/12693 del 10/04/2003 - D.Lgs. 152/2006 art. 94 e s.m.i.);
 - Zona di rispetto delle captazioni definita con criterio temporale isocrona 60 gg (ai sensi D.G.R. n. 6/15137 del 27/06/1996 - D.Lgs. 258/2000 art. 5 comma 5,6,7 - D.G.R. n.7/12693 del 10/04/2003 - D.Lgs. 152/2006 art. 94 e s.m.i.);
- **Vincoli di Polizia idraulica:**
 - Reticolo consortile: fasce di rispetto 5 m del Reticolo Idrico di competenza del Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca, definite come da regolamento di polizia idraulica del medesimo consorzio, scaricabile al sito <https://www.cbbg.it/>; il tracciato del reticolo è stato fornito direttamente dal Consorzio di Bonifica con nota del 10/06/2025.
 - Reticolo principale (Fiume Serio): fascia di rispetto 10 m identificata riferendosi a elementi morfologici significativi;
- **Fasce fluviali del F. Serio** (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 dal Parco Regionale del Fiume Serio, istituito con L.R. n. 70 dell'1 giugno 1985.

Nel territorio in esame 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.

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;

- ✓ pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

L'Allegato 1, punto 3 di cui alla D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693 fornisce le direttive per la disciplina delle attività (fognature, opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione, infrastrutture viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio, pratiche agricole) all'interno delle zone di rispetto.

5.2. SINTESI DEGLI ELEMENTI CONOSCITIVI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA

La **Tavola 4 – 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. Serio;
 - aree interessate da alluvioni del PGRA - Direttiva alluvioni 2007/60/CE, rev. 2022;
- Aree di condizionamento / modificazione antropica
 - cava cessata R10116/gCE/BG, Ambito Territoriale Estrattivo ATEg23 (ex polo BC7g), impianto di depurazione, Aeroporto di Orio al Serio, aree interessate da procedure di caratterizzazione e/o bonifica ambientale e/o dismesse

Non avendo una ricaduta diretta sull'attribuzione delle classi di fattibilità, nella Carta di Sintesi non sono riportate le eventuali attività soggette ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

Nella **Tavola 5 - Carta della fattibilità geologica**, redatta in scala 1:5.000, il territorio di Grassobbio 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. Tale suddivisione è stata attuata in attuazione dei criteri regionali che forniscono le linee guida per la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile (art. 57, L.R. 12/2005).

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 Grassobbio è stato diviso in tre classi di fattibilità (classe 2, 3 e classe 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 del pozzo di Viale Matteotti e delle fasce di rispetto del reticolo idrico di bonifica e del reticolo idrico principale, nonché del cimitero e del depuratore, in quanto soggette a specifica normativa. Analogamente, con riferimento all'aeroporto di Orio Al Serio, non sono state riportate fasce di rispetto, servitù e vincoli militari (L. 898/76).

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. VALUTAZIONI FINALI

La definizione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio di Grassobbio 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 Grassobbio 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 5 - 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).

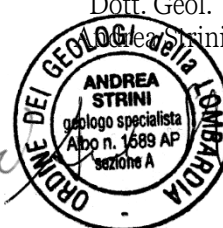
Gaggiano (MI), giugno 2025

geoSferA
Studio Associato di Geologia

Dott. Geol.
Ferruccio Tomasi



Dott. Geol.
Andrea Strini



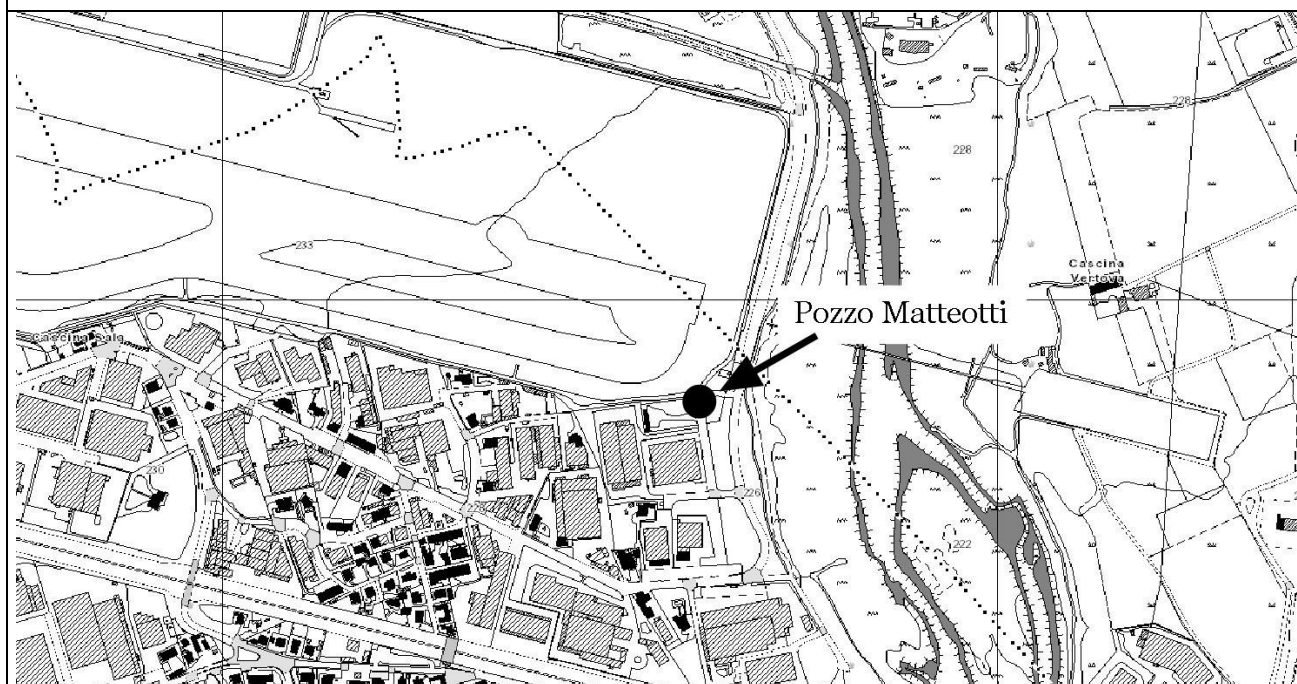
Appendice 1 Schede censimento pozzi

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DEI POZZI

1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione	20 - Pozzo Matteotti	
Località	Viale Matteotti	
Comune	GRASSOBBIO	
Provincia	BERGAMO	
Sezione CTR	C5c3	
Coordinate chilometriche UTM-WGS84	Latitudine 5056871	Longitudine 556615
Quota (m s.l.m.)	226	
Profondità (m da p.c.)	120	

UBICAZIONE POZZO



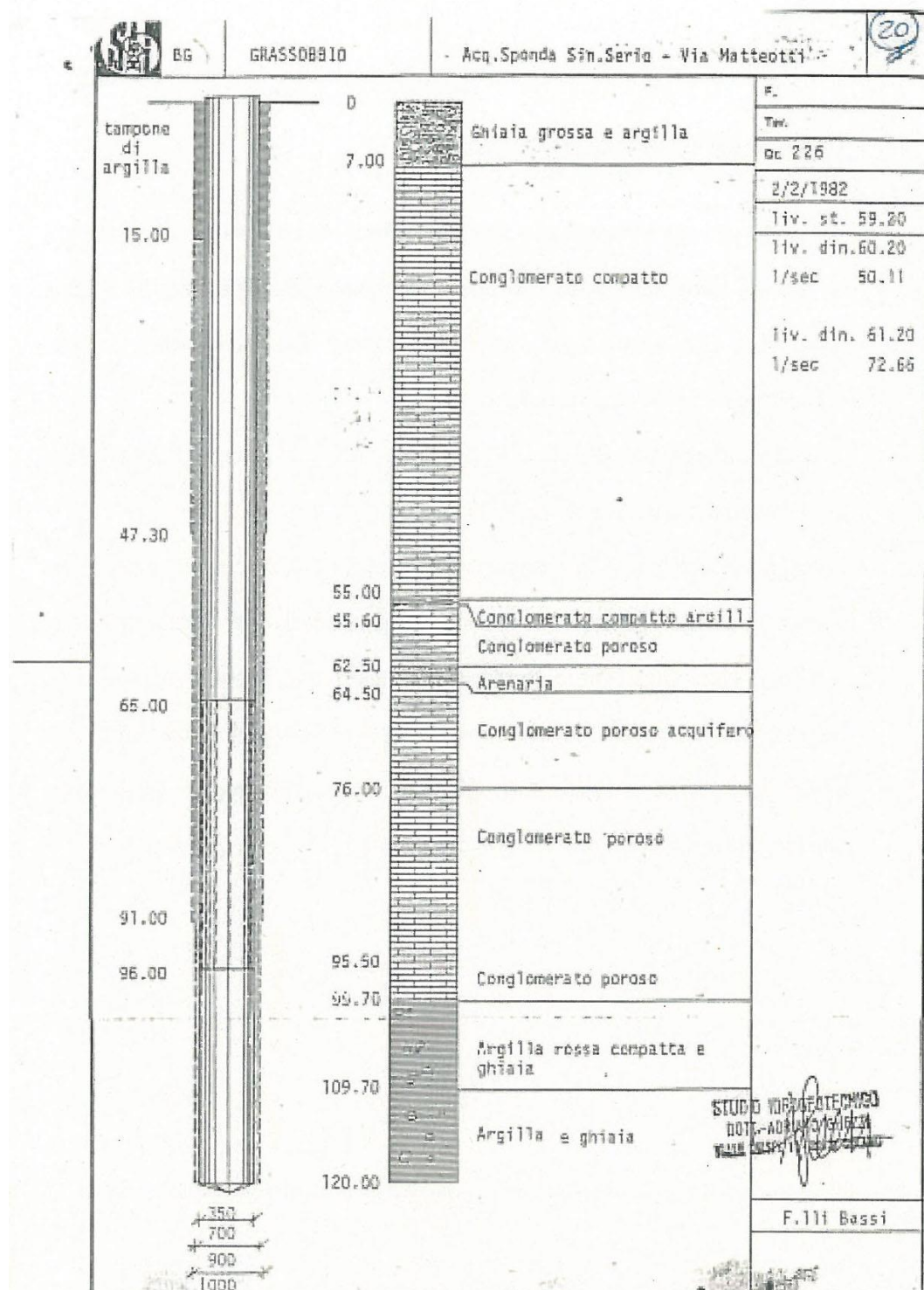
2 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	
Ditta Esecutrice	F.lli Bassi
Anno	1982
Stato	
Attivo	X
Disuso	
Cementato	
Altro	
Tipologia utilizzo	Potabile
Portata estratta (mc/a e lt/sec)	25l/s

SCHEMA DI COMPLETAMENTO						
Tubazioni						
Tubazione n.	Diametro mm	da m	a m	Filtri	da m	a m
1	350	0	120	1	65-	96
Setti impermeabili						
Tipo	da m			a m		
tampone argilla	0			15??		

3 - STRATIGRAFIA

POZZO N.20



STUDIO VORRETECHNICO S.p.A. - 20121 MILANO

CONSEG. DAL CONSORZIO IL 09/03/04

5 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

2/2/1988: livello statico 59,2 m

Q= 50,1 l/s

Q=72,66 l/s

liv. din.= 60,2

liv. din. = 61,2 m

6 - IDROCHIMICA

Rapporto di prova n° 9337 del 21/09/2022 fornito da UNIACQUE s.r.l.

Parametro	Inizio analisi	Fine analisi	U.M.	Valore	Incertezza
Colore	04/08/2022	05/08/2022	mg/l Pt/Co	0	
Odore	04/08/2022	05/08/2022	soglia diluizione	0	
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	04/08/2022	05/08/2022	unita' pH	7,5	0,2
Conducibilità elettrica a 20°C	04/08/2022	05/08/2022	µS/cm	462	88
Torbidita'	04/08/2022	05/08/2022	NTU	< 0,1	
Ammonio	04/08/2022	05/08/2022	mg/l NH4	< 0,1	
Durezza totale	05/08/2022	12/08/2022	°F	24,8	3,0
Residuo fisso (da calcolo)	05/08/2022	12/08/2022	mg/l	323	62
Alcalinita' totale (T)	04/08/2022	05/08/2022	mg/l CaCO3	200	39
Carbonio organico totale (TOC)	04/08/2022	05/08/2022	mg/l C	< 0,3	
Bromato	04/08/2022	05/08/2022	µg/l BrO3	< 3	
Bromuro	04/08/2022	05/08/2022	mg/l Br	< 0,1	
Cianuro	04/08/2022	05/08/2022	µg/l CN	< 5	
Cloruro	04/08/2022	05/08/2022	mg/l Cl	17,9	2,7
Fluoruro	04/08/2022	05/08/2022	mg/l F	< 0,05	
Fosfato	04/08/2022	05/08/2022	mg/l P2O5	< 0,5	
Nitrato	04/08/2022	05/08/2022	mg/l NO3	11,6	1,7
Nitrito	04/08/2022	05/08/2022	mg/l NO2	< 0,05	
Solfato	04/08/2022	05/08/2022	mg/l SO4	24,9	3,7
Calcio	04/08/2022	05/08/2022	mg/l Ca	75,9	7,7
Magnesio	04/08/2022	05/08/2022	mg/l Mg	14,2	2,7
Potassio	04/08/2022	05/08/2022	mg/l K	1,06	0,14
Sodio	04/08/2022	05/08/2022	mg/l Na	10,9	0,8
Berillio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Be	< 1	
Boro	04/08/2022	08/08/2022	mg/l B	0,028	0,005
Alluminio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Al	< 5	
Vanadio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l V	< 1	
Cromo Totale	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Cr	< 1	
Manganese	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Mn	< 5	
Ferro	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Fe	< 5	
Cobalto	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Co	< 1	
Nichel	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Ni	1,2	0,3
Rame	04/08/2022	08/08/2022	mg/l Cu	< 0,005	
Bario	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Ba	51,5	7,9
Zinco	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Zn	26,0	6,0
Arsenico	04/08/2022	08/08/2022	µg/l As	< 1	
Selenio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Se	< 1	
Cadmio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Cd	< 0,5	
Antimonio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Sb	< 0,5	
Mercurio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Hg	< 0,2	
Tallio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Tl	< 0,5	
Piombo	04/08/2022	08/08/2022	µg/l Pb	< 0,5	
Uranio	04/08/2022	08/08/2022	µg/l U	< 1	
Cromo Esavalente	04/08/2022	11/08/2022	µg/l Cr (VI)	< 1	
Cloroformio	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Bromodichlorometano	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Dibromoclorometano	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Bromoformio	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Trihalometani totali (da calcolo)	10/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 1	
Tricloroetilene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Tetracloroetilene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	0,50	0,13
Tetracloroetilene+tricloroetilene (da calcolo)	10/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 1	
1,1-dicloro-1-fluoroetano (Freon 141B)	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 1	
1,2-Dicloroetano	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
1,1-Dicloroetilene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	

1,2-Dicloropropano	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Cloruro di vinile	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Benzene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Etilbenzene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
m+p - Xilene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,4	
o - Xilene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Stirene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Toluene	04/08/2022	10/08/2022	µg/l	< 0,2	
Desetil-atrazina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Desetil-terbutilazina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Simazina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Atrazina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Propazina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Terbutilazina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Desisopropil-atrazina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Desetil-desisopropil-atrazina	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,05	
Prometrina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Simetrina	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,02	
Antiparassitari triazinici totali (da calcolo)	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,05	
Alachlor	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Metolachlor	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Aldrina	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,008	
alfa-BHC	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
beta-BHC	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
delta- BHC	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
gamma-BHC	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
alfa-Clordano	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
gamma-Clordano	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
4,4'-DDD	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
4,4'-DDE	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
4,4'-DDT	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
Dieldrina	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,008	
Endosulfan I	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
Endosulfan II	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
Endosulfan solfato	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
Endrina	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,008	
Endrin aldeide	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
Endrin chetone	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
Eptacoloro	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,008	
Eptacoloro epossido	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,008	
Esaclorobenzene	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
Isodrina	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
Methoxichlor	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,02	
2,6 -Diclorobenzamide	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,03	
Trifluralin	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,05	
Antiparassitari alogenati totali ricercati (da calcolo)	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,05	
Demeteon-s-metil	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Dichlorvos	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Fenclorophos	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Fenthion	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Heptenophos	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Malathion	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Parathion etile	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Parathion metile	04/08/2022	12/08/2022	µg/l	< 0,05	
Antiparassitari fosforati totali ricercati (da calcolo)	04/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,05	
Benzo (a) pirene	04/08/2022	09/08/2022	µg/l	< 0,002	
Benzo (b) fluorantene	04/08/2022	09/08/2022	µg/l	< 0,002	
Benzo (k) fluorantene	04/08/2022	09/08/2022	µg/l	< 0,002	
Benzo (g,h,i) perilene	04/08/2022	09/08/2022	µg/l	< 0,002	
Indeno (1,2,3-cd) pirene	04/08/2022	09/08/2022	µg/l	< 0,002	
Idrocarburi policiclici aromatici (da calcolo)	09/08/2022	17/08/2022	µg/l	< 0,008	
Parametro	Inizio analisi	Fine analisi	U.M.	Valore	Incertezza
Conta Batteri coliformi	04/08/2022	05/08/2022	n/100 ml	0	
Conta Escherichia coli	04/08/2022	05/08/2022	n/100 ml	0	
Ricerca e conta Enterococchi intestinali	04/08/2022	06/08/2022	n/100 ml	0	

Enterobatteri patogeni: ricerca Salmonella spp.	04/08/2022	09/08/2022	in 1000 ml	Assenti		
Enterobatteri patogeni: ricerca Shigella	04/08/2022	09/08/2022	UFC/1000 ml	Assenti		
Ricerca e conta Stafilococchi patogeni	04/08/2022	06/08/2022	UFC/250 ml	0		
Clostridium perfringens spore comprese	04/08/2022	05/08/2022	n/100 ml	0		

7 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)					
geometrico		temporale	X (60 gg)	idrogeologico	
data del provvedimento di autorizzazione					

