



## COMUNE DI CUVEGLIO

PIAZZA G. MARCONI, 1 – 21030 CUVEGLIO (VA)

### VARIANTE GENERALE AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO AGGIORNAMENTO E REVISIONE

*ai sensi della d.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011 e della d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017*



### RELAZIONE ILLUSTRATIVA

*Elaborato modificato a seguito di parere di Regione Lombardia nota prot. Z1.2021.04863  
del 24/02/2021 e deliberazione n. 51422 del 02/08/2021*

Dicembre 2021



#### **Studio Associato di Geologia**

Sede legale: via Cavour 44, 21100 Varese

Sede operativa: via F. Turati 31, 20083 Gaggiano (MI)

IL TECNICO

Dott. Geol.

Ferruccio Tomasi



## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO E ASPETTI METODOLOGICI .....</b>	<b>6</b>
<b>PRIMA PARTE .....</b>	<b>8</b>
<b>FASE DI ANALISI.....</b>	<b>8</b>
<b>3. RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA E QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO...8</b>	
3.1. Documentazione preesistente.....	8
3.2. Sistema Informativo Territoriale Regionale (Geoportale) .....	10
3.3. Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese (PTCP) .....	13
3.4. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) .....	17
3.5. Piano comunale di Gestione del Rischio Idraulico .....	21
<b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE .....</b>	<b>23</b>
<b>5. LITOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
5.1. Premessa .....	27
5.2. Successione continentale neogenico-quadernaria.....	27
5.2.1. Descrizione delle sezioni stratigrafiche .....	29
5.3. Unità del substrato roccioso.....	31
<b>6. GEOMORFOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
6.1. Caratteri generali .....	33
6.1.1. Identificazione delle classi di acclività .....	34
6.2. Dinamica geomorfologica.....	35
6.2.1. Processi legati alla dinamica di versante .....	35
6.2.2. Processi legati alle acque superficiali .....	38
6.2.3. Processi di carattere torrentizio.....	40
6.2.4. Processi legati ad insufficienza della rete fognaria .....	42
6.3. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA FRANE .....	42
6.3.1. Zonazione della pericolosità da frane: applicazione del modello SINMAP .....	42
<b>7. IDROGRAFIA.....</b>	<b>45</b>
7.1. Reticolo principale .....	45
7.1.1. Rio Boesio (24) .....	45
7.1.2. Torrente Boesio (29) .....	46
7.1.3. Torrente Marianna (9) .....	47
7.1.4. Torrente Gottardo (11) .....	47
7.2. Reticolo Minore .....	48
<b>8. IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>49</b>
8.1. Classificazione delle unità idrogeologiche.....	49
8.1.1. Complesso carbonatico intermedio.....	49
8.1.2. Complesso marnoso superiore .....	49
8.1.3. Complesso glaciale e fluvioglaciale.....	49
8.1.4. Complesso delle conoidi .....	50
8.1.5. Complesso alluvionale .....	50
8.1.6. Complesso delle torbe sommitali.....	50
8.2. Idrostruttura .....	50
8.2.1. Idrostruttura della Valcuvia .....	50

8.2.2.	<i>Idrostruttura del Monte Nudo</i> .....	50
8.2.3.	<i>Idrostruttura del Monte Martinello</i> .....	51
8.3.	<b>Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero</b> .....	51
8.3.1.	<i>Generalità</i> .....	51
8.3.2.	<i>Metodo SINTACS</i> .....	52
8.3.3.	<i>Risultati ottenuti</i> .....	53
8.4.	<b>Punti di captazione idrica</b> .....	56
8.4.1.	<i>Sorgenti</i> .....	56
8.4.2.	<i>Pozzi</i> .....	58
8.5.	<b>verifica delle disponibilità idriche locali</b> .....	58
8.5.1.	<i>Introduzione</i> .....	58
8.6.	<b>Identificazione del fabbisogno idrico</b> .....	59
8.6.1.	<i>Analisi dello stato di fatto</i> .....	59
8.6.2.	<i>Fabbisogno idrico futuro</i> .....	60
8.6.3.	<i>Risorse disponibili</i> .....	61
8.6.4.	<i>Bilancio idrico</i> .....	61
<b>9.</b>	<b>PERICOLOSITA' SISMICA</b> .....	<b>62</b>
9.1.	<i>Introduzione</i> .....	62
9.2.	<i>Analisi della sismicità del territorio</i> .....	63
9.2.1.	<i>Sismologia storica e macrosismica</i> .....	63
9.2.2.	<i>Sorgenti sismogenetiche</i> .....	65
9.3.	<i>Pericolosità sismica di base</i> .....	65
9.4.	<i>Pericolosità sismica locale</i> .....	68
9.4.1.	<i>Pericolosità sismica locale per il territorio di Cuveglio: analisi di I Livello</i> .....	70
	<b>SECONDA PARTE</b> .....	<b>72</b>
	<b>FASE DI SINTESI E VALUTAZIONE</b> .....	<b>72</b>
<b>10.</b>	<b>Aggiornamento del quadro dei dissesti PAI vigente: Carta PAI-PGRA</b> .....	<b>72</b>
10.1.	<i>Ulteriori contenuti per futuri aggiornamenti delle mappe di pericolosità e rischio alluvioni</i> .....	75
<b>11.</b>	<b>Quadro dei vincoli normativi presenti sul territorio</b> .....	<b>76</b>
11.1.	<i>Vincoli derivati dalla Pianificazione di Bacino ai sensi della Legge 183/89</i> .....	76
11.2.	<i>Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)</i> .....	78
11.2.1.	<i>Ambito territoriale: Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM)</i> .....	78
11.3.	<i>Vincoli di Polizia Idraulica</i> .....	78
11.4.	<i>Salvaguardia delle Captazioni ad Uso Idropotabile</i> .....	79
11.5.	<i>Vincoli derivanti dal PTR</i> .....	79
<b>12.</b>	<b>Sintesi delle conoscenze acquisite</b> .....	<b>80</b>
12.1.	<i>Ambiti di Pericolosità e Vulnerabilità rinvenuti sul territorio</i> .....	80
12.1.1.	<i>Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti</i> .....	80
12.1.2.	<i>Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico</i> .....	81
12.1.3.	<i>Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico</i> .....	81
12.1.4.	<i>Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche</i> .....	82
12.1.5.	<i>Altre aree</i> .....	82
	<b>TERZA PARTE</b> .....	<b>82</b>
	<b>FASE DI PROPOSTA</b> .....	<b>82</b>
<b>13.</b>	<b>Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano</b> .....	<b>82</b>

13.1.	Classe di Fattibilità Geologica 4 – Fattibilità con gravi limitazioni .....	83
13.1.1.	Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti .....	83
13.1.2.	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico .....	83
13.2.	Classe di Fattibilità Geologica 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni .....	84
13.2.1.	Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti .....	84
13.2.2.	Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico .....	84
13.2.3.	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico .....	84
13.2.4.	Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche .....	84
13.3.	Classe di Fattibilità Geologica 2 – Fattibilità con modeste limitazioni .....	85
13.3.1.	Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti .....	85
13.3.2.	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico .....	85
13.3.3.	Altre aree .....	85
<b>ALLEGATI</b>	.....	<b>86</b>
	Scheda Conoide torrente Gottardo .....	86
	Scheda Pozzo .....	86
	Scheda Sorgenti .....	86
<b>APPENDICI</b>	.....	<b>87</b>
1.	Area allagabile del torrente Valle Bignes: Valutazione di dettaglio delle condizioni di pericolosità e rischio .....	87

## 1. PREMESSA

Con Delibera di Consiglio Comunale n. 42 del 22 novembre 2010 è stato approvato il Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) di Cuveglio, entrato ufficialmente in vigore il 31 agosto 2011 con pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

Successivamente sono state approvate due varianti, l'ultima delle quali approvata con Delibera del Consiglio Comunale n. 14 del 15 marzo 2017, entrata poi ufficialmente in vigore il 26 giugno 2019 con pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

Tra i documenti tecnici di supporto al P.G.T. è presente lo studio Geologico, Idrogeologico e Sismico, redatto nel novembre 2010, conformemente ai criteri della d.g.r. n. 8/7374 del 28/05/2008, dallo Studio *Congeo* di Varese.

Nel 2011, con d.g.r. n. IX/2616, è stato emanato l'aggiornamento dei *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, [...], approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374”*.

Nello stesso anno è stato approvato lo studio, redatto dal dott. Ing. A. Bai – dott. Geol. R. Carimati – dott. Geol. G. Zaro, per l'individuazione del Reticolo Idrico Principale e Minore per i comuni facenti parte della Comunità Montana Valli del Verbano (ex Comunità Montana della Valcuvia).

Il 19 giugno 2017 con d.g.r. n. X/6738, a integrazione della d.g.r. n. IX/2616/2011, sono poi entrate in vigore le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), da cui *“le amministrazioni e gli enti pubblici, nell'ambito delle procedure di propria competenza, prendono atto dei contenuti del PGRA, in particolare delle mappature della pericolosità e del rischio, delle informazioni associate, relative alle caratteristiche dell'alluvione potenziale e della normativa vigente su tali aree, già presente nelle Norme di Attuazione del PAI così come approvato con DPCM 24 maggio 2001, introdotta da nuovo Titolo V delle N.d.A. del PAI nonché delle dette disposizioni e ne tengono conto da subito in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami”*.

Il comune di Cuveglio, come riportato nell'Allegato 2 della d.g.r. n. X/6738/2017, è infatti interessato da aree allagabili in ambito di reticolo secondario collinare e montano (RSCM).

Ulteriori integrazioni alla d.g.r. n. IX/2616/2011 sono state emanate il 10 maggio 2021 con d.g.r. n. XI/4685, con cui è stato aggiornato l'Allegato 1 che riporta l'elenco degli studi e dati geografici di riferimento per la redazione e aggiornamento della componente geologica del P.G.T.

Il territorio di Cuveglio è interessato dalla previsione di un'area di laminazione delle piene del torrente Boesio, inserita nel Piano Territoriale Regionale (PTR) come infrastruttura per la difesa del suolo (elaborato SO1-obiettivi prioritari di interesse regionale e sovregionale). Tale previsione ha come progetto di riferimento il progetto preliminare del febbraio 2016 redatto dalla Comunità Montana Valli del Verbano. Il PTR associa a tale previsione un vincolo conformativo sul territorio, che è quindi stato recepito nella Carta dei Vincoli Geologici del presente aggiornamento e revisione allo studio geologico comunale.

Pertanto è sorta la necessità, avviato il procedimento di nuova variante generale al Piano di Governo del Territorio (PGT2020), di predisporre un aggiornamento e revisione al vigente studio relativo alla Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica.

Aggiornamento che da un lato riguarda il recepimento dei vincoli di polizia idraulica e delle disposizioni di attuazione del PGRA, proponendo aggiornamenti al quadro dei dissesti PAI; dall'altro

revisiona tutti gli elaborati cartografici, adeguandoli alla nuova base topografica regionale (Data Base Topografico), nonché conformemente alla d.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011, anche in considerazione di nuove conoscenze geologiche e di specifico rilevamento geologico di terreno.

In sintesi, nel presente documento, vengono aggiornati e integrati, rispetto allo studio geologico precedente, i seguenti ambiti:

- Relazione illustrativa: in cui sono descritte tutte le nuove informazioni di base utilizzate per lo studio e per la redazione della cartografia di analisi, sintesi e di proposta. Sono comunque in parte ripresi i contenuti (riportati con *testo in corsivo*) del precedente studio geologico del novembre 2010 ritenuti ancora validi.
- Revisione e adeguamento, alla nuova base topografica, degli elaborati cartografici di analisi;
- Predisposizione di una nuova analisi della pericolosità potenziale da frane (ai sensi dell'art. 82 delle Nda del PTCP di Varese) con metodo SINMAP;
- Revisione della Carta di Pericolosità Sismica Locale;
- Predisposizione della Carta PAI-PGRA, in cui viene proposto un aggiornamento/modifica del quadro del dissesto PAI-PGRA, in relazione ad eventi di dissesto verificatesi successivamente al 2010 e sulla base di un atteso rilevamento geologico di terreno;
- Aggiornamento della Carta dei Vincoli geologici;
- Aggiornamento e revisione della Carta di Sintesi;
- Aggiornamento della Carta di Fattibilità Geologica per le azioni di Piano;
- Revisione delle Norme Geologiche di Piano.

A seguito di osservazioni espresse dalla Struttura regionale di pianificazione dell'assetto idrogeologico, reticoli e demanio idrico (nota prot. n. Z1.2021.04863 del 24/02/2021), è stata eseguita una valutazione di dettaglio delle condizioni di Pericolosità e Rischio per quelle zone inserite nella classe di Rischio R4 (rif. Mappe del Rischio da PGRA), che nello specifico consistono in un'area compresa nella fascia allagabile del rio Boesio ubicata in località Molino Galli.

I risultati ottenuti con tale valutazione hanno portato a dover modificare alcuni elaborati cartografici adottati con D.C.C. n. 13 del 16/03/2021.

I dettagli dell'approfondimento sono compiutamente descritti in Appendice 1.

## 2. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO E ASPETTI METODOLOGICI

L'aggiornamento dello studio Geologico, Idrogeologico e Sismico vigente, fa riferimento a quanto indicato nella d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 – “Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 [..]”.

Pertanto il presente studio risulta così articolato:

- Relazione illustrativa;
- Norme geologiche di piano;
- Elaborati cartografici

Relativamente al processo di acquisizione, elaborazione e restituzione dei dati questo si fonda su fasi di lavoro fra loro concatenate ed in logica successione:

1) **Fase di analisi**, che comprende a sua volta:

- Ricerca storica e bibliografica, cartografia di inquadramento. I contenuti di carattere geologico, geomorfologico e idrogeologico individuati nel precedente studio geologico, sono stati in parte aggiornati/revisionati sulla base di nuove conoscenze nonché da quanto emerso da uno specifico rilevamento geologico del territorio. Gli elementi cartografati sono stati adeguati alla nuova base topografica regionale (DBT).
- Studi di dettaglio. La proposta di aggiornamento del quadro del dissesto PAI, come meglio descritto nei capitoli seguenti, si è basata, oltre che da informazioni in capo all'Amministrazione comunale, su dettagliate osservazioni geomorfologiche in sito, con supporto di un'elaborazione digitale del terreno.  
Per poter compiutamente recepire il PGRA nello Strumento Urbanistico è stata anche eseguita una valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio locali per un'area compresa nella fascia allagabile del rio Boesio, ubicata in località Molino Galli, per la quale il PGRA identifica un Rischio R4.  
Tra gli studi di dettaglio si inserisce anche lo studio comunale di gestione del rischio idraulico, redatto da Protea Ingegneria Associati ai sensi del r.r. 23.11.2017 n. 7 e s.m.i – art. 14 c.7. Di questo lavoro sono state recepite le delimitazioni delle aree di allagamento per insufficienza della rete fognaria, mappandole nella carta della dinamica geomorfologica, dei vincoli e nella carta PAI-PGRA.
- Analisi della pericolosità sismica. È stata ridefinita l'analisi di I Livello della Pericolosità Sismica Locale, in adeguamento alla modifica degli elementi di analisi.
- Aggiornamento dello studio di approfondimento relativo alla pericolosità potenziale da frane.

2) **Fase di sintesi e valutazione**: questa fase è definita tramite:

- Vincoli: sono individuate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico. In particolare viene aggiornato il quadro dei vincoli geologici esistente:
  - Recepimento delle fasce di rispetto e attenzione del Reticolo Idrico Minore e Principale.
  - Recepimento della proposta di modifica del quadro del dissesto PAI e delle specifiche aree di pericolosità derivate dalle mappe del PGRA.
  - Riposizionamento delle fonti di approvvigionamento idrico potabile, in particolar modo delle sorgenti, e di conseguenza delle relative fasce di protezione.
  - Recepimento dell'area di laminazione del torrente Boesio, ricadente in territorio comunale, come individuata nel progetto preliminare “Interventi di laminazione e regimazione

idraulica torrente Boesio in territorio interno alla Comunità Montana delle Valli del Verbano”, febbraio 2016.

- Sintesi: consiste essenzialmente in una valutazione incrociata di tutti gli elementi emersi nella precedente fase di analisi, in cui vengono rappresentate aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geologica e della vulnerabilità idrogeologica del territorio comunale.

**3) Fase di proposta:** definita attraverso la redazione di:

- Carta PAI-PGRA: in riferimento alla d.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738 viene redatta la carta PAI-PGRA, in cui viene proposto un aggiornamento e integrazione al quadro del dissesto vigente. In tale elaborato sono state anche delimitate le aree soggette ad allagamento per insufficienza della rete fognaria, come individuate nello studio comunale di gestione del rischio idraulico.
- Fattibilità geologica: viene proposto un aggiornamento della carta di fattibilità geologica.
- Aggiornamento delle Norme Geologiche di Piano.

Gli elaborati cartografici, allegati alla presente relazione illustrativa, sono stati redatti utilizzando come base topografica il Data Base Topografico messo a disposizione dalla Comunità Montana Valli del Verbano, con sistema di coordinate UTM-WGS84. In particolare sono stati aggiornati i seguenti elaborati cartografici (indicati con “\*”), che andranno a sostituire le rispettive tavole allegate al vigente studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica:

- Tavola 1\* Carta geologica (scala 1:5.000), a sostituzione della *Tav. n. 1 Carta della dinamica geomorfologica con elementi di litologia, nov. 2010*;
- Tavola 2\* Carta della dinamica geomorfologica (scala 1:5.000), a sostituzione della *Tav. n. 3 Carta della pericolosità da frane, nov. 2010*;
- Tavola 3\* Carta Idrogeologica e del reticolo idrografico (scala 1:5.000), a sostituzione della *Tav. n. 2 Carta Idrogeologica, nov. 2010*;
- Tavola 4\* Carta della pericolosità sismica locale (scala 1:5.000), a sostituzione della *Tav. n. 4 Carta della Pericolosità Sismica Locale, nov. 2010*;
- Tavola 5 Carta PAI-PGRA (scala 1:5.000), di nuova redazione, quale proposta di aggiornamento PAI e PGRA;
- Tavola 6\* Carta dei vincoli geologici (scala 1:5.000), a sostituzione della *Tav. n. 5 Carta dei vincoli, nov. 2010*;
- Tavola 7\* Carta di sintesi (scala 1:5.000), a sostituzione della *Tav. n. 6 Carta di sintesi, nov. 2010*;
- Tavola 8\* Carta di Fattibilità geologica (scala 1:5.000), a sostituzione della *Tav. n. 7 Carta della Fattibilità geologica, nov. 2010*;
- Tavola 9\* Carta di Fattibilità geologica con elementi di Pericolosità Sismica Locale (scala 1:5.000), a sostituzione della *Tav. n. 8 Carta della Fattibilità geologica con elementi di pericolosità sismica locale, nov. 2010*;

Si ricorda sempre che trattandosi di un lavoro che ha lo scopo di delineare le caratteristiche e gli effetti della componente geologica sulla pianificazione comunale, tutti gli elementi raccolti nelle fasi descritte hanno questa specifica vocazione. Pertanto gli elaborati descrittivi e cartografici hanno puramente una funzione di supporto alla pianificazione urbanistica e territoriale e non possono essere considerati come esaustivi di problematiche geologico – tecniche sito specifiche. In particolare, le informazioni o i dati deducibili dalla cartografia allegata al presente documento non possono venire utilizzati per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 17 gennaio 2018 – “Aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni”.



## PRIMA PARTE

### FASE DI ANALISI

#### **3. RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA E QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO**

Al fine della conoscenza e dell'inquadramento generale del territorio di Cuveglio, la ricerca di informazioni bibliografiche si è basata sulla raccolta della documentazione esistente (già in parte utilizzata per la redazione dello studio del novembre 2010 a cura dello studio Congeo) presso:

- archivio comunale;
- informazioni raccolte durante i rilievi di campo;
- documentazione tecnica di carattere generale disponibile, riguardante gli aspetti geologici, idrogeologici, geotecnici ed idraulici del territorio.

La ricerca si è basata anche sulla consultazione on line del geoPortale regionale e sull'analisi e il confronto con la seguente documentazione relativa agli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale su scala sovracomunale:

- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale-Provincia di Varese;
- Determinazione del Reticolo Idrico Minore – Comunità Montana Valli del Verbano;
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

##### **3.1. DOCUMENTAZIONE PREESISTENTE**

Nella fase di analisi è stata effettuata una ricerca bibliografica ed una raccolta della documentazione tecnica di carattere generale disponibile, riguardante gli aspetti geologici, idrogeologici, geotecnici ed idraulici del territorio di Cuveglio e di seguito elencata.

- NANGERONI G. (1932): Carta geologico-geognostica della Provincia di Varese. Regio Istituto Tecnico;
- NANGERONI G. (1965): I terreni pleistocenici nell'anfiteatro morenico del Verbano e del territorio varesino - Estr. Atti Reg. Accad. Sc., TIspira;
- AMEDEO P., BERRA M., PIAZZA R. et al. (1978): Il fenomeno carsico e l'idrologia ipogea del complesso M. San Martino-M. Colonna-M. Rossel (Valcuvia-VA). Ed. Centro Studio per il Carsismo e la Tutela dell'Ambiente, Cuveglio (VA);
- BIGIOGGERO B., CASATI P., COLOMBO A. (1981): Carta tettonica delle Alpi Meridionali (alla scala 1:200.000). Foglio 31-Varese. Castellarin A. (a cura di). Pubblicazione n. 441, Progetto Finalizzato Geodinamica (S.P.5), C.N.R.;
- SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (1990): Guide Geologiche Regionali "Alpi e Prealpi Lombarde" (Be Ma Editrice);
- DA ROLD Ornella (1990): L'apparato glaciale del Lago Maggiore, settore orientale. - Tesi di dottorato di ricerca, Dip. Scienze della Terra, Università di Milano;
- CIVITA M. (1990): Legenda unificata per la carta della vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei/Unified legend for the aquifer pollution vulnerability maps. Pitagora Edit., Bologna, 13 p.;
- CIVITA M. (1991): La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. - Atti 1° Convegno Nazionale "Protezione e gestione delle acque sotterranee: Metodologie, Tecnologie ed Obiettivi". Marano s.P., 3, 39-86;

- BARBIERI L. (1992): Rilevamento del quaternario della parte meridionale della Valcuvia (Varese). Tesi di laurea inedita – Università degli Studi di Milano (A.A. 1991/1992);
- CIVITA M., DE REGIBUS C., MARINI P. (1992): Metodologie di comparazione e comparazione di metodologie per la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. - I Convegno nazionale dei giovani ricercatori di geologia applicata. Gargnano (BS), 22-23 ottobre 1991. Supplemento n.93 di Ricerca scientifica ed educazione permanente;
- BINI A. et al. (1996): La massima estensione dei ghiacciai (MEG) nel territorio compreso tra il Lago di Como, il Lago Maggiore e le rispettive zone di anfiteatro. Geologia Insubrica, vol. I, Lugano;
- AMEDEO P., SIRONI E. (1998): Il fenomeno carsico del Monte Martinello (Valcuvia-Va). Atti del Centro Studi per il Carsismo e la Tutel Ambientale, vol. IV;
- REGIONE LOMBARDIA TERRITORIO, RISCHI IDROGEOLOGICI (2002): Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia;
- REGIONE LOMBARDIA, Direzione Generale Servizi di Pubblica Utilità, Unità Organizzativa Risorse Idriche (2006): Programma di Tutela e Uso delle Acque;
- AUTORITÀ AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE (A.A.T.O.) - PROVINCIA DI VARESE (2007): Studio Idrogeologico ed idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili (AA.VV.);
- GIBELLI M.V., ANSELMO V. (2009): Interventi di laminazione piene e regimazione idraulica del torrente Boesio nei comuni di Cittiglio e Laveno Mombello (VA) Piano Integrativo al 1° piano strategico nazionale per la mitigazione del rischio idrogeologico (annualità 2006), d.g.r. n. VIII/3591 del 22/11/2006 – STUDIO DI FATTIBILITÀ IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA.
- BAI A., CARIMATI R. (2016): Interventi di laminazione e regimazione idraulica torrente Boesio in territorio interno alla Comunità Montana delle Valli del Verbano, PROGETTO PRELIMINARE.

La documentazione specifica acquisita presso l'ufficio comunale è la seguente:

- GRANATA R. (1992): Censimento punti di captazione idrica anno 1989 – Comune di Cuveglio;
- CONGEO (1999): Studio sul rischio idrogeologico della conoide del T.te Gottardo – Comune di Cuveglio;
- CONGEO (2000): Studio geologico di P.R.G. – Comune di Cuveglio;
- COMUNE DI CUVEGLIO P.G.T. (2010-2014): Piano dei Servizi-P.U.G.S.S., servizi di rete acquedotto (novembre 2010).

Ad essa si sommano alcuni recenti lavori professionali, rappresentati principalmente da indagini geotecniche a supporto della progettazione sempre forniti dall'U.T. comunale:

- DE DOMINICIS D. (2015): Indagine geognostica di supporto ai lavori di costruzione di autorimessa pertinenziale in località Cavona – in Comune di Cuveglio (VA). Relazione geologica. Committente: sig. Forzinetti Enzo;
- GEOSFERA (2017): Progetto di completamento di area adibita a parcheggio mediante riempimento per messa in quota ed addolcimento scarpata esistente, località Cavona. Comune di Cuveglio. Relazione geologica. Committente: Comune di Cuveglio;
- DE DOMINICIS D. (2017): Indagine geognostica di supporto ai lavori di costruzione di edificio unifamiliare in via degli orti snc in Comune di Cuveglio (VA). Rapporto geologico e geotecnico. Committente: sig. Castelli Matteo;

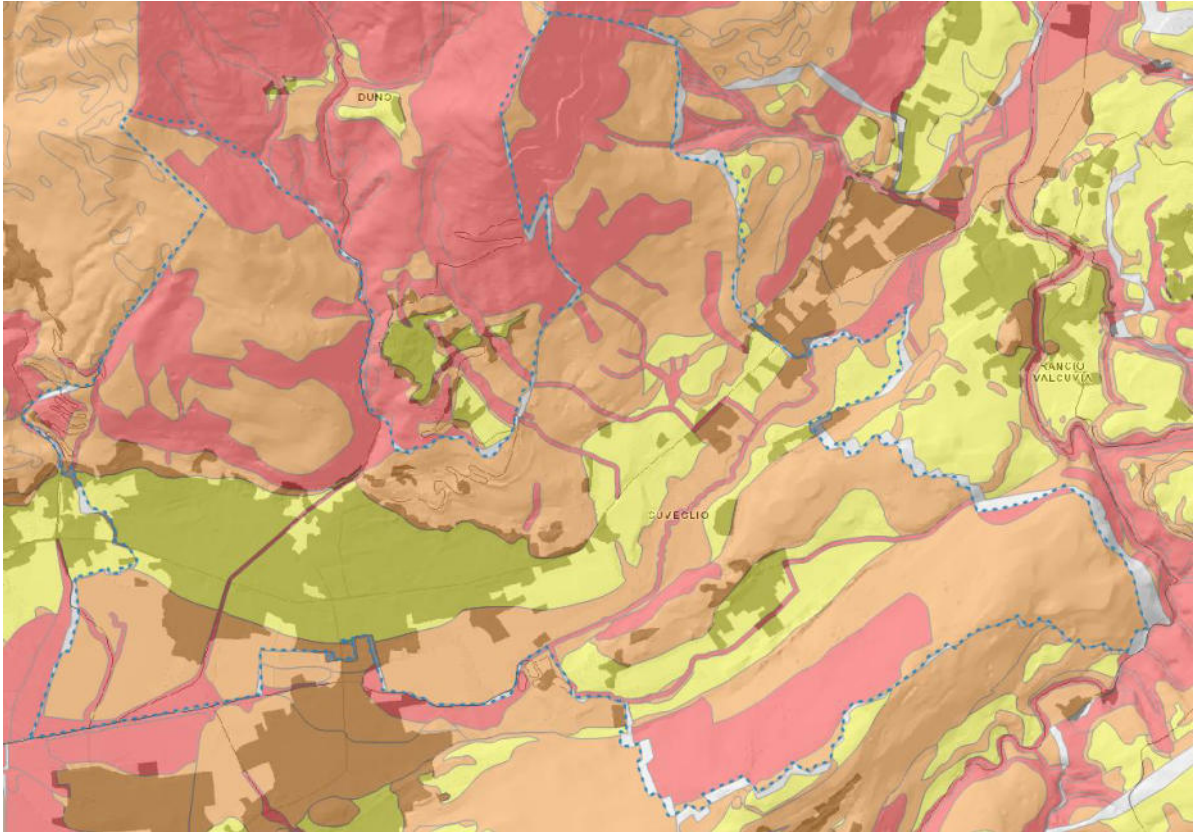
- DE DOMINICIS D. (2019): Indagine geognostica di supporto al progetto di edificio unifamiliare in via Vidoletti snc-Comune di Cuveglio (VA). Rapporto geologico e geotecnico. Committente: Del Sole Matteo;
- IDROGEOA Servizi s.r.l. (2017): Indagini geologico-tecniche a supporto della progettazione dell'ampliamento di edificio residenziale, via Arcumeggia-Cuveglio (VA). Committente: sigg. Mattana e Pegoraro;
- DE DOMINICIS D. (2018): Indagine geognostica di supporto al progetto di costruzione di prefabbricato residenziale da realizzarsi in via Rossini, snc-Comune di Cuveglio (VA). Rapporto geologico e geotecnico. Committente: sig.ra Rossi Vilma;
- DE DOMINICIS D. (2020): Indagine geognostica di supporto al progetto di realizzazione di piscina in via Marche n. 4 in Comune di Cuveglio (VA). Rapporto geologico e geotecnico. Committente: sigg.ri Riccio Eduardo e Maggi Jolanda;
- COMUNE DI CUVEGLIO (2010-2020): Primo accertamento danni conseguenti agli eventi da 1/1/2009 al 22/10/2020; schede RASDA.

### **3.2. SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE (GEOPORTALE)**

La consultazione online e il download delle banche dati del Geoportale regionale, ha permesso di raccogliere informazioni legate a diversi tematismi, utilizzate nell'ambito dell'aggiornamento e revisione dello studio geologico redatto nel 2010 dallo studio Congeo.

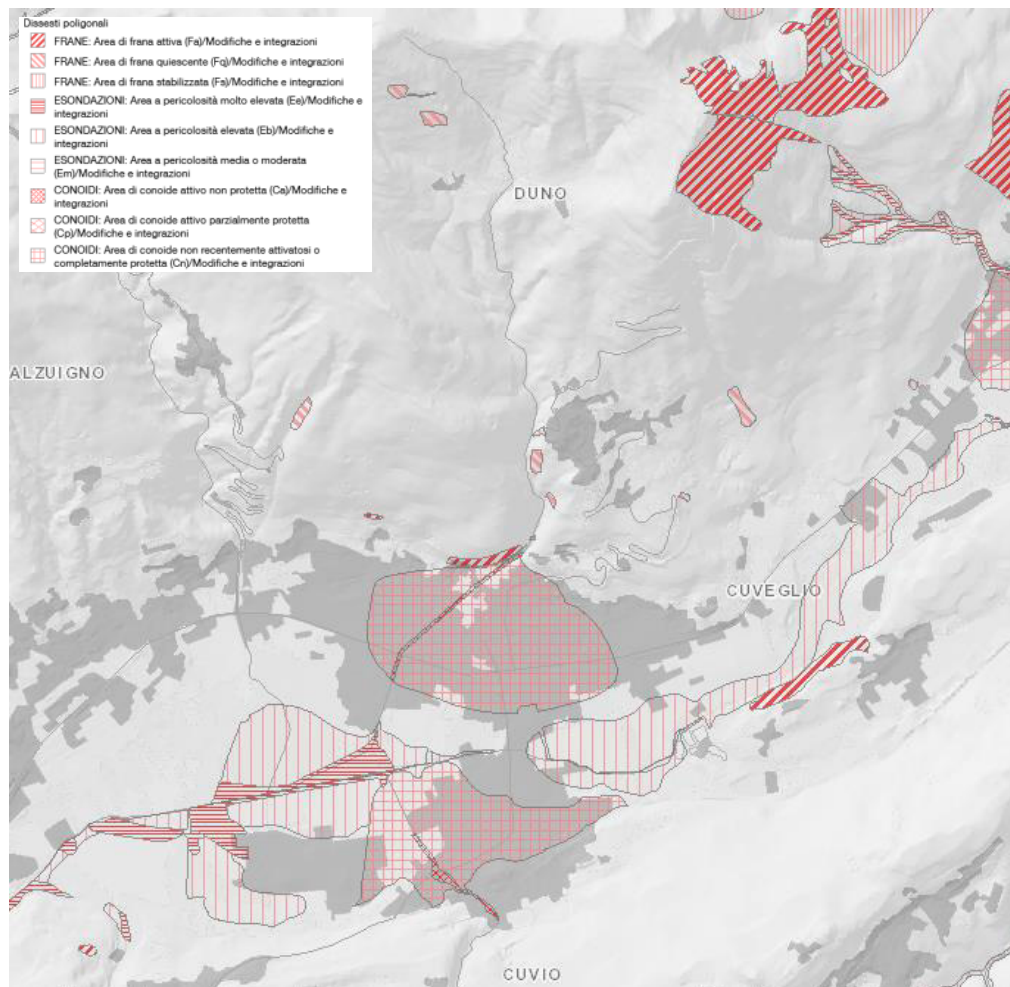
In particolare sono state ricercate informazioni riguardo:

- *Mosaico della Fattibilità geologica*: la visualizzazione online dell'area di Cuveglio mostra la suddivisione del territorio in classi di fattibilità così come individuate nello studio del 2010.



**Fig. 3.1** – Mosaico della fattibilità geologica (ed. 2010), Geoportale regionale

- *PAI dissesti vigente*: come osservabile nella figura 3.2, la banca dati contiene l'identificazione dei dissesti in comune di Cuveglio aggiornati rispetto al quadro del dissesto originario del PAI.



**Fig. 3.2** – Quadro del dissesto PAI vigente, Geoportale regionale

Come già accennato in premessa e meglio specificato nei capitoli successivi, il presente studio di aggiornamento alla componente geologica proporrà un aggiornamento e integrazione del quadro del dissesto PAI vigente, alla luce di informazioni documentali e di considerazioni geologiche/geomorfolologiche da specifico rilevamento geologico di terreno, nonché dell'analisi di dettaglio operata nell'area compresa nella fascia allagabile del rio Boesio in località Molino Galli (rif. Appendice 1).

### **3-3. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI VARESE (PTCP)**

Il PTCP della Provincia di Varese è stato approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n. 27 del 11 aprile 2007 e pubblicato sul B.U.R.L. n. 18 del 2 maggio 2007.

Il PTCP è uno strumento per programmare il futuro del territorio perseguendone lo sviluppo in forme ambientalmente compatibili e socialmente eque. Il campo di azione riguarda le destinazioni del territorio, la localizzazione delle principali linee di comunicazione e delle grandi attrezzature urbane, le aree protette e i Parchi Locali di Interesse Sovracomunale, l'assetto idrogeologico e la sostenibilità ambientale e la valorizzazione paesistica.

Come previsto dalla l.r. 12/05 la Provincia opera la verifica di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

La valutazione di compatibilità è volta alla verifica della coerenza complessiva delle strategie e delle previsioni degli strumenti urbanistici rispetto agli indirizzi provinciali nonché al recepimento delle disposizioni di PTCP.

Nelle tematiche delle pericolosità naturali (idrauliche, idrogeologiche, sismiche e di versante), il PTCP ha compiti di programmazione generale e di indirizzo territoriale, predisponendo il Sistema informativo della pericolosità, costituito dalle banche dati relative alle geometrie degli alvei e relative opere di attraversamento, ai bacini idrogeologici, alle stime dell'entità del trasporto solido lungo le aste torrentizie minori, alle delimitazioni della pericolosità per i conoidi attivi, al monitoraggio dei movimenti franosi e delle acque sotterranee.

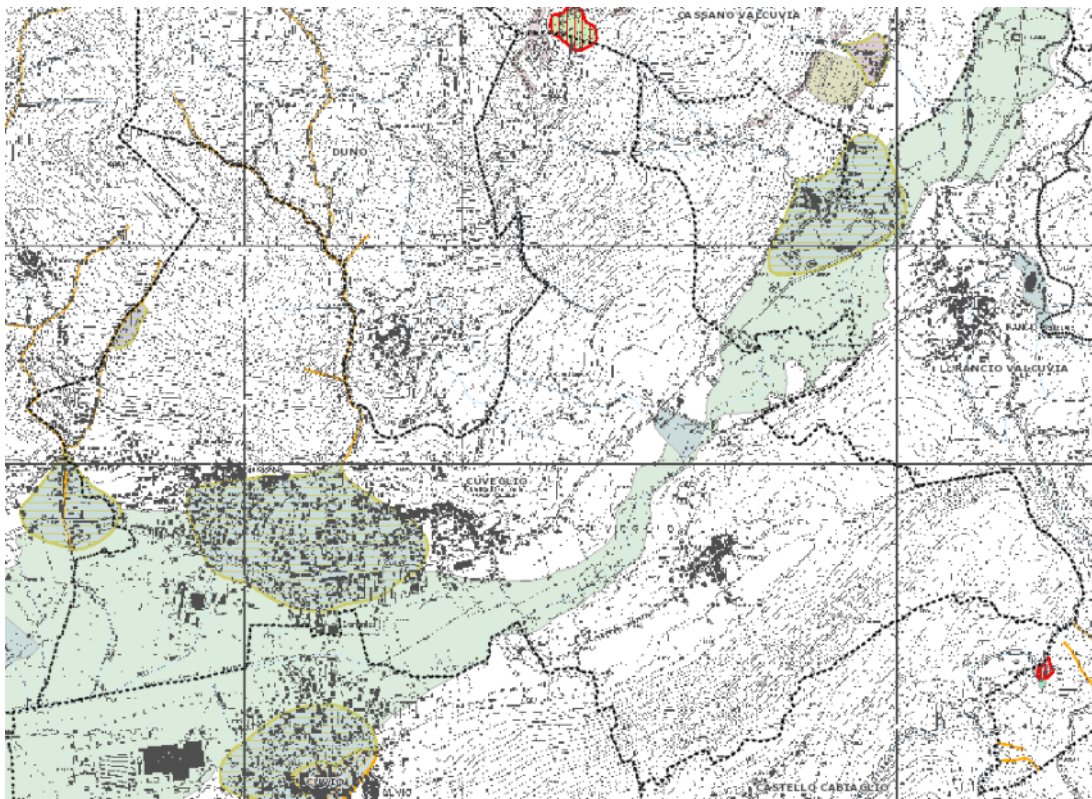
Nelle Norme di Attuazione vengono fornite specifiche disposizioni (indirizzi, programmi, direttive e prescrizioni) per la prevenzione del rischio idrogeologico e la difesa del suolo in generale. Tali norme sono state prese in considerazione nella stesura delle Norme di fattibilità geologica contenute nel presente documento.

In particolare, per quanto riguarda gli aspetti geologici ed ambientali del PTCP, sono stati presi in considerazione le NdA – Titolo IV "Rischio" e la cartografia relativa (RIS1-Carta del Rischio; RIS2-Carta Censimento dissesti; RIS3-Carta della pericolosità frane; RIS4-Carta della pericolosità frane di crollo; RIS5-Carta tutela risorse idriche).

Nella carta del censimento dei dissesti (documento RIS2) sono riportati tutti gli eventi noti (aggiornamento marzo 2005) registrati nell'inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia (luglio 2002), aggiornato in base ai dati provenienti dagli archivi di Comunità Montane, Comuni, etc., oltre che da fotointerpretazione e controllo sul terreno.

In territorio comunale di Cuveglio sono censite aree origine di crolli che interessano il versante orientale del M.te San Martino, località villa San Giuseppe, oltre ad un'area di detrito di falda attiva. L'alveo del Gottardo e alcuni suo affluenti, sono identificati come sede di debris flow quiescente. Mentre nella valle di un affluente del torrente Marianna, poco a Nord della strada per Arcumeggia, è cartografata un'area a franosità superficiale quiescente.

Nel fondovalle, oltre alla conoide (classificata quiescente) del torrente Gottardo su cui sorge il centro abitato di Cuveglio, è identificata una vasta area di alluvioni attuali, nonché una piccola conoide alluvionale di pertinenza della valle Bignes, a valle della SS 394.

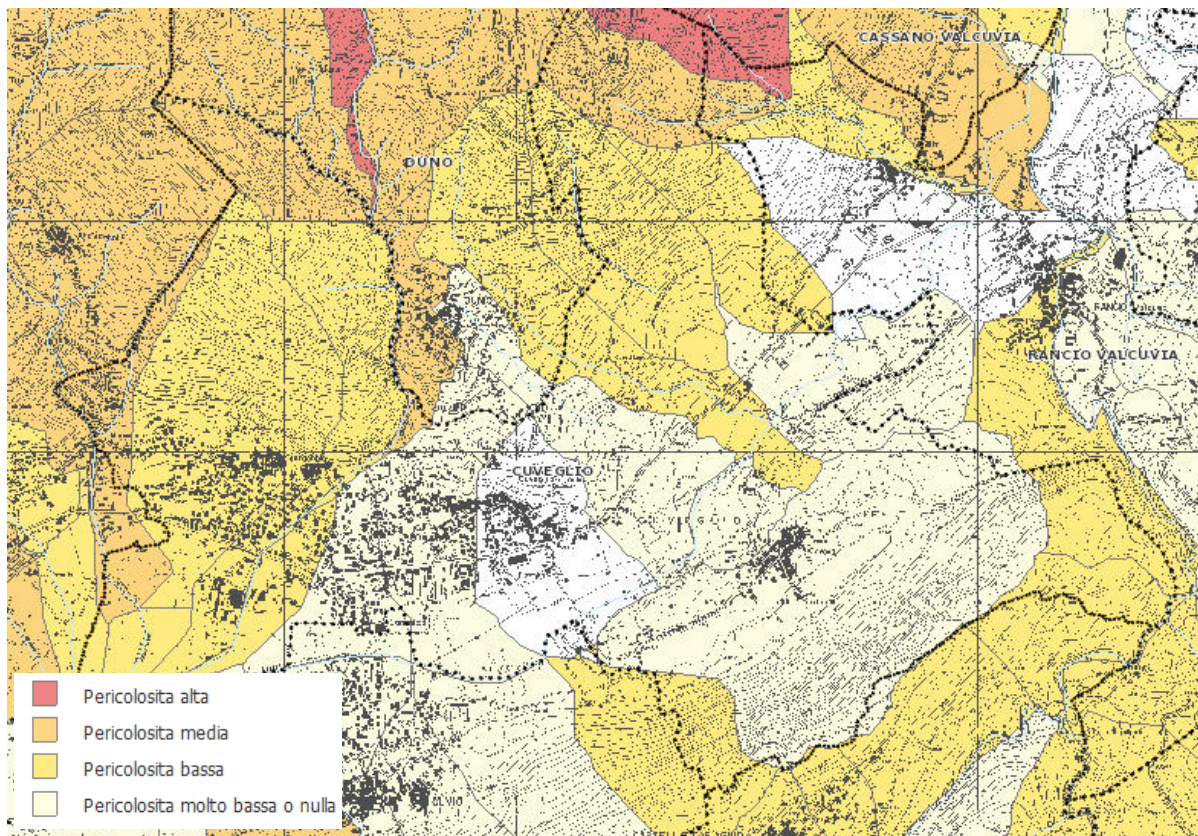


**Fig. 3.3** – Stralcio Carta RIS2 – Censimento dei dissesti

Sempre nell'ambito degli studi di approfondimento del PTCP sono state prodotte delle carte relative alla pericolosità da frane di scivolamento (RIS3) e di crollo (RIS4).

Dalla lettura della tavola RIS3 si evidenzia la presenza di aree a pericolosità alta che interessano parte del versante orientale del M.te San Martino. Le restanti aree di versante sud del M.te Rossel e San Martino sono invece classificate a pericolosità da media a bassa.

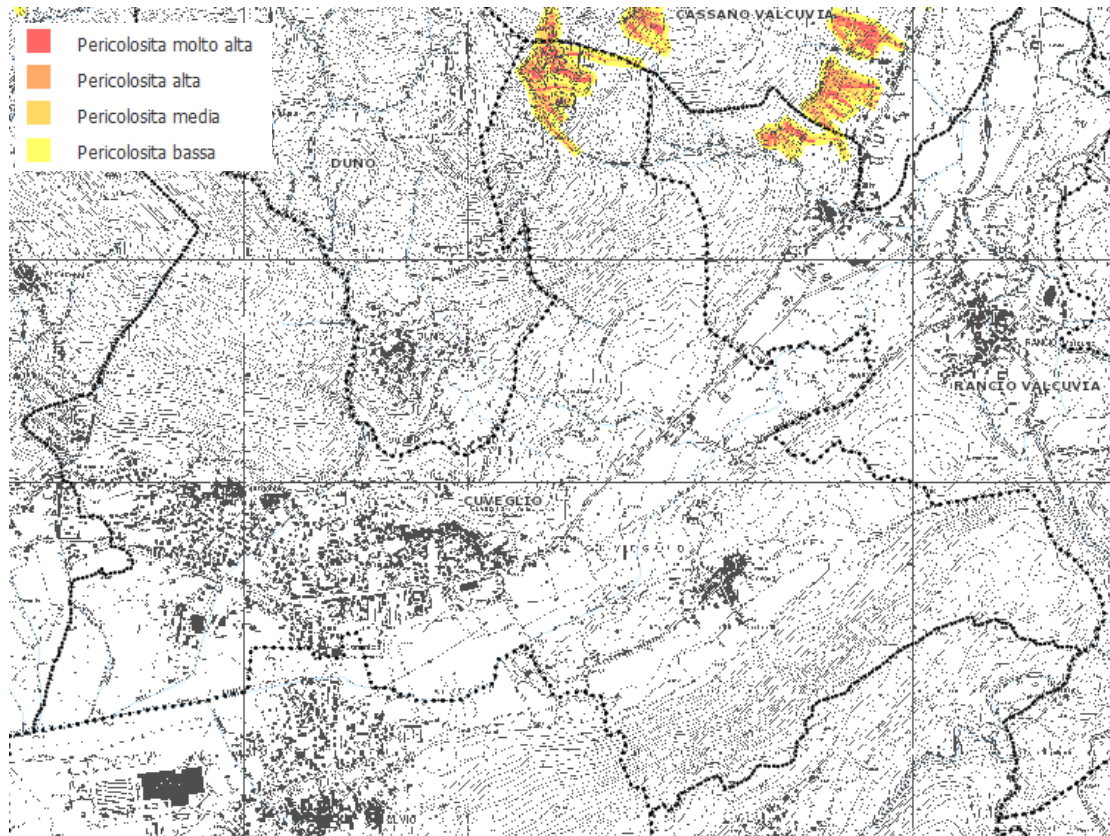
La porzione di territorio comunale nei dintorni dell'abitato di Cavona è invece classificata a pericolosità molto bassa o nulla e solo localmente, a confine con Cuvio, a pericolosità media.



**Fig. 3.4** – Stralcio Carta RIS3 – Carta della pericolosità da frane



Mentre dalla lettura della tavola RIS4 si evidenzia la pericolosità per fenomeni di crollo che interessano alcune aree di versante Est del M.te San Martino, a confine con Cassano Valcuvia.



**Fig. 3.5** – Stralcio Carta RIS4 – Carta della pericolosità da frane di crollo

Nelle aree a pericolosità alta, media e bassa, ai sensi dell'art. 82 delle Norme di Attuazione del P.T.C.P., i comuni sono tenuti, in sede di redazione degli studi geologici allegati al proprio P.G.T, a verificare il livello di pericolosità delle aree, eseguendo appositi studi di dettaglio secondo le indicazioni di cui all'art. 84 delle N.d.A del P.T.C.P.

Lo studio di dettaglio menzionato è stato eseguito nell'ambito della redazione, a cura dello studio Congeo, della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica (nov. 2010) del P.G.T. e aggiornato/rivalutato nell'ambito della redazione del presente studio geologico, come descritto di seguito.

### 3.4. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, predisposto in attuazione del D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (“Direttiva Alluvioni”), è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con deliberazione 3 marzo 2016 n. 2 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016.

Il Piano ha come finalità quella di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. A tal fine nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro tali aree allagabili, individuate le “Aree a Rischio Significativo (ARS)” e impostate misure per ridurre il rischio medesimo, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità ed analisi, da attuarsi in maniera integrata.

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle mappe di pericolosità, la classificazione del grado di rischio al quale sono soggetti gli elementi esposti è rappresentata nelle mappe di rischio. Le mappe, aggiornate al 2020, contengono la delimitazione delle aree allagabili per diversi scenari di pericolosità [**P3/H**-aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti; **P2/M**-aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti; **P1/L**-aree potenzialmente interessate da alluvioni rare], in diversi “ambiti territoriali” [Reticolo principale di pianura e di fondovalle (**RP**); Reticolo secondario collinare e montano (**RSCM**); Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (**RSP**); Aree costiere lacuali (**ACL**)].

Le mappe di rischio classificano, secondo 4 gradi di rischio crescente [**R1**-rischio moderato o nullo; **R2**-rischio medio; **R3**-rischio elevato; **R4**-rischio molto elevato), gli elementi che ricadono entro le aree allagabili.

Le mappe di pericolosità e rischio, contenute nel PGRA, **rappresentano un aggiornamento e integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI** in quanto:

- ✓ contengono la delimitazione delle aree allagabili su corsi d’acqua del Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP) non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali PAI;
- ✓ aggiornano la delimitazione delle aree allagabili dei corsi d’acqua già interessati dalle delimitazioni delle fasce fluviali del PAI e per i corsi d’acqua Mella, Chiese e Serio la estendono verso monte;
- ✓ contengono la delimitazione delle aree allagabili in ambiti RSP e ACL non considerati nel PAI;
- ✓ contengono localmente aggiornamenti delle delimitazioni delle aree allagabili dei corsi d’acqua del reticolo secondario collinare e montano (RSCM) rispetto a quelle presenti nell’Elaborato 2 del PAI, così come aggiornato dai Comuni;
- ✓ classificano gli elementi esposti ricadenti entro le aree allagabili in quattro gradi di rischio crescente (da R1, rischio moderato a R4, rischio molto elevato).

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, ai sensi dell’art.3 comma 1 del DPCM 27 ottobre 2016, costituisce stralcio funzionale del Piano di Bacino del distretto idrografico padano e ha valore di Piano territoriale di settore. Ai sensi dell’art. 3 comma 3 del DPCM 27 ottobre 2016, le amministrazioni e gli enti pubblici si conformano alle disposizioni del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni in conformità con l’art. 65, commi 4, 5 e 6 del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e successive modificazioni.

In particolare, nell’ambito delle procedure di propria competenza, le amministrazioni e gli enti pubblici:

- prendono atto dei contenuti del PGRA, in particolare delle mappature della pericolosità e del rischio, delle informazioni associate – relative alle caratteristiche dell'alluvione potenziale – e della normativa vigente su tali aree, già presente nelle N.d.A. del PAI così come approvato con DPCM 24 maggio 2001, introdotta dal nuovo Titolo V delle N.d.A. del PAI nonché delle disposizioni della d.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017 tenendone conto da subito in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami;
- ne veicolano il più possibile la conoscenza presso i propri portatori di interesse e i cittadini.

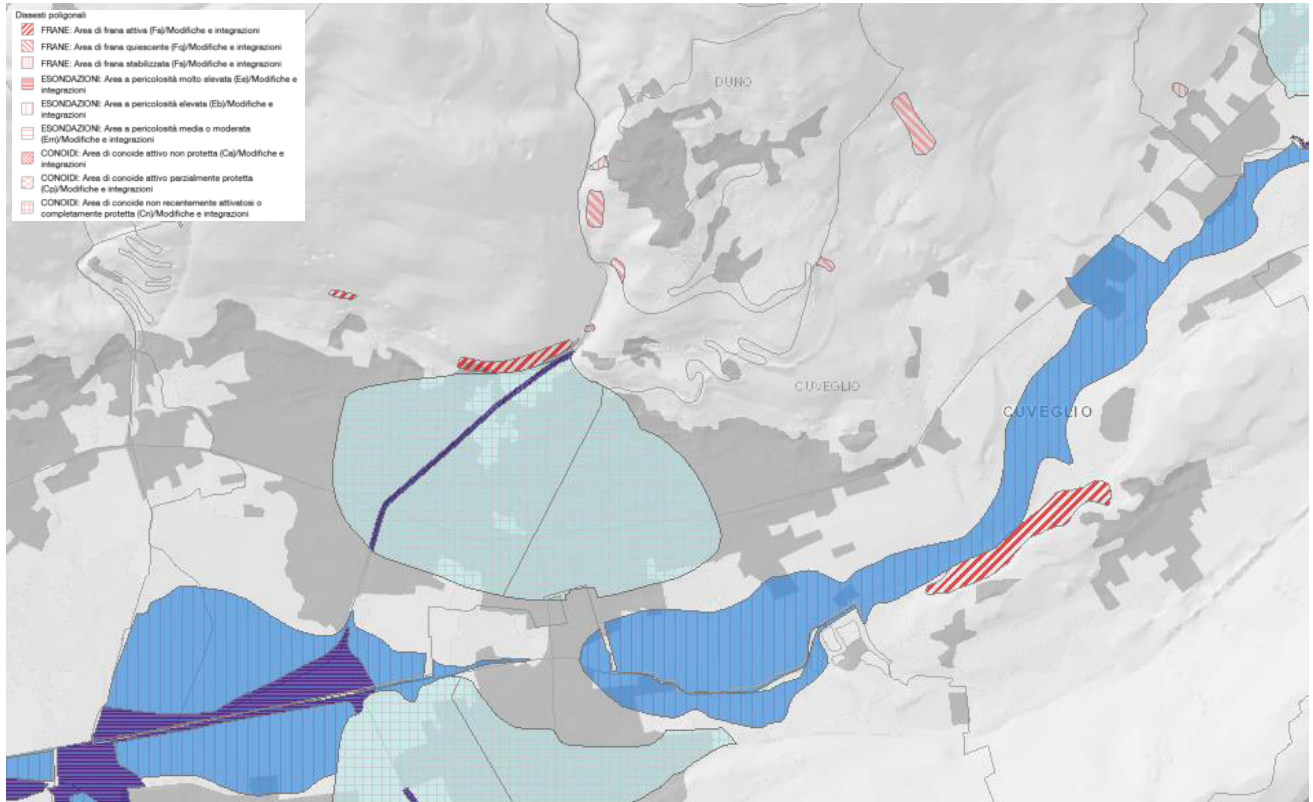
In comune di Cuveglio, come meglio descritto di seguito, sono presenti, come indicato nell'allegato 2 della d.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017 *“Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza [...]”*, aree allagabili per i seguenti ambiti:

### **Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM)**

L'ambito territoriale di riferimento è quello corrispondente alla parte montana e collinare del territorio regionale già oggetto, a seguito dell'approvazione del PAI, all'obbligo di effettuare le verifiche di compatibilità di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI e proporre aggiornamento all'Elaborato 2 del PAI.

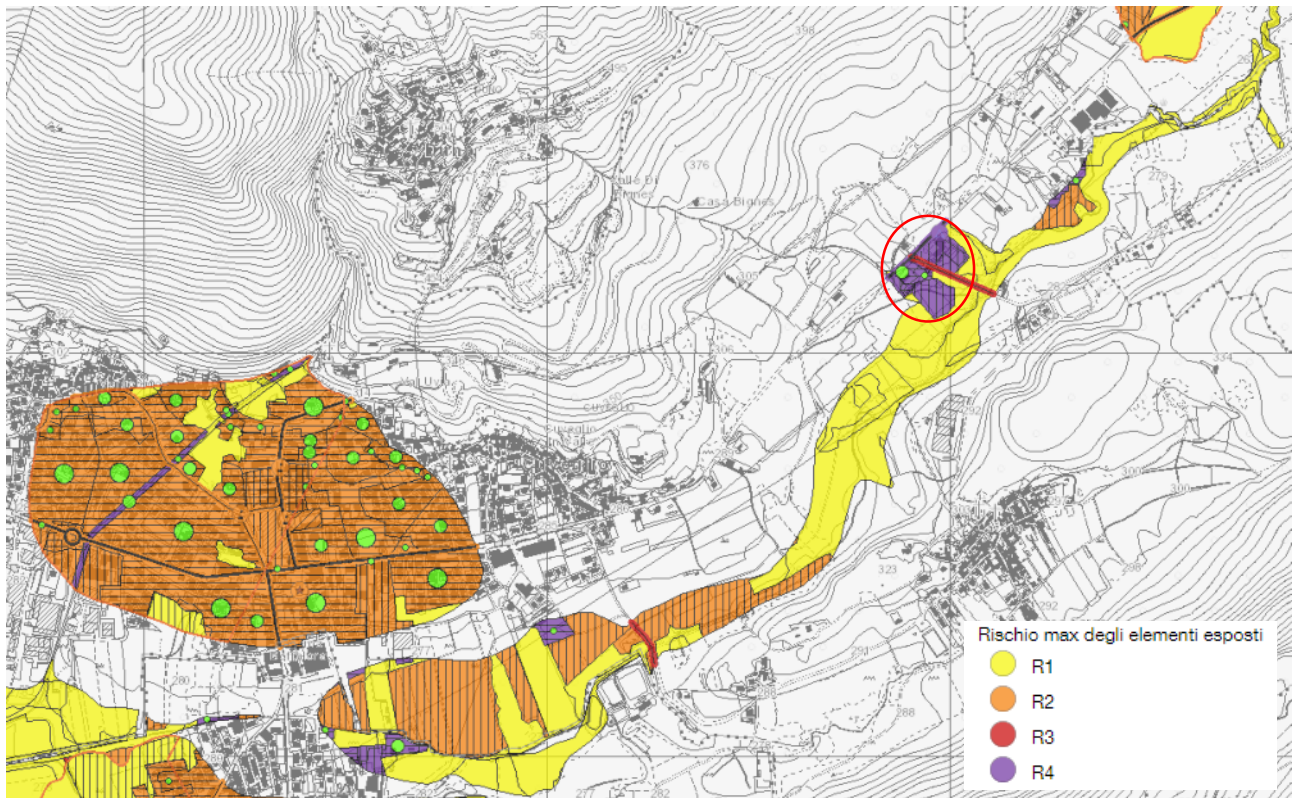
Le aree allagabili presenti nelle mappe PGRA2020, per l'ambito RSCM, corrispondono, per il comune di Cuveglio, alle aree già classificate (presenti nell'Elaborato 2 del PAI) come Ca, Cn (ovvero il conoide del Gottardo), le aree Ee ed Eb del torrente Boesio alla confluenza con il torrente Marianna e il Gottardo, e l'area Eb del Rio Boesio.

Alle aree PAI Ca ed Ee è associata una pericolosità per piena frequente, per le aree Eb è associata una pericolosità per piena poco frequente, mentre per l'area Cn è associata una pericolosità per piena rara.



**Fig. 3.6** – Sovrapposizione delle aree allagabili da PGRA (blu scuro: piena frequente; blu: piena poco frequente; azzurro: piena rara) e gli ambiti Ca, Cn, Ee, Eb di cui all'Elaborato 2 del PAI

Inoltre, in ragione della presenza di un'area a Rischio R4 (in figura), è stata predisposta, in ottemperanza a quanto disposto dalla d.g.r. 19/06/2017 n. X/6738, una analisi di dettaglio per la valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio locali.



**Fig. 3.7** – Aree a rischio da PGRA (nel cerchio rosso la zona oggetto di valutazione di dettaglio delle condizioni di pericolosità e rischio)

Per i contenuti di detta analisi si rimanda alla lettura in Appendice 1.

Nel presente lavoro, come già accennato in precedenza, verranno proposti aggiornamenti al quadro del dissesto PAI vigente e di conseguenza alle mappe di pericolosità del PGRA (ed. 2020), ambito territoriale RSCM. In particolare, come meglio descritto di seguito, è ridefinita l'area Eb lungo la piana del Rio Boesio (anche in riferimento ai risultati del sopra detto studio di dettaglio); tutta la conoide del Gottardo è stata mantenuta ma morfologicamente riperimetrata.

### **3-5. PIANO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**

Il comune di Cuveglio, in quanto ricadente tra i comuni lombardi ad alta criticità idraulica ed idrologica (all'art. 7 e nell'allegato C del r.r. n. 7/2017 e s.m.i), si è dotato dello studio comunale di gestione del rischio idraulico di cui all'art. 14 del r.r. n. 7/2017 e s.m.i..

Il detto studio, del quale si riporta di seguito una breve sintesi, è stato redatto da Protea Ingegneria Associati di Dervio (LC) nelle persone del dott. ing. Claudia Anselmini e dott. geol. Cristian Adamoli.

Le analisi e le modellazioni idrauliche e idrologiche del sistema di drenaggio urbano (considerando tre differenti tempi di ritorno), hanno permesso di definire alcune situazioni di criticità.

- 1) In località Cavona gli allagamenti si verificano solo nel caso di tempo di ritorno di 50 e 100 anni e non 10 anni. Nello specifico, per un tempo di ritorno di 50 anni, queste si limitano alle aree limitrofe ai tre tombini che entrano in crisi e si mantengono lungo la viabilità esistente di via Fabio Filzi e via Fontana senza interessare altre aree.  
Nel caso con tempo di ritorno di 100 anni, l'area di esondazione si allarga interessando anche alcuni campi situati nella porzione sud dell'abitato.
- 2) In corrispondenza dell'abitato di Cuveglio le zone critiche sono situate a cavallo della S.S. 394, in corrispondenza di via Aldo Moro e di via Lazio, nonché in corrispondenza di via Aldo Moro presso la Falegnameria Mele.
- 3) In Vergobbio le zone critiche sono quelle di via Marianne e via Corte (interessate da allagamenti con eventi di tempo di ritorno 100 anni), via Arcumeggia, via Stazione e via Monte Colonna, via Prati Comuni e zona industriale al limite Sud-Ovest del centro abitato.

Lo studio non si è limitato alla sola definizione delle aree allagate o meno, ma anche alla valutazione delle condizioni di pericolosità, formulate in accordo con quanto riportato in allegato 4 della d.g.r. n. IX/2616/2011.

Nel caso di evento con tempo di ritorno di 10 anni, non si osserva la presenza di aree a pericolosità elevata (H3) o molto elevata (H4) in nessuna delle tre aree investigate di cui sopra. In particolare, nella zona di Cavona non si riscontrano criticità della rete fognaria, mentre per la zona di Cuveglio e Vergobbio, le criticità danno origine ad una classificazione di pericolosità media o moderata (H2 o H1).

Nel caso di evento con tempo di ritorno di 50 anni, tutte e tre le aree sono interessate da eventi di allagamento. Anche in questo caso, la quasi totalità delle aree è interessata da pericolosità media o moderata (H1 o H2), con ridotte zone soggette a pericolosità maggiore (H3 o H4). Per queste ultime si tratta solamente di fenomeni puntuali, così descrivibili:

- Aree depresse in quanto zone di accesso a locali interrati o seminterrati (ad esempio alcune zone in corrispondenza dell'abitato di Vergobbio), dove la pericolosità è principalmente dovuta alla possibile altezza del tirante idrico a fondo rampa;
- Aree di accumulo dovuto all'impossibilità delle acque di defluire verso valle a seguito della presenza di muri o altri ostacoli (ad esempio le aree situate appena a Sud della S.S. 394 nell'abitato di Cuveglio, con particolare riferimento all'area del distributore ed a quella del negozio di computer ISA S.n.c.), dove, anche in questo caso, la pericolosità è principalmente dovuta alla possibile altezza del tirante idrico;

- Aree in corrispondenza di strade di ridotta ampiezza e pendenza non trascurabile (ad esempio le aree in località Vergobbio come via Arcumeggia e via Stazione), dove la pericolosità, nonostante tiranti idrici ridotti, è principalmente dovuta alla velocità delle acque.

Nel caso di evento con tempo di ritorno di 100 anni le aree soggette a pericolosità ed interessate dalle esondazioni si ampliano coinvolgendo ulteriori aree. Anche in questo caso, la quasi totalità delle aree è interessata da pericolosità media o moderata (H1 o H2), mentre le aree soggette a pericolosità elevata (H3) o molto elevata (H4) possono essere individuate come indicato per un tempo di ritorno di 50 anni.

Definita la mappatura della pericolosità idraulica per diversi tempi di ritorno, vengono proposti possibili forme di intervento realizzabili a livello comunale (interventi strutturali e non strutturali).

Non è prevista la realizzazione di alcun intervento sulla rete fognaria fatta eccezione per due progetti già in corso.

Possibili interventi strutturali volti alla riduzione della pericolosità residua (già individuata dalla mappa di pericolosità con tempo di ritorno pari a 50 anni) sono: potenziamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche; separazione delle acque meteoriche stradali con realizzazione di nuova fognatura di collettamento delle acque reflue e conversione della rete di raccolta delle acque miste in rete meteorica; misure di tipo strutturale diffuso (“buona pratica”) al fine di ridurre gli apporti meteorici in fognatura.

Per quanto invece riguarda le misure non strutturali sono, per il territorio comunale di Cuveglio, da prediligere: incentivazione dell’estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente; incentivazione alla separazione delle acque meteoriche nelle zone densamente urbanizzate anche sul tessuto edilizio esistente; modifica del Regolamento edilizio comunale per il recepimento delle metodologie e dei contenuti dello studio comunale di gestione del rischio idraulico, nonché delle indicazioni dettate dal Regolamento.

Si esclude l’applicazione di provvedimenti specifici con introduzione di vincoli nelle aree a maggior rischio idraulico.

Inoltre, molto importante è che il Piano/Regolamento Comunale di Protezione Civile venga integrato con le individuate aree di criticità idraulica. Questo fa sì che possa essere predisposto e adeguato lo strumento di protezione civile tenendo conto anche delle criticità individuate.

Quanto sopra descritto rappresenta una estrema sintesi dei contenuti dello studio comunale di gestione del rischio idraulico. Pertanto si rimanda al testo integrale e alle relative tavole di analisi per una lettura più dettagliata e puntuale sui contenuti trattati.

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

*Nella parte settentrionale della Provincia di Varese affiorano rocce appartenenti alle serie sedimentarie che si sono deposte, in ambiente marino, a partire dal Triassico: durante questo periodo si sono instaurate condizioni di mare basso in ambiente di piattaforma carbonatica, dopo una prolungata fase di emersione, durante la quale, in seguito ad intensa attività vulcanica, si è depositata, in ambiente subaereo, la Serie Permiana, costituita da prodotti piroclastici, lave di tipo porfiritico, colate a carattere riolitico e da una massa granofirica.*

*I termini triassici più antichi, attribuiti allo Scitico, Anisico e Ladinico, non sono affioranti nel territorio comunale: la successione inizia con i calcari della Formazione di Cunardo, depositatisi in condizioni marine intertidali o evaporitiche, seguiti dalle Marne del Pizzella di ambiente lagunare; le due formazioni testimoniano un parziale ritiro del mare con emersione di terre prima sommerse (regressione), iniziato nel Carnico.*

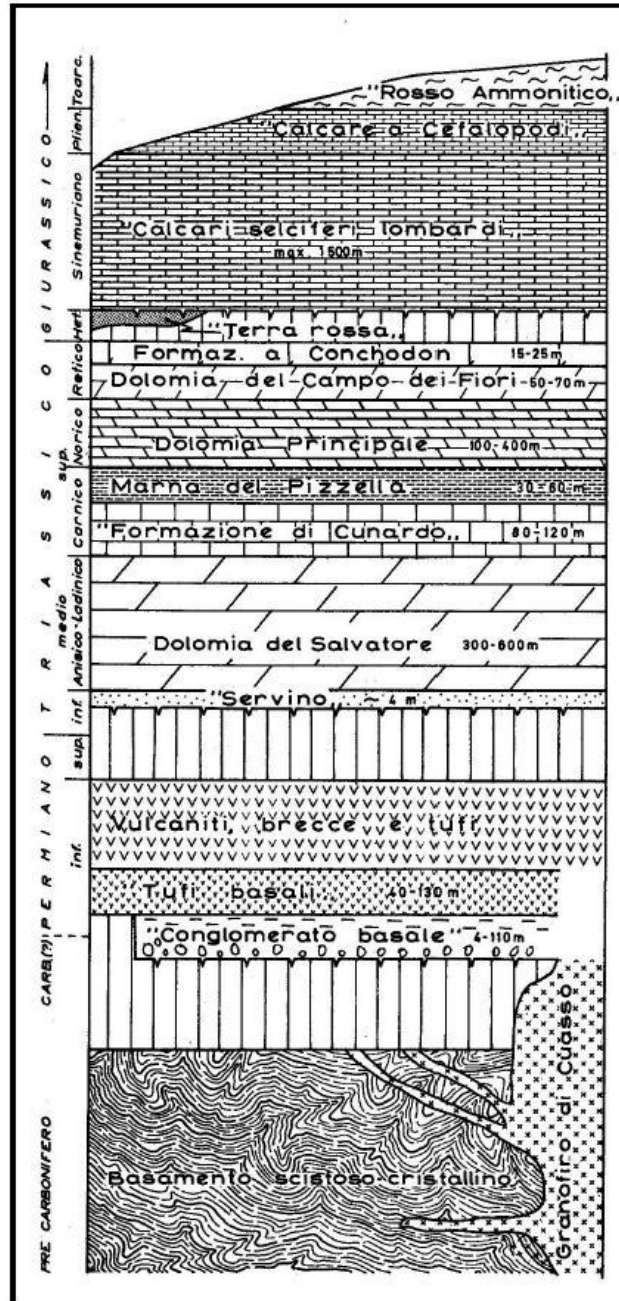
*Durante il Norico ed il Retico avviene una nuova trasgressione (avanzata del mare sulle terre emerse), che riporta condizioni di piattaforma carbonatica; è in questo periodo che si depositano la Dolomia Principale, la Dolomia del Campo dei Fiori e la Dolomia Conchodon. La presenza di un paleosuolo (terre rosse) nella parte sommitale della Dolomia Conchodon potrebbe indicare una possibile emersione ed erosione della piattaforma carbonatica, avvenuta al passaggio Retico – Hettangiano (Casati, 1978).*

*Con l'inizio del Giurassico i bacini marini si approfondiscono; in particolare, nel varesotto occidentale, si forma una depressione orientata all'incirca in direzione N-S, denominata Bacino del Monte Nudo; al suo interno si deposita, durante il Giurassico inferiore e medio, una potente sequenza carbonatica, con caratteristiche torbiditiche (Calcere di Moltrasio, Calcere del Domaro e Formazione di Valmaggione). Sulle soglie del Bacino del Monte Nudo si sedimentano sequenze ridotte, costituite dalla Formazione di Saltrio, non affiorante nell'area considerata, e dal Rosso Ammonitico Lombardo.*

*La successione presente nel territorio comunale termina con il Giurassico medio, quindi non compaiono i termini appartenenti al Giurassico superiore, al Cretaceo ed al Cenozoico.*

*Il substrato roccioso è ricoperto da depositi glaciali quaternari (qui riferibili all'ultimo episodio glaciale) e da depositi alluvionali dei periodi interglaciali.*





**Fig. n. 4.1** – Schema dei rapporti stratigrafici (da “indagine multidisciplinare sul bacino idrografico del F. Margorabbia e sul luinese”)

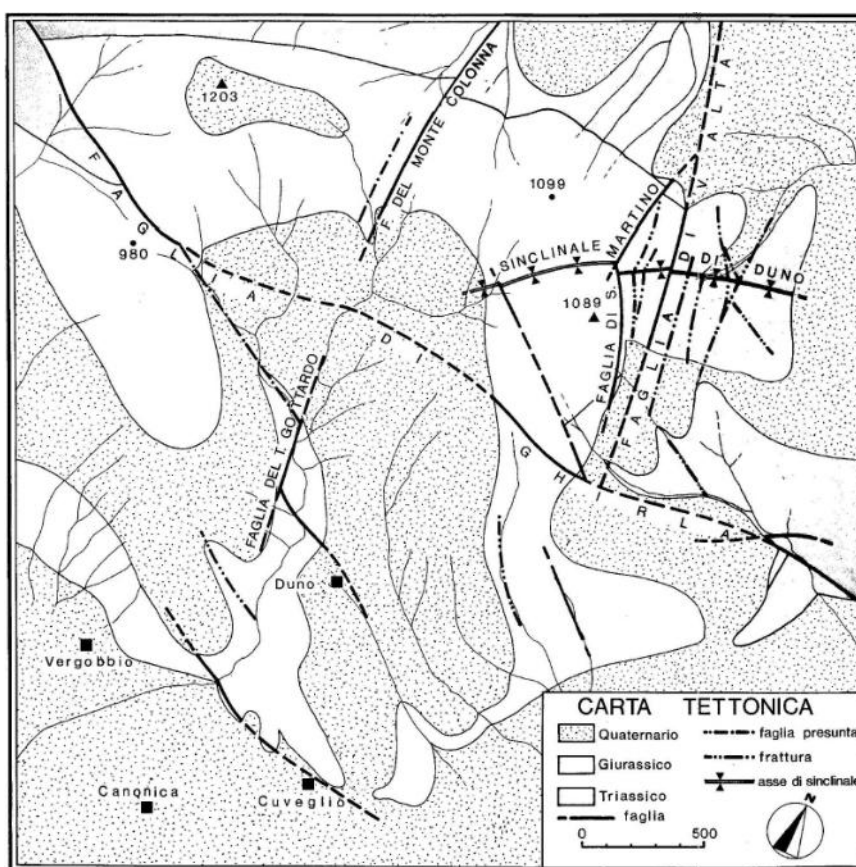
Da un punto di vista strutturale l'area esaminata fa parte delle Alpi Meridionali e si trova al limite tra i grandi affioramenti di rocce scistoso-cristalline e quelli di rocce carbonatiche che occupano le parti più a sud delle Alpi Meridionali stesse.

Queste due serie differenti presentano un diverso comportamento agli sforzi tettonici: le rocce precarbonifere del basamento sono state interessate dall'orogenesi ercinica, che le ha deformate e

metamorfosate, conferendogli maggiore rigidità rispetto alle serie sedimentarie successive. In questo modo, durante l'orogenesi alpina, gli sforzi agenti sulle due serie hanno determinato due diversi comportamenti: il basamento è stato rotto o piegato, mentre la copertura si è piegata in modo differente, scollandosi dal basamento; per questo motivo il contatto tra copertura e basamento è spesso di tipo tettonico.

La struttura dell'area esaminata è complessa e caratterizzata da pieghe anticlinali e sinclinali, con diversi sistemi di faglie e fratture, che frequentemente tagliano e dislocano le pieghe (Fig. 4.2).

In particolare si possono distinguere due gruppi di elementi strutturali: il primo orientato in direzione E-O o NE-SO, comprende sia pieghe che faglie, il secondo con direttrici orientate prevalentemente N-S, più recente del precedente.



**Fig. n. 4.2** – Carta tettonica dell'area in esame (da "Il fenomeno carsico e l'idrologia ipogea del complesso M. San Martino – M. Colonna – M. Rossel")

Nell'ambito del primo gruppo si possono distinguere i seguenti elementi principali:

- **Sinclinale di Duno:** decorre in direzione NE-SO dal Monte S. Martino (Alpe di Duno) verso Cassano Valcuvia ed è dislocata, in senso N-S, dalle faglie di S. Martino e di Val Alta.
- **Sinclinale di Cuvio:** orientata in direzione NE-SO, attraversa il territorio comunale a est e sud-est della località Cavona; è interrotta a nord-est dalla faglia di Rancio.

- *Anticlinale di Cuveglio: orientata in direzione NE-SO, interessa la unità carbonatiche del Triassico inferiore-medio; in prossimità del confine con il Comune di Rancio il suo asse è parallelo alla S.P. n. 54.*
- *Faglia di Ghirla: elemento strutturale di importanza regionale, è orientata approssimativamente in senso E-O. Dal Monte Rossel si dirige a est verso la località Bisio e Cantonaccio (Alpe di Duno), dove scorre sotto copertura, attraversa il Monte S. Martino e prosegue verso il Comune di Rancio Valcuvia, dove la sua presenza è sottolineata dal Torrente Riale. Si tratta di una faglia inversa che, nella parte settentrionale del territorio, mette a contatto i termini triassici (Formazione di Cunardo, Marne del Pizzella e Dolomia Principale) con quelli del Giurassico Inferiore Calcarea di Moltrasio).*

*Appartengono al secondo gruppo:*

- *Faglia di Rancio: orientata in direzione NNO-SSE, disloca la successione sedimentaria, mettendo a contatto i termini triassici con quelli giurassici e interrompe la sinclinale di Cuvio. Uno dei rami secondari del Torrente Rancia si è impostato lungo la faglia stessa.*
- *Faglia di Val Alta: decorre dall'impluvio del Torrente Riale a sud oltre la località Villa S. Giuseppe verso nord, dislocando la sinclinale di Duno; pone a contatto le unità triassiche con il Calcarea di Moltrasio (Giurassico inferiore).*
- *Faglia di Monte S. Martino: orientata in direzione N-S, decorre dalla strada per S. Martino in Culmine verso nord, dislocando la sinclinale di Duno. Interessa per la maggior parte del suo decorso il Calcarea di Moltrasio, ed è evidenziata morfologicamente dalla scarpata del Monte S. Martino.*
- *Faglia del Torrente Gottardo: diretta in senso N-S, interessa marginalmente il territorio comunale, a ovest dell'abitato di Duno. A causa delle sfavorevoli condizioni di osservazione non sono chiari i suoi rapporti con la faglia del Monte Colonna, osservabile più a nord: si ipotizza che la faglia del T. Gottardo sia la prosecuzione di quella del Monte Colonna e che dislochi la più antica faglia di Ghirla.*

## 5. LITOLOGIA

### 5.1. PREMESSA

Il rilevamento di terreno, unitamente ai dati di bibliografia, ha permesso di ricostruire i caratteri litologici nei suoi lineamenti più significativi.

Il territorio di Cuveglio è caratterizzato da estese coperture neogenico-quadernarie con spessori anche rilevanti nel fondovalle della Valcuvia, assottigliandosi nei settori montani del territorio dove il basamento roccioso è frequentemente esposto. Il basamento roccioso, come detto in precedenza, comprende essenzialmente termini triassici e giurassici di natura carbonatica.

Quanto di seguito descritto è stato cartograficamente riportato nella Tavola n. 1 Carta Geologica.

### 5.2. SUCCESSIONE CONTINENTALE NEOGENICO-QUADERNARIA

La successione così classificata ricopre buona parte del territorio comunale ed è caratterizzata da depositi messi in posto durante il Pleistocene superiore (Glaciazione Cantù) dal ghiacciaio del Ticino. Durante quest'ultimo episodio glaciale, il ghiacciaio si estendeva qui fino a circa 700-800 metri di quota. Al di sopra di questa quota infatti sono riconoscibili (cima del San Martino e del monte Rossel) alteriti originatisi dall'alterazione del substrato roccioso non coperto dai ghiacci, ma anche segni (massi erratici) di eventi glaciali più antichi.

Estesi sono anche i depositi messi in posto al ritiro del ghiacciaio (Sintema del Po), essenzialmente costituiti da coperture detritiche di versante, depositi fluviali e alluvionali.

#### **Sintema del Po** (Pleistocene superiore – Olocene)

##### *Definizione*

L'unità è costituita da depositi fluviali, lacustro/palustri, alluvionali di conoide e da falde detritiche; alterazione assente.

##### *Sinonimi*

L'unità comprende l'Alluvium recente di Riva (1957).

##### *Superfici limite e rapporti stratigrafici*

La superficie limite superiore coincide con la superficie topografica, mentre la superficie limite inferiore è una superficie di erosione che pone i depositi del Sintema del Po a contatto con tutte le unità presenti compreso il substrato roccioso.

##### *Litologia*

La perimetrazione del Sintema del Po è stata fatta principalmente su base morfologica. La caratterizzazione litologica delle diverse facies deposizionali è stata fatta basandosi su osservazioni di terreno, indagini pregresse e riferendosi a zone limitrofe dove l'unità è meglio esposta.

Il Sintema del Po è costituito da:

- *depositi di conoide*: si tratta (porzione apicale della conoide) di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa, con qualche masso; clasti carbonatici e cristallini ben arrotondati di dimensioni mediamente di 15-20 cm. Nelle porzioni distali le litologie sono più fini e costituite da sabbie medio grossolane debolmente limose con ciottoli sparsi.
- *Depositi fluviali e lacustro/palustri*: alternanze di argille, limi e sabbie nelle quali si presentano frequentemente livelli torbosi e ghiaiosi. Le argille e le torbe hanno in genere colore molto scuro, mentre i livelli sabbiosi e ghiaiosi hanno colori più chiari, giallo-marroni o grigi.
- *Falde detritiche/debris flow*: massi e ghiaie mal selezionati a supporto clastico prevalente.

### *Area di affioramento*

I depositi di conoide sono difficilmente osservabili, in quanto sulla conoide si sono sviluppati i centri abitati di Vergobbio e Cuveglio. È quindi possibile osservarli solo in porzioni limitate messe a nudo da scavi per la costruzione di edifici.

I depositi fluviali e lacustro/palustri occupano la parte più bassa del fondovalle della Valcuvia e sono osservabili nei tratti in erosione spondale del Rio Boesio, oltre che in scavi da indagini geologiche.

Estese falde detritiche si osservano ai piedi delle pareti rocciose, in particolare lungo la fascia di versante alle spalle di Vergobbio, lungo tutta la valle del Gottardo e estesamente ai piedi delle alte pareti poste nei pressi della località Villa San Giuseppe.

Una estesa falda detritica è stata riconosciuta anche alla base del versante Nord occidentale del Monte Martinello.

### *Morfologia e paleogeografia*

L'espressione morfologica tipica del Sintema del Po, che contraddistingue il territorio di Cuveglio, è data dalla conoide alluvionale del torrente Gottardo, su cui è sorto l'abitato di Cuveglio e Vergobbio. Tipica è anche la piana del torrente Boesio e del Rio Boesio.

### **Sintema di Cantù** (Pleistocene superiore)

#### *Definizione*

Il Sintema di Cantù è qui costituito da depositi glaciali e fluvioglaciali. L'alterazione dei depositi appartenenti al Sintema di Cantù è generalmente scarsa se non nulla, mentre risulta priva di copertura loessica.

#### *Sinonimi*

È stata istituita da BINI (1987) come Complesso Glaciale di Cantù. Corrisponde all'Alloformazione di Bodio (Da Rold, 1990) nell'anfiteatro del Verbano e Alloformazione di Cantù nell'anfiteatro del Lario. Corrisponde in parte al Wurm degli autori precedenti.

#### *Superfici limite e rapporti stratigrafici*

La superficie limite superiore è in genere coincidente con la superficie topografica; sul fondovalle della Valcuvia è coperta dai depositi del Sintema del Po.

La superficie limite inferiore mette a contatto il Sintema di Cantù con il substrato roccioso.

#### *Litologia*

La perimetrazione del Sintema di Cantù è stata fatta principalmente su base morfologica. La caratterizzazione litologica delle diverse facies deposizionali è stata fatta basandosi su osservazioni di terreno, indagini pregresse e riferendosi a zone limitrofe dove l'unità è meglio esposta.

Il Sintema di Cantù è costituito da:

- *Till di ablazione e di contatto glaciale*: diamicton massimi a supporto di matrice limosa o sabbioso limosa. Sabbie fini limose e sabbie grossolane e ghiaie. Clasti eterometrici, da centimetrici fino a metrici, principalmente esotici (cristallini) solo raramente carbonatici.
- *Depositi fluvioglaciali*: ghiaie e sabbie grossolane; sabbie, sabbie medio fini limose, sabbie medio grossolane con ciottoli e massi.

### Area di affioramento

I depositi del Sintema di Cantù ricoprono diffusamente, con spessori variabili, i versanti del Monte Rossel-San Martino, del Monte Martinello e la dorsale di Cavona. Il fondovalle della Valcuvia, nelle sue porzioni più rilevate, è occupato dai depositi fluvioglaciali.

### Morfologia e paleogeografia

L'espressione morfologica tipica del Sintema di Cantù, in territorio di Cuveglio, è data da terrazzi meglio riconoscibili nella parte orientale del territorio. L'origine dei terrazzi rilevati è prettamente fluvioglaciale e subordinatamente di contatto glaciale.

Sui versanti del Monte Rossel-San Martino, data l'elevata acclività, le morfologie glaciali originarie non sono ben conservate; i depositi infatti ammantellano il substrato roccioso senza dare morfologie chiare. L'unica morfologia ben riconoscibile, anche se al di fuori del territorio comunale, è data dalla piana di Bisio-Cantonaccio, probabilmente riconducibile ad una piana di contatto glaciale.

#### 5.2.1. DESCRIZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE

Vengono di seguito descritte le osservazioni utilizzate, unitamente alle indagini geognostiche (come fornite dall'Amministrazione comunale), per ricostruire la stratigrafia e litologia dei depositi neogenico quaternari. L'ubicazione dei punti di indagine è riportata in Tavola n. 1 Carta Geologica.

Località: Cavona, via F. Filzi 16

Scavo: **S1**

Profondità da p.c. [m]	Descrizione
0,00-0,40	Terreno humico vegetale sabbioso-limoso-argilloso, bruno scuro, con apparati radicali, ghiaia ed elementi lapidei sparsi di natura calcarea
0,40-3,00	Sabbie medie, debolmente limose, di colore bruno, con ghiaia ( $\varnothing$ max: 3 cm), ciottoli e massi ( $\varnothing$ max: 45 cm). Clasti sub arrotondati, calcarei (Calcarea di Moltrasio) e vulcaniti (Granofiro di Cuasso)

Località: Cuveglio, via Battaglia S. Martino n. 52

Scavo: **S1**

Profondità da p.c. [m]	Descrizione
0,00-0,40/0,50	Terreno sabbioso-limoso-argilloso, bruno scuro, con apparati radicali (terreno di coltura)
0,40/0,50-2,70	Sabbie medio grossolane, mediamente addensate, di colore nocciola bruno, debolmente limose, con ghiaia e ciottoli sparsi ( $\varnothing$ max: 7-10 cm)

Scavo: **S2**

Profondità da p.c. [m]	Descrizione
0,00-0,30/0,40	Terreno sabbioso-limoso-argilloso, bruno scuro (terreno di coltura)
0,30/0,40-2,00	Sabbie medio grossolane, di colore da nocciola, con poca ghiaia fine, ghiaia ed elementi lapidei sparsi (materiale di riporto), a supporto di matrice sabbiosa, debolmente limosa, molto addensata. Livello ghiaioso-ciottoloso in aumento sul fondo ( $\varnothing$ max clasti: 8 cm)

*Località:* Cuveglio, via per Cavona n. 2/d

**Scavo: S1**

Profondità da p.c. [m]	Descrizione
0,00-0,50	Terreno sabbioso-limoso-argilloso, bruno scuro, con apparati radicali (terreno di coltura) e materiale di riporto
0,50-2,50	Sabbia di colore nocciola, debolmente limosa, con ghiaia e ciottoli ( $\emptyset$ max: 15 cm), subarrotondati, prevalentemente calcarei

**Scavo: S2**

Profondità da p.c. [m]	Descrizione
0,00-0,2	Sabbia limoso-argillosa, di colore bruno scuro, con elementi lapidei sparsi ed apparati radicali (coltura)
0,2-1,00	Ghiaia, ciottoli e qualche masso ( $\emptyset$ max: 50 cm), a supporto di matrice da sabbiosa a sabbioso, debolmente limosa

*Località:* Cuveglio, via Marche n. 4

**Scavo: S1**

Profondità da p.c. [m]	Descrizione
0,00-0,40	Terreno vegetale bruno scuro sabbioso-limoso con qualche elemento lapideo
0,40-1,00	Sabbia da media a fine, mediamente addensata, da debolmente limosa a limosa di colore nocciola bruno, con poca ghiaia e ciottoli
1,00-1,60	Sabbia da fine a media, da mediamente addensata ad addensata, di colore nocciola chiaro, ben selezionata
1,60-2,50	Sabbia da media a fine, mediamente addensata, da debolmente limosa a limosa di colore nocciola bruno, con poca ghiaia e ciottoli
2,50-4,00	Sabbia da grossolana a media, mediamente addensata, di colore nocciola oca, con ghiaia e ciottoli calcarei, diam. Max 10÷15 cm. alterati

*Località:* Cuveglio, via Rossini n. 3

**Scavo: S1**

Profondità da p.c. [m]	Descrizione
0,00-0,20	Terreno sabbioso-limoso-argilloso, bruno scuro, con apparati radicali (terreno di coltura)
0,20-0,60	Arido granulare (terreno di riporto)
0,60-2,50	Sabbia fine grigio chiaro, sciolta, da debolmente limosa a limosa

*Presenza di venute d'acqua alla quota di circa 1,8 m dal p.c.*

### **5.3. UNITÀ DEL SUBSTRATO ROCCIOSO**

Nel territorio di Cuveglio affiorano esclusivamente rocce sedimentarie carbonatiche, parzialmente ricoperte da coperture neogenico-quadernarie. La suddivisione del substrato fa riferimento ai termini formazionali classici (unità litostratigrafiche) della successione della Lombardia Occidentale. Queste unità vengono di seguito descritte a partire dal basso stratigrafico.

#### **Dolomia Principale (Norico)**

Nella parte inferiore della serie è costituita da dolomie calcaree finemente cristalline, di colore biancastro o nocciola chiaro, a stratificazione massiccia. Ad essa segue una serie uniforme di dolomie e localmente dolomie calcaree, a stratificazione massiccia o indistinta, di colore variante da grigio molto chiaro a scuro. Entro la formazione compaiono localmente calcari dolomitici e dolomie zonate in strati centimetrici (3-4 cm fino a 10 cm circa). Presenza di stromatoliti e strutture di essiccazione. La Dolomia Principale poggia sulle Marne del Pizzella con contatto netto. Il limite però non è visibile in territorio comunale.

La Dolomia principale è presente nell'estremità orientale del territorio comunale, affiorando nel torrente Rancina in comune di Rancio Valcuvia.

#### **Formazione dell'Albenza [Dolomia Conchodon Auct.] (Retico superiore)**

È costituita da calcari micritici nocciola, bianchi o grigio chiaro in banchi da 40-50 cm, fino ad un metro circa, uniformemente bianco-grigiastri sulle superfici alterate. Subordinatamente dolomie grigie o rosso violacee cristalline. Alla base di presenta a stratificazione massiccia.

Il limite inferiore (non presente in territorio comunale) è transizionale con la Dolomia del Campo dei Fiori.

La Formazione dell'Albenza è presente in un lembo del fianco Nord della dorsale di Cavona, dove forma pareti verticali.

#### **Calcare di Moltrasio (Hettangiano-Sinemuriano)**

Il Calcare di Moltrasio è costituito da calcari grigi o nocciola in strati da 20-30 cm a un metro circa, contenenti selce scura in noduli e liste, con interstrati marnosi grigio scuri fogliettati. In genere i livelli calcarei sono costituiti da calcareniti fini, meno frequentemente da calcilutiti. Nella parte alta della formazione tendono a comparire livelli decimetrici di marne fogliettate, mentre il contenuto di selce diminuisce.

Il limite inferiore, con la Formazione dell'Albenza o con la Dolomia Principale, è netto. Il limite superiore, con il Calcare del Domaro è transizionale ed avviene mediante progressiva diminuzione del rapporto calcare/marna e scomparsa della selce.

Il Calcare di Moltrasio è l'unità dominante in territorio comunale, affiorando diffusamente sui versanti dei monti Rossel-San Martino, della dorsale di Cavona e del versante settentrionale del Monte Martinello. Forma sovente ripide pareti tettonizzate da cui si originano crolli, come testimoniato da potenti falde detritiche poste al piede; esempio significativo sono quelle del Monte San Martino (nella parte settentrionale del territorio) e le pareti costituenti i fianchi della valle del Gottardo.

#### **Calcare del Domaro (Domeriano)**

La formazione è costituita da calcari marnosi grigio chiari, localmente grigio nocciola, a stratificazione massiccia; sono presenti interstrati marnosi, spesso fogliettati, di potenza crescente dalla base alla sommità della serie. La formazione è caratterizzata da una ricca fauna ad Ammoniti. Forma una fascia WNW-ESE alle spalle dell'abitato di Vergobbio, che va chiudendosi nelle immediate vicinanze dello sbocco del Gottardo. Il Calcare del Domaro forma qui ripide pareti con strati sub verticale origine di crolli come testimoniato dalla presenza di falde detritiche.



### **Rosso Ammonitico Lombardo (Domeriano)**

È costituita da marne, marne calcaree e calcari marnosi di colore rosso vinato con venature reticolate verdastre o biancastre, in genere a stratificazione sottile. Selce rosso bruna in lenti, liste o noduli. Unità cartografata in riferimento ad informazioni bibliografiche (Carta Litologica della Provincia di Varese), in una ristretta fascia in località Marianna.

### **Formazione di Valmaggione (Dogger)**

Si tratta di un'unità torbiditica costituita da calcari grigiastri in strati decimetrici o amalgamati, marne grigie fogliettate, spesso argillose e calcareniti. Il rapporto calcare/marna è decisamente superiore all'unità. La formazione è ritenuta eteropica al Rosso Ammonitico. È cartografata, da bibliografia, in un lembo nel settore occidentale del territorio comunale, in prossimità dei primi tornanti della strada per Arcumeggia.

## 6. GEOMORFOLOGIA

### 6.1. CARATTERI GENERALI

Il territorio di Cuveglio si colloca tra le pendici meridionali del Monte Rossel – San Martino, il fondovalle della Valcuvia e il versante settentrionale del Monte Martinello.

In base alla morfologia, il territorio comunale può essere suddiviso nei seguenti settori:

#### **Settore montano superiore**

Il settore include i versanti Sud del Monte Rossel e del Monte San Martino dalla cima fino alla quota di circa 800-700 metri. È caratterizzato da pendii acclivi; il substrato roccioso è affiorante o subaffiorante sotto copertura alteritica o ridotti lembi di depositi glaciali. La quota indicata si riferisce alla quota massima raggiunta dal ghiacciaio durante l'ultimo episodio glaciale.

#### **Settore montano inferiore**

Il settore include il versante Sud del Monte Rossel dalla quota di 700-800 metri e la base delle pareti rocciose a tergo dell'abitato di Vergobbio, il versante Sud del Monte San Martino fino alla quota di circa 400 metri, nonché i versanti NW del Monte Martinello. È caratterizzato da pendii ad acclività generalmente media, ad eccezione dei versanti della valle del Gottardo, della fascia S. Anna-Vergobbio-Marianna, dell'impluvio a confine con Duno e di settori del Monte Martinello.

Il substrato roccioso risulta generalmente subaffiorante sotto copertura glaciale; affioramenti si hanno nelle dette porzioni maggiormente acclivi.

Il settore montano è caratterizzato da carsismo, che si manifesta con morfologie epigee (forre, solchi di erosione, doline, campi solcati, ecc.) e carsismo profondo con la presenza di svariate cavità e sorgenti carsiche.

#### **Settore di raccordo al fondovalle**

È rappresentato dalla conoide del Gottardo su cui sorge l'abitato di Cuveglio e dai terrazzi glaciali nella fascia di pedemonte ad Est e Ovest dell'apparato di conoide.

La conoide del Gottardo, la cui delimitazione è stata ridefinita rispetto ad altre rappresentazioni cartografiche (cartografia IFFI, cartografia PAI) a seguito di rilevamento morfologico di terreno e analisi del Modello Digitale del Terreno, ha una forma approssimativamente triangolare con una superficie di circa 0,5 km<sup>2</sup>; lunghezza massima, dall'apice presso S. Anna a Canonica, è pari a circa 700 metri e larghezza massima, tra Vergobbio e Cuveglio in Valle, pari a circa 1600 metri. L'apice si ubica ad una quota di circa 330 m s.l.m., mentre le parti distali si trovano a quota di circa 285 m s.l.m. Le pendenze variano tra il 10,7% nella parte superiore e l'1,6% nella parte terminale, con pendenza media del 7,1%.

Le sue porzioni distali si vanno quasi a saldare con quelle della conoide del torrente Broveda in Cuvio, dividendo il fondovalle (spartiacque idrografico in valle) in due distinti settori: piana del Carreggio e piana del rio Boesio.

Il raccordo della conoide con il fondovalle avviene in continuità morfologica, non sempre facilmente identificabile a seguito dell'alterazione antropica.

Cuveglio è anche marginalmente (confine occidentale) occupato dalla conoide del torrente Marianna, che si sviluppa principalmente in territorio di Casalzuigno.

#### **Settore di fondovalle**

È rappresentato dai terrazzi fluvio-glaciali della Valcuvia a bassa/bassissima pendenza, che si raccorda con le aree palustri pianeggianti del Carreggio e del Rio Boesio. Fa parte del settore di

fondovalle anche la piana fluvio-glaciale sospesa compresa tra la dorsale rocciosa di Cavona e le pendici del Monte Martinello.

Sul fondovalle è visibile un sistema di dreni paralleli utilizzati per la bonifica dell'area.

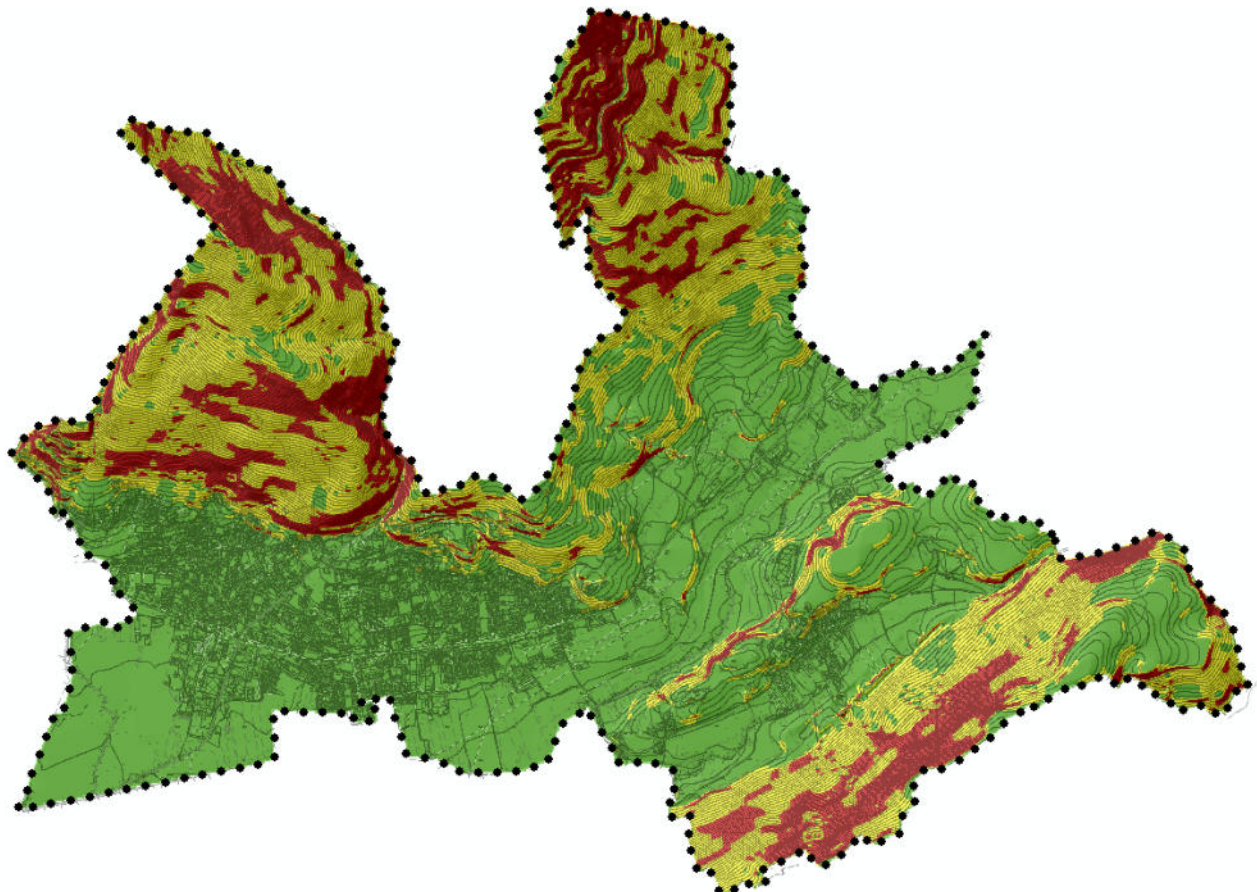
#### 6.1.1. IDENTIFICAZIONE DELLE CLASSI DI ACCLIVITÀ

Al fine di migliorare la lettura ed integrare i dati della carta della dinamica geomorfologica e, in particolare, per predisporre l'analisi della pericolosità potenziale da frane superficiali (come dettagliato di seguito) è stata elaborata una carta clivometrica del territorio comunale (cfr. fig. 6.1).

Il dato di partenza per l'elaborazione è il Modello Digitale del Terreno, reperibile sul geoportale di Regione Lombardia, con risoluzione di 5x5 metri.

I dati altimetrici di base sono stati processati con l'utilizzo di opportuno codice di calcolo morfologico (slope) in ambiente GIS, da cui si ricavano le diverse classi di acclività, che per semplicità sono state suddivise in:

- Aree con acclività inferiore a 20°;
- Aree con acclività compresa tra 20° e 35°;
- Aree con acclività superiore a 35°



**Fig. n. 6.1** – Rappresentazione clivometrica del territorio comunale (verde: acclività <20°; giallo: acclività 20°-35°; rosso: acclività >35°)

Dalla lettura della figura precedente si deduce che la maggior parte del territorio comunale presenta pendenze non superiori a 20°. Le porzioni ad acclività maggiore caratterizzano i versanti del Monte Rossel e San Martino, il versante Nord del Monte Martinello, nonché settore di raccordo con il fondovalle e tutta la fascia Nord della dorsale di Cavona.

Come già detto precedentemente, le porzioni di territorio a maggiore acclività sono quelle dove spesso il substrato roccioso risulta affiorante, formando anche alte pareti soggette a distacco e crollo di massi.

## **6.2. DINAMICA GEOMORFOLOGICA**

Quanto di seguito descritto (cartograficamente riportato in Tavola 2) rappresenta quelle che sono le principali evidenze di attività geomorfologica riscontrate in territorio comunale. Partendo da informazioni pregresse e già riportate nello studio geologico del 2010, sono state apportate modifiche ed integrazioni a seguito di rilevamento geologico di terreno svolto nel novembre/dicembre 2020, di specifico approfondimento (cfr. appendice 1) e su segnalazioni fornite dai tecnici comunali.

Oltre alle evidenze geomorfologiche è stata anche ridefinita la zonazione del territorio comunale dal punto di vista della pericolosità potenziale da frane superficiali, come meglio descritto nel paragrafo dedicato.

### **6.2.1. PROCESSI LEGATI ALLA DINAMICA DI VERSANTE**

*In questo gruppo di processi geomorfologici si trovano tutti quei fenomeni che interessano prevalentemente il settore montano e sono innescati dall'azione della gravità, che agisce direttamente sui terreni e sulle rocce, unitamente all'azione erosiva delle acque non incanalate e degli agenti climatici (precipitazioni, cicli gelo-disgelo).*

#### **AREE DI CROLLO**

Il settore montano è strutturato in rocce carbonatiche che formano spesso pareti verticali ad impronta strutturale. Questa situazione determina l'innescio di crolli, sia isolati sia diffusi, testimoniati dalla presenza di falde detritiche variamente estese alla base delle pareti.

#### **Area di crollo versante orientale del Monte San Martino**

Si trovano qui alte pareti verticali fratturate, testimonianza della Faglia del San Martino, da cui si originano da sempre crolli diffusi di massi, complice anche il fatto che questa porzione del territorio comunale era "fuori" dal ghiacciaio dell'ultimo episodio glaciale del quaternario, quindi da più tempo esposto agli agenti disagreganti.

Testimonianza dei processi di crollo è data dalla presenza di una vasta falda detritica che si estende dalla base delle pareti fino a quota di circa 740 metri. La perimetrazione della falda detritica tiene conto di quanto osservato sul terreno e dall'analisi delle foto aeree storiche consultabili sul portale cartografico svizzero.

La falda detritica, malgrado la copertura boschiva e arbustiva di sottobosco, non risulta stabilizzata; si manifestano sovente rotolamenti di ciottoli e massi anche metrici, innescati dopo le precipitazioni o per rottura degli arbusti tra cui i massi sono incastrati o anche per il pascolo degli animali selvatici, che nella peggiore delle situazioni vanno ad impattare sulla sede stradale che sale, da Duno, alla vetta del San Martino.

Localmente la falda detritica si aggrega a dare coni detritici che poi evolvono in colate di debris/grain flow, incanalandosi nelle vallecole.

A ridosso della strada sono anche presenti altre pareti rocciose verticali di altezza minore ma sempre interessate da fenomeni di crollo.

A riprova dell'elevata pericolosità di questa porzione del territorio comunale è la presenza di localizzati interventi di messa in sicurezza, realizzati a cavallo tra il 1997 e il 1998, a protezione della strada; si tratta di reti e rilevati paramassi e rete in aderenza. Il rilievo in sito ha però permesso di osservare come queste opere siano in un precario stato di manutenzione con conseguente perdita delle loro funzioni protettive.

Sempre in questa porzione di territorio sono stati osservati fenomeni minori che si manifestano in locali cedimenti della sede stradale Duno-San Martino.

Quanto descritto era già riportato nella cartografia IFFI nonché nel quadro del dissesto PAI vigente, ma di quest'ultimo se ne propone una modifica, con ampliamento degli areali, che tiene conto di quanto rilevato sul terreno.

### **Area di crollo di Vergobbio**

La fascia di versante che si estende tra la località S. Anna (allo sbocco a valle del Gottardo) e circa la strada per Arcumeggia, tra la quota di 410-420 m e 320-340 m, è caratterizzata da ripidi versanti con pareti rocciose affioranti. Queste, complice anche la giacitura subverticale degli strati, sono soggette a diffusi crolli di massi; il rilevamento di terreno ha permesso infatti di riconoscere un'estesa falda detritica posta al piede di queste pareti. Questa risulta generalmente non consolidata malgrado la copertura vegetale, concorrendo al rotolamento di ciottoli e massi verso valle.

La riprova della dinamica di crollo che interessa questa porzione di versante è data dalle segnalazioni (schede RASDA) fornite dai tecnici comunali, le più recenti delle quali sono:

- 29/12/2013: distacco di massi dal versante roccioso in fregio alla strada comunale via S. Anna e sovrastante il nucleo abitato della località S. Anna, con ulteriori situazioni di crollo potenziali evidenti;
- 04/07/2018: distacco di massi dal versante roccioso sovrastante il nucleo abitato e nei pressi della strada comunale via S. Anna.

A seguito di queste segnalazioni e di altre situazioni lamentate dai residenti, tra il 2016 e il 2020 sono state posate una serie di barriere paramassi e in aderenza a protezione del Crotto S. Anna e dei vicini fabbricati.

Più indietro nel tempo, circa agli inizi del 2000, erano state già posizionate, a tergo della mulattiera che da Vergobbio porta al bacino dell'acquedotto, una serie di barriere paramassi. Il rilevamento di terreno ha permesso di osservare che questo sistema di barriere si trova in uno stato di mal manutenzione.

Parte del versante è inserito nel quadro del dissesto PAI, ma a seguito di quanto descritto in precedenza si propone la modifica con ampliamento dell'area PAI vigente, per poter maggiormente tenere conto della situazione di pericolosità delle aree.

### **Aree di crollo della valle del Gottardo**

Buona parte dei versanti, in territorio comunale, della valle del Gottardo sono caratterizzati da pareti rocciose subverticali e spesso fittamente tettonizzate. Percorrendo la valle sono state osservate diffuse situazioni di crollo con formazione di una fascia detritica che si estende fin dentro il fondovalle, miscelandosi con i depositi torrentizi. L'accumulo detritico in alveo può potenzialmente avere ripercussione a valle con trasporto di materiale detritico in concomitanza di intensi eventi alluvionali che interessano il torrente Gottardo.

Si propone di inserire, ex novo, queste aree (pareti rocciose e falde detritiche) nel quadro del dissesto PAI.

### **Aree di crollo versante Sud occidentale della dorsale di Cavona**

Si tratta di aree, già inserite nel quadro del dissesto PAI, prospicienti la piana alluvionale del Rio Boesio. Sono pareti rocciose subverticali, localmente di 20-30 metri di altezza, al cui piede si imposta una falda detritica di limitata estensione.

A seguito del rilevamento di terreno e di uno studio di dettaglio sviluppato dallo scrivente per il rimodellamento del parcheggio sterrato antistante il cimitero di Cavona, si propone una ridelimitazione dell'area PAI. In particolare, nella porzione prossima al parcheggio del cimitero viene arretrata in quanto le pareti rocciose qui non sono presenti.

### **Aree di crollo versante Nord occidentale della dorsale di Cavona**

A tergo della via per Rancio, nel tratto compreso tra circa il cimitero e l'intersezione con via Molino Galli, sono presenti delle pareti rocciose verticali da cui si originano fenomeni di crollo, come testimoniato dalla presenza di falda detritica al piede.

La potenziale pericolosità dell'area è testimoniata dalla presenza di ciottoli di recente movimento presenti al ciglio della strada e da segnalazione da scheda RASDA fornita dai tecnici comunale (24/12/2010: via per Rancio. Caduta massi sulla sede stradale).

In considerazione di questo e di quanto osservato in loco si è deciso di proporre l'inserimento, ex novo, di quest'area di versante nel quadro del dissesto PAI.

### **Aree di crollo versante Sud orientale della dorsale di Cavona**

Lungo il tratto di versante a tergo della via per Cavona sono presenti pareti verticali, incumbenti sulla strada, con altezza di 10-15 metri, parzialmente tettonizzate. Queste sono soggette a caduta di massi come testimoniato dalla falda detritica al piede, che però non si presenta di notevole sviluppo, rimanendo confinata dalla sede stradale.

In considerazione di quanto osservato si è deciso di proporre l'inserimento, ex novo, di quest'area di versante nel quadro del dissesto PAI.

### **FRANE DI SCIVOLAMENTO**

Si tratta di scivolamenti della copertura glaciale o detritico colluviale. I fenomeni più significativi sono ubicati in sponda sinistra della valle dei Ronchi (fenomeno già riportato nella cartografia IFFI di Regione Lombardia), in sponda sinistra del torrente Gottardo poco a monte dell'apice della conoide in loc. S. Anna, presso la località valle di Bignes e a monte del centro raccolta differenziata dei rifiuti.

Si tratta di fenomeni che attualmente non mostrano segni di attività e già inseriti nel quadro del dissesto PAI come frane quiescenti.

Quanto perimetrato presso la loc. S. Anna è stato eliminato, inglobandolo nella più ampia area potenzialmente interessata da crolli.

Piccoli fenomeni di scivolamento (non fedelmente cartografabili), che coinvolgono modesti volumi di copertura, sono presenti un po' in tutto il territorio comunale specie sulle scarpate più acclivi dei terrazzi fluviali/fluvioglaciali. *Questi vengono innescati dall'azione della gravità che agisce sui materiali che già si trovano in stato di equilibrio precario per l'azione erosiva esercitata dalle acque, diffuse o incanalate, per la spinta delle radici e per la forte pendenza del versante.*

Come segnalato dai tecnici comunali, per esempio, durante gli intensi eventi meteorici verificatisi nel giorno del 7 giugno 2020, si è verificato un dissesto idrogeologico sia di carattere gravitativo sia legato all'azione delle acque di dilavamento superficiale, con particolare coinvolgimento di un tratto di strada che conduce alla loc. Arcumeggia.

### **EROSIONE DIFFUSA**

Rappresenta il risultato del processo di ruscellamento delle acque meteoriche. I materiali di copertura vengono erosi e trasportati a valle dalle acque che non si concentrano in alvei ben definiti. Questo fenomeno si manifesta con piccoli solchi, con evidenze di flusso, e con ampie superfici di terreno denudate. Si osserva prevalentemente sul versante del Monte Rossel, sopra le sorgenti del Bignes, ma interessa in generale tutti i pendii più acclivi.

#### **6.2.2. PROCESSI LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI**

### **ESONDAZIONI**

#### **Torrente Boesio**

In Valcuvia, tutta l'area a Sud del rilevato della S.S. 394 per Cittiglio, tra Cuveglio e Gemonio, è storicamente caratterizzata da esondazioni da parte del torrente Boesio, il principale elemento idrico della Valcuvia occidentale.

Complessivamente nel bacino del Boesio si sono registrate 15 piene nel periodo 1880-1997 (in media ogni 7,9 anni) e 12 nel periodo 1950-1997 (in media ogni 4 anni).

Gli eventi più catastrofici sono quelli del 1755, 1779, 1900 e 1953, mentre quelli più recenti di un certo rilievo sono avvenuti nel giugno 1992, nel settembre 1995, nel maggio 2002 e nel novembre 2014.

Solo una parte minoritaria delle piene interessa direttamente le aree della media Valcuvia, prossime alla testata del torrente Boesio, nonostante la presenza di tre grossi affluenti (torrenti Broveda, Gottardo e Marianna).

Per quanto riguarda strettamente il territorio di Cuveglio, in Tavola 2 vengono riportate due differenti aree di esondazione perimetrate in base a criteri morfologici, già presenti nello studio geologico redatto dallo studio Congeo (nov. 2010) e per le quali non è possibile definire né tempi di ritorno, né velocità e altezze d'acqua:

- Aree soggette ad alto rischio di esondazione;
- Aree soggette a potenziale rischio di esondazione.

La perimetrazione di queste due aree è stata nuovamente recepita e ripotata integralmente nel presente studio.

#### **Rio Boesio (o Rio La Valle o Roggia Viganella o torrente Cantevrina)**

Il torrente è verosimilmente alimentato da acque di provenienza urbana, raccolte da diversi dreni artificiali ad andamento rettilineo, confluenti nel ramo principale che percorre la piana orientale del fondovalle.

Lo studio geologico redatto dallo studio Congeo (nov. 2010), riprendendo a sua volta quanto già cartografato all'atto della redazione del PRG, identifica lungo il Rio Boesio un'area "interessata da esondazioni con tempi di ritorno eccezionali".

A valle dell'intersezione tra la SS 394 e il torrente valle del Bignes, è stata identificata un'altra area di esondazione, che va ad unirsi a quella del Rio Boesio. Quest'areale è suddiviso in un'area "interessata da esondazioni con tempi di ritorno ordinari" e un'area "interessata da esondazioni con tempi di ritorno eccezionali".

Queste aree (confluite poi nella cartografia PAI come area esondabile a pericolosità elevata, Eb) erano presumibilmente state perimetrate in base a criterio morfologico; affermazione che deriva dal fatto che non sono state reperite informazioni in merito a studi idraulici di definizione di velocità e altezze d'acqua. Nello studio geologico del 2010 si dice solo che queste aree derivano dalle "risultanze degli studi della Comunità Montana"; studi però che non è stato possibile reperire.

Si ritiene che l'areale di esondazione identificato lungo il Rio Boesio sia eccessivamente esteso, soprattutto nella porzione di territorio a monte della via per Cavona, e non adeguatamente conforme alla morfologia del territorio. Il rilievo effettuato nel contesto del presente studio non ha infatti segnalato particolari evidenze di esondabilità del corso d'acqua che, nel tratto in questione, è costituito da una incisione di modeste dimensioni con una portata stimata di qualche l/m.

Si è deciso pertanto di mantenere l'areale di esondazione ma provvedendo (in assenza di dati idraulici) ad una sua ripermimetrazione meramente con criterio geomorfologico da rilevamento in sito, escludendo i settori decisamente rilevati rispetto alla piana.

In aggiunta è stata però inserita un'area, sempre a criterio geomorfologico, lungo l'incisione dell'alveo, che tiene conto della potenziale esondazione in relazione ai tratti di sponde in erosione e potenziali sezioni insufficienti.

Anche l'area allagabile (loc. Molino Galli) che si estende a valle della SS 394, a partire dall'attraversamento con il torrente valle Bignes, è stata mantenuta ma riclassificata alla luce di specifico approfondimento locale, i cui contenuti sono descritti in appendice 1.

#### **DEPOSITI DETRITICI**

*Si tratta per lo più di materiali grossolani (sabbie e ghiaie), ma nel caso dei torrenti maggiori anche blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche, che erose e prese in carico dalle acque durante episodi di piena legati agli eventi pluviometrici più importanti, vengono poi depositati dove la pendenza del corso d'acqua si riduce e diminuisce di conseguenza la sua energia. Esempi di questi accumuli si trovano lungo tutto il corso del torrente Marianna, dalla località omonima fino a valle della S.P. 54 (ora SS 394), nella piana del Carreggio, nonché lungo tutto l'alveo del torrente Gottardo dove si "mischiano" con i depositi di falda detritica e alla testata del torrente (privo di idronome) che scorre nella piana di Cavona.*

#### **EROSIONE INCANALATA**

*È una forma molto diffusa in tutto il versante del monte Rossel e del monte S. Martino. Questo processo è evidenziato dalla presenza di vallecole molto incise che tagliano il versante lungo la linea di massima pendenza; queste sono attraversate da corsi d'acqua a carattere temporaneo che alternano lunghi periodi di secca a periodi di piena nei quali si esplica una forte azione erosiva, che in alcuni casi porta alla messa a nudo del substrato lapideo. Questa azione erosiva è favorita dalla presenza di sottili coltri di copertura, in genere di natura morenica o colluviale, che per la loro scarsa permeabilità facilitano lo scorrimento superficiale delle acque. Questi stessi canali talvolta sono sede di fenomeni di colata e/ trasporto in massa di detriti.*

#### **EROSIONE SPONDALE**

*Si verifica lungo la sponda esterna nei punti dove un corso d'acqua cambia direzione di flusso. È osservabile lungo il corso dei torrenti maggiori di fondovalle, come il torrente Marianna poco sotto la S.P. 54 (ora SS 394) e diffusamente lungo il corso del Rio Boesio. Può innescare fenomeni di instabilità degli argini per asportazione di materiale al piede.*

Erosioni spondali, come segnalato dai tecnici comunali, si sono avute lungo il torrente Boesio in corrispondenza dell'immissario denominato il loco Rio Fossee (evento di maggio 2010) e generalizzate con "scivolamento di parte dell'argine nel letto del fiume" nell'evento dell'agosto 2014.



### **ORLO DI SCARPATA MORFOLOGICA**

*È rappresentato da una scarpata, più o meno netta e alta, che raccorda aree semipianeggianti poste a quote diverse. Lungo il Rio Boesio queste scarpate sono veri e propri terrazzi fluviali, formati prevalentemente da materiali di natura morenica; si trovano sopraelevati rispetto alla piana attuale e rappresentano uno stadio precedente dell'evoluzione del territorio. I terrazzi che si riconoscono lungo il fianco destro della Valcuvia (Sud), hanno altezze comprese tra i 5 e i 10 m e presentano un andamento piuttosto dolce; quelli del fianco sinistro hanno altezze simili, ma presentano localmente pendenze notevoli (superiori ai 40°) come sopra la S.P. 54 (ora SS 394) in corrispondenza della Valle del Bignes e sotto la S.P. subito dopo le ultime case di Cuveglio, dove si sono impostate su depositi morenici prevalentemente sabbiosi.*

*Le forme, che lungo la Valcuvia si trovano a quote maggiori, rappresentano importanti rotture di pendenza, localmente riconducibili a terrazzi di contatto glaciale.*

*Le scarpate evidenziate in località Cavona hanno altezze ridotte, inferiori a 3 m; hanno origine dall'erosione fluviale e sono state segnalate perché importanti per la delimitazione di eventuali fenomeni di esondazione.*

### **AREE DI RISTAGNO**

Nelle aree della piana del Carreggio, lungo la piana alluvionale del Rio Boesio e localmente nella piana di Cavona, sono riconoscibili zone di ristagno e impaludamento. Il ristagno diffuso è favorito dalla bassa permeabilità dei litotipi superficiali (principalmente sabbie fini, limi e torbe) e dalla particolare morfologia “a conca” del territorio, oltre che dalla locale risalita della falda fino a piano campagna. Il fenomeno di ristagno è maggiormente evidente in seguito ad eventi meteorici non necessariamente intensi.

#### **6.2.3. PROCESSI DI CARATTERE TORRENTIZIO**

### **CONOIDE DEL TORRENTE GOTTARDO**

La cartografia PAI originale a scala 1:25.000 dell'Elaborato 2 “Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici” classificava il conoide del torrente Gottardo come: “Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte – (pericolosità molto elevata)”.

Il Comune di Cuveglio, commissionando (studio Congeo, ottobre 1999) una verifica geologica dello stato di fatto della situazione dei rischi idrogeologici e idraulici della conoide, documentava una situazione differente da quella indicata dal PAI.

Infatti, a conclusione della detta verifica, si affermava che: “con riferimento alle analisi geomorfologiche e idrauliche eseguite, considerando inoltre le opere realizzate per canalizzare e regimare il corso d'acqua nonché il loro stato d'uso, tutta l'area della conoide di Vergobbio può essere considerata come area protetta o non recentemente attivatasi (Cn) così come definita nell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici del Progetto di piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). A supporto di tale determinazione si fa anche riferimento alla cartografia geoambientale della Comunità Montana della Valcuvia (CTR sez. A4c3 Casalzuigno), la quale indica l'area della conoide in esame priva di elementi di pericolosità. Come risulta inoltre dalla relazione idraulica in appendice, il tirante del T.te Gottardo, nelle sezioni di calcolo verificate nei tratti di alveo non regimato e negli attraversamenti (strade Provinciali e comunali), risulta largamente contenuto nell'alveo inciso.”

In seguito alla trasmissione a Regione Lombardia delle osservazioni al PAI, Cuveglio veniva inserito nella categoria dei comuni “non esonerati dall'applicazione delle procedure di cui all'art. 18 della NdA del PAI” (elenco di cui all'allegato C della dgr n. 7/7365 del 20/12/2001), in quanto non dotato di studio geologico con analisi su tutto il territorio comunale.

L'8 marzo 2000 viene approvato lo studio geologico comunale di supporto al PRG (poi adottato con DCC n. 44 del 21/12/2001), redatto dallo studio Congeo (febbraio 2000). A seguito dell'esame degli elaborati da parte di Regione Lombardia (prot. Z1.2002.18275 del 22/04/2002), questa richiede alcune modifiche/integrazioni a seguito delle quali lo strumento urbanistico sarà adeguato alle verifiche di compatibilità ai sensi dell'art. 18 delle NdA del PAI, invitando l'Amministrazione comunale a trasmettere cartografia contenente il quadro del dissesto con legenda uniformata PAI per formulare le proposte di aggiornamento al PAI.

Nello specifico, Regione Lombardia scrive: "per la revisione del vincolo relativo alla conoide di Vergobbio, dichiarata a suo tempo accoglibile, si potrà avviare procedura di variante anche nell'ambito della revisione al PRG, se prevista e purché rientri nei termini temporali della delibera sopra citata" (15/12/2002, dgr 7/7365 del 11/12/2001) "o, in caso contrario, mediante apposita variante. Si precisa che ad oggi la richiesta di ripermetrazione non è stata accolta in quanto lo studio idraulico ed idrogeologico, valutato nel merito adeguato, non precede una corretta riclassificazione dell'area di conoide ai sensi del punto 5.3 della dgr n. 7365 del 11 dicembre 2001. Si rammenta che almeno l'asta torrentizia va classificata come Ca".

Vengono quindi aggiornati gli elaborati dello studio geologico, che nello specifico vedono l'inserimento dell'asta torrentizia del torrente Gottardo in ambito di conoide Ca, ottemperando quindi a quanto previsto al punto 5.3 della dgr 7/7365 del 11/12/2001 (nota Regione Lombardia prot. Z1.2003.06647 del 06/02/2003).

Questo quindi rappresenta, per la conoide del Gottardo (o di Vergobbio), quanto vigente nel quadro del dissesto PAI.

Con rilevamento geologico/morfologico di terreno, operato per la redazione del presente studio, si sono apportate modifiche alla perimetrazione della conoide, ritenendo che la delimitazione attualmente presente nel PAI (puntualizzando che deriva a sua volta da cartografie preesistenti) non fosse adeguata alla reale conformazione morfologica del territorio.

Rispetto al PAI vigente la conoide è stata pertanto arretrata nella sua parte frontale e Nord occidentale, seguendo correttamente la reale forma di terreno.

La conoide risulta urbanizzata con localizzate aree di verde urbano e giardini. Il canale che l'attraversa è completamente regimato, anche se presenta alcune problematiche come meglio sarà descritto nel paragrafo 7.1.4.

#### **CONOIDE DEL TORRENTE MARIANNA**

Il territorio di Cuveglio, al confine occidentale, è marginalmente lambito dalla conoide del torrente Marianna, che si sviluppa principalmente in territorio di Casalzuigno.

La cartografia PAI non riporta alcun elemento ad esso relativo; nel PTCP il conoide, nella Tavola RIS2, è indicato come "quiescente", analogamente alla conoide del Gottardo.

I redattori dello studio geologico del PGT di Casalzuigno (2009) ritengono, in base a valutazioni di carattere morfometrico e storico, che "il conoide sia sufficientemente protetto in relazione alle portate solide e liquide attuali e storiche e all'assetto geomorfologico dell'area apicale e pertanto non rappresenti complessivamente un elemento di pericolo.

## **TRASPORTO IN MASSA: DEBRIS FLOW IN AREA MONTANA**

Come già descritto in precedenza, sono state riconosciute estese falde detritiche al piede dei versanti in roccia, che aggregandosi lungo le incisioni vallive danno origine a colate detritiche. Le più significative sono quelle cartografate lungo due impluvi del versante orientale del monte S. Martino, nonché in un piccolo impluvio nei pressi del bacino idrico dell'acquedotto a Vergobbio.

Non si esclude che questa tipologia di fenomeno possa anche localmente innescarsi lungo l'alveo del Gottardo, che, come evidenziato dal rilevamento di terreno, risulta occupato da depositi detritici alluvionali a cui si uniscono le falde detritiche alimentate dalle pareti rocciose soggette a crolli diffusi. Nell'ambito del Sistema Informativo Bacini e Corsi d'Acqua –SIBCA, Regione Lombardia definisce alcuni parametri morfometrici e di portata dei principali bacini idrografici montani. Per il torrente Gottardo, indicativamente all'apice della conoide, Regione Lombardia stima una magnitudo (volume di sedimenti potenzialmente coinvolgibili in colate detritiche) da un minimo di 6191 mc a un massimo di 26618 mc.

### **6.2.4. PROCESSI LEGATI AD INSUFFICIENZA DELLA RETE FOGNARIA**

Al fine di recepire, nella componente geologica idrogeologica e sismica del PGT, gli esiti dello studio comunale di gestione del rischio idraulico, come descritti nel par.3.5, sono state inserite le aree soggette ad allagamento connesse ad insufficienza della rete fognaria. Queste sono state rappresentate in considerazione dello specifico tempo di ritorno dell'evento (10, 50 e 100 anni).

Per una facilità di lettura dell'elaborato cartografico relativo alla dinamica geomorfologica (Tav. 2) non sono state distinte le varie classi di pericolosità attribuite ai diversi tempi di ritorno; quindi si rimanda agli elaborati specifici dello studio comunale di gestione del rischio idraulico.

## **6.3. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA FRANE**

A integrazione di quanto descritto nel paragrafo precedente e per rispondere alle prescrizioni di cui agli art. 82 e 84 delle NdA del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Varese (PTCP), è stata condotta un'analisi, estesa a tutto il territorio, volta alla perimetrazione della pericolosità potenziale da frane, partendo dall'esame delle tavole RIS3 "Carta della pericolosità frane" allegata al PTCP.

Nelle aree a pericolosità alta, media e bassa (cfr. par. 3.3), ai sensi dell'art. 82 delle Norme di Attuazione del P.T.C.P., i comuni sono tenuti, in sede di redazione degli studi geologici allegati al proprio P.G.T, a verificare il livello di pericolosità delle aree, eseguendo appositi studi di dettaglio secondo le indicazioni di cui all'art. 84 delle N.d.A del P.T.C.P.

Lo studio di dettaglio, che sostituisce quanto già elaborato nello studio geologico comunale del novembre 2010, è stato eseguito anche tenendo conto delle indicazioni riportate nell'Allegato 2 della D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011.

Metodo e risultati dello studio, riportati in apposita cartografia tematica (Tavola n. 2\* Carta della dinamica geomorfologica), sono di seguito descritti.

### **6.3.1. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANE: APPLICAZIONE DEL MODELLO SINMAP**

Il modello SINMAP (Stability INdex MAPing), utile per definire l'indice di stabilità (SI) del territorio, è basato sulla teoria del pendio infinito che bilancia la componente destabilizzante della gravità con le componenti stabilizzanti di angolo d'attrito e coesione su un piano inclinato, infinitamente esteso, parallelo alla superficie del versante. L'indice di stabilità è definito come la probabilità che una zona sia stabile assumendo come uniforme la distribuzione dei parametri considerati; si ricavano perciò alcuni ranges di valori compresi tra 0 (zone più instabili) ed 1 (zone minimamente instabili).

Il valore numerico ottenuto si utilizza per classificare le condizioni di stabilità del versante per ogni cella della griglia che costituisce il Modello di Elevazione del Terreno (DTM).

Per SINMAP, che opera solo valutando frane superficiali, i dati di input per la determinazione dell'indice di stabilità, definito come fattore di sicurezza (FS) probabilistico, sono: fattori topografici ( $\theta$ ), grandezze relative all'area specifica di drenaggio ( $a$ ) e parametri che caratterizzano le proprietà sia geotecniche ( $\Phi$ ) che idrologiche del terreno (C-coesione, R-pioggia efficace, T-trasmissività).

Il modello di pendio infinito, utilizzato per l'applicazione di SINMAP, è dato dalla seguente formula semplificata (Hammond et al., 1992):

$$FS = [C + \cos\theta \times (1 - wr) \times \tan\Phi] / \sin\theta$$

dove:  $C = (C_r + C_s) / (h \times \rho_s \times g)$  in cui  $C_r$  è la coesione delle radici,  $C_s$  è quella del suolo,  $h$  è la profondità della superficie di rottura (max 1 m),  $\rho_s$  è la densità del suolo,  $g$  l'accelerazione di gravità,  $w$  il contenuto d'acqua e  $r$  è il rapporto della densità dell'acqua su quella del suolo.

Le variabili topografiche sono automaticamente computate dal DTM (cella 5x5 m) ed assegnate ad ogni cella, mentre i parametri T, R, C, sono riconosciuti come incerti e quindi considerati variabili tra un limite superiore ed uno inferiore assumendo per questi una distribuzione normale.

Il concetto di pendio infinito è valido nei casi in cui lo spessore del terreno al di sopra della superficie di scorrimento sia molto minore rispetto alla lunghezza del versante. Su ciascun elemento finito di versante si applica un modello di stabilità del tipo Mohr-Coulomb.

Il principale output di SINMAP è la perimetrazione di regioni con  $SI > 1$  se  $FS_{min} > 1$ ;  $0 < SI < 1$  se  $FS = 0$ ;  $SI = 0$  se  $FS_{max} < 1$ .

È possibile, quindi, costruire una tabella in cui si differenziano le classi di stabilità in funzione del valore assunto da SI (Tabella 8.1).

Le classi individuate possono essere così interpretate:

- Stabile, Moderatamente Stabile e Quasi-Stabile: regioni nelle quali, in accordo con il modello, non dovrebbero verificarsi fenomeni di instabilità una volta assunti i parametri più conservativi nel range specificato.
- Instabile per Soglia inferiore o Soglia superiore: regioni per cui, in accordo con il range di incertezza dei parametri individuati nel modello, esiste una probabilità di rottura che è rispettivamente minore o maggiore del 50%. In queste regioni non sono richiesti fattori esterni per generare instabilità. L'instabilità si può manifestare semplicemente per una specifica combinazione dei valori assunti dai parametri all'interno del loro range di variazione.
- Instabile: regione in cui i versanti risultano instabili per qualsiasi valore assunto dai parametri nel range specificato.

CONDIZIONE	CLASSE	STATO DI STABILITA'	VARIABILITA' PARAMETRI	POSSIBILE INFLUENZA DI FATTORI NON CONSIDERATI
$SI > 1,5$	1	Zona stabile	La variabilità non influisce sulla instabilità	Sono richiesti significati fattori destabilizzanti per l'attività.
$1,5 > SI > 1,25$	2	Zona moderatamente stabile	La variabilità non influisce sulla instabilità	Sono richiesti moderati fattori destabilizzanti per l'instabilità
$1,25 > SI > 1$	3	Zona quasi stabile	La variabilità non influisce sulla instabilità	Anche lievi fattori destabilizzanti possono determinare l'instabilità

$1 > SI > 0,5$	4	Zona instabile per soglia inferiore	E' richiesta la metà peggiore del <i>range</i> dei parametri per la stabilità	Non sono necessari fattori destabilizzanti per l'instabilità
$0,5 > SI > 0$	5	Zona instabile per soglia superiore	E' richiesta la metà migliore del <i>range</i> dei parametri per la stabilità	Fattori stabilizzanti possono aiutare la stabilità
$SI = 0$	6	Zona instabile	La variabilità non influisce sulla stabilità	Fattori stabilizzanti sono richiesti per la stabilità

**Tab. n. 6.1** – Determinazione delle sei classi di stabilità in relazione ai valori assunti da SI

Le variabili topografiche, come detto, vengono valutate attraverso il modello digitale del terreno, mentre le variabili geotecniche (coesione, angolo di resistenza al taglio, peso di volume) sono state ricavate sulla base delle caratteristiche dei depositi presenti nel territorio e/o assegnati su base formazionale attraverso dati in possesso di questo studio.

Inoltre il modello SINAMP richiede l'inserimento di variabili idrologiche espresse come il rapporto tra la trasmissività (T) e le piogge efficaci (R), ricavate dalle caratteristiche idrogeologiche delle aree e dai dati di pioggia come da par. 6.4.

Da quanto descritto nel capitolo 5 è ragionevole considerare nell'elaborazione, per semplificazione, un'unica unità con caratteristiche omogeneamente distribuite su tutto il territorio, stimando per questa dei ranges di parametri geotecnici. Per cui:

Peso di volume ( $\gamma$ ) 18 - 20 kN/mc

Angolo di resistenza al taglio ( $\varphi'$ ) 26° - 34°

Coesione (c) 0 - 15kPa

Pertanto dall'intersezione delle variabili topografiche con quelle geotecniche e idrologiche SINMAP deriva un indice di stabilità (SI) per il territorio, dal cui valore si ricava il grado di pericolosità preliminare secondo il seguente schema:

$F_s > 2,00$  – pericolosità preliminare H1 (molto bassa o nulla)

$F_s = 1,40 - 2,00$  – pericolosità preliminare H2 (bassa)

$F_s = 1,20 - 1,40$  – pericolosità preliminare H3 (media/moderata)

$F_s = 1,00 - 1,20$  – pericolosità preliminare H4 (alta)

## 7. IDROGRAFIA

L'idrografia del territorio comunale è caratterizzata dalla presenza di due sistemi idrografici, entrambi tributari del lago Maggiore, ma con recapiti nettamente distinti.

- **Bacino del torrente Boesio.** Il torrente Boesio scorre lungo il ramo occidentale della Valcuvia, sfociando nel lago Maggiore a Laveno, dopo aver ricevuto numerosi affluenti che drenano i versanti meridionali dei Pizzoni di Laveno, del monte Nudo, del massiccio Rossel-Colonna e parte del versante settentrionale del Campo dei Fiori.
- **Bacino del Margorabbia.** Il Rio Boesio (noto anche come torrente Cantevrina o, come indicato nell'Allegato A della dgr 23 ottobre 2015 n. X/4229 e ss.mm.ii., Rio La Valle o Roggia Viganella) scorre verso Est, confluendo all'altezza di Rancio Valcuvia nel torrente Rancina, a sua volta tributario del Margorabbia che sfocia nel lago Maggiore tra Germignaga e Luino.

Lo spartiacque in valle coincide con l'alto relativo, che corre in direzione N-S nel tratto Canonica-Cuvio della S.P. 45, generato dal contatto dei conoidi dei torrenti Broveda (comune di Cuvio) e Gottardo); contatto che avviene in profondità sotto copertura di depositi alluvionali di fondovalle.

Tutti gli affluenti hanno carattere torrentizio, con massimi di portata autunnali e primaverili in corrispondenza delle precipitazioni. Le piene, dati i bassi tempi di corrivazione, sono intense e di breve durata.

I corsi d'acqua, suddivisi tra reticolo principale e minore, sono riportati in Tavola 3 e in Tavola 6.

### 7.1. RETICOLO PRINCIPALE

Il reticolo principale presente in territorio comunale, in riferimento all'Allegato A della dgr 23 ottobre 2015 n. X/4229 e ss.mm.ii., è rappresentato dal Rio Boesio, dal torrente Boesio, dal torrente Marianna e dal torrente Gottardo.

Il numero tra parentesi si riferisce a quanto indicato nello studio del reticolo idrico della Comunità Montana Valli del Verbano, redatto dal ATP dott. Ing. A. Bai et al. (rev. 2010).

#### 7.1.1. RIO BOESIO (24)

Num. Prog.	Denominazione	Comuni interessati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
VA013	Rio Boesio o Rio La Valle o Roggia Viganella	Cuveglia, Rancio Valcuvia	Rancina	Dallo sbocco alla strada Cuveglia in valle Cavona	143/C

Il Rio Boesio nasce presumibilmente dello smaltimento delle acque urbane di Cuvio e Cuveglia in corrispondenza dello spartiacque che lo separa dal bacino del torrente Boesio. Il tratto iniziale a monte della via per Cavona, classificato come reticolo idrico minore, riceve anche gli apporti di alcuni canali di drenaggio della piana alluvionale paludosa; l'alveo qui presenta modeste dimensioni.

Da qui prosegue in direzione NE-E confluendo poi, dopo qualche chilometro nel torrente Rancina presso la loc. Molino Andreoni in comune di Rancio Valcuvia.

A valle della via per Cavona, l'alveo si presenta via via blandamente meandreggiante, e con sponde più incise con evidenze di fenomeni di erosione (come descritto in precedenza).

Poco a valle della via Molino Galli affluiscono le acque del torrente Valle del Bignes (corso d'acqua alimentato da una sorgente carsica e dalle acque di troppo pieno del sistema sorgentizio captato per uso acquedottistico dal comune di Rancio Valcuvia).

Lungo l'alveo, specie in prossimità dell'intersezione con la via per Cavona e via Molino Galli, sono presenti interventi di sistemazione fluviale in c.a.

Nell'ambito della redazione del presente studio sono state valutate, partendo dai dati di pioggia messi a disposizione del servizio idro-meteo di ARPA e applicando la formula del Metodo Razionale indicata nel SIBCA di Regione Lombardia, le portate di massima piena attese in due punti lungo l'alveo.

- 1) Subito a valle dell'attraversamento con la via per Cavona (inizio di corso d'acqua principale) è sotteso un bacino idrografico di 2,1 km<sup>2</sup>; il tempo di corrivazione è pari a 37 minuti e il coefficiente di deflusso del bacino idrografico è stato valutato pari a 0,2. Dai dati di pioggia e applicando la formula del Metodo Razionale è stata valutata una portata di massima piena di 7,54 mc/s (TR50 anni), 8,34 mc/s (TR100 anni) e 9,14 mc/s (TR 200 anni).
- 2) Poco a valle dell'attraversamento con la via Molino Galli, in prossimità del limite comunale, è sotteso un bacino idrografico di 7,6 km<sup>2</sup>; il tempo di corrivazione è pari a 92,5 minuti e il coefficiente di deflusso del bacino idrografico è stato valutato pari a 0,43. Dai dati di pioggia e applicando la formula del Metodo Razionale è stata valutata una portata di massima piena di 31,07 mc/s (TR 50 anni), 34,35 mc/s (TR100 anni) e 37,65 mc/s (TR200 anni).

#### 7.1.2. TORRENTE BOESIO (29)

Num. Prog.	Denominazione	Comuni interessati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
VA020	Torrente Boesio	Azzio, Brenta, Casalzuigno, Cittiglio, Cuveglio, Cuvio, Gemonio, Laveno Mombello	Lago Maggiore	Dallo sbocco alla confluenza con il Canale Nuovo	169/C

Il torrente Boesio nasce al limite orientale della piana del Carreggio (comune di Cuvio) attorno a quota 280 m, percorre la Valcuvia in direzione Ovest e prosegue fino a Laveno Mombello, dove sfocia nel Lago Maggiore.

Esso drena un bacino di circa 45 km<sup>2</sup>, articolato in versanti acclivi su rocce sedimentarie (prevalentemente carbonatiche) e in un fondovalle costituito, per buona parte del percorso, da alternanze di depositi sabbioso-ghiaiosi di conoide/fondovalle e depositi fini e torbosi di origine palustre/lacustre.

Il Boesio, che qui segna il confine amministrativo con Cuvio, scorre in un canale rettilineo artificiale che ha origine da un colatore temporaneo in prossimità della SP 45 (Comune di Cuvio) e riceve in rapida successione le acque del torrente Broveda, del Canale Nuovo (alveo artificiale del torrente Gottardo) e del torrente Marianna.

Nelle carte IGM è denominato (nel tratto a monte dell'immissione del torrente Marianna) come Canale Boesio Nuovo.

La piana del Carreggio, un'area depressa di fondovalle che si estende tra la confluenza dei rii Mola e Bulgherone (a ovest) e la SP 45 (a est), è stata fino alla metà del 1800 un vasto acquitrino, in cui spagliavano tutti gli affluenti del Boesio presenti nel tratto di testata (Gottardo, Marianna, Mola, Broveda e Bulgherone), sistematicamente soggetto a esondazioni con frequenza pluridecennale. I lavori di bonifica della piana e di regimazione del Boesio e dei suoi affluenti, intrapresi nel 1830 dopo

una gestazione tecnica e amministrativa di oltre 50 anni (le prime richieste di intervento risalgono al 1778), hanno portato rapidamente al risanamento dell'area e al suo sfruttamento agricolo. A partire dall'intersezione con il torrente Broveda, il Boesio scorre in un alveo artificiale in cemento, con una quota ordinaria di pelo libero ribassata di circa 1,5 m rispetto al p.c., ricevendo in sponda destra la confluenza artificiale del Gottardo e del torrente Marianna.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, sono disponibili dati di numerosi studi di modellazione, tra cui lo studio sulla pericolosità e mitigazione del rischio idraulico del Torrente Boesio (Università di Pavia e dell'Insubria, 2001-2002). Secondo questo studio la portata di piena di maggiore interesse per il PGT di Cuveglio è quella riferita ad una sezione di chiusura posta all'estremità Sud occidentale a confine con Cuvio e Casalzuigno (sezione n. 20 del detto studio), valutata in 9,1 mc/s (TR100 anni).

#### 7.1.3. TORRENTE MARIANNA (9)

Num. Prog.	Denominazione	Comuni interessati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
VA024	Torrente Marianna	Casalzuigno, <u>Cuveglio</u>	Boesio	Dallo sbocco fino alla località Corte di Qua	174/C

Il torrente Marianna nasce in prossimità della località S. Antonio in comune di Castelvecchana e confluisce nel torrente Boesio. In comune di Cuveglio segna in parte il confine con Casalzuigno, restando in territorio comunale nel tratto terminale nella piana del Carreggio fino allo sbocco.

Nel tratto a valle del ponte in loc. Marianna il torrente scorre incassato in un alveo rettificato con argini artificiali in calcestruzzo e scogliera.

Gli unici dati idraulici disponibili provengono dal Piano socio-economico della Valcuvia (ATI Carimati et al., 2007-2008): portata media (Tr10 anni) 35 mc/s; portata media (TR200 anni) 66 mc/s.

#### 7.1.4. TORRENTE GOTTARDO (11)

Num. Prog.	Denominazione	Comuni interessati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
VA025	Torrente Gottardo	Cuveglio, Duno	Boesio attraverso il canale Nuovo	Dallo sbocco a quota 700 m slm sotto l'Alpe di Duno	175/C

Il torrente Gottardo nasce dalla confluenza di due torrenti, Valle del Ferro (che ha origine dal Monte Rossel) e Valle Foppe (che ha origine dal Monte Colonna); per una parte del suo tracciato montano segna il confine con il Comune di Duno. Il torrente, che scorre in una valle profondamente incisa di chiara origine tettonica, riceve gli apporti di piccoli tributari e delle acque di troppo pieno dell'importante sorgente del Turegiun, quando, a seguito di intense precipitazioni, il livello del sifone iniziale si alza e tracima. L'alveo, nel tratto montano, si presenta occupato da depositi detritici di dimensioni anche metriche (grossi erratici), a cui si mescolano apporti di detritici da crolli diffusi dalle pareti in substrato affiorante.

Dalla località S. Anna fino a circa 300 metri a valle dell'intersezione con la SS 394 (in cartografia SP 54) assume un andamento pressoché rettilineo in seguito alle opere di canalizzazione. Il torrente presenta qui una sezione rettangolare di larghezza variabile da 5,3 metri (ponte sopra SS 394) a 6,8



metri (tra S. Anna e le prime case di Vergobbio). Gli argini in pietrame hanno mediamente altezze da 1,1 m a 1,5 m e, in corrispondenza degli attraversamenti, da 2 a 3,5 m.

Sono presenti inoltre numerose soglie (circa 30) a tipologia omogenea, disposte a gruppi di 3/5 elementi o isolate.

Il fondo dell'alveo si presenta spesso occupato da materiale detritico da vegetazione arborea e arbustiva.

L'ultimo tratto (denominato Canale Nuovo) non è regimato, se non in prossimità dell'immissione con il torrente Boesio; l'alveo si presenta totalmente "abbandonato" con folta vegetazione infestante e locale presenza di rifiuti abbandonati (guado dello sterrato di prosecuzione di via Prati Comuni).

I dati idraulici a disposizione prevengono da:

- 1) Studio sul rischio idrogeologico della conoide del T.te Gottardo (Congeo, 1999);
- 2) Sistema Informativo Bacini e Corsi d'Acqua (SIBCA) – Regione Lombardia.

Nel primo studio, applicando la formula razionale (area bacino 1,6 Km<sup>2</sup>, tempo di corrivazione 1 ora, H<sub>pioggia</sub> 96,9 mm, coefficiente di deflusso 0,5), era stata calcolata una portata liquida massima, per un tempo di ritorno pari a 200 anni, di 27 mc/s, presumibilmente attesa all'apice della conoide in corrispondenza della sezione 9.

Dalla consultazione del sistema SIBCA di Regione Lombardia le portate liquide calcolate, sempre all'apice della conoide (area del bacino 2,2 km<sup>2</sup>, tempo di corrivazione 0,56 ore, coefficiente di deflusso 0,21), si riferiscono a tempi di ritorno di 50 e 100 anni. Al primo corrisponde una portata di 7,46 mc/s, al secondo una portata di 8,13 mc/s.

L'Amministrazione comunale ha segnalato, allo scrivente, alcuni recenti eventi di dissesto lungo il torrente Gottardo, di seguito riportati:

- Evento del 16/03/2015: località Vergobbio – zona Carreggio, crollo del ponte esistente sul Canale Nuovo;
- Evento del 20/08/2019: erosione delle basi dei muri di contenimento dell'alveo e danneggiamento con asportazione di massi delle briglie del torrente; tratto maggiormente colpito: dal ponte di via Vidoletti verso valle.

## 7.2. RETICOLO MINORE

Il reticolo minore, in territorio comunale, è costituito, oltre ai tratti iniziali del torrente Boesio e del Rio Boesio, da una serie di corsi d'acqua a regime torrentizio temporaneo che solcano i versanti del monte Rossel e San Martino; quasi tutti questi torrenti, una volta a valle tendono a spagliare. Tra i più importanti si menziona il torrente Valle dei Ronchi (immissario del torrente Marianna in prossimità dell'omonima località) e il torrente Valle Bignes.

Quest'ultimo è alimentato da una sorgente carsica e dalle acque di troppo pieno del sistema di sorgenti captate poste poco a valle della precedente. All'intersezione con la SS 394 l'alveo, chiaramente antropizzato, subisce due brusche deviazioni a 90°. Come già detto in precedenza l'area a valle di questo punto è potenzialmente soggetta ad allagamento con i dettagli descritti in appendice 1.

Il fondovalle è invece caratterizzato da un sistema di brevi canali di drenaggio ad andamento rettilineo, realizzati allo scopo di bonificare l'area paludosa della piana del Carreggio e del fondovalle del Rio Boesio.

Da questo sistema di canali si differenzia il torrente, privo di idronome (cod. RIM 49), che attraversa la valle fluvioglaciale impostata tra Cavona e il versante settentrionale del Monte Martinello. L'alveo,

inizialmente a cielo aperto e trasformato in mulattiera, è poi tombinato fino al campo sportivo di Cavona. Dopo poco dall'uscita a giorno la valle si approfondisce, limitata da evidenti terrazzi fluviali. Le acque di questo corso d'acqua alimentano dei laghetti di un impianto di pesca sportiva, per poi essere restituite al Rio Boesio con una serie di tubi di scarico visibili in sponda destra. Prima della realizzazione dell'impianto di pesca sportiva questo torrente spagliava le proprie acque in corrispondenza dello sbocco a valle.

## 8. IDROGEOLOGIA

### 8.1. CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE

In territorio comunale, in riferimento a studi a livello provinciale (AATO, 2007) e in analogia a quanto elaborato nei comuni limitrofi, sono stati identificati sette complessi idrogeologici, da cui definizione deriva principalmente dal grado di permeabilità e dal coefficiente di infiltrazione dei litotipi (substrato roccioso e coperture continentali) presenti in territorio comunale.

I complessi idrogeologici vengono di seguito descritti e cartografati in Tavola 2.

#### 8.1.1. COMPLESSO CARBONATICO INTERMEDIO

Il complesso carbonatico intermedio caratterizza la parte montana del territorio comunale; comprende dolomie (Dolomia Principale), calcari (Formazione dell'Albenza) e calcari selciferi, talvolta debolmente marnosi (Calcarea di Moltrasio).

La permeabilità primaria è bassa, mentre quella secondaria è elevata ed è incrementata dalla presenza di fenomeni carsici ipogei tipicamente presenti nel Calcarea di Moltrasio.

Il limite stratigrafico inferiore (non presente in territorio comunale) con il Complesso marnoso inferiore è netto e definito dalla presenza di calcari marnosi. Il limite superiore con il Complesso marnoso superiore è indefinito ed è rappresentato dal progressivo aumento della frazione marnosa nelle litologie calcaree.

In corrispondenza dei versanti, fino a quota di 700-800 m, esso è ricoperto da depositi glaciali a medio-bassa permeabilità, aventi spessore e continuità maggiori a quote basse.

Nelle aree di fondovalle esso non compare nelle perforazioni profonde; a -135 metri del pozzo Canè, infatti, non è presente ancora il substrato roccioso

Grado di permeabilità: medio/alto (facies dolomitica); alto (facies calcarea).

#### 8.1.2. COMPLESSO MARNOSO SUPERIORE

Comprende i calcari marnosi e i calcari e marne del Calcarea del Domaro, della Formazione di Valmaggione e del Rosso Ammonitico. Il complesso è circoscritto in un limitato settore (Ovest) del territorio comunale nelle prossimità della loc. Marianna.

Il complesso esercita il ruolo idrostrutturale impermeabile, determinando la presenza di soglie che condizionano la circolazione idrica profonda del Complesso carbonatico intermedio; in corrispondenza di tale soglia si impostano una serie di sorgenti carsiche, tra cui, in territorio di Cuveglio, le sorgenti Carati presso Vergobbio.

La permeabilità primaria è bassa, mentre quella secondaria è medio/bassa.

#### 8.1.3. COMPLESSO GLACIALE E FLUVIOGLACIALE

Questo complesso è caratterizzato da estrema eterogeneità delle litologie, tipica dei contesti glaciali. Al complesso sono associati quindi sia i diamicton massivi dei till di ablazione e contatto glaciale sia i depositi ghiaioso, sabbioso e limosi in facies fluvio-glaciale. Il grado di permeabilità, considerando l'eterogeneità delle granulometrie, è da considerarsi medio-basso. Il complesso non è sede di

acquiferi significativi, ma di contro può fungere da parziale impermeabilizzazione del sottostante complesso carbonatico, fino non oltre la quota di 700-800 metri (MEG).

#### 8.1.4. COMPLESSO DELLE CONOIDI

Appartiene a tale complesso l'area urbanizzata di Cuveglio-Vergobbio in area di conoide alluvionale del Gottardo e solo marginalmente del torrente Marianna. Le litologie variano da ghiaie sabbiose, nella parte apicale, a sabbie limose nelle porzioni distali della conoide.

Il grado di permeabilità (non considerando l'impermeabilizzazione antropica) è medio/alto.

#### 8.1.5. COMPLESSO ALLUVIONALE

Comprende i depositi fluviali di fondovalle. È caratterizzato da litologie sabbioso limose con permeabilità medio bassa e da litologie ghiaiose a permeabilità medio alta.

#### 8.1.6. COMPLESSO DELLE TORBE SOMMITALI

Caratterizza il fondovalle della Valcuvia della piana del Carreggio e del Rio Boesio. Il complesso è costituito in prevalenza da limi, argille e torbe, con spessore valutati nell'ordine dei 12-17 metri (rif. Stratigrafia pozzo Canè). La permeabilità superficiale è molto bassa come tra l'altro testimoniato dalla presenza di aree di ristagno.

### 8.2. IDROSTRUTTURA

*In base alle caratteristiche geologiche è possibile distinguere tre settori aventi caratteristiche idrostrutturali differenti: la piana del Boesio, nella quale l'acquifero è costituito da depositi sciolti (Idrostruttura della Valcuvia); la zona dei versanti dei Monti Rossel, S. Martino a Nord (Idrostruttura del Monte Nudo) e del Monte Martinello a Sud (Idrostruttura del Monte Martinello), nella quale l'acquifero è di natura carsica.*

#### 8.2.1. IDROSTRUTTURA DELLA VALCUVIA

È costituita dal Complesso delle torbe sommitali, dal Complesso delle conoidi, dal Complesso Alluvionale, nonché dal Complesso fluvioglaciale.

La ricarica del sistema avviene principalmente per travaso dall'idrostruttura carbonatica del Monte Nudo e del Monte Martinello. Probabili sono ulteriori apporti per infiltrazione delle precipitazioni.

Il recapito attuale è il pozzo Canè captato ad uso idropotabile.

La soggiacenza è ridotta (dell'ordine di pochi metri) e la direzione di flusso della falda (rif. Studio geologico PGT, Congeo 2010) è da SSW a NE. Nella piana del Carreggio la direzione di flusso è E-W.

#### 8.2.2. IDROSTRUTTURA DEL MONTE NUDO

*L'esistenza di numerose sorgenti (captate o non sfruttate), in corrispondenza dei versanti rocciosi dei Monti Rossel e S. Martino, è indice di una importante circolazione idrica anche all'interno del substrato lapideo: la presenza in superficie di fratture e microfratture consente alle precipitazioni meteoriche di infiltrarsi nell'ammasso roccioso e di proseguire in profondità. La circolazione idrica negli ammassi rocciosi avviene anche lungo i piani di strato e all'intersezione tra questi e i piani di fessurazione; le acque d'infiltrazione si muovono, quindi, seguendo la geometria della stratificazione (immersione NW-SW, inclinazione tra 10° e 50°) e della rete di fratture (generalmente subverticale).*

*In particolare all'interno della formazione del Calcare di Moltrasio si ha una notevole circolazione d'acqua dovuta all'elevata permeabilità della roccia causata da fenomeni di dissoluzione carsica, che, oltre a creare sempre nuove cavità e condotte, porta al progressivo allargamento delle fessure già esistenti, contribuendo alla creazione di una fitta rete di condotte che si sviluppano in tutto l'ammasso roccioso.*

*I fenomeni carsici presenti nelle aree di affioramento favoriscono un'estesa area di assorbimento superficiale; in tal modo le acque che si infiltrano costituiscono l'alimentazione delle sorgenti sparse lungo i versanti montuosi a nord del centro abitato di Cuveglio. Inoltre il complesso strutturale dei monti Rossel e S. Martino alimenta la falda profonda esistente all'interno dei depositi grossolani della piana.*

### **8.2.3. IDROSTRUTTURA DEL MONTE MARTINELLO**

È costituita dal complesso carbonatico intermedio in facies calcarea (Calcarea di Moltrasio). La ricarica avviene grazie alle precipitazioni, più marcata nei settori con ridotta copertura di depositi quaternari. Il recapito è costituito da alcune modeste sorgenti libere (comune di Cuvio), dalla sorgente Ca Sareè presso Cavona e verso la sottostante piana di Cavona.

### **8.3. VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO**

Nel paragrafo seguente, riportando fedelmente le considerazioni ed elaborazioni fatte nel precedente studio geologico (Congeo, 2010), viene caratterizzata la vulnerabilità degli acquiferi.

#### **8.3.1. GENERALITÀ**

*La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).*

*Le carte di vulnerabilità degli acquiferi vengono compilate allo scopo di fornire una zonizzazione delle aree maggiormente esposte, passaggio che si inserisce in un più ampio discorso di programmazione e pianificazione dell'utilizzo delle risorse idriche.*

*La valutazione della vulnerabilità per le acque sotterranee (Cavallin et al., 1990) permette di stimare il "rischio" d'inquinamento in base alla seguente equazione:*

$$\text{Rischio} = \text{Pericolosità} * \text{Vulnerabilità} * \text{Valore}$$

*La pericolosità viene intesa come la probabilità che si verifichi un certo evento di contaminazione con un determinato tempo di ritorno. La vulnerabilità, invece, esprime l'attitudine a sopportare l'evento mentre il valore si riferisce alla qualità del corpo idrico che subisce l'evento, in termini socio-economici. In questo ambito è stata valutata la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi. Sono state prese in considerazione, infatti, le caratteristiche idrogeologiche, litostrutturali e idrodinamiche del sottosuolo assimilando il comportamento dell'inquinante a quello dell'acqua, senza considerare le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze. Questa approssimazione rappresenta, in generale, un fattore di sicurezza poiché si verifica frequentemente che le interazioni liquido-liquido o liquido-solido da parte dell'inquinante determinano un'attenuazione del fronte di inquinamento.*

*La vulnerabilità specifica degli acquiferi, invece, viene calcolata anche in base alle caratteristiche chimiche dell'inquinante e alle interazioni tra esso e il sistema in cui si diffonde, attraverso l'uso di opportuni modelli di simulazione.*

*Le metodologie che possono essere utilizzate al fine di calcolare la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sono riconducibili sostanzialmente a tre diverse tipologie:*

- metodi qualitativi
- metodi parametrici distinti in:
  - sistemi a matrice;
  - sistemi a punteggio semplice;

- sistemi a punteggio e pesi. A questa categoria appartengono, per esempio, il sistema DRASTIC (Aller et al., 1985 e 1987) e il sistema SINTACS (Civita, 2005);
- sistemi di valutazione di impatto ambientale;
- metodi numerici.

### 8.3.2. METODO SINTACS

Nel presente lavoro si è ritenuto opportuno procedere alla valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale avvalendosi del metodo SINTACS (Civita, 2005), sia perché permette di valutare la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi basandosi su tutti i principali parametri che la determinano, sia perché esclude un condizionamento soggettivistico mediante l'uso di punteggi e pesi. Nasce dall'esigenza di adeguare il metodo Drastic (Aller et al., 1985 e 1987) alle realtà idrogeologiche riscontrabili sul territorio italiano e ai dati effettivamente ivi disponibili. L'evoluzione del metodo Sintacs è passata negli anni attraverso cinque release; nella presente analisi è stata adottata la release R5.

Il metodo considera sette parametri come input per determinare la vulnerabilità dai quali deriva l'acronimo SINTACS:

- Soggiacenza, risulta essere un parametro molto importante poiché dal suo valore assoluto e dalle caratteristiche idrogeologiche dell'insaturo dipende il tempo di transito (TOT) di un qualsiasi inquinante idroportato e la durata delle azioni autodepurative dell'insaturo;
- Infiltrazione efficace, da cui dipende il trascinarsi in profondità degli inquinanti e la loro diluizione, dapprima nell'insaturo e quindi nella zona di saturazione;
- Non-saturo (effetto di autodepurazione del), comprende la parte di sottosuolo tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero nella quale fattori fisici e chimici lavorano in sinergia favorendo i processi di attenuazione;
- Tipologia della copertura, costituisce la prima linea di difesa ove avvengono importanti processi fisici chimici e biologici che costituiscono il potenziale di attenuazione del suolo;
- Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del), ove avvengono i processi di dispersione, diluizione, assorbimento e reattività chimica del mezzo al di sotto della superficie piezometrica;
- Conducibilità idraulica dell'acquifero, ossia la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e dunque degli inquinanti idroportati o con le stesse caratteristiche di densità dell'acqua sotterranea;
- Superficie topografica (acclività della), da cui dipende la quantità di ruscellamento che si produce a parità di precipitazione e la velocità di spostamento dell'acqua, e quindi degli inquinanti, sulla superficie.

I singoli parametri alla base del metodo sono esaltati con l'utilizzo di varie stringhe (linee di pesi moltiplicatori) che permettono di modellare la metodologia sulla situazione effettiva identificata per ciascun elemento in cui è stato discretizzato il territorio (maglia).

L'indice di vulnerabilità intrinseca ( $I_{sintacs}$ ) viene quindi calcolato per ogni elemento della maglia:

$$I_{sintacs} = WS S + WI I + WN N + WT T + WA A + WC C + WS S$$

dove:

- $W$  è il peso relativo della stringa prescelta;
- $S, I, N, T, A, C, S$  sono il punteggio di ciascuno dei sette parametri considerati dal metodo.

### 8.3.3. RISULTATI OTTENUTI

La stima della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale a scala comunale è stata effettuata suddividendo il territorio in quattro aree omogenee, sulla base dei parametri di interesse (soggiacenza della falda, caratteristiche del non saturo, tipologia di acquifero, morfologia).

Di seguito vengono descritte le caratteristiche delle tre aree omogenee prese in considerazione

**Area 1: Versanti:** si tratta delle zone più rilevate caratterizzate da pendenze medio-elevate, costituite dai versanti rocciosi carbonatici del Monte Rossel, del Monte S. Martino e dei rilievi che circondano la località di Cavona. L'acquifero è costituito dal "Complesso carbonatico intermedio" dotato di permeabilità elevata per carsismo. La falda ha soggiacenza variabile mentre la copertura, di natura glaciale e/o eluvio-colluviale, ha spessore in genere basso e tessitura media.

**Area 2: Zone di raccordo** – costituiscono la fascia di raccordo tra la piana del Boesio e i rilievi carbonatici; sono costituite da depositi morenici e di conoide caratterizzati da permeabilità per porosità da media ad alta. Non è presente una vera e propria falda ma livelli idrici sospesi in corrispondenza degli orizzonti più permeabili; i terreni di copertura presentano una tessitura medio-grossolana.

**Area 3: Fondovalle Valcuvia** – comprende il solco vallivo della Valcuvia. La falda ha caratteristiche locali di artesianità o comunque presenta una soggiacenza molto bassa dal piano campagna; il non saturo è spesso costituito da suoli torbosi, con tessitura fine e bassa permeabilità; l'acquifero, costituito da orizzonti sabbiosi o sabbioso ghiaiosi si trova a profondità in genere superiori a 20 m da p.c..

**Area 4: Fondovalle in Loc. Cavona** – si tratta della valle sospesa in località Cavona. La falda, scarsamente produttiva si ipotizza a quote comprese tra 5 e 10 m da p.c., è contenuta in livelli sabbioso ghiaiosi; il non saturo è spesso costituito da suoli torbosi, con tessitura fine e bassa permeabilità.

I valori attribuiti ai 7 parametri del metodo SINTACS sono convertiti in punteggi attraverso alcuni abachi previsti dal metodo stesso; questi punteggi vengono successivamente moltiplicati per i pesi scelti all'interno della stringa che meglio descrive la situazione idrogeologica. Per le aree in esame sono state utilizzate due diverse stringhe di pesi (cfr. Tab. 8.1): la stringa moltiplicatrice relativa all'impatto carsico (Area 1) e quella inerente le zone fortemente antropizzate, cioè a impatto rilevante (Aree 2, 3, 4).

Parametro	I.normale	Impatto rilevato	Drenaggio	Carsismo	Fessurato
<b>S</b>	5	5	4	2	3
<b>I</b>	4	5	4	5	3
<b>N</b>	5	4	4	1	3
<b>T</b>	3	5	2	3	4
<b>A</b>	3	3	5	5	4
<b>C</b>	3	2	5	5	5
<b>S</b>	3	2	2	5	4

**Tab. n. 8.1** – Stringa di pesi moltiplicatori previsti per Sintacs R5

Nelle tabelle seguenti sono rappresentati, per ciascuna delle aree prese in esame, i punteggi assegnati ai diversi parametri, i pesi moltiplicatori scelti e i valori totali. Nella parte bassa delle tabelle è inoltre indicato il valore di vulnerabilità totale, il relativo valore normalizzato ed il grado di vulnerabilità stimato:

<b>AREA 1 - Versanti</b>				
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Punt.</b>	<b>Peso</b>	<b>Tot.</b>
Soggiacenza	Variabile	7.0	2	14
Infiltrazione	1400 mm/a	4.5	5	22.5
Non-saturo	Morene medio-grossolane	5	1	5
Tipologia copertura	Franco sabbioso-limoso	5	3	15
Acquifero	Calcari carsici	9	5	45
Conducibilità idraulica	$10^{-3} - 10^{-4}$ m/s	8.5	5	42.5
Superficie topografica	Scoscesa	1	5	5
	<b>Vulnerabilità</b>			<b>149.0</b>
	<b>Valore normalizzato</b>			<b>53</b>
	<b>GRADO</b>			<b>A</b>

Tab. n. 8.2 – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 1

<b>AREA 2 – Zone di raccordo</b>				
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Punt.</b>	<b>Peso</b>	<b>Tot.</b>
Soggiacenza	15-20 m	4.5	5	22.5
Infiltrazione	1000 mm/a	4.5	5	22.5
Non-saturo	Morene medio-gross.; alluvioni grossolane	6	4	24
Tipologia copertura	Franco sabbioso-limoso	5	5	25
Acquifero	Morene medio-gross.; alluvioni grossolane	8	3	24
Conducibilità idraulica	$10^{-4} - 10^{-5}$ m/s	6	2	12
Superficie topografica	Pendente	4	2	8
	<b>Vulnerabilità</b>			<b>138</b>
	<b>Valore normalizzato</b>			<b>48</b>
	<b>GRADO</b>			<b>M-A</b>

Tab. n. 8.3 – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 2

<b>AREA 3 – Fondovalle Valcuvia</b>				
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Punt.</b>	<b>Peso</b>	<b>Tot.</b>
Soggiacenza	20 m*	3.5	5	17.5
Infiltrazione	300 mm/a	6.5	5	32.5
Non-saturo	Alluvioni fini	3	4	12
Tipologia copertura	Franco limoso	4	5	20
Acquifero	Alluvioni medio fini	7	3	21
Conducibilità idraulica	$10^{-4} - 10^{-5}$ m/s	6	2	12
Superficie topografica	Subpianeggianti	8.5	2	17
*) profondità del tetto degli orizzonti acquiferi più superficiali				
	<b>Vulnerabilità</b>			<b>132</b>
	<b>Valore normalizzato</b>			<b>45</b>
	<b>GRADO</b>			<b>M-B</b>

Tab. n. 8.4 – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 3

<b>AREA 4 – Fondovalle Cavona</b>				
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Punt.</b>	<b>Peso</b>	<b>Tot.</b>
Soggiacenza	5-8 m	7	5	35
Infiltrazione	700 mm/a	4.5	5	22.5
Non-saturo	Alluvioni fini	4	4	16
Tipologia copertura	Franco limoso	4	5	20
Acquifero	Alluvioni medio-gross.	8	3	24
Conducibilità idraulica	$10^{-4} - 10^{-5}$ m/s	6	2	12
Superficie topografica	Subpianeggianti	8.5	2	17
*) profondità del tetto degli orizzonti acquiferi più superficiali				
<b>Vulnerabilità</b>			<b>146.5</b>	
<b>Valore normalizzato</b>			<b>51</b>	
<b>GRADO</b>			<b>M-A</b>	

**Tab. n. 8.5** – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 4

Infine, il grado di vulnerabilità è stato ricavato confrontando i valori normalizzati con gli intervalli di vulnerabilità definiti in tabella n. 8.6. Tali intervalli, modificati secondo le caratteristiche geologiche del territorio, rappresentano l'adattamento locale alle indicazioni di range sviluppate nel metodo Sintacs (Civita, 2005).

<b>Intervallo di punteggio normalizzato</b>	<b>Grado di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero</b>
41-46	Medio basso (M-B)
47-52	Medio alto (M-A)
53-58	Alto (A)

**Tab. n. 8.6** – modifica e riduzione degli intervalli di classificazione SINTACS del grado di vulnerabilità, secondo le caratteristiche geologiche locali

Si evince che nel comune di Cuveglio sono stati individuati tre diversi gradi di vulnerabilità, rappresentati nella Tavola 3.

#### **GRADO DI VULNERABILITÀ MEDIO-BASSO**

Appartiene a questa classe la parte del territorio sita nel fondovalle, posto alle quote più basse. Nonostante la presenza di estese aree di ristagno ed emergenze idriche, la falda vera e propria, di tipo confinato è localizzata in corrispondenza di orizzonti sabbiosi e ghiaiosi presenti a profondità superiori a 20 m, al di sotto di un consistente spessore di materiali fini (torbe, limi e argille) che conferiscono all'acquifero un certo grado di protezione.

#### **GRADO DI VULNERABILITÀ MEDIO-ALTO**

Rientrano in questa classe le aree di raccordo tra il fondovalle ed i rilievi collinari e il fondovalle in località Cavona; non è presente una vera e propria falda ma livelli acquiferi sospesi più o meno continui e superficiali; il non saturo è costituito da materiali a permeabilità medio – alta, nelle zone di raccordo e da materiali fini in località Cavona. Il principale elemento di protezione è dato dalla discontinuità degli orizzonti acquiferi, oltrechè dalla natura del non saturo.



#### GRADO DI VULNERABILITÀ ALTO

Rientrano in questa classe le aree poste lungo i versanti carbonatici costituenti un acquifero carsico molto importante a livello provinciale. L'elevato grado di vulnerabilità è determinato dalle caratteristiche dell'acquifero e dalla mancanza di consistenti elementi di protezione (coperture).

#### 8.4. PUNTI DI CAPTAZIONE IDRICA

Il presente paragrafo illustra lo stato di fatto relativamente a tutte le captazioni, presenti nel territorio comunale, sfruttate ad uso potabile.

Il comune di Cuveglio, in particolare dispone, per l'approvvigionamento idrico del proprio acquedotto, di una serie di sorgenti ubicate sia all'interno del territorio sia nei contermini territori di Casalzuigno e Duno.

A questo sistema di sorgenti si aggiunge un pozzo, realizzato nel 1987 con il fine di integrare le portate delle sorgenti in periodi di magra.

In territorio comunale sono anche presenti quattro sorgenti (Bignes [n. 3] e Polla di Cantevria, utilizzate dal comune di Rancio Valcuvia.

Nell'ambito del presente aggiornamento è stata operata una ricognizione sui punti di derivazione delle acque sotterranee, partendo da dati forniti dall'Amministrazione comunale; pozzo e sorgenti, sono stati correttamente ri-posizionati anche con l'uso di GPS portatile.

##### 8.4.1. SORGENTI

Le sorgenti, captate, presenti in territorio comunale sono:

Nome	Ubicazione	Comune	Utilizzo	Portata indicativa media (l/sec)
Beucc (o Marianne)	t. Marianna	Casalzuigno	A.C. Cuveglio (Rete Vergobbio Ovest)	4,5*
Carati 1	Vergobbio	Cuveglio	A.C. Cuveglio (Rete Vergobbio)	3*
Carati 2	Vergobbio	Cuveglio	A.C. Cuveglio (Rete Vergobbio)	
Turegiun	t. Gottardo	Duno	A.C. Cuveglio (Rete Canonica, Rete Cuveglio)	8*
Cà Sareè	Cavona	Cuveglio	A.C. Cuveglio (Rete Cavona)	3*
Bignes [n.3]	Casa Bignes	Cuveglio	A.C. Rancio Valcuvia	4**
Polla di Cantevria	Via Matteotti-SS 394	Cuveglio	A.C. Rancio Valcuvia	5**

**Tab. n. 8.7** – Sorgenti presenti sul territorio comunale. \*valori da indagini di archivio comunale come da nota del 4 ottobre 2010; \*\*valori da scheda censimento sorgenti PGT Rancio Valcuvia

Di seguiti vengono descritte, in riferimento a quanto riportato nel lavoro “censimento punti di captazione idrica-anno 1989”, le opere di presa da sorgente che servono l'acquedotto di Cuveglio.

##### SORGENTE BEUCC (O MARIANNE)

La captazione è ubicata in corrispondenza del torrente Marianna, al confine con il comune di Casalzuigno, a poca distanza dal primo tornante della strada che sale ad Arcumeggia. Si tratta di una

sorgente di frattura prodottasi nella roccia affiorante seguendo l'andamento della stratificazione. L'acqua filtra dalla roccia in più punti e si immette in una prima ampia vasca di decantazione; poi, attraverso uno stramazzo entra in una seconda vasca di decantazione, da cui parte la tubazione provvista di filtro metallico che la convoglia nel serbatoio Marianne (capacità 178 mc), posto a pochi metri più a valle, in sinistra orografica del corso d'acqua.

#### SORGENTE CARATI

Sorgente composta da due captazioni situate a circa 150 m di distanza l'una dall'altra, poco a monte dell'abitato di Vergobbio; la seconda si trova a quota leggermente più alta della prima. La captazione consiste in un breve scavo nel detrito superficiale, a seguire l'andamento in profondità della parete rocciosa subaffiorante. Le pareti della piccola camera così ricavata sono state intonacate lasciando libero solo quelle attraverso cui filtrano le acque della sorgente. L'acqua sgorga da piccole fratture, ma più frequentemente lungo i giunti della stratificazione che caratterizza gli affioramenti. Dopo un breve tratto si immette nelle tubazioni attraverso un filtro e raggiunge la stazione di pompaggio costruita pochi metri a valle della captazione Carati 1. Da qui la riserva idrica viene trasferita nel serbatoio (capacità 200 mc) situato a monte dell'abitato di Vergobbio. Le portate delle sorgenti sono abbastanza costanti e non risentono molto delle variazioni stagionali.

#### SORGENTE TUREGIUN

Sorgente di origine carsica e di notevole portata, ubicata in territorio di Duno, in corrispondenza del corso del torrente Gottardo, ad Ovest del centro abitato. L'acqua viene captata all'interno di una cavità di grandi dimensioni e convogliata ad un piccolo bacino di raccolta costruito in sinistra orografica, a ridosso della parete rocciosa, tramite un canale realizzato parte in roccia, parte in calcestruzzo. All'interno del bacino l'acqua perde un po della pressione acquisita e successivamente viene ripartita tra i comuni di Cuveglio e Duno. I due comuni ricevono rispettivamente il 75% ed il 25% della portata prelevata tramite due tubazioni di mandata che partono direttamente dal bacino di raccolta descritto. Nei periodi di piena le dimensioni di tale bacino si rivelano insufficienti per lo smaltimento dell'intera portata prelevata, per cui gran parte delle acque fluisce all'esterno e si immette nel torrente Gottardo. Le acque provenienti dalla sorgente Turegiun vengono immagazzinate nel serbatoio (capacità 200 mc) costruito in località S. Anna ed infine immesse nella rete idrica comunale.

#### SORGENTE CÀ SAREÈ

Sorgente di origine carsica la cui captazione è stata realizzata in corrispondenza della cavità prodottasi a quota 330 m circa, sul versante settentrionale del Monte Martinello, a Sud Est dell'abitato di Cavona. La cavità è stata completamente coperta dall'esecuzione di un manufatto in calcestruzzo provvisto di un solo ingresso costituito da un ridotto passaggio orizzontale parzialmente ostruito da uno stramazzo. All'interno le acque della sorgente vengono raccolte in un'ampia e poco profonda vasca alla cui estremità esterna è posto un filtro metallico attraverso il quale passano nella tubazione che le convoglia nel serbatoio (capacità 200 mc) costruito pochi metri più a valle. La riserva idrica viene poi sollevata tramite pompaggio al serbatoio (capacità 198 mc) posto circa 40 metri più a monte e da cui viene immessa nella rete idrica che serve la frazione di Cavona.

Durante i periodi di piena la captazione si rivela insufficiente e gran parte dell'acqua viene fatta fluire all'esterno.

#### 8.4.2. POZZI

L'approvvigionamento idrico potabile di Cuveglio è anche garantito dalla derivazione di acque sotterranee da un pozzo, ubicato in località Boffalora. Questo, realizzato nel 1987 come sondaggio per la ricerca idrica, è stato allacciato all'acquedotto nel corso del 1989 allo scopo di integrare le portate delle sorgenti in periodi di magra.

Il pozzo ha un diametro di 500 mm ed è spinto fino alla profondità di 135,5 metri.

Nome	Ubicazione	Comune	Utilizzo	Portata indicativa media (l/sec)
Sotto Canè	Loc. Boffalora	Cuveglio	A.C. Cuveglio (Rete Canonica, Rete Cuveglio)	10*

**Tab. n. 8.8** – Pozzi presenti sul territorio comunale. \*valori da indagini di archivio comunale come da nota del 4 ottobre 2010.

Le acque prelevate sono pompate direttamente al bacino presente in località S. Anna e dopo debatterizzazione immesse nella rete idrica comunale.

In una nota comunale del 4 ottobre 2010, in risposta alla richiesta di integrazioni del fabbisogno idrico avanzata dallo studio Congeo, l'Amministrazione comunale precisa che "il Comune di Cuveglio ha già fatto predisporre il progetto esecutivo di un nuovo pozzo da realizzarsi in località Cavona, della capacità minima di 5 lt/sec. Tale pozzo, per il quale è in corso l'ottenimento delle previste autorizzazioni presso gli enti preposti, garantirà un ulteriore approvvigionamento idrico sia della frazione di Cavona, che, in caso di necessità, della zona più bassa di Cuveglio e di Vergobbio".

Di questo pozzo però l'Amministrazione comunale non ha fornito allo scrivente ulteriori informazioni, riguardante la sua posizione e caratteristiche, nonché a riguardo della conclusione dell'iter amministrativo di ottenimento delle autorizzazioni alla derivazione di acque sotterranee ad uso potabile.

### 8.5. VERIFICA DELLE DISPONIBILITÀ IDRICHE LOCALI

#### 8.5.1. INTRODUZIONE

Sulla scorta dei criteri e delle linee guida previste dall'art. 109 comma 6 nella NdA e dalla L.R. 12/2005 ("contenuti minimi sui temi di interesse sovracomunale che devono essere previsti nel documento di piano, nel piano delle regole e nel piano dei servizi"), vengono richiesti da parte della Provincia di Varese, alcuni approfondimenti rispetto a quanto indicato nel PTCP, al fine di operare il coordinamento tra la pianificazione provinciale e gli strumenti comunali contenuti nel Piano di Governo del Territorio (PGT).

Tra i "temi" individuati nel PTCP, viene posto l'accento sulla necessità di una verifica della disponibilità idrica comunale. L'art. 95 delle NdA prevede, infatti, che "i Comuni in caso di previsione di espansione di aree ad uso residenziale e/o industriale e artigianale o di qualsiasi altro uso che presupponga l'utilizzo della risorsa idrica sotterranea come fonte di approvvigionamento idrico, verifichino, tramite apposito studio idrogeologico, l'effettiva disponibilità della risorsa e che il suo sfruttamento rientri nei termini di salvaguardia previsti dal PTUA".

Analogamente i criteri attuativi della L.R. 12/05 definiti dalla Regione Lombardia con la DGR IX/2616 del 30/11/2011, prevedono che la relazione geologica generale contenga "un bilancio idrogeologico ricariche/prelievi al fine di valutare la disponibilità idrica, intesa come limite allo sviluppo insediativo/produttivo del territorio comunale".

A tale scopo è stato elaborato, in ambito di variante generale al PGT (anno 2020) un bilancio idrico comunale, che aggiorna quanto elaborato nel precedente studio geologico (Congeo, novembre 2010), basandosi sui dati e informazioni fornite dall'Amministrazione comunale.

## 8.6. IDENTIFICAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO

### 8.6.1. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Il primo passo per la definizione della disponibilità idrica comunale è la ricostruzione dello stato di fatto, con l'identificazione del consumo idrico locale.

#### UTENZE DOMESTICHE

La popolazione residente nel comune di Cuveglio al 31/12/2019 (fonte dati ISTAT) è di **3.341 abitanti**, cui si deve aggiungere la popolazione fluttuante, giustificata dalla presenza di numerose seconde case. L'Amministrazione comunale ha valutato che la popolazione fluttuante corrisponda al 10% della popolazione residente, ovvero **334 abitanti**.

È pertanto ipotizzabile che nei periodi di massima presenza di popolazione, l'acquedotto comunale debba soddisfare **3.675 abitanti**.

Il consumo medio di acqua (fatturato) da parte della popolazione di Cuveglio negli ultimi 10 anni, i cui dati sono stati forniti dall'Amministrazione comunale, sono riportati nella tabella seguente.

Anno	Consumo (m <sup>3</sup> /anno)	Consumo pro capite (l/g)*
2010	228.871	171
2011	236.506	176
2012	229.856	171
2013	297.540	222
2014	242.805	181
2015	229.607	171
2016	207.480	155
2017	208.298	155
2018	201.589	150
2019	200.476	149
<b>Media periodo</b>		<b>170</b>

\*utilizzando come dato di popolazione quello residente al 31/12/2019 e quella fluttuante stimata

Dai dati riportati nella tabella si deduce che la popolazione di Cuveglio ha un consumo pro capite compreso tra **149 l/ab/g** e **222 l/ab/g**.

Il dato ricavato è nettamente inferiore a quello presente in bibliografia per comuni medio-piccoli (296 l/ab/g) e in linea con i consumi in comuni confinanti.

Utilizzando, in via cautelativa, un consumo di 222 l/ab/g (anno 2013) si ottiene una richiesta idrica media di **9,4 l/s**, e una richiesta di picco (ovvero nel periodo estivo maggio-settembre) stimabile in **10,4 l/s** (determinata aumentando la richiesta media di un 10% pari al valore della popolazione fluttuante).

I dati sopra esposti sono molto conservativi in quanto il fabbisogno idrico medio calcolato comprende anche la popolazione fluttuante.

### UTENZE NON DOMESTICHE

Il consumo medio di acqua, secondo i dati forniti dall'Amministrazione comunale, delle utenze non domestiche (ipoteticamente per uso agricolo) è riassunto nella tabella seguente.

Anno	Consumo (m <sup>3</sup> /anno)	Consumo (l/s)
2010	6.122	0,19
2011	8.105	0,26
2012	5.481	0,17
2013	9.174	0,29
2014	9.087	0,29
2015	5.167	0,16
2016	4.646	0,15
2017	4.239	0,13
2018	12.786	0,41
2019	12.806	0,41
<b>Media periodo</b>		<b>0,25</b>

### PERDITE

Per quanto riguarda le perdite dalla rete, non sono disponibili dati reali e misurati. Da una stima effettuata dall'Amministrazione comunale queste si tengono tra il 10% e il 20%.

#### 8.6.2. FABBISOGNO IDRICO FUTURO

In considerazione del trend demografico ISTAT medio, ovvero quello registrato tra il 2001 e il 2019, pari a 17 ab/anno, sono attesi +85 abitanti nel prossimo quinquennio, ovvero +170 abitanti nel prossimo decennio.

A questi è da aggiungere la popolazione fluttuante attesa, che, applicando quanto detto in precedenza (popolazione fluttuante=10% della popolazione residente), è pari a +9 abitanti fluttuanti nel prossimo quinquennio, ovvero +17 abitanti fluttuanti nel prossimo decennio.

Occorre prevedere, come indicato nel Documento di Piano, una quota di abitazioni da adibire ad altri usi, attinenti ai cosiddetti usi compatibili/complementari alla residenza. Tale quota è stata valutata del 2% della popolazione residente; applicando quindi tale proporzione alla popolazione residente attesa corrisponde a +2 abitanti equivalente attesi nel prossimo quinquennio, ovvero +3 nel prossimo decennio.

Da ultimo, sempre nel Documento di Piano, viene considerata la quota di fabbisogno immobiliare frizionale. Tale quota è stata valutata pari al 7% della popolazione residente; applicando quindi tale proporzione alla popolazione residente attesa corrisponde a +6 abitanti equivalente attesi nel prossimo quinquennio, ovvero +12 nel prossimo decennio.

Quindi il PGT 2020 prevede un massimo incrementale, in termini di popolazione attesa, pari a **+202 abitanti** rispetto agli attuali; pertanto la popolazione futura di riferimento sarà di **3877 unità**.

Ipotizzando che la quantità d'acqua necessaria per abitante sia mediamente di 222 l/g, si ricava che, nelle previsioni di Piano, la popolazione di Cuveglio consumerà **9,9 l/s**, che nei periodi di picco, analogamente a quanto valutato al par.8.6.1, ammonterà a **10,9 l/s**.

A questo dato deve essere aggiunto quello relativo alle utenze non domestiche che si ipotizza rimarranno inalterate e pertanto pari a **0,25 l/s** anche a completamento del Piano.

### 8.6.3. RISORSE DISPONIBILI

L'approvvigionamento idrico potabile del comune di Cuveglio è garantito da 5 sorgenti e 1 pozzo. I dati forniti dall'Amministrazione comunale, relativamente alle portate emunte (cfr. Tab. n. 8.7 e n. 8.8) indicano una disponibilità idrica mediamente di **835.704 mc/a**, pari a **26,5 l/s** (il calcolo tiene conto del fatto che la portata del Turegiun ricevuta da Cuveglio è il 75% degli 8 l/s indicati in tabelle 8.7),

### 8.6.4. BILANCIO IDRICO

Alla luce dei consumi idrici attuali e nella previsione di Piano, viste le disponibilità idriche, si procede all'esame del bilancio idrico comunale, inteso come differenza tra le entrate immesse in rete e le uscite dovute ai consumi ed alle perdite.

<b>Bilancio idrico stato di fatto</b>		
Q	Volume totale medio emunto dalle captazioni	26,5 l/s
P	Perdite stimate (15%)	4 l/s
C	Consumo medio di picco	10,7 l/s
<b>Q - (P + C)</b>		<b>11,9 l/s</b>

<b>Bilancio idrico previsioni di Piano</b>		
Q	Volume totale medio emunto dalle captazioni	26,5 l/s
P	Perdite stimate (15%)	4 l/s
C	Consumo medio di picco	11,2 l/s
<b>Q - (P + C)</b>		<b>11,4 l/s</b>

Considerando il fabbisogno idrico, calcolato secondo i consumi pro capite, tenuto conto del numero di abitanti residenti e del potenziale incremento estivo della popolazione dovuto ai fluttuanti, si può affermare che la disponibilità idrica attuale (con i dati a disposizione) al netto delle perdite della rete stimate nel 15%, risulta in grado di soddisfare i fabbisogni comunali.

Allo stato attuale delle conoscenze sui volumi emunti (al netto delle perdite stimate), tra pozzo e sorgenti, si può anche affermare che la disponibilità idrica comunale è in grado di sopportare un incremento della popolazione come prevista nel Documento di Piano del PGT 2020.

In ogni caso si raccomanda di seguire le seguenti raccomandazioni nella gestione della rete idrica comunale:

- Effettuare una campagna di mappatura e di ricerca perdite, magari suddivisa in diversi lotti, della rete acquedottistica per minimizzare le perdite stesse;
- Prevedere l'installazione di contatori volumetrici al fine di quantificare correttamente i volumi di acqua emunti dalle sorgenti e dal pozzo, così come, tra l'altro, stabilito all'art. 33 del r.r. n. 2 del 24/03/2006. Infatti come affermato dall'Amministrazione comunale (rif. nota del 4 ottobre 2010) "non sono disponibili misurazioni puntuali dei volumi emunti dal pozzo e dalle sorgenti;
- Prevedere quindi una campagna di monitoraggio, tramite misurazioni periodiche dei volumi emunti dalle fonti di presa idrica, da effettuarsi su un arco temporale significativo;
- Prevedere ed effettuare interventi di manutenzione periodica delle opere di presa (sorgenti).

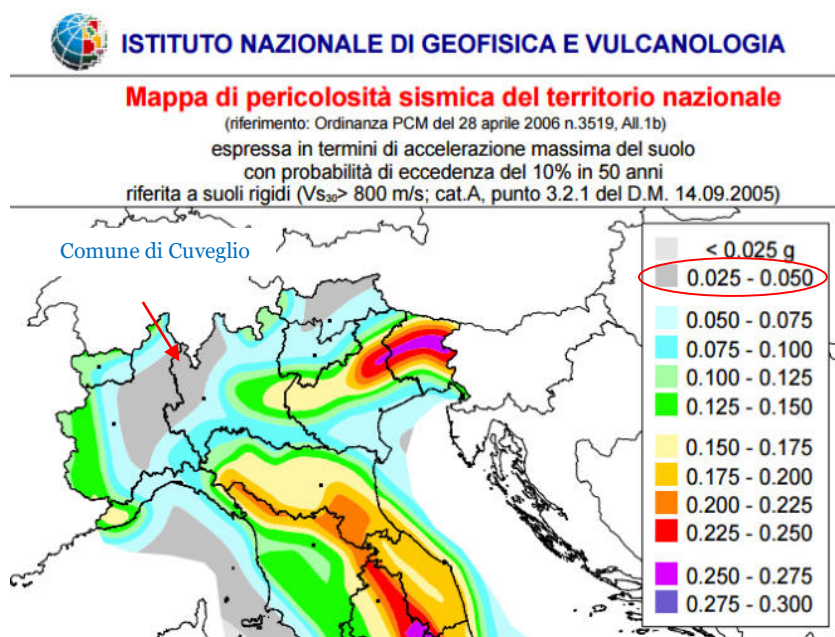
## 9. PERICOLOSITA' SISMICA

### 9.1. INTRODUZIONE

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 si è avviato in Italia un processo per la stima della pericolosità sismica, stabilendo una nuova classificazione sismica del territorio nazionale. La nuova classificazione, che in parte utilizza e aggiorna la classificazione proposta nel 1998 dal Gruppo di Lavoro istituito dal Servizio Sismico Nazionale, è articolata in 4 zone, ciascuna contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Questa iniziativa ha poi portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che, con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale.

In ottemperanza all'art. 2 della O.P.C.M. 3274/2003, Regione Lombardia, con D.G.R. n. VII/14964 del 7 novembre 2003, ha provveduto alla classificazione sismica del proprio territorio. Secondo tale classificazione (Allegato A alla D.G.R. n. VII/14964 del 7 novembre 2003) il Comune di Cuveglio è stato classificato in **Zona Sismica 4** (sismicità molto bassa), identificato da un valore di  $a_g < 0,05g$ .

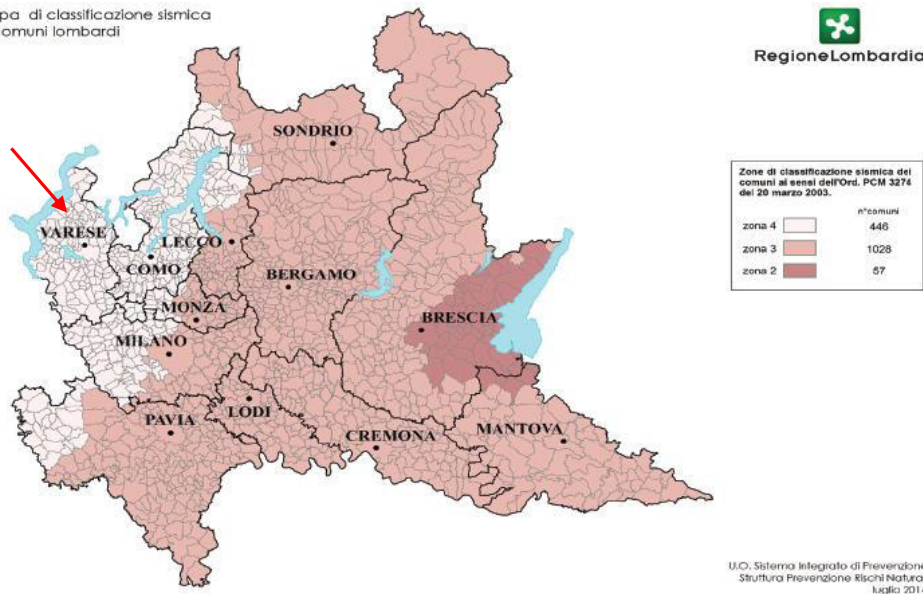


Come si evince dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. n. 3519/2006 All. 1b), il Comune di Cuveglio ricade in un intervallo di valori di  $a_g$  (accelerazione sismica orizzontale massima del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e riferita a suoli rigidi) compresi tra **0,025g e 0,050g**, ponendolo di fatto in **Zona Sismica 4**, come si evince dalla tabella riportata nella O.P.C.M. 3274/2003.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [ $a_g/g$ ]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ $a_g/g$ ]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Il 16 aprile 2016 è entrata in vigore la D.G.R. n. X/2129 dell'11 luglio 2014 con la quale Regione Lombardia ha provveduto alla determinazione di un livello di classificazione sismica maggiormente cautelativo rispetto a quello vigente, riclassificando il proprio territorio dal punto di vista sismico coerentemente con la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, anche in funzione del riordino delle disposizioni della normativa regionale in materia di vigilanza e controllo sulle costruzioni in zona sismica.

Mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi



Pertanto a seguito della nuova classificazione sismica il Comune di Cuveglio (indicato dalla freccia rossa nella figura accanto) è **riconfermato in Zona Sismica 4** (sismicità molto bassa), con valore di  $a_g$  pari a 0,039484g.

Tale classificazione costituisce la pericolosità sismica di base (previsione deterministica o probabilistica che si possa verificare un evento sismico in una certa area in un determinato intervallo di tempo) che deve essere verificata e approfondita in fase di pianificazione territoriale (come successivamente descritto), quindi in sede di predisposizione dello studio geologico, in base alla d.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616.

## 9.2. ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

Le generali caratteristiche geologiche del territorio lombardo non sono così “drammatiche” come in altre regioni italiane, tant’è che in generale il livello di pericolosità sismica è basso o molto basso, con la sola eccezione della zona del lago di Garda.

La sismicità maggiore sembra concentrarsi nella fascia prealpina orientale. Un discreto livello di sismicità è presente anche nelle zone dell'Oltrepò, mentre una modesta attività è presente in Alta Valtellina e nel Mantovano. Ulteriori zone sismiche, prossime al territorio regionale, sono individuabili in Emilia, nel Veronese e in Engadina.

Gli epicentri dei terremoti storici per il settore lombardo sono prevalentemente concentrati in una fascia allungata in direzione E-W lungo il margine pedemontano, in corrispondenza dell'asse Bergamo-Brescia-lago di Garda. La parte più meridionale della regione risente della sismicità di origine appenninica, comprensiva dell'area dell'Oltrepò pavese.

### 9.2.1. SISMOLOGIA STORICA E MACROSISMICA

La storia sismica locale del territorio varesino è deducibile dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani [CPTI15; Rovida A., Locati M., Camassi R., Lollì B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the



2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia] che abbraccia una finestra temporale di osservazioni macrosismiche e strumentali dall'anno 1000 all'anno 2014.



Catalogo (CPTI15) parametrico dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 2014

Consultando il catalogo dei terremoti italiani (CPTI15) si osserva che la provincia di Varese non è stata sede di eventi sismici.

Le località epicentrali per gli eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti (osservazioni macrosismiche) nel Comune di Cuveglio sono però collocate al di fuori del territorio provinciale. Tali informazioni sono state ricavate dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano [DBMI15; Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia]. Tale database fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo sia a terremoti italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia) nella finestra temporale 1000-2014.

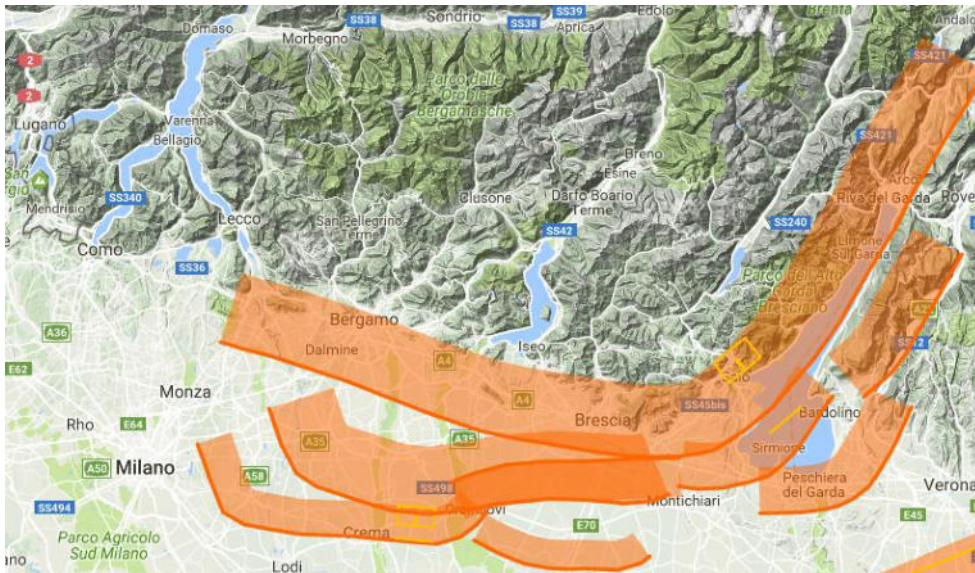
Nella figura seguente sono riportati i tre eventi sismici che hanno prodotto, in passato, risentimenti in Comune di Cuveglio.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	1905	04	29	01	46	4	Haute-Savoie, Vallorcine	267	7-8	5.10
3	1993	06	14	12	28	3	Val d'Ossola	139	5-6	4.34
NF	2002	11	13	10	48	0	Franciacorta	768	5	4.21

Per quanto concerne gli aspetti di sismologia storica pertanto, dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità sismica, risulta che la provincia di Varese non è stata sede in passato di eventi sismici. Gli eventi sismici che hanno fatto registrare risentimenti in Cuveglione sono sporadici e localizzati a diverse centinaia di chilometri di distanza.

### 9.2.2. SORGENTI SISMOGENETICHE

Dalla consultazione della banca dati delle singole sorgenti sismogenetiche (*Database of Individual Seismogenetic Sources, DISS version 3.2.1*), redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia in considerazione a sorgenti per terremoti con Magnitudo maggiore di 5.5 in Italia e aree circostanti, il territorio di Cuveglione non rientra in alcuna zona sismogenetica (figura sottostante).

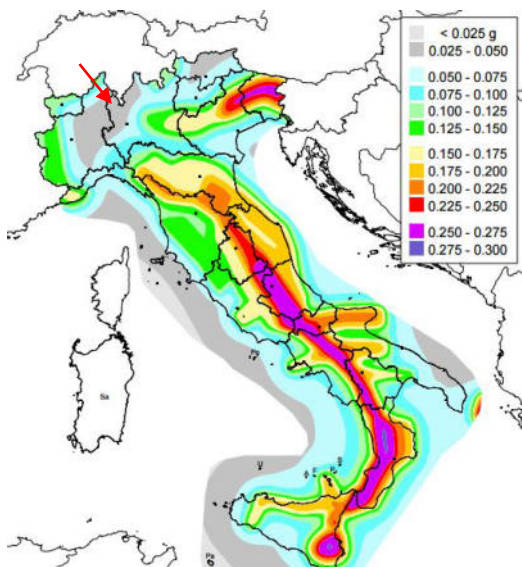


### 9.3. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

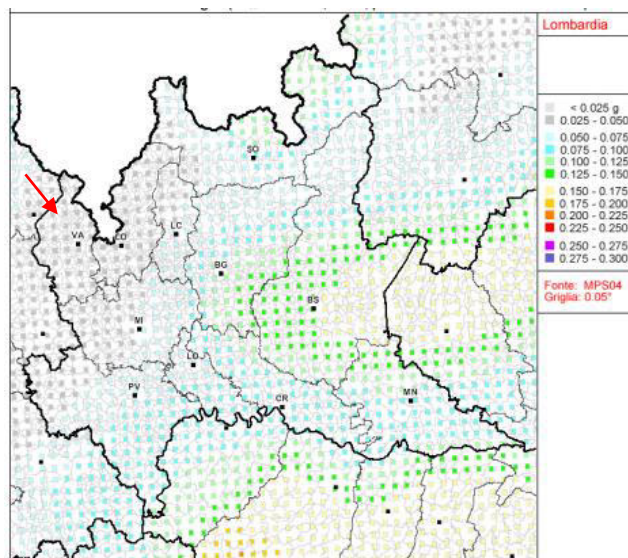
La pericolosità sismica di base è la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori dei parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento).

In seguito all'emanazione della O.P.C.M. n. 3274/2003 è stata prodotta, dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, una nuova versione della Mappa della Pericolosità Sismica del territorio nazionale. La mappa riporta il valore dell'accelerazione orizzontale massima "a<sub>g</sub>" che ha la probabilità di essere superato almeno una volta nei prossimi 50 anni; tale valore di probabilità, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni, è assunto come riferimento dalla normativa sismica vigente.

Nella figura seguente si riporta un estratto della mappa di pericolosità sismica relativa alla Regione Lombardia, da cui si ricava che per il territorio di Cuveglione il valore di a<sub>g</sub> atteso risulta compreso tra **0,025g** e **0,050g**.



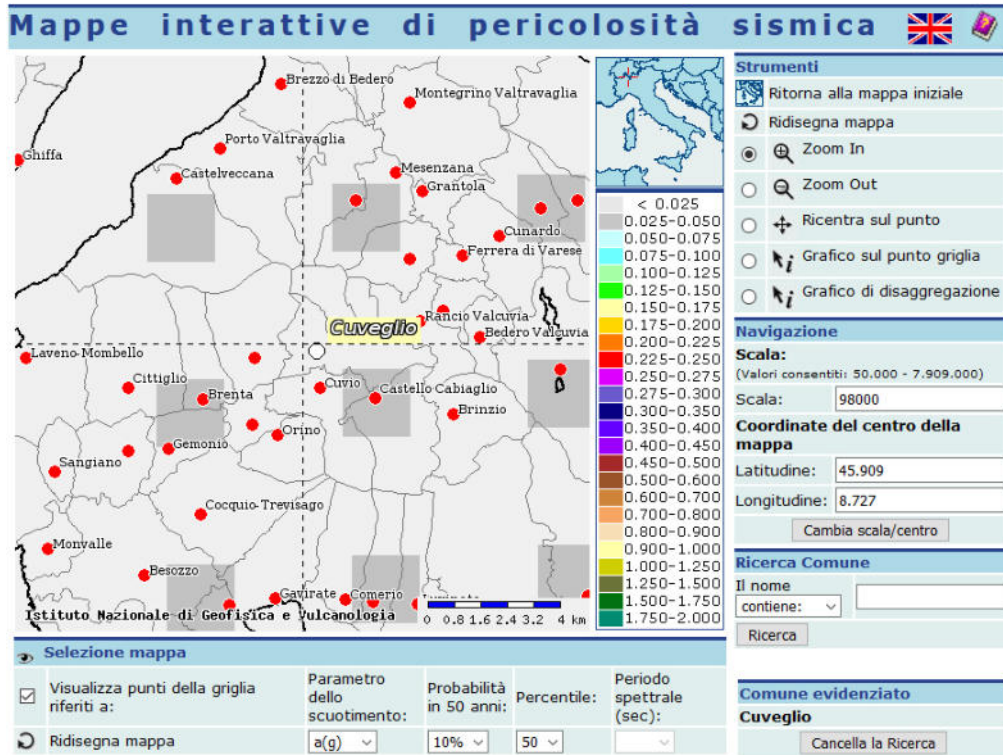
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (All. 1b, O.P.C.M. n. 3519/2006). Il Comune di Cuveglio è indicato con la freccia rossa



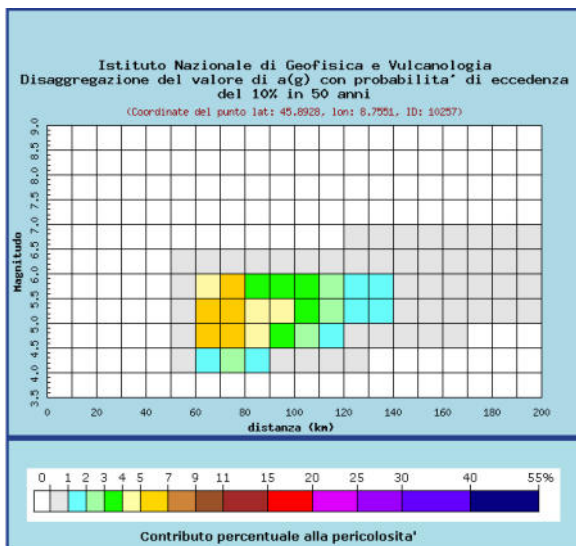
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (All. 1b, O.P.C.M. n. 3519/2006); Regione Lombardia. Il Comune di Cuveglio è indicato con la freccia rossa

Dalla consultazione delle mappe interattive di pericolosità sismica (reperibili sul sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it>) è anche possibile ricavare il contributo percentuale delle diverse coppie di dati magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità sismica di base.

Individuato il riquadro corrispondente al valore di  $a_g$  più vicino al Comune di Cuveglio, si ricavano i dati di disaggregazione.



Mappa interattiva di pericolosità sismica per il comune di Cuveglio



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.8928, lon: 8.7551, ID: 10257)										
	Magnitudo										
	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.243	0.707	0.690	0.527	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	1.740	5.410	5.670	4.600	0.728	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	2.360	6.870	6.740	5.210	0.768	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	1.280	4.380	4.720	3.760	0.563	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.653	3.450	4.590	3.560	0.364	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.216	2.290	3.830	3.140	0.285	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.040	1.190	2.660	2.270	0.183	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.001	0.521	1.740	1.560	0.245	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.202	1.150	1.150	0.403	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.073	0.780	0.885	0.396	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.022	0.505	0.709	0.365	0.063	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.004	0.283	0.551	0.381	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.137	0.367	0.321	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.067	0.251	0.257	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.044	0.222	0.211	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000

Disaggregazione, grafico dei contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale

Disaggregazione, tabella dei contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale

Per il territorio di Cuveglio si ha che il contributo percentuale medio alla pericolosità sismica si ha per terremoti di magnitudo 5,27 alla distanza di 92,2 km.

#### 9.4. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Quanto sopra esposto rappresenta la pericolosità sismica di base senza però considerare alcuna modificazione che può subire il moto del suolo causata dal contesto geologico e geomorfologico di un'area, cioè senza modificazioni dovute ad effetti locali.

Va tuttavia fatto osservare come le locali condizioni geologiche e geomorfologiche possano 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 terreni e 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 dei possibili effetti locali, distinguibili in due grandi gruppi: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità (o effetti cosismici).

Mentre gli effetti di instabilità interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente tale nei confronti delle sollecitazioni sismiche (esempio i versanti, le frane quiescenti, ecc.), gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Quest'ultimi sono rappresentati dall'insieme di 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 strutture locali. Gli effetti di sito si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nella stessa area:

- 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, eteropie ed 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.

In Regione Lombardia la metodologia per l'approfondimento e la valutazione dell'amplificazione sismica locale è riportata in Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.”. La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente, da applicarsi in funzione della zonazione sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale. Solo i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione; il terzo livello di approfondimento è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il secondo livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale sia per gli scenari di pericolosità sismica locale

caratterizzati da effetti di amplificazione morfologica e/o litologica sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni.

I livelli di approfondimento sono di seguito sinteticamente definiti:

**I livello:** riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia di dati esistenti. Questo livello è obbligatorio per tutti i comuni e prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale sono riportate le diverse situazioni tipo (Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

**II livello:** caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di Pericolosità Sismica Locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa). Questo livello è obbligatorio, per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il I livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (Z3 e Z4 Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Per i comuni ricadenti in zona sismica 4 (come il caso di Cuveglio) tale livello deve essere applicato, negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzione 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.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (Z1 e Z2 Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) non è prevista l'applicazione del II livello di approfondimento, ma il passaggio diretto a quello di III livello.

**III livello:** definisce gli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

#### 9.4.1. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE PER IL TERRITORIO DI CUVEGLIO: ANALISI DI I LIVELLO

L'analisi consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; si tratta di un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte. La suddivisione in zone è avvenuta seguendo una suddivisione in situazioni tipo denominate **scenario di pericolosità sismica locale**, (Allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616), riportate nella tabella successiva.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Di seguito si riportano i contenuti di tale analisi, modificando, sulla base delle nuove analisi operate nel presente studio, quanto descritto nello studio geologico precedente (Congeo, nov. 2010).

#### Z1 – AREE CON INSTABILITÀ

##### Z1a-Zone caratterizzate da movimenti franosi attivi

Si tratta delle aree di versante in cui sono stati riconosciuti movimenti franosi attivi, legati a crolli diffusi di massi; sono comprese anche le zone al piede dove sono presenti gli accumuli di falda detritica, anche essi soggetti a franamento e ad aggregazione con formazione di colate detritiche. Sono le aree individuate a monte dell'abitato di Vergobbio, nella valle del Gottardo, sui fianchi della dorsale di Cavona e l'area in loc. Villa S. Giuseppe del versante orientale del monte S. Martino.

### **Z1b**-Zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti

Sono qui inserite le aree di scivolamento della copertura detritica superficiale che attualmente non mostrano segni di attività. I fenomeni sono quelli ubicati in sponda sinistra della valle dei Ronchi, presso la località valle di Bignes e a monte del centro raccolta differenziata dei rifiuti.

### **Z1c**-Zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana

Lo scenario comprende le aree montane di versante, in cui, sulla base dell'analisi della potenziale pericolosità da frane, sono possibili fenomeni di dissesto valutati, in base all'acclività e alle caratteristiche litotecniche delle coperture continentali, a pericolosità potenziale H3 e H4

## **Z2**-AREE CON CEDIMENTI/LIQUEFAZIONI

### **Z2a**-Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti

Si tratta delle aree di fondovalle del Rio Boesio e dalla piana del Carreggio, caratterizzate dalla presenza di terreni, a scadenti caratteristiche geotecniche limoso argillosi, talvolta torbosi e con falda idrica a bassa soggiacenza nonché soggette al ristagno diffuso delle acque meteoriche.

## **Z3**-AREE CON AMPLIFICAZIONI TOPOGRAFICHE

### **Z3a**-Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc)

È evidenziato sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto l'orlo delle scarpate principali, aventi altezza superiore a 10 m e inclinazione superiore a  $10^\circ$ . Queste forme rappresentano importanti rotture di pendenza, riconducibili al ciglio delle pareti rocciose verticali nonché ai terrazzi di contatto glaciale e fluvioglaciali.

### **Z3b**-Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate

Anch'essa è evidenziata in cartografia da un elemento lineare. Nel Comune di Cuveglio, in base ai criteri geometrici delineati dalla delibera regionale, sono state individuate alcune linee di cresta ubicate ad alte quote in corrispondenza dei rilievi: cresta dei monti Rossel, S. Martino e Martinello, oltre a tutta la cresta della dorsale di Cavona.

## **Z4**-AREE CON AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE

### **Z4a**-Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi

In questo scenario rientrano le aree di fondovalle della Valcuvia e della valle sospesa di Cavona, in cui sono stati riconosciuti depositi e forme riconducibili a pianie fluvioglaciali e alluvionali, caratterizzati da litologie prevalentemente sabbioso ghiaiose.

Le aree si sovrappongono, parzialmente, alle zone più depresse del Carreggio e del Rio Boesi già classificate in zona Z2a. Quando richiesto saranno da considerare gli effetti sismici attesi riferendosi ad entrambe gli scenari.

### **Z4b**-Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale

Si tratta dell'area occupata dal conoide alluvionale del torrente Gottardo, su cui si è sviluppato il centro abitato di Cuveglio, oltre ad un lembo, in territorio comunale, della conoide del torrente Marianna.

### **Z4c**-Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

In questa zona sono compresi i territori nella zona di raccordo tra i versanti e il fondovalle, caratterizzati dalla presenza di depositi glaciali (till di ablazione e di contatto glaciale) a granulometrie eterogenee. Non sono state qui riconosciute coperture loessiche.



## SECONDA PARTE

### FASE DI SINTESI E VALUTAZIONE

La fase di sintesi e valutazione è definita, da un lato, tramite l'individuazione delle limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico (vincoli) e dall'altro dalla zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica (sintesi).

Prima di descrivere i vincoli geologici insistenti sul territorio comunale è doveroso esporre quanto si ritiene opportuno proporre come aggiornamento/modifica al quadro del dissesto PAI vigente. La proposta si fonda sulle osservazioni operate durante il rilevamento geologico di terreno, nonché dalle informazioni fornite dall'Amministrazione comunale e da quanto approfondito dallo scrivente. Le analisi a tale riguardo sono già state descritte e dettagliate nel capitolo relativo alla dinamica geomorfologica e in appendice 1.

#### **10. Aggiornamento del quadro dei dissesti PAI vigente: Carta PAI-PGRA**

A seguito dell'entrata in vigore della d.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017 e s.m.i. (che integra le disposizioni approvate con d.g.r. n. 2616 del 30 novembre 2011), relativa alle "disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza [...]", è stata predisposta una carta (ex carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI) nella quale sono tracciati (Tavola n. 5 Carta PAI-PGRA) tutti gli elementi che derivano dai contenuti del PAI e del PGRA.

Con questo elaborato, facendo seguito a quanto scritto nei precedenti capitoli, è proposto un aggiornamento al quadro del dissesto PAI vigente e conseguentemente alla mappa di pericolosità (agg. 2020) da alluvioni del PGRA (consultabile sul geoportale di Regione Lombardia), a seguito di:

1) **Riperimetrazione dell'area di conoide del torrente Gottardo.** I limiti della conoide alluvionale, nel PAI vigente classificata come Cn, sono stati ridefiniti sulla base di rilevamento geologico/geomorfologico di terreno, supportato da un'analisi GIS del modello digitale del terreno disponibile (DTM 5x5 m, Regione Lombardia). Quanto attualmente cartografato, derivando da cartografie storiche, non corrisponde infatti alla reale e migliore conformazione morfologica dell'area.

Rispetto al PAI vigente la conoide è stata arretrata nella sua parte frontale e Nord occidentale, seguendo correttamente la reale forma di terreno.

Il corso d'acqua canalizzato, del Gottardo, che attraversa la conoide così riperimetrata, è stato mantenuto, con piccoli aggiustamenti cartografici, in classe Ca.

Trattandosi di fenomeni relativi al Reticolo Secondario Collinare e Montano (rif. PGRA), all'area di conoide Cn sono associate "aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L)", mentre all'area di conoide Ca sono associate "aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H).

2) **Riperimetrazione dell'area potenzialmente allagabile del Rio Boesio (Cantevrina).**

L'area potenzialmente allagabile, presente nel PAI vigente come Eb, era stata perimetrata presumibilmente su base morfologica, prendendo in considerazione tutta l'area di fondovalle. Nella parte di testata dell'alveo questa area viene ad estendersi fin sopra ai terrazzi fluvio-glaciali nettamente rilevati rispetto al mero fondovalle, quindi non morfologicamente plausibile.

Per tutto il tratto di Rio Boesio di interesse, inoltre, non sono noti e documentati episodi di esondazione, né tanto meno studi idraulici di definizione dei tiranti idrici e velocità della corrente. Per questo, e per le considerazioni già descritte nel par. 6.2.2, l'areale è stato comunque mantenuto ma ridelimitato a seguito di rilevamento geomorfologico diretto, così da adeguarlo all'assetto morfologico locale.

In aggiunta all'areale di esondazione Eb è stato inserito, lungo l'alveo, quale proposta integrativa, un areale maggiormente cautelativo, che tiene conto di potenziali esondazioni in relazione a fenomeni di erosione delle sponde e di potenziali sezioni d'alveo insufficienti, rilevati durante i sopralluoghi. Questa nuova area è stata classificata pertanto in Ee (aree coinvolgibile dai fenomeni con pericolosità molto elevata).

In località Molino Galli è mappata un'area allagabile, classificata come Eb PAI, in continuità con la fascia allagabile del rio Boesio. L'inserimento di questa area nel quadro del dissesto PAI risale alla stesura dello studio geologico comunale a cura del dott. Granata (Congeo, novembre 2010), il quale riconduce l'allagamento della strada e delle proprietà private a valle della stessa, alle ridotte dimensioni del punto di attraversamento della SS 394 da parte del torrente Valle Bignes. A seguito di specifico approfondimento sulla valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio locali, i cui dettagli sono descritti in Appendice 1, l'areale è stato riclassificato, ovvero mantenendo in Eb gli areali in pericolosità H3/H4 e declassando in Em le restanti aree a cui è stata attribuita una pericolosità H1 e H2.

Trattandosi di fenomeni relativi al Reticolo Secondario Collinare e Montano (rif. PGRA), all'area Ee sono associate "aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H)", all'area Eb sono associate "aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M), mentre all'area Em sono associate "aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L).

- 3) **Estensione delle aree di frana attiva Vergobbio-S. Anna.** Il PAI vigente riporta un'area di frana attiva per crolli che interessa un tratto del versante, in destra idrografica del Gottardo, presso il Crotto San Anna. Un'altra piccola area è perimetrata poco a monte del bacino Vergobbio dell'acquedotto e in sinistra idrografica del Gottardo appena sotto la chiesa di S. Anna.

In realtà l'area di versante interessata da fenomeni di crollo è più estesa e arriva a lambire, a Ovest, la strada che sale ad Arcumeggia. Infatti, come già descritto nel par. 6.2.1, numerose sono le segnalazioni di crolli anche oltre la località San Anna.

Pertanto è stato deciso, per maggiore cautela, di estendere le aree di frana attiva già mappate, sia in estensione Est-Ovest che di quota, in modo da comprendere le pareti rocciose maggiormente acclivi e le aree di falda detritica riconoscibili al piede.

La piccola area di frana attiva attualmente presente sotto la chiesa di S. Anna, attribuita a fenomeno di scivolamento superficiale, è stata eliminata e sostituita da una più estesa area di frana attiva per crolli lungo il versante idrografico sinistro del Gottardo.

- 4) **Nuove aree di frana attiva, valle del Gottardo.** I versanti della valle del torrente Gottardo sono caratterizzati da alte e acclivi pareti rocciose fortemente tettonizzate da cui sono frequenti distacchi di massi, come testimoniato dalla presenza di falde detritiche al piede che si mischiano ai depositi alluvionali che occupano il fondovalle del Gottardo.

Quindi si è deciso di integrarle, quali frane attive, nel quadro del dissesto PAI, anche in vista di futuri interventi di sistemazione idrogeologica del torrente Gottardo finanziati da Regione Lombardia.

- 5) **Estensione delle aree di frana attiva del Monte S. Martino.** A seguito di rilievo geologico di dettaglio operato dallo scrivente (unitamente a fotointerpretazione di foto aeree storiche), lungo la strada Duno-San Martino, al fine di valutare lo stato locale di potenziale dissesto, è stata meglio perimetrata l'area di frana attiva già presente nel PAI. Il versante Est del S. Martino è caratterizzato da alte pareti verticali che definiscono lo specchio dell'omonima faglia. Ai piedi delle pareti rocciose, a testimonianza dei diffusi crolli, si trova una estesa falda detritica composta da massi di diversa pezzatura. Malgrado l'area si trovi in un contesto boscato, la falda detritica è tutt'altro che stabilizzata; infatti i ciottoli e massi, localmente si aggregano a dare franamenti o generare colate detritiche che seguono le incisioni vallive. Il tratto di strada sotto le pareti, oltre a mostrare segni di cedimento, è spesso interessato dall'impatto di massi che rotolano a valle non necessariamente in concomitanza di eventi meteorici, ma anche solo per il pascolo degli animali selvatici. In passato erano state realizzate opere di messa in sicurezza della strada, tra cui due rilevati paramassi e due reti paramassi. Queste ultime in particolare versano in uno stato precario di manutenzione, risultando colme di detrito e ammalorate.
- 6) **Riperimetrazione dell'area di frana attiva, versante SW della dorsale di Cavona.** Il PAI vigente riporta un'area di frana attiva che interessa il versante idrografico destro del Rio Boesio. Quest'area è stata mantenuta ma riperimetrata a seguito di rilevamento geologico di terreno, andando a considerare quelle che sono realmente le aree origine di crolli e di accumulo al piede. In particolare, a seguito di analisi di dettaglio operata dallo scrivente nell'ambito del progetto per il rimodellamento del parcheggio sterrato antistante il cimitero di Cavona, l'area di frana è stata arretrata, perché, come era stata qui perimetrata, non identifica alcuna parete rocciosa, che in realtà si trova appunto più arretrata.
- 7) **Nuova area di frana attiva, versante NW della dorsale di Cavona.** Il versante NW della dorsale di Cavona, nel tratto di via per Rancio compreso tra circa il cimitero di Cavona e la via Molino Galli, è caratterizzato da pareti in roccia molto acclivi e fratturate, potenzialmente soggette a crolli diffusi, come testimoniato dalla presenza al piede (bordo strada) da ciottoli di crollo e da segnalazione da scheda RASDA fornita dal tecnico comunale (24/12/2010: via per Rancio. Caduta massi sulla sede stradale). Pertanto si è deciso di proporre l'inserimento di quest'area di versante come aggiornamento al quadro del dissesto PAI.
- 8) **Nuova area di frana attiva, versante SE della dorsale di Cavona.** Lungo il tratto di versante a tergo della via per Cavona sono presenti pareti verticali, incumbenti sulla strada, con altezza di 10-15 metri, parzialmente tettonizzate. Queste sono soggette a caduta di massi come testimoniato dalla falda detritica al piede, che però non si presenta di notevole sviluppo, rimanendo confinata dalla sede stradale. In considerazione di quanto osservato si è deciso di proporre l'inserimento, ex novo, di quest'area di versante come aggiornamento al quadro del dissesto PAI.

Le aree in frana quiescente Fq, rappresentate nel PAI vigente, sono state mantenute tali, salvo piccoli aggiustamenti di mero tratto al fine di adeguare le aree alla base topografica utilizzata per la redazione degli elaborati cartografici.

Anche le aree Ee ed Eb pertinenti al torrente Boesio sono state mantenute tali.

#### **10.1. ULTERIORI CONTENUTI PER FUTURI AGGIORNAMENTI DELLE MAPPE DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO ALLUVIONI**

Nella carta PAI-PGRA, oltre agli elementi di dissesto quali frane, esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua e trasporto di massa sui conoidi, sono state riportate anche le aree soggette ad allagamento individuate nello studio comunale di gestione del rischio idraulico redatto, da Protea Ingegneria Associati (ottobre 2021), ai sensi del r.r. 23/11/2017 n. 7 – art. 14 c.7., nello specifico quelle connesse ad insufficienze e/o criticità della rete fognaria.

Le aree allagabili individuate nel detto studio sono state riportate, in analogia con quanto descritto nel par. 1.3 della d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017, per diversi scenari di pericolosità. In particolare si è deciso di suddividerle tenendo conto delle tre piene di riferimento considerate ovvero 10, 50 e 100 anni. Per cui:

- Per allagamenti con tempo di ritorno pari a 10 anni sono associate aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H);
- Per allagamenti con tempo di ritorno pari a 50 anni sono associate aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M);
- Per allagamenti con tempo di ritorno pari a 100 anni sono associate aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L).

## 11. Quadro dei vincoli normativi presenti sul territorio

Nella cartografia dei vincoli (cfr. Tavola 6\*) si individuano, per tutto il territorio comunale, quelle aree soggette a limitazioni d'uso derivanti da normative e piani sovraordinati di contenuto prettamente geologico.

In base ai criteri attuativi della Componente geologica, idrogeologica e sismica di supporto al Piano di Governo del Territorio contenuti nella d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616, i principali elementi di vincolo sovraordinati alla pianificazione urbanistica locale da riportare sulla cartografia di riferimento sono:

- vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89;
- vincoli di polizia idraulica;
- aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- vincoli derivati dal PTR;
- geositi.

La carta dei vincoli qui allegata aggiorna e sostituisce la relativa carta dei vincoli dello studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica (Congeo, novembre 2010), in quanto:

- 1) recepisce la proposta (come descritto al par. 10) di aggiornamento al quadro del dissesto PAI-PGRA vigente;
- 2) ridefinisce le aree di salvaguardia delle captazioni potabili in conseguenza dell'acquisita esatta conoscenza e posizione dei punti di derivazione, riportando anche le fasce di rispetto insistenti sul territorio comunale ma riferite a captazioni poste in territorio di comuni confinanti prossimi al limite amministrativo.
- 3) Recepisce il reticolo principale e minore, con le relative fasce di rispetto e protezione, così come da studio di "Individuazione del Reticolo Idrico Principale e Minore, delle fasce di rispetto e di attenzione" redatto, per conto della Comunità Montana Valli del Verbano, dall'Associazione Temporanea di Professionisti dott. Ing A. Bai et al. (integrazioni vs. 01 – novembre 2010).
- 4) Recepisce l'area di laminazione delle piene del torrente Boesio inserita nel PTR come infrastruttura per la difesa del suolo. Tale previsione del PTR ha come progetto di riferimento il progetto preliminare della Comunità Montana Valli del Verbano del febbraio 2016.

Di seguito vengono quindi elencati i vincoli di natura geologica insistenti sul territorio comunale, facendo presente che in Cuveglio non sono presenti geositi (cfr. elenco di cui all'Allegato 14 della d.g.r. IX/2616/2011).

Nella Tavola 6, oltre agli elementi prettamente di contenuto geologico, si è deciso di riportare anche le aree allagabili derivate dallo studio comunale di gestione del rischio idraulico, già inserite nella tavola PAI-PGRA. Questo con il fine di mantenere una continuità e una logica negli elaborati costituenti la componente geologica di supporto al PGT.

Nei territori compresi in dette delimitazioni sono state definite specifiche norme, come elencate all'art. 6 delle Norme Geologiche di Piano.

### 11.1. VINCOLI DERIVATI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA LEGGE 183/89

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (P.A.I.), approvato con d.p.c.m. del 24 maggio 2001, attraverso le sue disposizioni "persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa,

della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi”.

Esso “ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso riguardanti l’assetto idraulico e idrogeologico del bacino idrografico”.

In base a questa considerazione ed alle modalità indicate nella Parte 2 dei Criteri di cui alla d.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 (Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata) sono stati riportati i vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino, già considerando la proposta di aggiornamento formulata; in particolare sul territorio di Cuveglio sono presenti:

- 1) Aree di dissesto, derivate dall’aggiornamento effettuato ai sensi dell’art. 18 delle N.d.A. del PAI, con proposta di modifica formulata nell’ambito della stesura del presente studio:

### **Frane**

#### **Fa, aree interessate da frane attive**

In questa categoria sono inserite le aree di versante comprese tra la strada per Arcumeggia e la località S. Anna e poi lungo la valle del Gottardo, nonché il versante orientale del San Martino nella porzione a cavallo della strada Duno-San Martino e fasce dei versanti della dorsale di Cavona. Le aree sono interessate (come documentato) o potenzialmente interessate da crolli diffusi di massi. In frana attiva sono comprese anche le falde detritiche riconosciute alla base dei detti versanti, in quanto i detriti che le compongono sono anch’essi soggetti a franamento e ad aggregazione, evolvendo in colate detritiche (es. Monte San Martino).

#### **Fq, aree interessate da frane quiescenti**

*Sono comprese le aree (valle dei Ronchi e a monte della loc. Casa Bignes) di scivolamento, come già mappate nel precedente studio geologico, per le quali non erano stati osservati segni di attività*

### **Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d’acqua**

#### **Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata**

Si tratta delle aree della Piana del Carreggio poste lungo l’asta del Canale Boesio e del Canale Nuovo (tratto terminale del torrente Gottardo), delle aree poste in adiacenza del Rio Boesio, in cui è alto il rischio di esondazione e dissesti in ragione di erosioni spondali e potenziali sezioni idrauliche insufficienti.

#### **Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata**

Si tratta delle aree più depresse del fondovalle della Valcuvia, sia nel settore occidentale dove scorre il torrente Boesio e convergono i torrenti Gottardo e Marianna, sia nel settore orientale di pertinenza del Rio Boesio; queste aree sono potenzialmente interessabili da esondazione. Rientrano in questo contesto anche le aree poste a valle dell’attraversamento della SS 394 da parte del torrente Valle del Bignes, per le quali è stata attribuita una pericolosità H3/H4 (cfr. Appendice 1).

#### **Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata**

Rientrano in questo contesto le aree poste a valle dell’attraversamento della SS 394 da parte del torrente Valle del Bignes, per le quali è stata attribuita una pericolosità H2 e H1 (cfr. Appendice 1).

### **Trasporto di massa sui conoidi**

**Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte (pericolosità molto elevata).**

Comprende il corso d'acqua canalizzato del torrente Gottardo, nel tratto compreso tra l'apice della conoide e la SS 394.

**Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa (pericolosità media o moderata).**

*Si tratta della porzione urbanizzata della conoide del T.te Gottardo che presenta una bassa pericolosità di essere interessata da fenomeni di dissesto.*

### **11.2. PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA)**

Come già anticipato in precedenza le mappe di pericolosità (e rischio) contenute nel PGRA rappresentano un aggiornamento e integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI relativi a pericolosità e rischio di alluvioni.

#### **11.2.1. AMBITO TERRITORIALE: RETICOLO SECONDARIO COLLINARE E MONTANO (RSCM)**

Per tale ambito il PGRA identifica aree allagabili corrispondenti alle aree classificate come Ee, Eb, Em, Ca, Cp, Cn. In territorio di Cuveglio, anche richiamando quanto descritto al paragrafo 11.1 precedente, si hanno:

- Aree P3/H, aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti, coincidenti a Ee e Ca;
- Aree P2/M, aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti, coincidenti a Eb;
- Aree P1/L, aree potenzialmente interessate da alluvioni rare, coincidenti a Em e Cn.

### **11.3. VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA**

Nella tavola dei vincoli geologici sono fedelmente riportate le fasce di polizia idraulica afferenti al reticolo idrico minore e principale, così come perimetrare nello studio promosso dalla Comunità Montana Valli del Verbano (ex Comunità Montana della Valcuvia) e redatto dall'ATP dott. Ing A. Bai et al. (integrazioni vs. 01 – novembre 2010) e favorevolmente approvato dall'UTR di Varese.

Nel dettaglio si hanno:

- **Fascia di rispetto di ampiezza pari a 10 metri**, per i corsi d'acqua e le loro divagazioni identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore lungo i tratti scoperti; per i tratti tombinati e/o coperti (es. tratto di alveo in val Cavona) la fascia di rispetto è restringibile fino ad un massimo di 4 metri previa verifica idraulica;
- **Fascia di rispetto di ampiezza variabile**, per i corsi d'acqua identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore che tiene conto delle aree di conoide ad alto rischio idrogeologico di sovralluvionamento e delle aree più sensibili dal punto di vista idrogeologico individuate a pericolosità più elevata;
- **Fascia di attenzione di ampiezza variabile**, per i corsi d'acqua identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore che tiene conto delle aree di conoide a moderato rischio idrogeologico di sovralluvionamento e delle aree più sensibili dal punto di vista idrogeologico individuate a pericolosità moderata;
- **Fascia di attenzione di ampiezza indicativa pari a 100 metri**, in analogia a quanto stabilito dal r.d. 25 luglio 1904 art. 97 punto c, che tiene conto delle aree boscate e delle zone montane e dall'esistenza di evidenze morfologiche (crinali e creste spartiacque), manufatti antropici (strade e piste) ed aree urbanizzate.

#### **11.4. SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE**

L'approvvigionamento idrico potabile di Cuveglio è attualmente garantito da cinque sorgenti (di cui una in territorio di Casalzuigno e una in comune di Duno) e da un pozzo.

Il comune di Cuveglio ospita anche sorgenti (Bignes e Polla di Cantevria) allacciate all'acquedotto comunale di Rancio Valcuvia.

Quindi, relativamente al detto sistema di emungimento ad uso potabile, così come identificato nella Tavola 6\* Carta dei Vincoli, sono definite, ai sensi della d.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137, due fasce di salvaguardia:

- Zona di tutela assoluta: costituita, sia per i pozzi sia per le sorgenti, dall'area immediatamente circostante le captazioni; ha un'estensione pari a **10 metri** di raggio dal punto di captazione. Deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.
- Zona di rispetto:
  - Per i pozzi è definita con criterio geometrico e ha estensione pari a **200 metri** di raggio intorno alla captazione.
  - Per le sorgenti è definita con criterio geometrico ed è costituita da una porzione di raggio pari a **200 metri** con centro nel punto di captazione; si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione. Essendo le sorgenti (Carati e Bignes) prossime l'una all'altra, la zona di rispetto è il risultato dell'inviluppo delle zone di rispetto delle singole prese.

Si fa presente che la fascia di rispetto della sorgente del Turegiun (comune di Duno) e della sorgente Beucc o Marianne (comune di Casalzuigno) interessa solo in parte il territorio di Cuveglio.

Inoltre, nella tavola dei vincoli, sono riportate anche le fasce di rispetto relative ad opere di presa ubicate in Casalzuigno e Rancio Valcuvia, a servizio dei rispettivi acquedotti, ma che essendo prossimi al limite amministrativo interferiscono con il territorio di Cuveglio. Queste sono la sorgente Fontanone (Rancio Valcuvia) e il pozzo Mascioni S.p.A. (Casalzuigno). Quest'ultimo, come si legge nella relazione tecnica dello studio geologico di Casalzuigno, è un pozzo ad uso industriale ma che è usato saltuariamente per scopi idropotabili ed è pertanto collegato all'acquedotto comunale; per tale motivo gli estensori dello studio geologico di Casalzuigno hanno ritenuto necessario porre il vincolo delle captazioni ad uso idropotabile anche su tale pozzo.

#### **11.5. VINCOLI DERIVANTI DAL PTR**

In territorio comunale, zona Carreggio, ricade un'area di laminazione del torrente Boesio; l'intervento fa parte degli obiettivi prioritari di interesse regionale e sovraregionale-infrastrutture per la difesa del suolo, individuati nel PTR (dicembre 2020).

Il progetto preliminare del febbraio 2016, quale riferimento previsionale del PTR, prevede qui "di incrementare l'effetto di laminazione delle piene della Piana del Carreggio, agendo prevalentemente sui principali affluenti (Gottardo, Broveda, Marianne, Camposanto, Rii, Bulgherone). Sfruttando la naturale conformazione della piana, si proponeva di creare delle aree di invaso entro le quali, attraverso opere idrauliche specificatamente predisposte, far defluire le portate di piena dei diversi corsi d'acqua".



## 12. Sintesi delle conoscenze acquisite

Quanto di seguito descritto e rappresentato graficamente nella Tavola n. 7\*, riprende in parte i contenuti riportati nel precedente studio geologico; è meglio organizzata la classificazione degli elementi di pericolosità e vulnerabilità, anche in considerazione delle nuove analisi, informazioni e rilevamenti in sito.

Gli elementi geo-ambientali riportati nella cartografia di analisi sono stati raggruppati secondo tematiche simili (cfr. par. 3.2, Tab. 1, d.g.r. n. IX/2616/2011) tenendo conto dei fattori prevalenti e significativi, sia in senso qualitativo sia quantitativo, al fine di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio ai fini poi della fattibilità geologica.

### 12.1. AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ RINVENUTI SUL TERRITORIO

#### 12.1.1. AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

Appartengono a questa categoria di sintesi i settori di territorio comunale interessati da instabilità in atto e potenziale, delimitate considerando le conoscenze pregresse e quanto elaborato in fase di analisi al presente aggiornamento.

- Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo), definite in base all'estensione della falda di detrito  
A tale classe di sintesi corrispondono le aree di versante (Vergobbio, valle del Gottardo, monte S. Martino) interessate da frane attive Fa, di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A del PAI, come aggiornato e integrato nell'ambito della redazione del presente studio.
- Aree di frana quiescente, scivolamenti  
A tale classe di sintesi corrispondono le aree (Valle dei Ronchi, loc. Casa Bignes) interessate da frane quiescenti Fq di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A del PAI.
- Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata area di influenza  
A tale classe di sintesi corrispondono le aree di versante (dorsale di Cavona) interessate da frane attive Fa, di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A del PAI, come aggiornato e integrato nell'ambito della redazione del presente studio.
- Aree di percorsi potenziali di colate in detrito  
A tale classe di sintesi corrispondono le aree in cui le analisi in sito hanno evidenziato la presenza di percorsi potenziali di colata detritica, che si generano dall'aggregazione dell'estesa falda detritica posta al piede delle pareti rocciose del versante orientale del monte S. Martino. A queste è stato associato l'ambito di frana attiva Fa di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A del PAI, come aggiornato e integrato nell'ambito della redazione del presente studio.
- Aree a franosità potenziale (pericolosità bassa-molto bassa)  
In tale classe di sintesi rientrano le porzioni di territorio in cui è bassa o molto bassa la potenziale pericolosità da frane superficiali, la cui valutazione tiene conto dell'acclività dei versanti (0°-20°) e delle caratteristiche geotecniche dei terreni.
- Aree a franosità potenziale (pericolosità media/moderata)  
In tale classe di sintesi rientrano le porzioni di territorio in cui è moderata la potenziale pericolosità da frane superficiali, la cui valutazione tiene conto dell'acclività dei versanti (20°-35°) e delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

- Aree a franosità potenziale (pericolosità alta)  
In tale classe di sintesi rientrano le porzioni di territorio in cui è alta la potenziale pericolosità da frane superficiali, la cui valutazione tiene conto dell'acclività dei versanti (>35°) e delle caratteristiche geotecniche dei terreni.
- Aree protette da interventi di difesa passiva a monte  
Si tratta di alcune piccole aree, loc. Crotto S. Anna, poste al piede del versante oggetto negli ultimi anni da interventi di difesa con posa di reti paramassi e in aderenza.

#### 12.1.2. AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

- Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile  
Rientrano in questa classe le aree dei versanti carbonatici costituenti un acquifero carsico molto importante a livello provinciale, sfruttato per l'approvvigionamento idrico potabile. *L'elevato grado di vulnerabilità è determinato dalle caratteristiche dell'acquifero e della mancanza di consistenti elementi di protezione (coperture).*

#### 12.1.3. AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

- Aree potenzialmente inondabili individuate con criterio geomorfologico, tenuto conto di tratti di sponde in erosione e potenziali sezioni di deflusso insufficienti. Si tratta delle aree della piana del Carreggio più prossime all'immissione del torrente Marianna e Gottardo nel torrente Boesio, coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata (aree Ee di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A. del PAI) Tali aree coincidono con le aree, da PGRA, potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H), relative al Reticolo Secondario Collinare e Montano.
- Aree potenzialmente inondabili individuate con criterio geomorfologico o da valutazione di dettaglio (cfr. Appendice 1). Si tratta delle aree della piana del Carreggio, del fondovalle del Rio Boesio e delle aree lungo il tratto terminale del torrente Valle Bignes, potenzialmente inondabili e coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata (aree Eb di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A. del PAI) Tali aree coincidono con le aree, da PGRA, potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M), relative al Reticolo Secondario Collinare e Montano.
  - Aree potenzialmente inondabili individuate con criterio geomorfologico e da valutazione di dettaglio (cfr. Appendice 1). Si tratta delle aree in località Molino Galli, potenzialmente inondabili e coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata (aree Em di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A. del PAI) Tali aree coincidono con le aree, da PGRA, potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L), relative al Reticolo Secondario Collinare e Montano.
  - Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito su conoide pedemontano: conoide attivo non protetto a pericolosità molto elevata  
A tale classe di sintesi corrispondono le aree dell'alveo canalizzato del torrente Gottardo, interessate da trasporto di massa sui conoidi Ca di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A. del PAI. Tali aree coincidono con le aree, da PGRA, potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H), relative al Reticolo Secondario Collinare e Montano.

- Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito su conoide pedemontano: conoide protetta  
Si tratta del conoide alluvionale formato dal torrente Gottardo su cui sorge l'abitato di Cuveglio, interessata da trasporto di massa sui conoidi Cn di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A del PAI, che uno studio di dettaglio (Congeo et al, 1999) ha definito come inattiva. Tali aree coincidono con le aree, da PGRA, potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L), relative al Reticolo Secondario Collinare e Montano.

#### 12.1.4. AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Rientrano in questa classe di sintesi le aree più depresse del fondovalle della Valcuvia (Rio Boesio e piana del Carreggio) e di parte della valle sospesa di Cavona, caratterizzate dalla presenza di terreni limo argillosi e torbosi con limitata capacità portante, in cui tra l'altro sono presenti fenomeni di ristagno idrico e impaludamento.

#### 12.1.5. ALTRE AREE

In questa classe di sintesi rientrano le aree del territorio comunale che non mostrano particolari fenomeni d'instabilità potenziali o in atto, che presentano una morfologia semi pianeggiante o poco acclive. Queste sono le aree dei terrazzi fluvio-glaciali e di contatto glaciale di raccordo tra le zone montuose e il fondovalle, nonché la piana fluvio-glaciale della valle sospesa di Cavona.

## TERZA PARTE

### FASE DI PROPOSTA

#### 13. Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano

La Carta di Fattibilità geologica delle azioni di piano (cfr. Tavola n. 8\* e Tavola n. 9\*) è l'elaborato che viene desunto dalla Carta di Sintesi e dalle considerazioni tecniche svolte nella fase di analisi, essendo di fatto una carta che fornisce indicazioni circa le limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi e le indagini necessarie per gli approfondimenti richiesti e gli interventi di ripristino e di mitigazione del rischio reale o potenziale. Tutte le analisi condotte permettono la definizione di questo elaborato, redatto alla scala 1:5.000, che mediante la valutazione incrociata degli elementi cartografati, individua e formula una proposta di suddivisione dell'ambito territoriale d'interesse in differenti aree, che rappresentano una serie di "classi di fattibilità geologica".

Nella D.G.R. IX/2616 del novembre 2011 viene proposta una classificazione costituita da quattro differenti classi, in ordine alle possibili destinazioni d'uso del territorio; sono zone per le quali sono indicate sia informazioni e cautele generali da adottare per gli interventi, sia gli studi e le indagini di approfondimento eventuali.

In base alle valutazioni effettuate, considerando gli elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici ed idraulici riconosciuti, nel territorio di Cuveglio sono state individuate le seguenti classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica:

<b>Classe 2 (giallo)</b>	Fattibilità con modeste limitazioni
<b>Classe 3 (arancione)</b>	Fattibilità con consistenti limitazioni
<b>Classe 4 (rosso)</b>	Fattibilità con gravi limitazioni

Per quanto riguarda le fasce di rispetto di polizia idraulica, così come riportate nella carta dei vincoli geologici, non si ritiene necessario istituire una classe di fattibilità 4 di “rispetto fluviale” lungo i corsi d’acqua, in quanto su tali aree sussiste già uno specifico vincolo e norma di Polizia Idraulica. Tale assunto è espressamente indicato in calce al par. 3.2 della d.g.r. n. IX/2616/2011: “non è richiesta l’individuazione nella carta di fattibilità dei perimetri [...], delle fasce di rispetto del reticolo idrico principale e minore, [...] in quanto soggette a specifica normativa”.

In analogia con quanto detto nelle righe precedenti, assunto che trova sua applicazione tra l’altro anche per le aree di tutela assoluta e rispetto delle captazioni ad uso idropotabile, non si è ritenuto necessario istituire una specifica classe di fattibilità geologica per le aree allagabili connesse ad insufficienza della rete fognaria come individuate nello studio comunale di gestione del rischio idraulico. Infatti l’attribuzione della classe di fattibilità deve derivare esclusivamente dalle caratteristiche geologiche.

Si sottolinea che in presenza contemporanea di più scenari di pericolosità/vulnerabilità è stato attribuito il valore maggiormente cautelativo di classe di fattibilità. Sono comunque da rispettare le prescrizioni relative ad ogni singolo ambito di pericolosità/vulnerabilità come rappresentato nella carta di sintesi.

Si sottolinea inoltre che la suddivisione territoriale in classi di fattibilità, trattandosi di una pianificazione generale, non sopperisce alla necessità di attuare le prescrizioni operative previste da leggi e decreti vigenti, così come l’individuazione di una zona di possibile edificazione deve rispettare la necessità di redigere un progetto rispettoso delle norme di attuazione.

Alle classi di fattibilità individuate sono inoltre sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (cfr. Tavola n. 9\*), che però 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.

### **13.1. CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI**

In questa classe sono individuati i territori ove l’alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d’uso.

Le aree a gravi limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità/vulnerabilità e dalle relative classi di sintesi così come precedentemente descritte.

#### **13.1.1. AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL’INSTABILITÀ DEI VERSANTI**

- Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo), definite in base all’estensione della falda di detrito (Fa PAI);
- Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata area di influenza (Fa PAI);
- Aree di percorsi potenziali di colate in detrito (Fa PAI);
- Aree di frana quiescente, scivolamenti (Fq PAI);
- Aree a franosità potenziale (pericolosità alta), valutate in relazione all’acclività dei versanti e alle caratteristiche geotecniche dei terreni

#### **13.1.2. AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO**

- Aree potenzialmente inondabili individuate con criterio geomorfologico, tenuto conto di tratti di sponde in erosione e potenziali sezioni di deflusso insufficienti (Ee PAI);
- Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito su conoide pedemontano: conoide attiva non protetta (Ca PAI).

### **13.2. CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

Questa classe comprende le zone nelle quali si sono riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura delle condizioni di pericolosità nelle aree. Queste condizioni possono essere per lo più rimosse con interventi idonei alla eliminazione o minimizzazione del rischio, realizzabili nell'ambito del singolo lotto edificatorio o di un suo intorno significativo. L'utilizzo delle zone, ai fini urbanistici è subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, per consentire di precisare le esatte volumetrie e ubicazioni, le idonee destinazioni d'uso, nonché le eventuali opere di difesa. Nel caso in esame sono state individuate una serie di aree in classe 3 che presentano problematiche geologiche variabili; si tratta in genere di ambiti, sia di pianura sia di versante, che coincidono con aree, caratterizzate da condizioni sfavorevoli, pericolose e/o vulnerabili definite nell'unità di sintesi:

#### **13.2.1. AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI**

- Aree a franosità potenziale (pericolosità media/moderata), valutate in relazione all'acclività dei versanti e alle caratteristiche geotecniche dei terreni;
- Aree protette da interventi di difesa passiva a monte.

#### **13.2.2. AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO**

- Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile.

#### **13.2.3. AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO**

- Aree potenzialmente inondabili, individuate con criterio geomorfologico o da valutazione di dettaglio (Eb PAI);

#### **13.2.4. AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**

- Aree prevalentemente limo argillose con limitata capacità portante, torbose e paludose con possibile ristagno.

### **13.3. CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 2 – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni. Sono tuttavia indicate le specifiche costruttive degli interventi edificatori e gli eventuali approfondimenti per la mitigazione del rischio. Ricadono in questa classe le aree comprese nelle seguenti tipologie di pericolosità/vulnerabilità, con le relative unità di sintesi:

#### **13.3.1. AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI**

- Aree a franosità potenziale (pericolosità bassa/molto bassa), valutate in relazione all'acclività dei versanti e alle caratteristiche geotecniche dei terreni.

#### **13.3.2. AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO**

- Aree potenzialmente inondabili, individuate con criterio geomorfologico e da valutazione di dettaglio (Em PAI);
- Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito su conoide pedemontano: conoide inattiva protetta (Cn PAI).

#### **13.3.3. ALTRE AREE**

- Aree da debolmente acclivi a pianeggianti con caratteristiche o fenomeni geologici e idrogeologici non rilevanti

Gaggiano (MI), dicembre 2021

**geoSferA**  
**Studio Associato di Geologia**

Dott. Geol.  
Ferruccio Tomasi



## ALLEGATI

***SCHEDA CONOIDE TORRENTE GOTTARDO***

***SCHEDA POZZO***

***SCHEDA SORGENTI***

## APPENDICI

### **1. AREA ALLAGABILE DEL TORRENTE VALLE BIGNES: VALUTAZIONE DI DETTAGLIO DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO**