

Prima emissione
Ottobre 2025

Regione Lombardia

Provincia di Pavia

COMUNE DI VIGEVANO



STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E
SISMICO A SUPPORTO DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO REDATTO AI
SENSI DELLA D.G.R.LOMB. N° IX/2616
DEL 30/11/2011 ss. mm. ii.
E D.G.R. LOMB N° X/6738 DEL 19/06/2017

RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

committenza:

Comune di Vigevano
Corso Vittorio Emanuele II, 25
Vigevano (PV)

a cura di:



S tudio
G eologico
T riorlobite

Via S.L. Beccari n. 2 - 27027 Gropello Cairoli (PV)
Tel./Fax: 0382.81.70.38 -
e.mail: info@studiogeologicotriorlobite.com

RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA
E SISMICA

REL 078-23

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO.....	7
2.1. Precipitazioni.....	8
2.2. Temperature	13
2.3. Venti.....	14
2.4. Umidità.....	15
2.5. Nevicate e fenomeni invernali	15
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO (TAV.1).....	16
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E LOCALE (TAV. 2)	16
5. INQUADRAMENTO GEMORFOLOGICO (TAV. 3).....	18
6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO (TAV. 4)	19
6.1. Reticolo idrografico.....	20
6.2. Idrografia sotterranea.....	22
6.2.1. Vulnerabilità dell'acquifero	23
6.3. I fontanili	26
7. CARTA GEOPEDOLOGICA E PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA (TAV. 6).....	27
7.1. Assetto geopedologico.....	27
7.2. Caratterizzazione geotecnica a scala comunale	27
8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO (TAV. 7).....	28
8.1. Analisi sismica di I livello	32
8.2. Analisi sismica di II livello	33
8.2.1. Aree interessate da amplificazioni litologiche e geometriche - scenario Z4a.....	33
8.2.2. Aree interessate da amplificazioni topografiche - scenario Z3a	36
9. VERIFICA DI SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE	39
10. CARTA PAI E PGRA (TAV.8)	43
11. VERIFICA SINKHOLE E CAVITA' SOTTERRANEE	49
12. VINCOLI ESISTENTI SUL TERRITORIO (TAV. 9)	50
12.1. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile	51
12.2. Vincoli sul reticolo idrico minore	52
12.3. Aree allagabili PGRA.....	53
12.4. Aree allagabili della rete fognaria (Studio di Gestione del Rischio Idraulico del Territorio Comunale).....	53
12.5. Fascia di rispetto dei fontanili.....	54
12.6. Ambiti di rilevanza paesaggistica e di valore naturale	54
12.7 Aree e ambiti di degrado o di compromissione paesaggistica	54
12.8 Specchi d'acqua	55
12.9 Zona di Protezione Speciale (ZPS) "Boschi del Ticino" (codice Natura 2000 IT 2080301).55	
12.10 Sito di interesse comunitario (SIC) "Garzaia della Cascina Portalupa" (IT2080013)	56
13. CARTA DI SINTESI (TAV. 10)	56
13.1. Aree pericolose dal punto di vista morfologico.....	57
13.2. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	57
13.3. Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	57
13.4. Aree degrado ambientale e Ambiti estrattivi	57
14. CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (TAVV.11/12).....	57
14.1. Classe II (gialla) - Fattibilità con modeste limitazioni.....	58
14.2. Classe III (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni	59

14.3. Classe IV (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni.....	59
--	----

APPENDICE A: NORME GEOLOGICHE DI PIANO

TAVOLE E ALLEGATI:

TAV. 1 – Corografia generale	(scala 1:20.000)
TAV. 2 – Carta geologica	(scala 1:10.000)
TAV. 3 – Carta geomorfologica	(scala 1:10.000)
TAV. 4 – Carta idrogeologica	(scala 1:10.000)
TAV. 5 – Sezioni idrogeologiche	(scala grafica)
TAV. 6 – Carta geopedologica e di prima caratterizzazione geotecnica	(scala 1:10.000)
TAV. 7 – Carta di pericolosità sismica locale	(scala 1:10.000)
TAV. 8 – Carta PAI - PGRA	(scala 1:10.000)
TAV. 9 – Carta dei vincoli	(scala 1:10.000)
TAV. 10 – Carta di sintesi	(scala 1:10.000)
TAV. 11 – Carta di Fattibilità Geologica	(scala 1:10.000)
TAV. 12 – Carta di Fattibilità Geologica (su base CTR)	(scala 1:10.000)
ALL. 1 – Stratigrafie pozzi	
ALL. 2 – Tabella dati geotecnici	
ALL. 3 – Indagini sismiche	

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale Vigevano (PV) viene redatto lo studio sulla "Componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio", ai sensi della Deliberazione di Giunta regionale 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 dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12*, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374", pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012, e successive modifiche ed integrazioni.

Lo studio comprende due elaborati testuali: la Relazione Geologica, che si esplica nelle pagine a seguire, e le Norme Geologiche di Piano (Appendice A), accompagnate da elaborati cartografici ed allegati.

La stesura del presente documento ha preso avvio dalla disamina e dalla raccolta di dati d'archivio forniti dall'amministrazione comunale e dall'analisi dei dati già in possesso dello scrivente acquisiti da relazioni geologico-tecniche ed idrogeologiche pregresse, oltre che dalla cartografia presente nel precedente PGT comunale. In un secondo tempo si è provveduto ad eseguire sopralluoghi accertativi, finalizzati alla verifica dell'affidabilità dei dati bibliografici e alla raccolta delle informazioni necessarie alla comprensione della struttura e delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio in esame.

Tutto lo studio è stato eseguito in conformità a quanto previsto dalla vigente normativa nazionale e regionale:

- Regolamento regionale n° 3 del 28 marzo 2025 – "Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio");
- D.G.R. n.3668 del 16 dicembre 2024 "Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica. aggiornamento della D.G.R. 18 dicembre 2023 n. XII/1615 e dei relativi allegati tecnici";
- D.G.R. n. XII/3007 del 9 settembre 2024 - Approvazione dell'Allegato 1 "Studi e dati geografici di riferimento per la redazione e l'aggiornamento della componente geologica

dei PGT e della pianificazione di protezione civile” in aggiornamento dell'Allegato 1 alla D.G.R. IX/2616/2011;

- D.G.R. n. XII/1717 del 28 dicembre 2023 - Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d) di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129;
- D.G.R. n. XII/1615 del 18 dicembre 2023 "Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica. Aggiornamento della D.G.R. 15 dicembre 2021 n. XI/5714 e dei relativi allegati tecnici”;
- D.G.R. n. XI/7564 del 15 dicembre 2022 “Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio relativa al tema degli sprofondamenti (Sinkhole) (Art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12)”;
- D.G.R. n. XI/6702 del 18 luglio 2022 “Aggiornamento 2022 dell’Allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con D.G.R. 30 novembre 2011, n° 2616;
- D.G.R. n. XI/5714 del 15 dicembre 2021 «Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica» Aggiornamento della D.G.R. 14 dicembre 2020 N°XI/4037 e dei relativi Allegati Tecnici.
- D.G.R. n. XI/4685 del 10 maggio 2021 “Ulteriore aggiornamento dell'allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 (D.G.R. 2616/2011 e D.G.R. 2120/2019);
- D.G.R. n. XI/2120 del 9 Settembre 2019, “Aggiornamento dell'allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con D.G.R. 30 novembre 2011, n° 2616;
- D.M. 17/01/2018 – “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- DGR n° 7581 del 18 dicembre 2017– “Aggiornamento della D.G.R. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. «Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica» e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4, art. 13, comma 4)”;

- R.R. n° 7 del 23 novembre 2017 – “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrogeologica ai sensi dell’articolo 58bis della legge regionale 11 marzo 2005 (Legge per il governo del territorio)” e successive modifiche con R.R. n° 8 del 19 aprile 2019 “Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7”;
- D.G.R. n° 6738 del 19 giugno 2017 “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po”;
- DPCM del 27 ottobre 2016 “Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico Padano (GU Serie Generale n.30 del 06-02-2017) e D.lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 – “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”;
- D.G.R. n. X/5001 del 30 marzo 2016 – “Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt.3, comma1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)”;
- D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 – “Aggiornamento dei *Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12*, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374”.

In base alle normative sopra citate lo studio geologico si propone di fornire un utile strumento conoscitivo delle problematiche del territorio comunale dal punto di vista geologico, idrogeologico e sismico, indispensabile per l'individuazione delle reali potenzialità e delle vocazioni del territorio stesso, con particolare riferimento alla prevenzione del rischio ed alla tutela dell'ambiente.

L’analisi è stata sviluppata prendendo principalmente in considerazione i seguenti parametri: geologia, litologia, stratigrafia, geomorfologia, idrografia, idrogeologia e geotecnica.

Per quanto riguarda le modalità esecutive, il programma di lavoro è stato articolato attraverso distinte fasi:

Fase 1 - reperimento dei dati geologici e geotecnici d'archivio riguardanti il comprensorio comunale, nonché di un intorno significativo dello stesso. L'acquisizione di tali informazioni è stata svolta grazie ad una sistematica e particolareggiata ricerca a carattere bibliografico, di pubblicazioni tecnico-scientifiche, e mediante consultazione di documenti ottenuti presso fonti istituzionali a livello comunale, provinciale (PTCP di Pavia) e regionale (PAI e PGRA, o cortesemente messi a disposizione da studi professionali privati.

Sono stati consultati gli studi e dati geografici di riferimento di cui all'Allegato 1 della D.G.R. XII/3007 del 9 settembre 2024 ed è stata eseguita una verifica della presenza di eventi passati connessi a dissesti per fenomeni di sprofondamento o della sussistenza di segni premonitori (quali evidenze di movimenti del suolo e di lesioni sugli edifici esistenti), come da D.G.R. 15 dicembre 2022- n. XI/7564 (Sinkhole).

Fase 2 - ha riguardato le attività svolte direttamente "*sul terreno*". È stata condotta, in particolare, una verifica *in sito*, a carattere puntuale, dei dati raccolti durante la prima fase, eseguendo esami e rilevamenti diretti delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del territorio comunale, finalizzati alla realizzazione degli elaborati cartografici.

Fase 3 - compilazione e stesura degli elaborati cartografici e degli allegati, di seguito elencati:

TAV. 1 – Corografia generale	(scala 1:20.000)
TAV. 2 – Carta geologica	(scala 1:10.000)
TAV. 3 – Carta geomorfologica	(scala 1:10.000)
TAV. 4 – Carta idrogeologica	(scala 1:10.000)
TAV. 5 – Sezioni idrogeologiche	(scala grafica)
TAV. 6 – Carta geopedologica e di prima caratterizzazione geotecnica	(scala 1:10.000)
TAV. 7 – Carta di pericolosità sismica locale	(scala 1:10.000)
TAV. 8 – Carta PAI - PGRA	(scala 1:10.000)
TAV. 9 – Carta dei vincoli	(scala 1:10.000)

TAV. 10 – Carta di sintesi	(scala 1:10.000)
TAV. 11 – Carta della fattibilità geologica	(scala 1:10.000)
TAV. 12 – Carta della fattibilità geologica (su base CTR)	(scala 1:10.000)

ALL. 1 – Stratigrafie pozzi

ALL. 2 – Tabella dati geotecnici

ALL. 3 – Indagini sismiche

Nella Carta di Fattibilità Geologica sono indicate le aree omogenee (classi di fattibilità) in funzione delle limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, rilevate nel presente Studio, alle quali sono state associate delle prescrizioni e approfondimenti dal punto di vista idrogeologico, geologico-tecnico e sismico necessari al fine di programmare nel miglior modo le attività consentite sul territorio. Le prescrizioni e le indagini necessarie per ciascuna classe di fattibilità sono esplicitate nell'Appendice A "Norme geologiche".

2. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Il Comune di Vigevano è situato nella provincia di Pavia in Regione Lombardia e gode di un clima temperato tipico della Pianura Padana, caratterizzato da inverni freddi e nebbiosi e da estati calde e afose.

Il clima condiziona l'efficacia di molte attività umane e in questo senso è una chiave di lettura importante per comprendere la realtà sociale, economica ed ambientale di un territorio e per interpretarne le linee evolutive.

A livello nazionale si individuano due macroclimi (mediterraneo e continentale), a livello regionale si parla di mesoclimi (padano, alpino e insubrico - tipico della zona prealpina), mentre a livello locale numerosi fattori concorrono alla formazione di svariati e specifici microclimi.

Complessivamente, il territorio di Vigevano, per la sua posizione geografica, è caratterizzato da un clima prettamente continentale, tipico della Val Padana.

Benché risenta positivamente della vicinanza della catena montuosa delle Alpi, la quale costituisce una barriera nei confronti dei freddi venti del nord Europa, il clima padano presenta

degli inverni piuttosto rigidi, contraddistinti da temperature mediamente al di sotto dello zero (particolarmente nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio) e fenomeni di gelate e nebbie persistenti. Le estati, soprattutto nei mesi di giugno, luglio ed agosto, si presentano invece oltremodo calde ed afose, con possibilità di fenomeni temporaleschi di breve durata ma di forte intensità.

I mesi autunnali e primaverili sono infine caratterizzati da un tempo generalmente instabile, con abbondanti precipitazioni.

Inoltre, come già esposto in precedenza, il microclima locale lomellino risulta fortemente influenzato dalle attività agricole, in particolare la monocoltura del riso. Infatti, l'elevata umidità derivante dalle alternanze di periodi di allagamento dei campi coltivati, in unione con la ridotta circolazione dei venti, favoriscono la formazione di un fenomeno caratteristico del clima locale: la nebbia.

Le informazioni di carattere climatico sono tratte dallo Studio climatologico della Provincia di Pavia e sono integrate con i dati ARPA riferiti alle stazioni pluviometriche, storiche e non, più vicine all'area di studio.

2.1. Precipitazioni

Storicamente, Vigevano registra una media annua di precipitazioni che si aggira tra i 700 e i 1000 millimetri, distribuiti in modo non uniforme nei ventiquattro mesi (figura 2.1.1). I mesi più piovosi sono tipicamente aprile, maggio e ottobre, mentre i mesi estivi (luglio e agosto) e invernali (gennaio e febbraio) risultano spesso i più secchi.

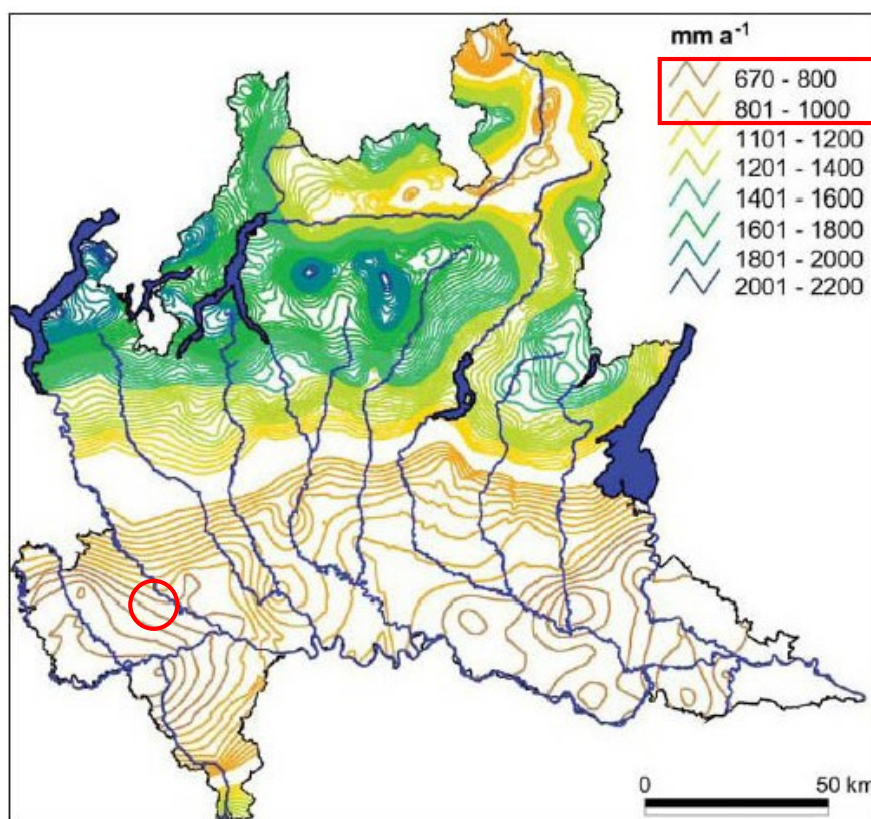


Fig. 2.1.1 – Distribuzione delle precipitazioni medie in Lombardia (periodo 1990-2002). Nel cerchio rosso il territorio di interesse. Nel rettangolo rosso viene evidenziato il range delle isoiete di riferimento che caratterizzano le precipitazioni dell'area.

Dati antecedenti (Fig.2.1.2), relativi alle precipitazioni medie annue trentennali relative al periodo 1921-1950 del servizio Idrografico LL.PP., mostrano un trend di distribuzione nel complesso simile al periodo 1990-2002 (Fig. 2.1.1) ma con un'altezza di pioggia leggermente inferiore, che per il Comune in esame si attesta attorno ai 500-700 mm/anno.

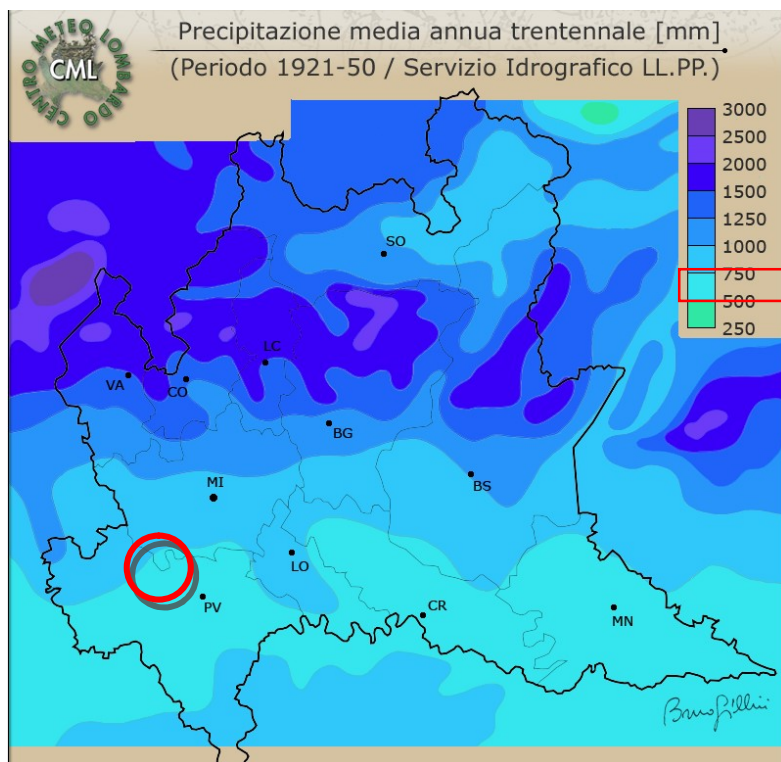


Fig. 2.1.2 – Distribuzione delle precipitazioni medie annue riferite al trentennio 1921-1950 reperita dal portale di Centro Meteo Lombardia. Nel cerchio rosso il territorio di interesse. Nel rettangolo rosso viene evidenziato il range di mm di precipitazione.

Negli ultimi decenni, si sono evidenziate alcune fluttuazioni nelle precipitazioni annuali tanto che negli anni '70-'80 le precipitazioni erano generalmente sopra la media, con annate particolarmente piovose che hanno raggiunto anche i 1100 mm in alcuni anni; negli anni '90 si è invece registrata una leggera diminuzione delle piogge annuali, ma con picchi intensi in primavera e autunno. Negli anni 2000-2010 sono state registrate oscillazioni più marcate con periodi alternati di siccità e precipitazioni intense, frequenti fenomeni di piogge improvvise e temporali, tali irregolarità si sono accentuate dopo il 2010 ove si sono succeduti anni molto secchi (meno di 700 mm) e altri con precipitazioni concentrate in pochi eventi di grande intensità.

Negli ultimi anni, il cambiamento climatico ha portato a un aumento della frequenza di eventi estremi come nubifragi, grandinate e piogge torrenziali concentrate in poche ore. Questi episodi possono causare allagamenti urbani e danni all'agricoltura, evidenziando l'importanza del monitoraggio continuo e della prevenzione.

In ultimo si riportano i dati della stazione ARPA di Vigevano SS 494 relative ai valori in mm delle precipitazioni giornaliere, relative al periodo 01/01/2020 – 20/07/2025.

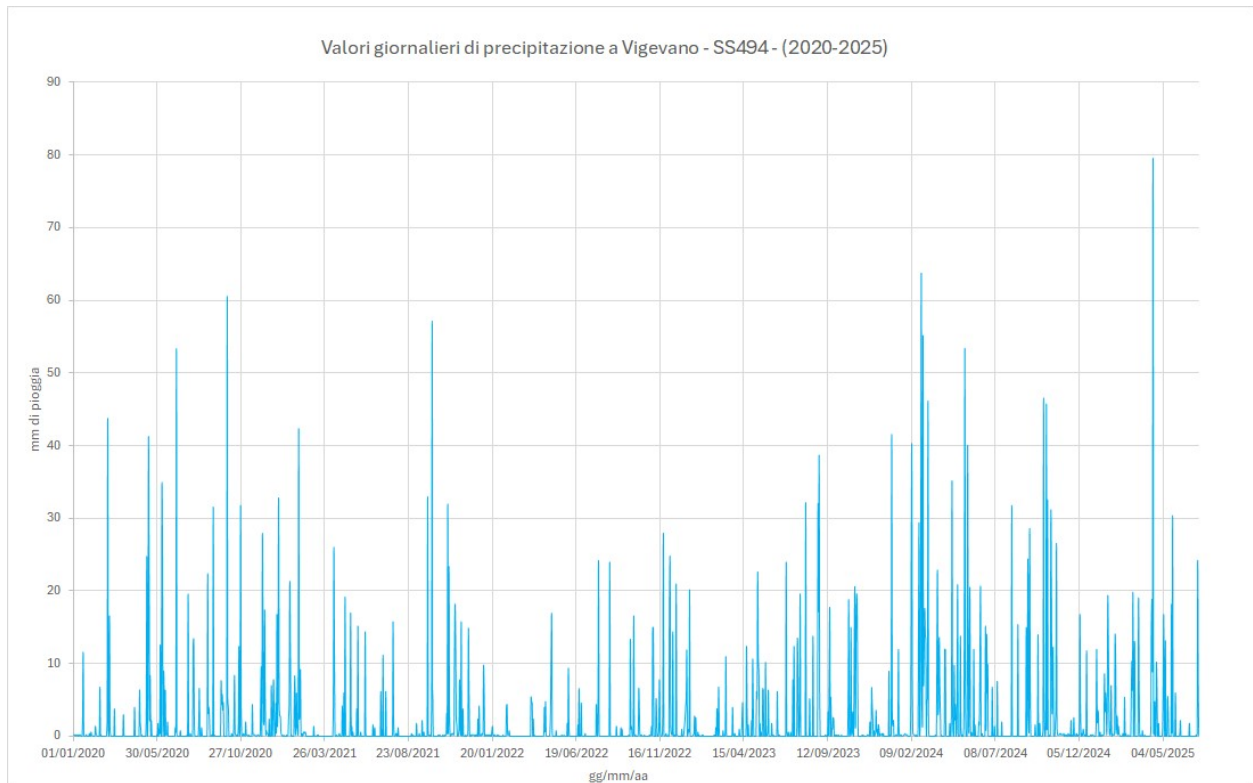


Fig.2.1.3 – Valori giornalieri di precipitazione a Vigevano (2020-2025)

Vengono inoltre riportati i dati reperiti dal Sistema Informativo Idrologico (SIDRO) di ARPA Lombardia, in cui il territorio regionale viene suddiviso in quadranti in funzione del coefficiente pluviometrico orario (Fig.2.1.4), secondo quanto definito dal Progetto STRADA, in cui viene individuata la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica per durate da 1 a 24 ore e i corrispettivi parametri necessari per il calcolo della pioggia prevista per un dato tempo di ritorno.

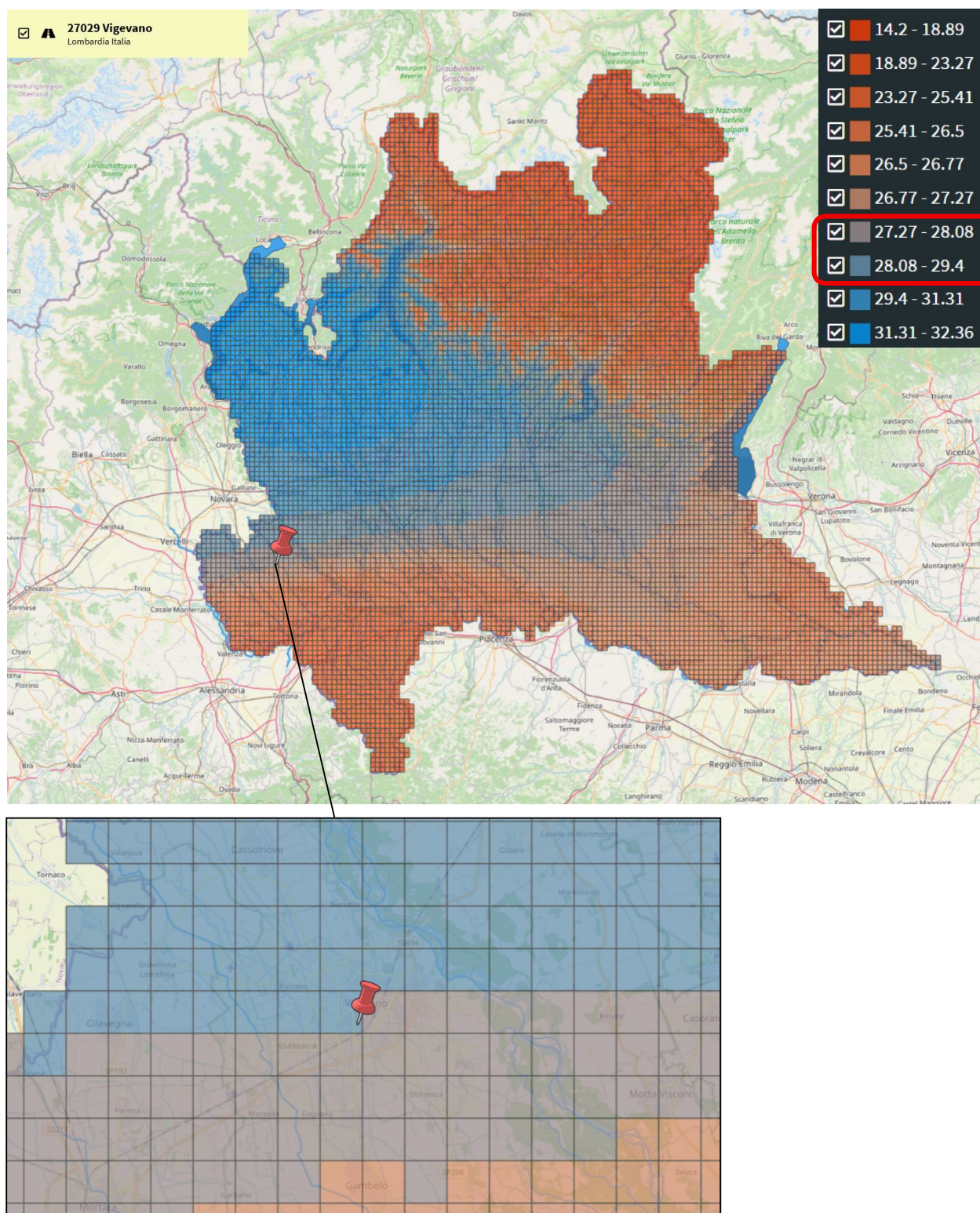


Fig. 2.1.4 – Coefficienti pluviometrici orari relativi a 1-24 ore e dettaglio sul comune di Vigevano.

2.2. Temperature

Nei decenni centrali del Novecento, la temperatura media annua a Vigevano si attestava intorno ai 12-13°C. A partire dagli anni '80 si registra un progressivo aumento che ha portato la media attuale a superare i 14°C, con alcune annate che hanno toccato o superato i 15°C.

Vigevano, come molte città della pianura, è caratterizzata da forti escursioni termiche tra giorno e notte, soprattutto nei mesi primaverili e autunnali. Negli ultimi decenni, tuttavia, si è osservata una lieve tendenza alla riduzione di queste escursioni, collegata probabilmente all'aumento delle temperature notturne.

Nei decenni passati, Vigevano ha registrato alcune ondate di freddo memorabili. Tra gli episodi più rilevanti, si ricordano gli inverni del 1929 e del 1985, durante i quali le temperature scesero fino a -15°C, causando ampie gelate nei campi e danni alle coltivazioni. Gli archivi riportano anche il freddissimo gennaio 1947, quando le temperature minime giornaliere rimasero costantemente sotto i -10°C per oltre una settimana.

A partire dagli anni '90 gli episodi di ondata di calore si sono intensificati, con estati sempre più calde e prolungate, spesso accompagnate da notti tropicali (giorni in cui la temperatura minima è maggiore di 20°C). L'estate del 2003 viene ancora oggi ricordata come una delle più calde di sempre: la colonnina di mercurio raggiunse e talvolta superò i 38°C, stabilendo nuovi record per la città. Anche più recentemente, nel 2019 e nel 2022, si sono verificati picchi superiori ai 37°C, testimonianza dalle mutate condizioni climatiche.

La primavera e l'autunno offrono temperature più miti e gradevoli.

Molteplici sono i fattori che influenzano l'andamento delle temperature nella zona. Oltre ai cicli naturali, come le variazioni dell'attività solare e la circolazione atmosferica globale, un ruolo significativo è giocato dall'urbanizzazione e dalla trasformazione del territorio: la crescita del centro abitato, la riduzione delle aree boschive e l'incremento delle superfici impermeabili contribuiscono alla formazione di isole di calore urbano, che rendono le temperature cittadine spesso superiori a quelle delle campagne circostanti.

In ultimo si riportano i dati della stazione ARPA di Vigevano SS 494 relative ai valori di temperatura media giornaliera, relativa al periodo 01/01/2020 – 20/07/2025.

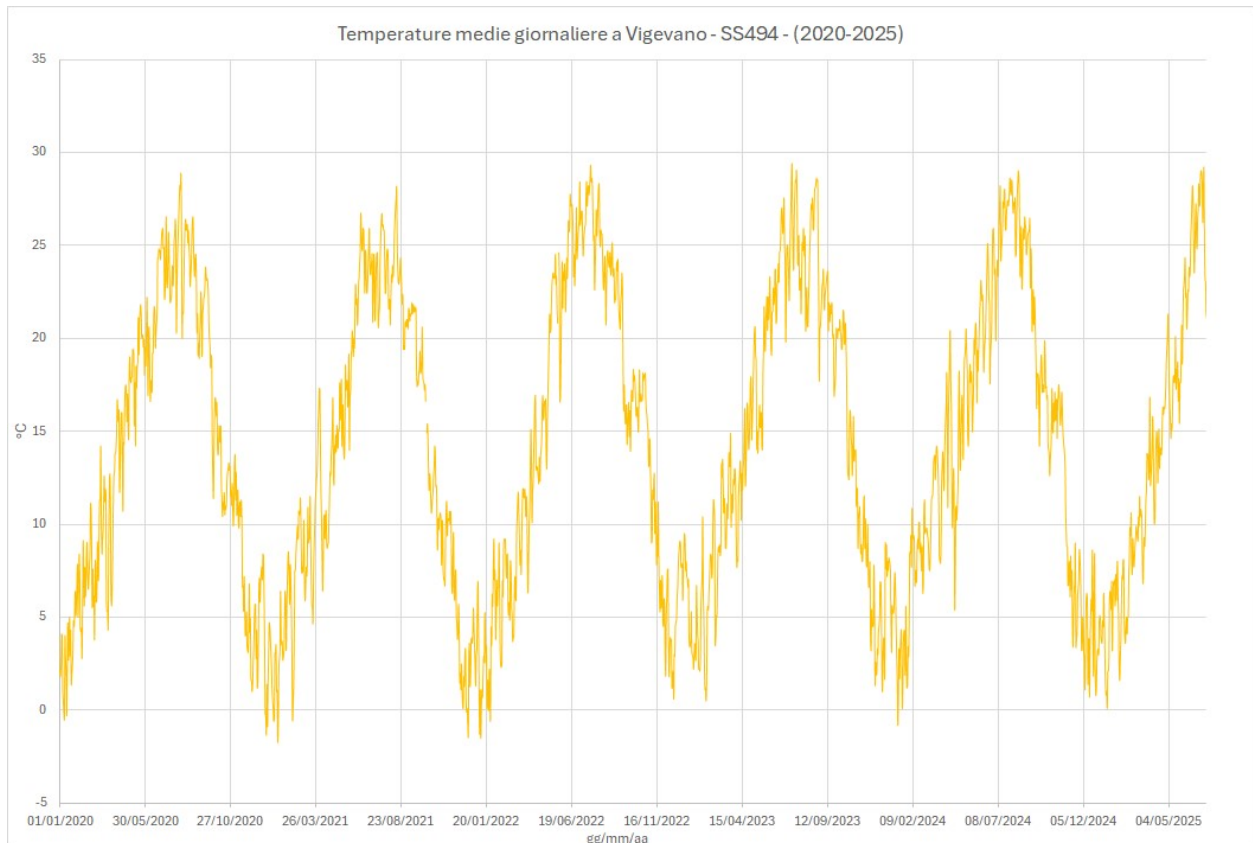


Fig.2.2.1 – Valori giornalieri di temperatura a Vigevano (2020-2025)

2.3. Venti

La velocità media annuale del vento a Vigevano è generalmente bassa, attestandosi tra i 5 e gli 8 km/h. I mesi più ventosi tendono a essere quelli primaverili e autunnali, mentre durante l'estate e l'inverno la ventilazione è ancora più debole e spesso assente.

La direzione prevalente del vento è da ovest o sud-ovest, con occasionali raffiche di tramontana che possono arrivare da nord. Le brezze diurne sono rare, e in assenza di fenomeni frontali o perturbazioni, la pianura rimane spesso sotto l'influsso di venti deboli e regolari.

Eventi di vento forte sono poco frequenti, anche se la zona può essere interessata da improvvisi colpi di vento dovuti al passaggio di temporali o fronti freddi, che possono raggiungere velocità anche superiori ai 30-40 km/h, ma si tratta di episodi brevi e localizzati.

La debolezza dei venti nella zona favorisce fenomeni come nebbie persistenti in autunno e inverno, e contribuisce a una qualità dell'aria non sempre ottimale durante i periodi di alta pressione.

2.4. Umidità

La presenza di fiumi e canali e la conformazione pianeggiante del territorio rendono Vigevano soggetta a fenomeni di umidità elevata e nebbie, soprattutto nei mesi autunnali e invernali.

L'umidità relativa media a Vigevano si attesta generalmente tra il 70% e l'80% nel corso dell'anno. Tuttavia, questi valori possono variare sensibilmente a seconda delle stagioni, tanto che durante i mesi invernali (dicembre-febbraio), l'umidità può raggiungere valori elevati, spesso superiori all'80%, complice la scarsa ventilazione e la frequente presenza di nebbie. In primavera (marzo-maggio), i valori si mantengono tra il 70% e l'80%, con una leggera diminuzione rispetto all'inverno grazie all'aumento delle temperature e della ventilazione. Nei mesi estivi (giugno-agosto), l'umidità può risultare leggermente inferiore, attestandosi intorno al 65%-75%, ma la sensazione di afa rimane comunque marcata, soprattutto nelle giornate senza vento. In autunno (settembre-novembre) l'umidità risale, tornando su valori medi tra il 75% e l'85%, favorita anche dalle precipitazioni e dal ritorno delle nebbie.

Le giornate con nebbia erano particolarmente numerose negli anni '60 e '70, ma si è registrata una graduale diminuzione dal 2000 in avanti, probabilmente anche in conseguenza della diminuzione delle emissioni locali e dei cambiamenti climatici.

L'elevata umidità può influenzare la salute e il comfort delle persone, aumentando la percezione del freddo nei mesi invernali e del caldo nei mesi estivi.

2.5. Nevicate e fenomeni invernali

Fino agli anni '80 le nevicite erano un fenomeno relativamente frequente a Vigevano, con accumuli anche superiori ai 30-40 cm in alcuni inverni particolarmente rigidi. Negli ultimi decenni, la frequenza e l'intensità delle nevicite si sono ridotte drasticamente, con inverni spesso caratterizzati da piogge e temperature sopra lo zero.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO (TAV.1)

Il territorio comunale di Vigevano è situato nella porzione occidentale della provincia di Pavia, a circa 35 Km dal capoluogo, a ridosso del confine con la provincia di Milano; esso si estende nel suo insieme per circa 95 Km².

L'ambito comunale è costituito dal centro principale e da ulteriori tre frazioni: Piccolini ad Ovest (in direzione Gravellona Lomellina), Morsella a Sudovest (in direzione Mortara); Sforzesca a Sudest (in direzione Pavia).

Sussistono, inoltre, numerose case coloniche e cascine isolate, diversamente distribuite sul comprensorio.

I comuni confinanti con Vigevano sono indicati nella cartografia di TAV.1:

- Cassolnovo (PV) a N-NW;
- Abbiategrasso (MI) a NE;
- Morimondo (MI) e Besate (MI) a E;
- Motta Visconti (MI), Bereguardo (PV) e Borgo San Siro (PV) a SE;
- Gambolò (PV) a S
- Mortara (PV) e Parona (PV) a SW;
- Cilavegna (PV) a W- SW;
- Gravellona (PV) a W.

Il settore in esame cartograficamente risulta compreso nelle Sezioni A6c5, A6d5, A6e5, A7c1, A7c2, A7d1, A7d2, A7e1, A7e2 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E LOCALE (TAV. 2)

Per quanto riguarda l'aspetto geologico il territorio in esame è costituito esclusivamente da depositi quaternari, che possono essere distinti in rapporto alla loro stessa ubicazione rispetto alla scarpata principale.

I depositi affioranti ad Ovest della scarpata, posti a quote topografiche più elevate, risultano di genesi fluvioglaciale e sono attribuibili al Fluvioglaciale Wurm. Essi rappresentano la frazione medio-grossolana della coltre di sedimenti depositisi nella Valle Padana durante la fase

parossistica dell'ultima glaciazione (Glaciazione Wurmiana) e risalenti al Pleistocene Superiore. Tali depositi costituiscono il livello principale della Pianura Padana, definito in letteratura come Piano Generale Terrazzato (PGT).

Ad Est della scarpata principale i materiali appaiono di natura prevalentemente sabbiosa o sabbioso-ghiaiosa; la loro origine deve essere ricondotta a fasi successive di alluvionamento e di erosione operate dall'azione fluviale del Ticino (Alluvium antico e recente).

Dal punto di vista geolitologico, con riferimento alle distinzioni che figurano nella cartografia ufficiale (Foglio n. 58 "Mortara" e Foglio n. 44 "Novara" della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000), la serie presente nel nostro settore è rappresentata dalle seguenti unità (a partire dalla più antica):

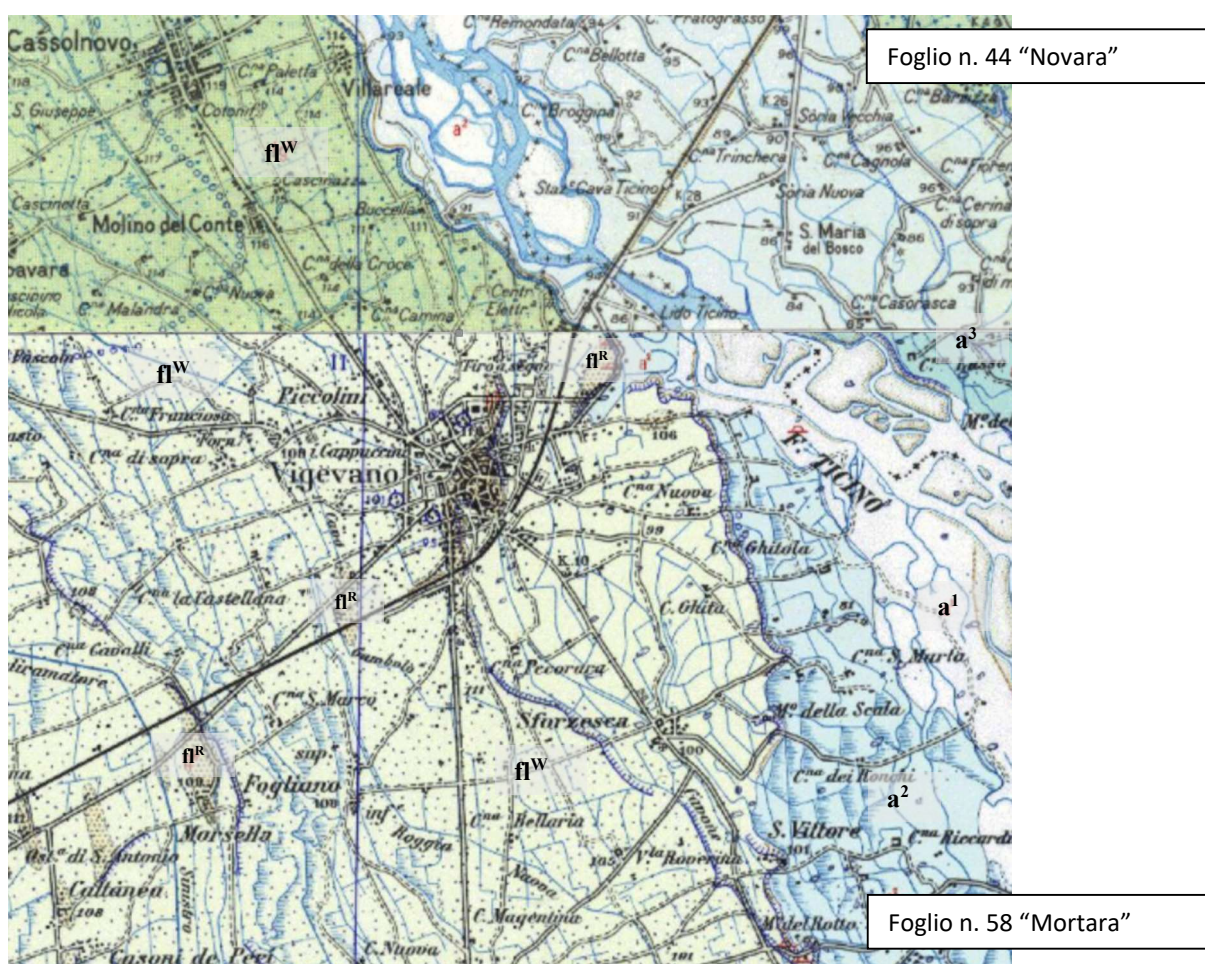


Fig.4.1 – Stralcio Carta Geologica d'Italia – F.44 "Novara" e F.58 "Mortara".

- Dossi (fl^R): costituiti prevalentemente da materiali sabbiosi depositatisi durante la fase arida Rissiana nel Pleistocene medio, relitti, un tempo più diffusi, corrispondenti a rilievi duniformi.
- Alluvioni fluvioglaciali (fl^W): deposte durante la glaciazione Wurm nel Pleistocene Superiore, costituite prevalentemente da materiali sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e limoso-sabbiosi, talora con intercalazioni di livelli argillosi. Tali depositi definiscono il Livello Principale della Pianura Padana (P.G.T.).
- Alluvioni fluviali (a¹): terrazzate, sabbioso-ghiaiose sospese sul F. Ticino (Alluvium antico dell'Olocene Antico).
- Alluvioni fluviali (a²): sabbioso-ghiaiose (Alluvium Medio dell'Olocene Medio) riferibili ad antichi alvei abbandonati del Fiume Ticino.
- Alluvioni fluviali (a³): terrazzate ghiaioso-sabbiose o limose del F. Ticino (Alluvium recente dell'Olocene Recente).

A scala comunale, i depositi presenti nel sottosuolo presentano prevalentemente una costituzione sabbiosa o sabbioso-ghiaiosa, con locale predominanza ora dell'una ora dell'altra componente. In via subordinata si rilevano sporadiche intercalazioni di orizzonti argillosi, generalmente di modesto spessore ed a limitata estensione; solo a profondità rilevanti (oltre i 150 metri dalla superficie) queste litologie tendono ad aumentare, sia per ciò che riguarda la potenza dei singoli livelli sia la loro distribuzione areale.

5. INQUADRAMENTO GEMORFOLOGICO (TAV. 3)

Dal punto di vista topografico il territorio comunale manifesta un carattere prevalentemente pianeggiante, con quote in media comprese fra 71 e 117 metri s.l.m..

Esso risulta, tuttavia, impostato su due distinti ripiani morfologici, separati da altrettante scarpate, di origine fluviale, che si snodano in direzione Nordovest - Sudest. Una di esse interessa il nucleo abitato di Vigevano, ha una altezza compresa fra i 8 e 9 metri e costituisce verosimilmente un fenomeno secondario. L'altra, che rappresenta invece la scarpata principale, decorre nei pressi del Fiume Ticino e manifesta altezze comprese tra i 10 e 18 metri.

Le suddette scarpate sono il risultato dell'attività erosiva sulla coltre di depositi Fluvioglaciali (risalenti all'ultima glaciazione Wurmiana), esercitata dal Fiume Ticino con le sue divagazioni nell'ambito della pianura alluvionale. Allo stato attuale entrambe le scarpate risultano ormai profondamente rimodellate, a seguito degli interventi antropici che si sono succeduti nel corso degli anni. In particolare, la scarpata secondaria, presente nel centro abitato è quasi completamente obliterata e solo localmente percepibile.

I depositi affioranti ad Ovest della scarpata, posti a quote topografiche più elevate, risultano di genesi fluvioglaciale e sono attribuibili al Fluvioglaciale Wurm, mentre ad Est della scarpata principale si estende la Valle del Ticino.

Una menzione a parte meritano i paleomeandri riferibili al decorso sinuoso del Ticino ed alla sua stessa propensione al divagamento in occasione delle piene. Allo stato attuale essi appaiono per lo più colmati da materiale fine e da resti vegetali; sono ben riconoscibili nella porzione della piana più prossima al fiume e lungo il corso del Terdoppio, ove si osserva ancora un parziale collegamento con l'alveo attivo di questo torrente.

Da segnalare, infine, la presenza di alcuni elementi geologici e geomorfologici caratteristici, rappresentati dai cosiddetti Dossi della Lomellina, individuabili principalmente in lembi relitti nella porzione centrale del centro abitato. Essi sono costituiti da modesti rilievi, testimoni dello smantellamento dell'originario livello rissiano, che emergono dalla piana alluvionale wurmiana ed olocenica sotto forma di piccoli dossi, estremamente appiattiti.

Oltre ai fenomeni sopra descritti, in TAV. 3, viene inoltre indicato un sito adibito ad attività estrattiva, ormai dismessa.

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO (TAV. 4)

La carta idrogeologica del comprensorio comunale (TAV.4), redatta in scala 1:10.000, riporta i principali elementi idrografici ed idrogeologici, unitamente alle relative opere ed impianti significative ai fini dell'intervento/impatto sulle risorse idriche superficiali e sotterranee del territorio comunale.

6.1. Reticolo idrografico

L'idrografia del comune di Vigevano è costituita da corsi d'acqua inseriti nell'elenco del Reticolo idrico Principale ai quali, più o meno direttamente connessi sussiste, poi, una complessa rete di corsi d'acqua minori e di canali artificiali, impiegati per lo più per scopi irrigui in agricoltura.

Il Reticolo Idrico Principale, pertinente il territorio di Vigevano, è composto, così come riportato nell' "Allegato A" e nell' "Allegato B" della D.G.R. del 18/12/2023 n. XII/1615 e s.m.i., dai seguenti corsi d'acqua:

N. Progressivo	Denominazione	n. elenco AA.PP.	Competenza
PV043	Torrente Terdoppio	127	Regione Lombardia
PV045	Fiume Ticino	132	A.I.PO.
PV049	Colatore Scavizzolo	139	Regione Lombardia

Il Ticino, nel tratto di attraversamento del territorio vigevanese, presenta un tipico andamento pluricursale, che caratterizza la parte media del suo corso. Questa particolare forma è rappresentata da un ampio alveo e da una estesa zona golenale per effetto, soprattutto, dei numerosissimi rami secondari, tra loro anastomizzati.

Dai documenti storici risulta che si sono verificati profondi mutamenti nelle caratteristiche del fiume nel corso degli anni, che hanno portato ad una semplificazione del suo corso, accompagnata dalla eliminazione di numerose ramificazioni secondarie. D'altro canto, questo fenomeno è solo in parte attribuibile alla naturale evoluzione della dinamica fluviale; esso può rappresentare, invece, la più evidente ripercussione delle diffuse e varie attività antropiche sviluppatesi lungo le rive (quali l'abbattimento delle scarpate dei terrazzi, la costruzione di ponti, la realizzazione di scaricatori artificiali) che hanno compromesso drasticamente il comportamento del fiume ed il suo stesso riequilibrio.

Ne consegue che in occasione delle piene e, particolarmente, in concomitanza di quelle a carattere eccezionale, il fiume possa dar luogo ad effetti difficilmente prevedibili ed incontrollabili, soprattutto nei riguardi delle fasce antropizzate a valle della scarpata morfologica e più prossime all'alveo.

In rapporto a queste problematiche, a cura del PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), in forza della Legge 18 Maggio 1989, sono state emanate le norme riguardanti l'assetto della rete idrografica e dei versanti, nelle quali viene definita a perimetrazione delle Fasce Fluviali (Fascia A, Fascia B, Fascia B di progetto e Fascia C). Il PAI vigente, approvato con decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 24 maggio 2001, ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Le fasce fluviali PAI presenti lungo il Ticino, nel territorio di Vigevano, sono:

- FASCIA A: fascia di deflusso e di possibile esondazione straordinaria dell'alveo attuale del Ticino.
- FASCIA B: fascia esondabile in occasione di piene eccezionali.
- FASCIA C: fascia di inondazione per piena catastrofica.

Lungo i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale la cui competenza per la polizia idraulica è della Regione Lombardia, sussistono invece le fasce di rispetto istituite dal R.D. n. 523/1904, così definite dall'art. 96, lett. f):

- a distanza minore di m 4: sono vietate le piantagioni di alberi e siepi e lo smovimento del terreno;
- a distanza minore di m 10: sono vietati gli scavi e la costruzione di fabbricati.

Per quanto attiene alle attività vietate o consentite negli alvei e nelle suddette fasce di rispetto si rimanda agli specifici articoli del R.D. n. 523/1904.

Sussiste inoltre un reticolo secondario consortile di competenza del Consorzio di irrigazione e bonifica "Associazione Irrigazione Est Sesia".

Sempre in riferimento alla D.G.R. del 18/12/2023 n. XII/1615 e s.m.i., in "Allegato C" sono elencati i corsi d'acqua gestiti direttamente dai consorzi tra cui anche quelli dell'Associazione Irrigazione Est Sesia. A questi, lo Studio "Individuazione del Reticolo Idrico Minore" rev02 del 17/09/2025, redatto dal Consorzio di irrigazione e bonifica Est Sesia, ha aggiunto altri canali e rogge costituenti il reticolo idrico consortile principale, ma anche quello distrettuale, non ricompreso nel suddetto Allegato C.

In riferimento allo studio sul RIM si riporta quanto segue:

Il reticolo consortile comprende:

- i corsi d'acqua demaniali, cioè facenti parte del Patrimonio dello Stato ma trasferiti in gestione al Consorzio con i Verbali di Consegna nn. 5223 e 5224 del 4/2/1981, ai sensi della legge n. 984/1977. Per tali corpi idrici l'Associazione Irrigazione Est Sesia, alla quale compete l'esercizio della polizia idraulica, applica il R.D. n. 523/1904.

- I canali di bonifica realizzati dallo Stato o dalla Pubblica Amministrazione e concessi per l'uso e la gestione al Consorzio;

- i corsi d'acqua il cui sedime appartiene al patrimonio immobiliare del Consorzio, ai distretti inclusi in esso, a privati che li hanno dati in gestione al Consorzio.

Per i corpi idrici appartenenti a queste ultime due categorie, l'Associazione applica il Regolamento Regionale 8/02/2010 n. 3 "Regolamento di polizia idraulica ai sensi dell'art. 85, comma 5, della l.r. 5 dicembre 2008 n. 31 – Testo Unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale".

Nel territorio di Vigevano sono inoltre presenti molti corsi d'acqua realizzati ai fini irrigui, appartenenti a privati e da questi gestiti.

Tutti i corsi d'acqua che non appartengono al Reticolo Idrico Principale, al Reticolo Consortile e al Reticolo Privato, fanno parte del Reticolo Idrico Minore di competenza comunale (RIM). Tali corsi d'acqua sono:

- il colatore Ramo Bredua che ha origine dalle acque risorgive presenti nel comune di Cassolnovo nei pressi della frazione Villareale;
- la Roggia Comune che deriva dal colatore Ramo Bredua a valle della Centrale del Salto.

I corpi idrici appartenenti al RIM sono soggetti alle prescrizioni contenute nel Regolamento di Polizia Idraulica (redatto dal Consorzio di irrigazione e bonifica Est Sesia - rev02 del 17/09/2025).

6.2. Idrografia sotterranea

Per la ricostruzione di un quadro sufficientemente esauriente delle condizioni idrogeologiche del territorio in esame è stato effettuato un sistematico censimento dei punti d'acqua.

Tutti pozzi censiti sono stati ubicati e rappresentati in carta con diversi colori, in funzione del

loro utilizzo e delle caratteristiche riscontrate. In corrispondenza di ciascun pozzo vengono indicati i valori della profondità, della soggiacenza della superficie freatica ed il numero della stratigrafia (trasmessa nell'ALL.1).

Per la ricostruzione delle linee isofreatiche si è fatto riferimento ai dati di soggiacenza dei pozzi e delle misure di soggiacenza rilevate durante l'esecuzione di prove geognostiche e i cui esiti sono stati messi a disposizione dall'amministrazione comunale. È stata inoltre eseguita una campagna di misura di alcuni pozzi noti e accessibili effettuata nel mese di febbraio 2024.

La campagna di rilevamento ha comportato considerevoli difficoltà per il fatto che il maggior numero dei pozzi censiti sono tutt'ora impiegati a fini domestici e, di conseguenza, in molti di essi la misurazione del livello veniva di fatto impedita dalla presenza della pompa e dell'autoclave.

Le linee isofreatiche, cartografate in TAV.4, interessano l'intervallo compreso tra 108 e 80 metri s.l.m. e la loro distribuzione individua un flusso preferenziale di insieme della prima falda da NW verso SE. In prossimità della frazione Morsella la direttrice di scorrimento idrico sotterraneo assume, tuttavia, una locale inflessione in direzione N - S.

Nell'area più occidentale del territorio comunale il gradiente idraulico presenta valori variabili tra il 6 ed il 4 per mille, che tendono a decrescere progressivamente, sino a valori di circa 1 per mille, avvicinandoci viepiù alla scarpata di terrazzo che delimita i depositi fluvioglaciali del PGT da quelli di età olocenica.

La falda subisce durante l'anno escursioni, determinate prevalentemente dai periodi di massima attività agricola, che porta ad escursioni del livello freatico (fra il mese di aprile e il mese di settembre) con oscillazioni che possono raggiungere anche i tre metri.

Da una analisi generale della Carta Idrogeologica appare, in fine, evidente che il Fiume Ticino esplica una azione drenante nei riguardi dell'acquifero freatico.

6.2.1. Vulnerabilità dell'acquifero

La vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento rappresenta la possibilità di penetrazione e di propagazione, in condizioni naturali, di inquinanti provenienti dalla superficie nei serbatoi naturali ospitanti la falda, generalmente libera e da questa, quando possibile, nel sistema acquifero più profondo.

La capacità protettiva dei suoli è un elemento fondamentale nella valutazione della vulnerabilità del territorio per la proprietà che possono avere gli stessi di esercitare un effetto-filtro tra le sostanze tossiche, quali possono essere concimi chimici, fitofarmaci, fanghi, acque reflue, sversamenti accidentali, perdite da impianti agricoli e industriali, distribuite sulla superficie, e le falde acquifere sottostanti (profonde).

La vulnerabilità è in funzione della capacità di trattenimento di un eventuale inquinante immesso in superficie, sulla base della permeabilità dei diversi litotipi sottostanti. Ai diversi intervalli di permeabilità corrispondono tempi diversi di possibili infiltrazioni dell'eventuale apporto inquinante, per cui il grado di protezione è determinato in ragione inversa delle relative permeabilità. Le caratteristiche della permeabilità superficiale e della vulnerabilità sono direttamente legate alle caratteristiche litologiche del sottosuolo del territorio comunale.

Il suolo e sottosuolo del territorio comunale presenta un assetto stratigrafico tipico della Pianura Padana, caratterizzata dall'alternarsi di orizzonti sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi caratterizzati da una buona permeabilità (acquiferi) separati da orizzonti impermeabili o a ridotta permeabilità costituiti da argille o limi sabbiosi.

A supporto della valutazione del grado di vulnerabilità dell'acquifero si dispone di alcune prove di permeabilità distribuite nel territorio comunale e cartografate in TAV.4. Tali indagini sono relative alla porzione più superficiale, interessando uno spessore medio compreso tra 1,0 – 2,0 metri. Le prove in sito sono state di supporto ai dati di permeabilità riportati in bibliografia.

Per una valutazione numerica dell'indice di vulnerabilità della falda freatica, falda più superficiale, si è ritenuto opportuno effettuare, seppure a titolo orientativo, una verifica impiegando la procedura G.O.D. di Foster.

Il calcolo, come noto, si basa sulla identificazione dei seguenti fattori:

- tipologia dell'acquifero: Groundwater occurrence;
- litologia dell'acquifero: Overall aquifer class;
- soggiacenza del tetto dell'acquifero: Depth groundwater table.

Il metodo assegna ad ognuno dei suddetti fattori specifici coefficienti che, moltiplicati tra loro, individuano una categoria rappresentativa dell'acquifero in funzione del suo grado di vulnerabilità; quest'ultimo prevede sei classi distinte, comprese tra un valore nullo ed uno elevato.

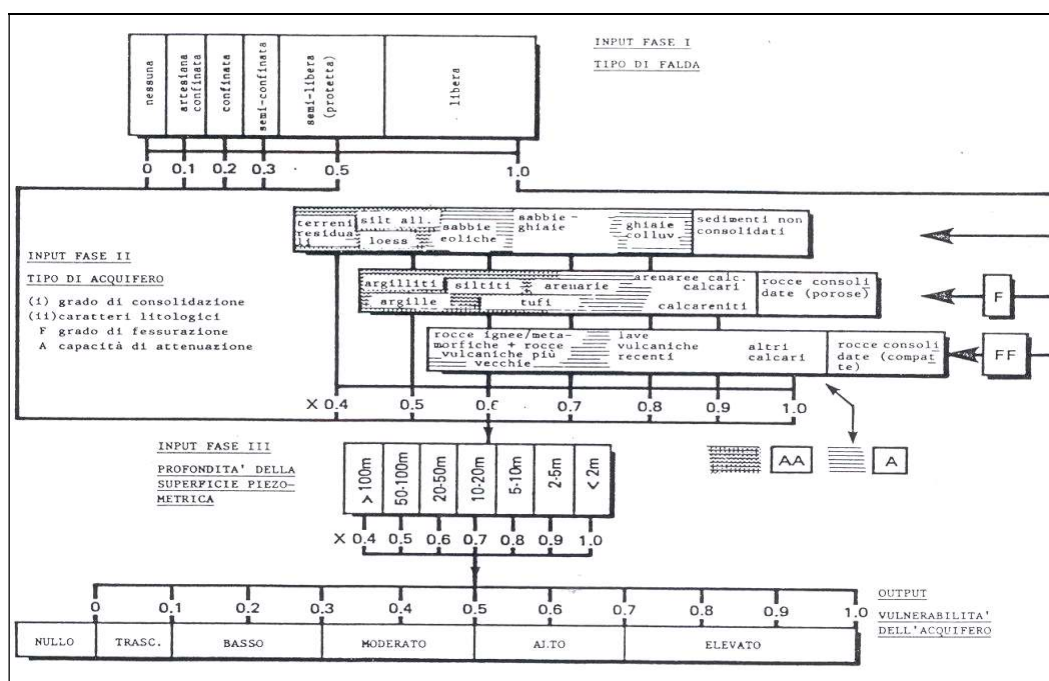


Fig. 6.2.1.1 – Abaco per valutazione del grado di vulnerabilità dell'acquifero (schema da G.P. Beretta -1993).

In base ai dati noti relativi alla tipologia di falda presente, alla litologia dei terreni nei primi 2,5 m di profondità e alla profondità della superficie piezometrica, utilizzando l'abaco sopra riportato (Fig. 6.2.1.1), è stato possibile valutare il grado di vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento. Sono state individuate due classi di vulnerabilità:

Suoli ad alta vulnerabilità

Occupano la parte del territorio comunale costituente la Valle del Ticino, costituita da materiale e granulometria grossolana (sabbie e ghiaie). Per tali suoli si stimano valori di permeabilità dell'ordine di 10^{-1} cm/sec. Tale permeabilità denota una vulnerabilità elevata, con possibilità di inquinamenti per infiltrazione, soprattutto nei riguardi della falda più superficiale.

Suoli a medio-alta vulnerabilità

Comprendono la restante parte del comprensorio comunale, si tratta di suoli in prevalenza sabbiosi e sabbie limose, localmente argillose. Per essi sono assegnati valori di permeabilità comprese tra $10^{-2} \div 10^{-4}$ cm/s. A tali litologie si associa una vulnerabilità da moderata ad alta in funzione nella percentuale della frazione fine presente.

6.3. I fontanili

Una trattazione a parte deve essere fatta per i fontanili presenti nel comprensorio comunale. Si tratta di emergenze di acqua di falda spontanea (più correttamente definibile *risorgiva*) o più spesso di origine antropica.

Il fontanile è formato da due parti principali: la testa e l'asta. La testa, affinché il fontanile sia attivo, deve avere una profondità tale da intercettare la falda freatica. L'asta è il fosso che, a partire dalla testa, drena le acque che affiorano direttamente verso i terreni da irrigare o verso canali irrigui di maggior dimensione.

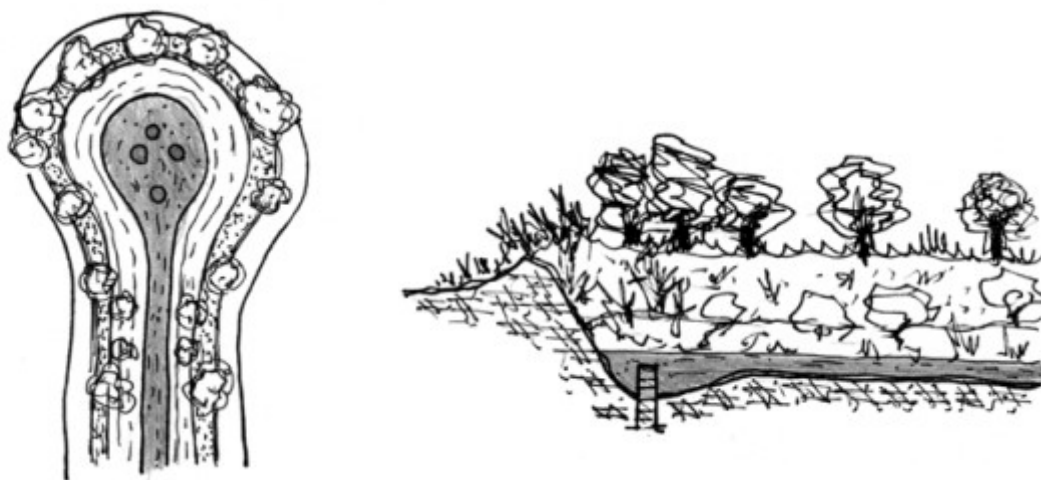


Fig. 6.3.1 - Schema tipo del fontanile (tratto dai Quaderni della Ricerca n. 144 - marzo 2012 "Tutela e valorizzazione dei fontanili del territorio lombardo – Fonte", adattato da Baratti, 1999).

Il regime idrologico dei fontanili è strettamente legato alle pratiche agricole e in particolar modo all'irrigazione. Negli ultimi anni sono tuttavia andati scomparendo molti fontanili a causa dell'incuria e dello stato di abbandono in cui spesso essi versano, ma anche a causa della gestione dell'irrigazione ed ancor più l'impermeabilizzazione delle aree di alimentazione.

Grazie a sopralluoghi sul territorio è stato possibile verificare (ove lo stato vegetato lo consentiva) la presenza dei fontanili, noti da bibliografia, dai piani provinciali e regionali o segnalati da altri Enti operanti sul territorio, fornendo un'istantanea temporale relativa al periodo di stesura del presente documento.

Alcuni di questi sono stati rilevati in stato di completo abbandono, ma mantenuti nella cartografia, in accordo con l'amministrazione comunale, in prospettiva di interventi di recupero e salvaguardia della risorsa.

7. CARTA GEOPEDOLOGICA E PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA (TAV. 6)

In Tavola 6, vengono riassunti i dati relativi alle litologie superficiali presenti nel territorio comunale, acquisite dalla consultazione della Banca Dati Losan in merito alla Classificazione dei suoli da ERSAF e sono censiti i punti di indagine geotecniche e geognostiche note.

7.1. Assetto geopedologico

L'analisi della carta evidenzia la diffusione di suoli che presentano caratteristiche fortemente condizionate dalla natura e dalla composizione dei substrati sottostanti, nonché dalle modalità stesse della circolazione idrica nel sottosuolo.

Si tratta, infatti, di terreni presenti in corrispondenza di terrazzi fluviali a morfologia sub-pianeggiante, delimitati da evidenti scarpate erosive o di terreni appartenenti alle piane alluvionali delle valli del Ticino e del Terdoppio, comprese tra i terrazzi antichi e le zone inondabili, limitrofe ai corsi d'acqua.

I suoli risultano alquanto esigui, con profondità massima inferiore a 1,50/2,00 metri, e manifestano per lo più una tessitura da moderatamente grossolana a grossolana, che denota una loro genesi legata in prevalenza a substrati di tipo sabbioso-ghiaiosi.

7.2. Caratterizzazione geotecnica a scala comunale

In TAV.6 sono state cartografate:

- le ubicazioni dei pozzi dei quali è nota la stratigrafia (il numero accanto al simbolo si riferisce alla stratigrafia trasmessa nell'ALL. 1);
- le localizzazioni delle prove penetrometriche statiche o dinamiche reperite da relazioni geologico/geotecniche fornite da enti pubblici o privati;
- le posizioni di sondaggi geognostici noti.

La consultazione dei dati interpretativi relativi alle prove penetrometriche statiche/dinamiche ha permesso di redigere una tabella riassuntiva riportata in ALLEGATO 2, nella quale per ogni singolo punto di indagine è riportata la stratigrafia e i valori di angolo d'attrito, coesione e peso di volume.

La correlazione generale dei dati permette di constatare che il sottosuolo dell'urbanizzato è caratterizzato prevalentemente da terreni sabbiosi, sabbioso limosi con litologie via via più

grossolane man mano che aumenta la profondità, intercettando terreni ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi. In via subordinata si rilevano negli orizzonti più superficiali terreni limoso sabbiosi, sporadicamente argillosi.

Le indagini eseguite sono da considerarsi puntiformi e, pertanto, possono essere attese variazioni laterali e verticali di litologia, anche nell'ambito di qualche decina di metri; tali variazioni, anche se di piccola entità, potrebbero comportare modificazioni nei cedimenti, assoluti e/o differenziati, compromettendo la portanza dei terreni stessi.

In generale si può concludere che i litotipi sopra indicati manifestano nel complesso buone caratteristiche geotecniche con buone capacità di portanza; tuttavia, si tenga conto che la potenziale presenza di acqua di falda alla base delle eventuali fondazioni può portare ad una riduzione della capacità portante dei terreni.

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO (TAV. 7)

In base alla classificazione sismica regionale contenuta nella D.G.R. X/2489 del 10 ottobre 2014, richiamante la D.G.R. X/2129 dell'11 luglio 2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", e successiva D.G.R. n. XII/1717 del 28 dicembre 2023, il territorio di Vigevano ricade nella Zona 3 "a sismicità bassa".

Come evidenziato in Premessa, il presente studio è stato redatto in ottemperanza a quanto indicato dal 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 dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374", pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012.

La nuova norma regionale recepisce i contenuti nel D.M. 17 gennaio 2018 ("Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni") in base al quale la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B al citato D.M.; la suddivisione del territorio in zone sismiche ai sensi della previgente O.P.C.M. 3274/03 individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria. La procedura regionale contenuta nell'ultima delibera sopra citata fa riferimento

ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno. I criteri di valutazione e caratterizzazione sismica territoriale contenuti nelle delibere regionali prevedono che la valutazione sismica si articoli in tre livelli di approfondimento secondo lo schema di cui in Fig. 8.1: i primi due livelli obbligatori in fase di pianificazione nel caso il Comune considerato ricada in Classe di sismicità 2 o 3, mentre il terzo livello è obbligatorio in fase di progettazione in due casi:

- qualora il secondo livello di approfondimento dimostri l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione ($F_{\text{amplificazione}} \text{ calcolato} > \text{del } F_{\text{amplificazione}} \text{ di riferimento}$). In alternativa però è possibile utilizzare gli spettri della categoria di suolo superiore.
- in scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione, contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

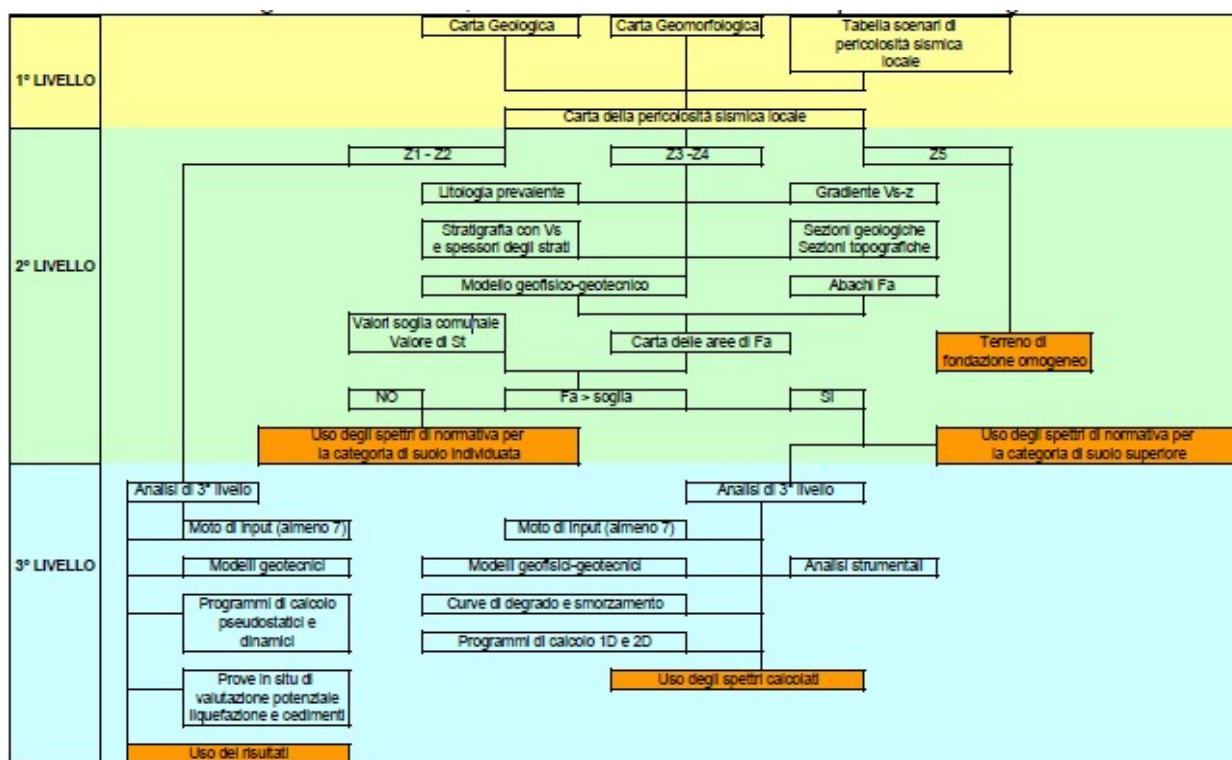


Fig. 8.1 - Diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli di indagine

Nel caso del comune di Vigevano, classificato in zona sismica 3, è previsto:

- applicazione del 1° livello (obbligatorio per tutti i comuni della Lombardia e per tutto il territorio comunale) con il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche e su dati esistenti, con la conseguente redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (TAV.7) che individua le diverse situazioni tipo in grado di determinare effetti sismici locali;
- applicazione del 2° livello con una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella Carta della Pericolosità Sismica Locale, in grado di fornire la stima della risposta sismica locale dei terreni in termini di valore di amplificazione F_a , secondo la metodologia analitica contenuta nell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616 e ss.mm.ii.. 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 (zone Z3 e Z4) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica per qualsiasi tipologia di edificio. L'applicazione del secondo livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale. Per queste aree si dovrà procedere ad indagini e approfondimenti di III livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
 - anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C e nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
 - anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
 - anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.
- il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari di instabilità (Z1b e Z1c), in presenza di cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili ad amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di soglia F_a superiore al valore di soglia corrispondente come ricavato dall'applicazione del 2° Livello.

Come riportato al punto precedente, è consentito, in alternativa all'effettuazione di analisi di III livello, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Gli approfondimenti di II e III livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative (urbanistiche o di tutela storico-paesaggistica), siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica. In tali aree viene comunque indicata la pericolosità sismica locale derivante dall'applicazione del I livello di approfondimento, da applicare per i soli interventi consentiti in tali ambiti (ad esempio opere pubbliche o di pubblico interesse non altrimenti localizzabili).

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Fig. 8.2 - Sintesi delle procedure per lo studio della pericolosità sismica locale.

Le aree a pericolosità sismica locale individuate, oltre ad essere indicate nella specifica carta TAV.7, devono essere riportate nella carta di fattibilità con appositi retini "trasparenti" o simbologia lineare (V.di TAVV.11-12).

Si ricorda che le indagini e gli approfondimenti prescritti devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione e alla progettazione stessa.

Copia della Relazione Sismica e della Relazione Geologica e Geotecnica di supporto alla progettazione dovrà essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione di legge, in sede di presentazione dei Piani di Lottizzazione, Piani di Recupero, Piani Attuativi (L.R. 12/2005, art. 14), in sede di richiesta del Permesso di Costruire (L.R. 12/2005, art. 38) o di presentazione della Dichiarazione di Inizio Attività (D.I.A.) o S.C.I.A. o di ogni altro atto abilitativi da richiedere in comune. Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento

alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, che prevede che le verifiche vengano effettuate con il metodo agli stati limite, in condizioni statiche ed in condizioni dinamiche.

Nei paragrafi a seguire vengono affrontati gli studi sismici di I e II livello riferiti al contesto territoriale di Vigevano.

8.1. Analisi sismica di I livello

L’analisi di I livello ha comportato la redazione della “Carta della pericolosità sismica locale” (TAV. 7) nella quale sono perimetrate le aree potenzialmente interessate da effetti sismici locali; le procedure utilizzate per la stesura di tale elaborato, come indicato nella direttiva regionale, si basano su un metodo di tipo qualitativo/empirico fondato sulle osservazioni degli effetti dei terremoti. Tale metodologia consente di individuare, sulla base delle conoscenze geologiche, topografiche, geognostiche e geomorfologiche del territorio, le zone in cui sono meglio prevedibili i diversi effetti prodotti dall’azione sismica definendo i possibili scenari di pericolosità sismica locale (PSL) come individuati nell’elenco di scenari/effetti riportati nella Tab. 1 dell’All. 5 della delibera regionale; utilizzando tale metodo e basandosi sui dati geologici, geognostici etc. raccolti nel presente studio ed illustrati nelle singole tavole tematiche di inquadramento. In base a ciò si è pervenuti all’individuazione, per il territorio di Vigevano, degli scenari di PSL di seguito dettagliatamente descritti.

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, ecc.)	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 dellizio-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

Fig. 8.1.1 - Scenari di pericolosità sismica locale. In rosso gli scenari presenti nel territorio

Nel comune di Vigevano sono stati distinti due scenari di pericolosità sismica locale:

- scenario **Z4a (Amplificazioni litologiche e geometriche)** che include tutto il territorio comunale, in quanto modellato da depositi alluvionali e fluvioglaciali;
- scenario **Z3a (Amplificazione topografiche)** corrispondenti alla zona di ciglio della scarpata principale, di altezza $H > 10$ m.

Per quanto riguarda la rappresentazione grafica (TAV.7), lo scenario Z4a viene rappresentato con un unico retino per l'intera area di interesse, mentre lo scenario Z3a è identificato da una linea lungo l'orlo di scarpata.

8.2. Analisi sismica di II livello

Tale approfondimento consiste nella valutazione semi-quantitativa del fattore di amplificazione sismica (F_a) nelle aree già urbanizzate o interessate da futura urbanizzazione che ricadono nelle zone Z3 e Z4 come identificate attraverso l'analisi di I livello suscettibili degli effetti di amplificazione sismica dovuti rispettivamente a motivi topografici e litologico/geometrici.

8.2.1. Aree interessate da amplificazioni litologiche e geometriche - scenario Z4a

Nelle aree ricadenti nelle zone Z4 lo studio sismico di II livello finalizzato alla determinazione del valore di F_a secondo le procedure proposte dalle direttive regionali prevede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei terreni del sito;
- stratigrafia dei terreni;
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascuno strato;
- sezioni geologiche, con conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Una volta definiti tali dati, il metodo prevede, per il calcolo di F_a (fattore di amplificazione), l'utilizzo di specifiche schede di valutazione da scegliersi in base alle litologie oggetto di indagine ed all'andamento delle Vs con la profondità.

Il calcolo di F_a si riferisce agli intervalli di periodo del sisma tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente sul territorio regionale; il primo intervallo si riferisce a strutture edili relativamente basse (max 4 piani), regolari e piuttosto rigide (caso del territorio urbanizzato di Ramponio), mentre il secondo intervallo si riferisce a strutture più alte e flessibili (5 o più piani).

Le tabelle sottostanti riportano i valori di F_a relativi ai due casi sopra esposti, per ogni tipo di suolo individuato dalla Regione Lombardia (D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374 e D.G.R. Lomb. N. IX/2616 del 30/11/2011 e succ. mod. ed integr.) per il comune di Vigevano.

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s					
	Classificazione sismica del sito	Valori di soglia			
COMUNE		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Vigevano	3	1,4	1,8	2,2	1,9

Tab. 8.2.1.1 - Valori di soglia di F_a per il periodo 0,1-0,5 s in relazione al tipo di suolo (dati forniti da Regione Lombardia)

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s					
	Classificazione sismica del sito	Valori di soglia			
COMUNE		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Vigevano	3	1,7	2,4	4,1	3,0

Tab. 8.2.1.2 - Valori di soglia di F_a per il periodo 0,5-1,5 s in relazione al tipo di suolo (dati forniti da Regione Lombardia)

Grazie alle indagini sismiche disponibili, distribuite nel territorio comunale, sono state rappresentate in TAV.7 le ubicazioni delle stese sismiche note e i risultati ottenuti, sia in termini di Velocità equivalente (V_{seq}) che di categoria di suolo sismico a seguito di analisi di II livello.

Come si evince dalla disamina della TAV.7, i valori di V_{seq} ricavati dalla MASW eseguite nell'ambito comunale, variano da 255 m/sec a 504 m/sec. I valori di velocità equivalente più bassi sono stati registrati prevalentemente nella porzione sud/sudovest dell'area urbanizzata, mentre valori più alti sono stati rilevati principalmente nella zona nord/nordovest.

Sempre in TAV.7 viene riportata la categoria di suolo sismico ricavato a seguito dell'analisi di II livello.

Sono state inoltre eseguite ad hoc, per avere la massima copertura di indagine sul territorio, n° 4 indagini sismiche con metodica MASW, indicate cartograficamente in TAV.7 con la denominazione M39, M40, M41 e M42.

L'elaborazione completa e dettagliata delle suddette indagini, con analisi di II livello, è riportata in ALLEGATO 3.

Di seguito si riassumono gli esiti dell'approfondimento sismico di II livello per le quattro MASW eseguite.

INDAGINE (Rif. TAV.7 e ALL.2)	LOCALIZZAZIONE	$V_{seq} = V_{s30}$	F_a (0.1-0.5s)	F_a (0.5-1.5s)	CATEGORIA DI SUOLO
MASW 39	Località Sforzesca	251 m/s	1,2	2,0	C
MASW 40	Strada Cascinetta della Croce (Confine comune di Cassolnovo)	223 m/s	1,0	1,8	C
MASW 41	Cascina Cavalli	204 m/s	1,1	1,9	C
MASW 42	Strada Casalino (presso PalaElachem)	241 m/s	1,2	2,0	C

Tab. 8.2.1.3 - Tabella riassuntiva esiti elaborazione MASW

La categoria sismica di tipo C risulta caratterizzare la quasi totalità del territorio; fanno eccezione due siti ove si riscontra la categoria di suolo di tipo B e uno ove la categoria è di tipo D. Per dettagli sull'ubicazione di rimanda alla TAV.7.

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

Fig. 8.2.1.4 – Categorie di sottosuolo (tratto da tab. 3.2.II delle NTC 2018)

8.2.2. Aree interessate da amplificazioni topografiche - scenario Z3a

Il metodo proposto dalla D.G.R. Lomb. 30 Novembre 2011 n. IX/2616 per il calcolo del valore di Fa nel caso delle zone Z3a prevede l'utilizzo dell'apposita scheda e dei relativi abachi riportati nell'allegato 5 della delibera Regionale (scheda Effetti morfologici - Scarpate - scenario Z3a).

Basandosi sulla ricostruzione dei profili topografici realizzati per l'individuazione, tramite lo studio di I livello, di tutte le zone di scarpata Z3a e facendo riferimento alla procedura indicata nella direttiva regionale e nella scheda di valutazione delle aree di scarpata riportata nell'allegato 5 della delibera regionale ed in fig. 8.2.2.1 e 8.2.2.2 si è proceduto a caratterizzare la morfologia di dettaglio delle aree di scarpata oggetto di approfondimento. Sono state effettuate due verifiche dell'amplificazione topografica nei siti riportati in TAV.7 (identificati con le lettere a e b e immagini 8.2.2.1 e 8.2.2.2), ove sono presenti strutture in prossimità della scarpata fluviale e dove si è ritenuto che le caratteristiche morfologiche della scarpata non sono state alterate significativamente.

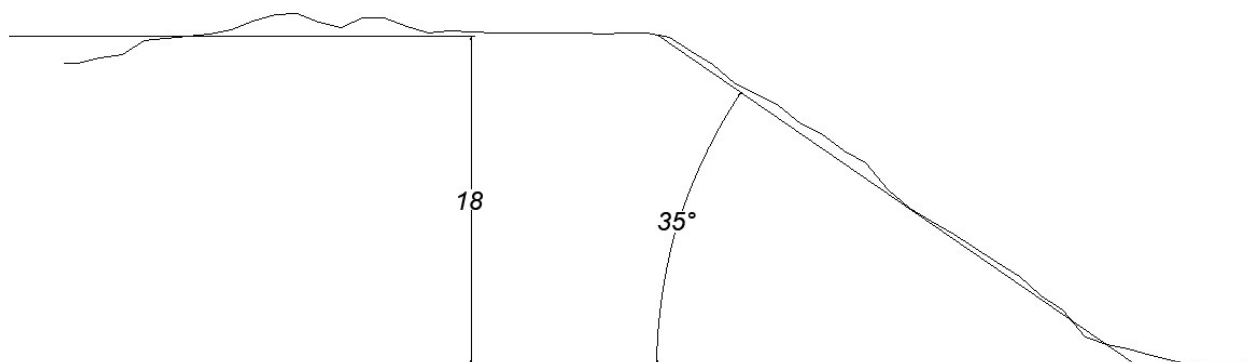


Fig. 8.2.2.1 – Caratterizzazione e modellizzazione geometrica della scarpata “a” (nord). Unità in metri.

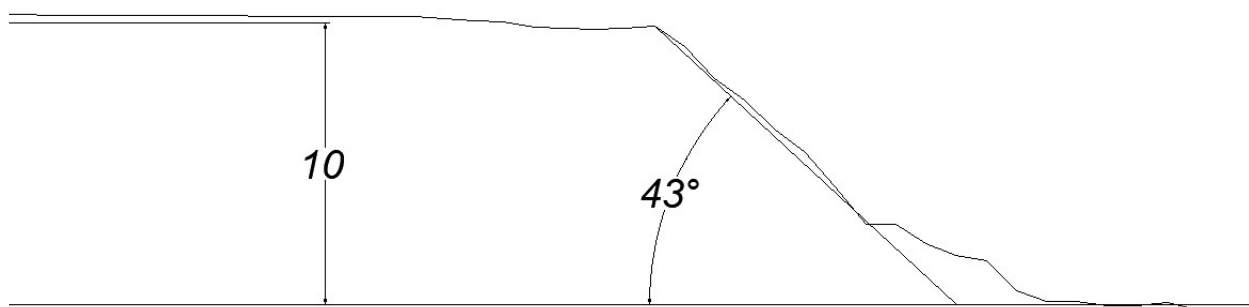


Fig. 8.2.2.2 – Caratterizzazione e modellizzazione geometrica della scarpata “b” (sud). Unità in metri.

Una volta acquisiti tutti i parametri necessari per il calcolo si è quindi proceduto alla determinazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5 s; questo viene calcolato in funzione dei parametri morfologici dell'altezza (H) e dell'inclinazione (α) del fronte principale.

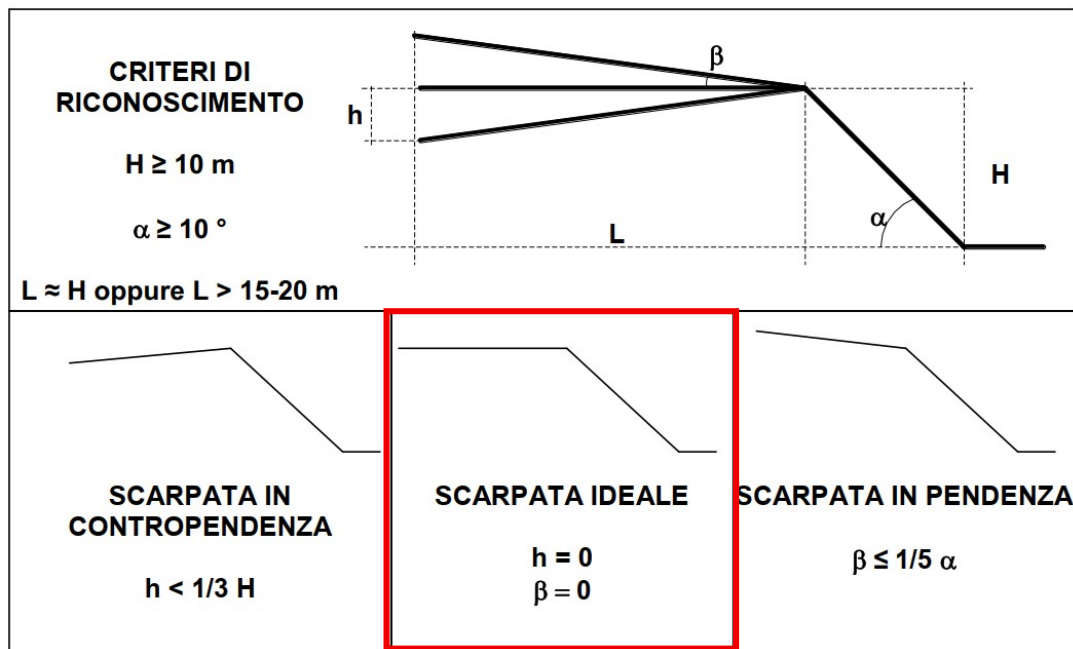


Fig. 8.2.2.3 – Scheda di valutazione.

Il valore di F_a calcolato consente di valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente; la valutazione si basa sul confronto tra F_a calcolato e il corrispondente valore F_a di soglia individuato nella tabella 8.2.2.4.

Dal confronto si evince che:

- 1) nel caso in cui il valore di F_a calcolato risulti superiore al valore di soglia definito dalla Regione vuol dire che è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario, in fase di progettazione, effettuare analisi più approfondite;
- 2) nel caso in cui il valore di F_a calcolato risulti inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente la normativa questi è sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Determinato il valore dei parametri morfologici e verificato il rispetto delle condizioni, si è proceduto con la determinazione del valore di F_a .

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $Fa_{0.1-0.5}$	Area di influenza
$10\text{ m} \leq H \leq 20\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20\text{ m} < H \leq 40\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4}H$
$H > 40\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3}H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Fig. 8.2.2.4 – Scheda di valutazione.

Per gli effetti morfologici la procedura fornisce il valore di Fa solamente per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 secondi. I valori di Fa ottenuti dalle schede di valutazione devono essere confrontati con il valore di St delle N.T.C (immagini 8.2.2.5 e 8.2.2.6), che rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa non è sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione topografica presente nel sito. Rispetto al valore di soglia, viene considerata una variabilità di +0,1, che tiene conto della variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 8.2.2.5 – Categorie topografiche (da Tab. 3.2.III, NTC 2018)

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tab. 8.2.2.6 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica (S_T) (da Tab. 3.2.V, NTC 2018)

Il valore di $Fa_{0.1-0.5}$ calcolato per entrambi i siti individuati è pari a 1,1. Tale valore va confrontato con quello di soglia S_T definito sulla base delle caratteristiche topografiche del sito. In entrambi i casi si è scelta la categoria topografica T1 in quanto le scarpate non superano altezze di 30 e il

valore di S_T è pari a 1,0. Pertanto, ammettendo una variabilità di $\pm 0,1$ il valore di F_a calcolato è considerato accettabile.

9. VERIFICA DI SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. I fenomeni di liquefazione interessano i depositi sabbiosi saturi e dipendono da:

- proprietà geotecniche dei terreni;
- caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata;
- genesi e storia geologica dei terreni;
- fattori ambientali.

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto soltanto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti (in campo libero e con superficie piana). Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza.

Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione, quindi è maggiore con la profondità. Di conseguenza, maggiore è la durata di un terremoto (maggior numero di cicli), più alta è la possibilità che si arrivi alla liquefazione.

Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione.

Il terreno può essere però soggetto a sforzi di taglio statici dovuti alla presenza di strutture in superficie o alla sua particolare posizione (per es. al di sotto di un versante).

In questo caso l'instaurarsi del fenomeno della liquefazione dipende, oltre che dalle caratteristiche del sisma, anche dal rapporto che si stabilisce tra le tensioni di taglio indotte da quest'ultimo e quelle statiche preesistenti al terremoto.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

Le NTC 2018, al punto 7.11.3.4.2, indicano i casi in cui la verifica alla liquefazione può essere omessa. È necessario che si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

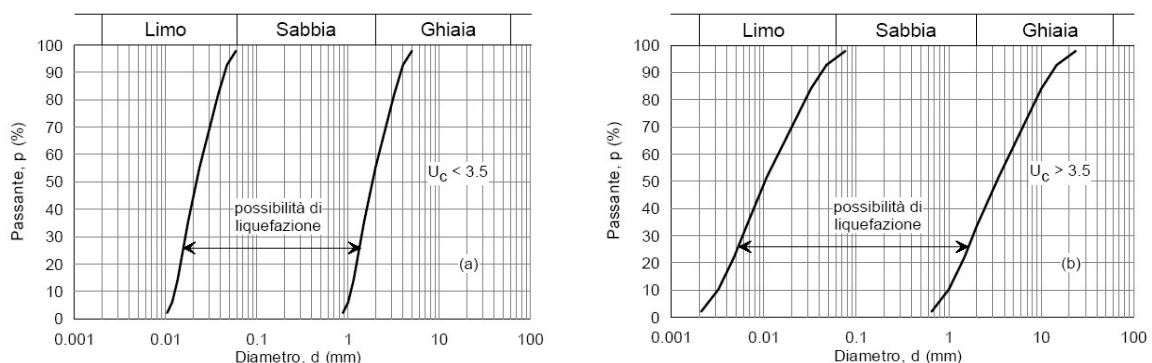


Figura (a) e (b)

La disamina del *Catalogo europeo interattivo dei fenomeni di liquefazione del suolo sismo-indotti italiano degli effetti deformativi al suolo indotti da forti terremoti* consultabile online, ha permesso di verificare se ci sono stati nel tempo fenomeni di liquefazione nel contesto comunale, a seguito di eventi sismici. Il metodo storico-empirico si basa sul concetto che la liquefazione può ripetersi negli stessi siti ove ci sono notizie storiche che tali fenomeni si siano già verificati. Dalla distribuzione degli eventi registrati si evince che la zona più prossima a Vigevano, ove si è verificato un fenomeno di liquefazione, è quella dei comuni di Ticengo e Soncino (CR) distanti in linea d'aria circa 80 km dal territorio vigevanese. Si tratta di un fenomeno di liquefazione verificatosi nel 1802 a seguito di un terremoto con una magnitudo momento di 5,6.

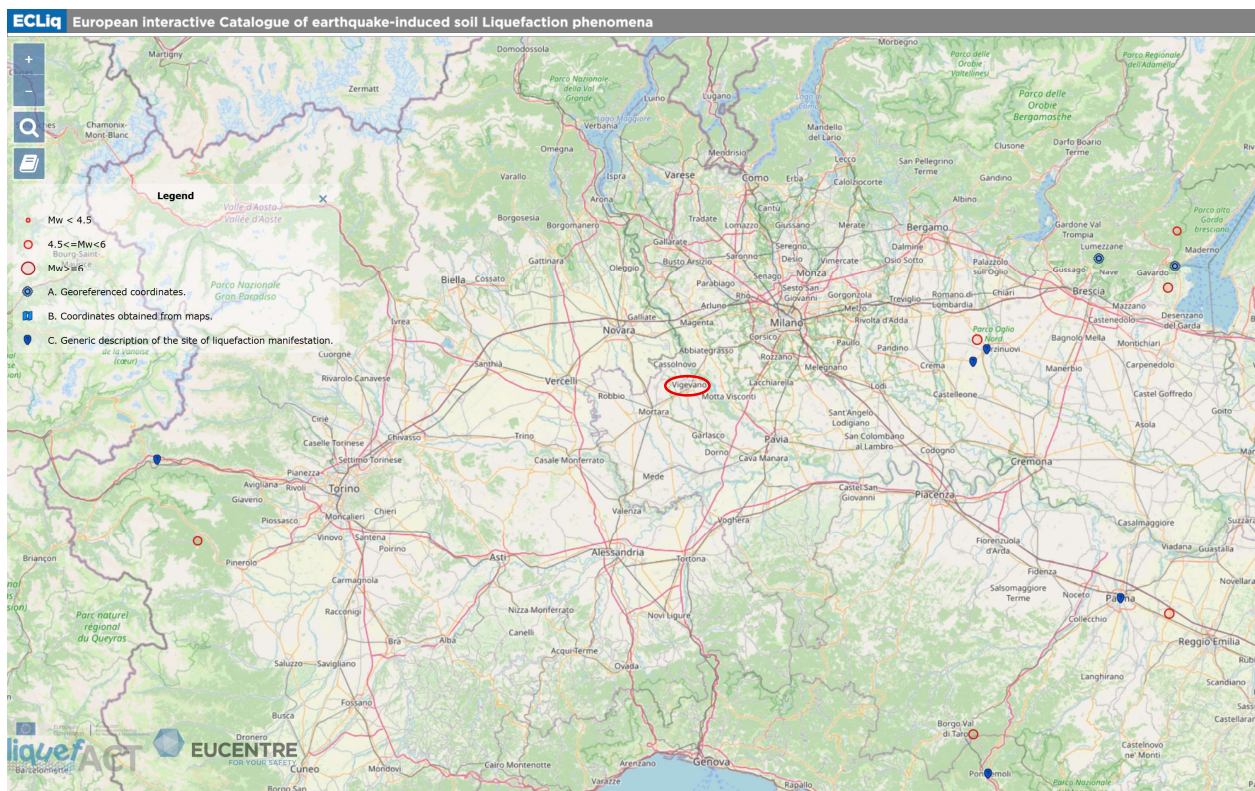


Fig. 9.1 – Stralcio Catalogo europeo interattivo dei fenomeni di liquefazione del suolo sismo-indotti italiano degli effetti deformativi al suolo indotti da forti terremoti.

Dall'analisi storica degli eventi, si evince che il territorio non è stato direttamente soggetto al fenomeno della liquefazione.

Sono localmente disponibili alcune verifiche di suscettibilità alla liquefazione, censite grazie alla documentazione messa a disposizione dall'amministrazione comunale, effettuate per specifici

interventi edilizi (V.di TAV.7). Di seguito si fornisce una tabella riassuntiva dei dati relativi alle verifiche di liquefazioni note e localizzate come riportato in TAV.7.

Denominazione (Rif. Tav.7)	Condizione verificata per omissione della Verifica alla Liquefazione	Classe d'uso dell'intervento
Liq 1	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 2	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso III
Liq 3	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 4	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 5	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 6	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 7	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 8	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 9	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 10	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 11	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 12	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 13	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 14	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 15	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 16	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 17	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 18	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 19	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 20	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 21	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 22	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso I
Liq 23	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 24	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 25	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 26	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 27	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 28	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 29	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 30	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 31	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 32	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 33	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 34	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II
Liq 35	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso IV
Liq 36	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso IV
Liq 37	$A_{gmax} < 1,0g$	classe uso II

Fig. 9.2 – Esito verifiche liquefazione note.

Gli esiti hanno evidenziato che la condizione per la quale, ai sensi delle NTC 2018, è possibile omettere la verifica alla liquefazione, riguarda il valore di accelerazioni massime attese che risultano minori di $0,1g$.

Il dato di cui si dispone, che prevede l'omissione in tutti i casi analizzati della verifica alla liquefazione, è sito-specifico e soprattutto è relativo ad una specifica classe d'uso della struttura, pertanto, non può essere generalizzato all'intero territorio comunale. Negli studi geologico-geotecnici per i singoli interventi, come previsto dalla D.G.R. X/5001 del 30/03/2016, sarà necessario valutare puntualmente la possibilità di omettere la verifica alla liquefazione (requisiti esposti nelle NTC 2018 punto 7.11.3.4.2) e nel caso questa non fosse possibile procedere con specifica verifica alla liquefazione.

10. CARTA PAI E PGRA (TAV.8)

La TAV. 8 "Carta PAI e PGRA" viene redatta ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 - n. X/6738 "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n.5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po" e successive modifiche ed integrazioni.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (in seguito PAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001, è stato approvato con DPCM del 24 maggio 2001. Esso riguarda la pericolosità e al rischio di alluvioni definisce la delimitazione delle fasce fluviali (Fascia A, Fascia B, Fascia B di progetto e Fascia C) dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti; l'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici", la delimitazione delle aree in dissesto, la delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, dei fenomeni di dissesto che caratterizzano il reticolo idrografico di montagna, delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, la perimetrazione e la zonazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura e contiene le Norme di attuazione.

Il PAI vigente (in vigore dal 23 agosto 2021), nell'ambito del territorio comunale, riconosce tre fasce fluviali che delimitano il F. Ticino, definite come: Fascia A, Fascia B e fascia C.

- Fascia A; fascia di deflusso delle piene - Individua porzioni di alveo sede prevalente del deflusso delle piene, ed è costituita anche dall'insieme delle forme fluviali riattivabili

durante gli stati di piena. Nei territori ricadenti in questa fascia sono esclusivamente consentite le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro conservativo, come meglio definiti dalla Legge n. 457/78.

- Fascia B; fascia di esondazione - Nella fascia B il piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini della laminazione delle piene. In tale fascia sono vietati gli interventi che comportino una riduzione della capacità dell'invaso, l'apertura di discariche, di depositi di materiale a cielo aperto, stoccaggi provvisori esclusi quelli temporanei conseguenti ad attività estrattive autorizzate.
- Fascia C; fascia di inondazione per piene catastrofiche - In questa fascia il Piano mira ad integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione da parte di Enti competenti di programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del Piano. In tali aree non vi sono limitazioni di edificabilità o di intervento sul territorio.

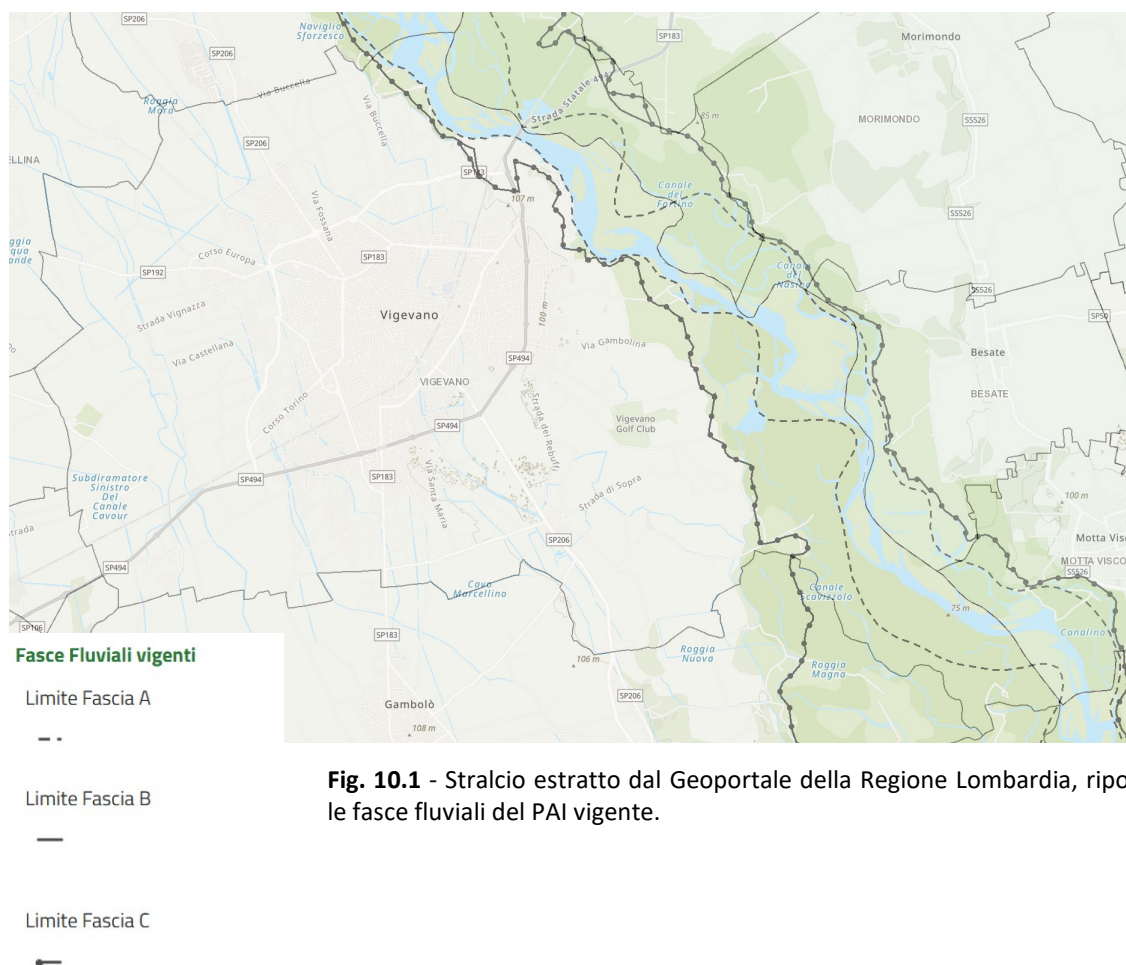


Fig. 10.1 - Stralcio estratto dal Geoportale della Regione Lombardia, riportante le fasce fluviali del PAI vigente.

Le tre fasce sono governate dalle indicazioni riportate dalle Norme di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvate con DPCM 24 maggio 2001 e ss.mm.ii (testo vigente dalla data del 17 aprile 2025, comprensivo di tutte le modifiche introdotte successivamente alla entrata in vigore del PAI Po – 23 agosto 2021).

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è uno strumento operativo previsto ai sensi del D. Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, e avente lo scopo di individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative provocate da alluvioni. Con approvazione del Piano con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 ottobre 2016, all'art. 3 comma 3, si definisce che le amministrazioni e gli enti pubblici si conformano alle disposizioni del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico Padano di cui al presente decreto, in conformità con l'art. 65, commi 4, 5 e 6 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni.

A seguito dell'approvazione del Piano, la Regione Lombardia ha approvato con D.G.R. n. X/6738 del 19 giugno 2017, le disposizioni regionali sull'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza che integrano quelle approvate con D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011.

Col termine alluvione si intende qualsiasi evento che provoca un allagamento temporaneo di un territorio non abitualmente coperto dall'acqua, purché direttamente imputabile a cause di tipo meteorologico.

Le mappe del PGRA contengono la delimitazione delle aree per diversi scenari di pericolosità:

- aree P3/H, o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti;
- aree P2/M, o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti;
- aree P1/L, o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare.

Inerenti ai seguenti "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).

Come si evince dallo stralcio acquisito dal portale regionale (Fig. 10.2) e in TAV.8, all'interno del territorio di Vigevano sono presenti alcune aree associabili ai diversi scenari di pericolosità e/o di rischio, in particolare:

- a nord del centro abitato, su due differenti corsi d'acqua (Roggia Vecchia e Roggia Mora) sono presenti 10 scenari di pericolosità e/o di rischio. In particolare, le aree in esame possono essere classificate come zone afferenti al "Reticolo secondario di pianura (RSP)";
- lungo il corso del Fiume Ticino sono presenti ulteriori scenari di pericolosità e/o di rischio, riconducibili per lo più all'attività del Fiume Ticino. In particolare, le aree in esame possono essere classificate come zone afferenti al "Reticolo principale di pianura (RP)" che sono state oggetto di esondazioni storiche e/o recenti dei corrispettivi corsi d'acqua.

All'interno territorio comunale sono presenti i seguenti scenari di pericolosità di alluvione, in particolare (Fig.10.2 e TAV.8):

- scenario di pericolosità raro, indicativo di scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi con $Tr > 500$ anni (P1 o L in cartografia solo per il RP);
- scenario di pericolosità poco frequente indicativo di alluvioni poco frequenti con $Tr \geq 100-200$ anni (P2 o M non visibile in cartografia in quanto coincidente con lo scenario H);
- scenario di pericolosità frequente indicativo di alluvioni frequenti con Tr compreso tra 20 e 50 anni (P3 o H in cartografia).

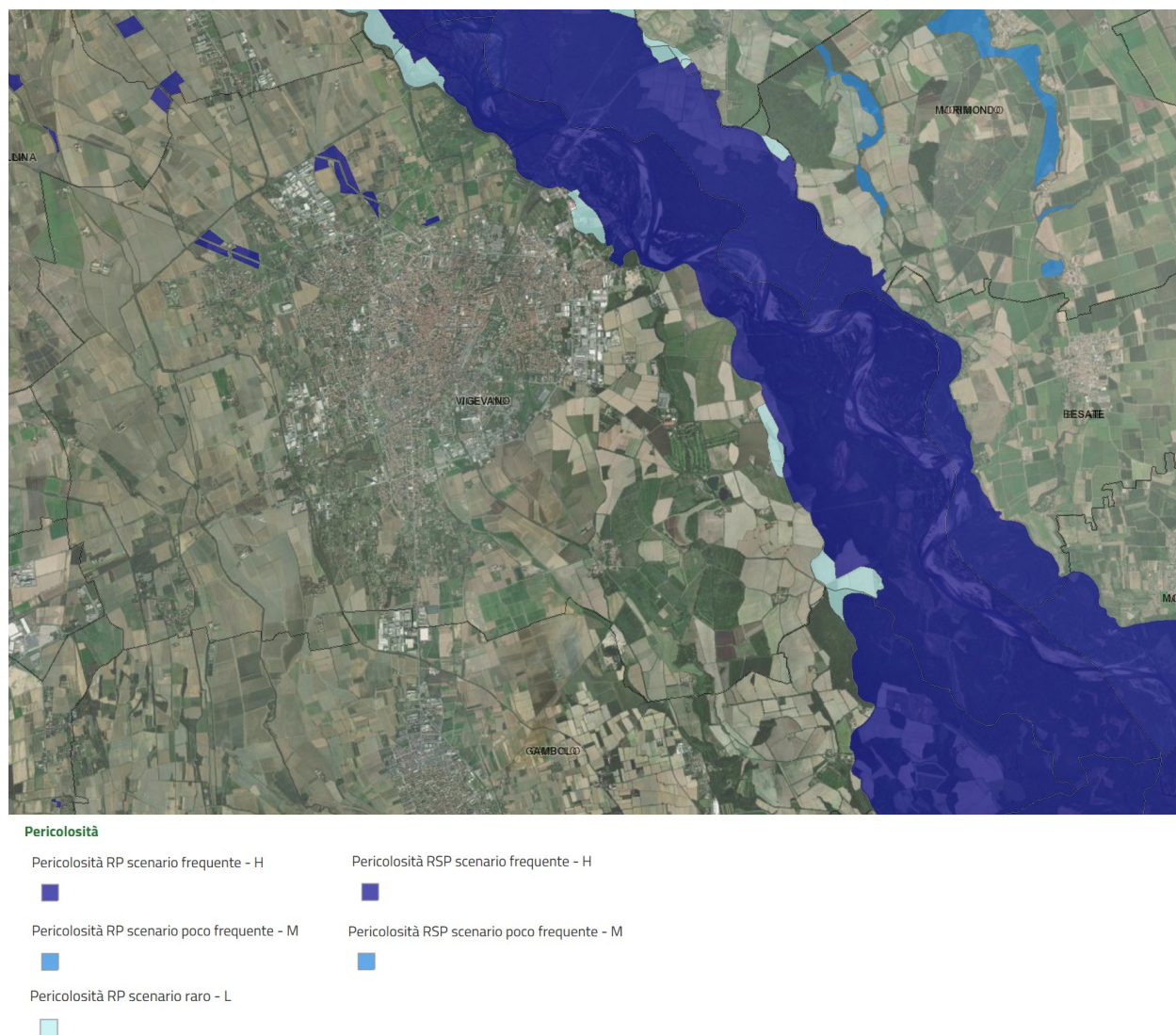


Fig. 10.2 - Stralcio estratto dal Geoportale della Regione Lombardia, riportante la pericolosità connessa ad alluvioni.

Per quanto concerne l'assegnazione del grado di danno previsto in suddette aree sono emersi i seguenti prospetti (Fig. 10.3):

Per quanto riguarda la Roggia Vecchia:

- per la maggior parte (risaie) scenario alluvione H con elementi esposti appartenenti a campi coltivati, classe di danno D2 → classe di rischio R2;
- uno scenario alluvione H con elementi esposti appartenenti al tessuto residenziale rado e nucleiforme, classe di danno D4 → Classe di rischio R3;

Per quanto riguarda la Roggia Mora:

- per la maggior parte (risaie e seminativi irrigui) scenario alluvione H con elementi esposti appartenenti a campi coltivati, classe di danno D2 → **Classe di rischio R2;**

- alcune aree in scenario alluvione H con elementi esposti appartenenti a cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree o in aree agricole abbandonate, classe di danno D1 → **Classe di rischio R1**;
- uno scenario alluvione H con elementi esposti appartenenti al tessuto residenziale rado e nucleiforme, classe di danno D4 → **Classe di rischio R3**;
- alcune aree in scenario di alluvione H con elementi esposti appartenenti a colture orticole a pieno campo o a reti stradali e spazi accessori, classe di danno rispettivamente D3 e D4 → **Classe di rischio R3**.

Inoltre, è presente l'intera fascia di esondazione del Fiume Ticino, con vari scenari di rischio dipendenti dalle strutture presenti in sito e dalle classi di danno ivi presenti.

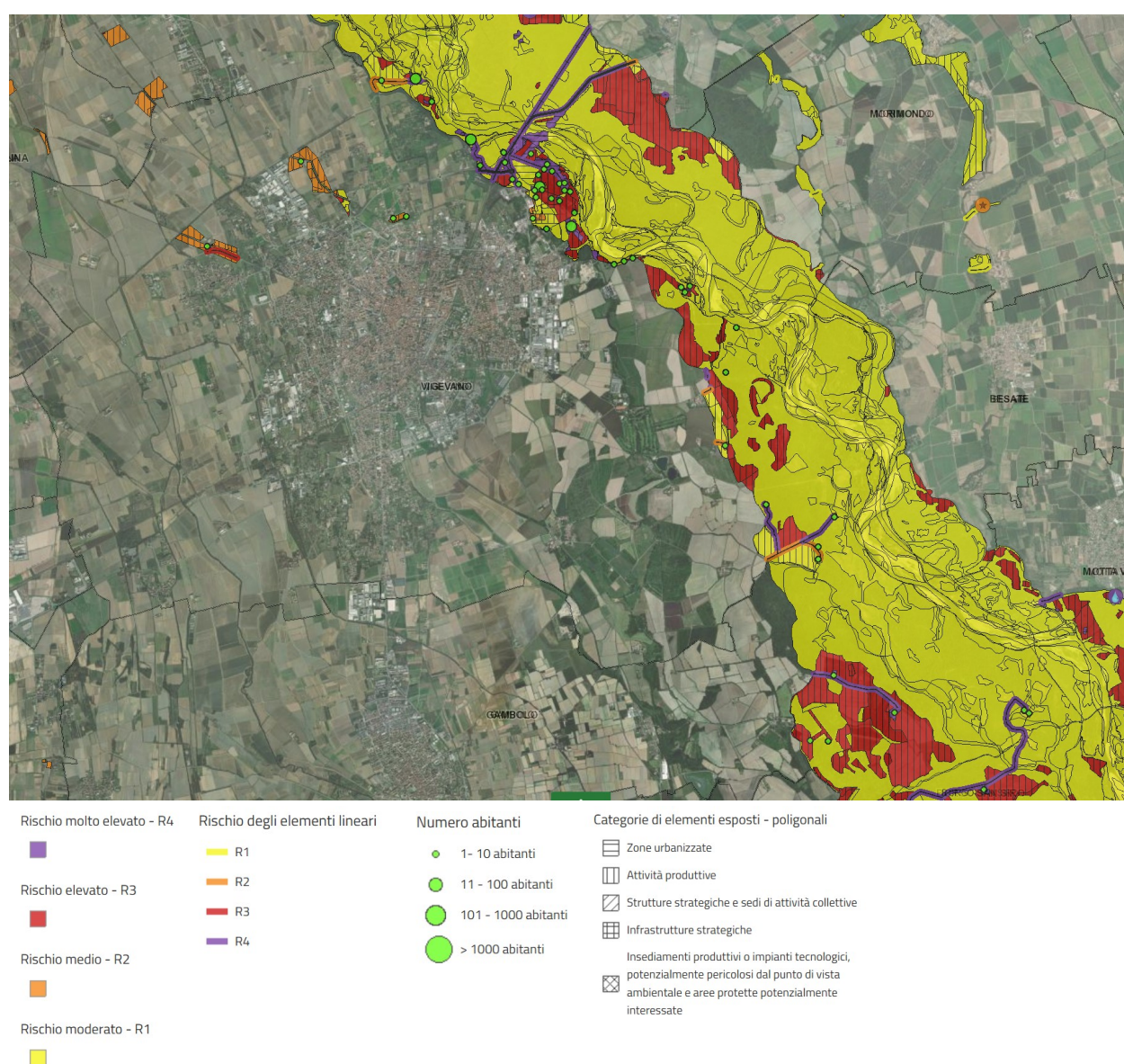


Fig. 10.3 - Stralcio estratto dal Geoportale della Regione Lombardia, riportante il grado di rischio.

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 Norme di Attuazione del PAI così come approvato con DPCM 24 maggio 2001, introdotta dal nuovo Titolo V delle N.d.A. del PAI nonché dalle presenti disposizioni e ne tengono conto da subito in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami.

Le fasce allagabili del PGRA non sostituiscono le fasce fluviali del PAI ma rappresentano un aggiornamento e una integrazione della parte di fascia tracciata principalmente in base ai livelli idrici corrispondenti alle tre piene di riferimento considerate, utilizzando rilievi topografici di dettaglio ed aggiornando i livelli di piena e le portate.

Fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni restano in vigore. In caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva.

11. VERIFICA SINKHOLE E CAVITA' SOTTERRANEE

In ottemperanza della D.g.r. 15 dicembre 2022- n. XI/7564 *"Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio relativa al tema degli sprofondamenti (Sinkhole) (Art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12)"*, è stata presa in esame la documentazione storica legata alla sussistenza di eventi passati di dissesto associabili a fenomeni di sprofondamento.

La memoria storica della popolazione e dei tecnici comunali hanno rimarcato l'assenza di manifestazioni superficiali di sprofondamento. La verifica al suolo ha escluso la presenza di evidenze di movimenti del suolo e di lesioni sugli edifici esistenti o di segni premonitori.

Il manifestarsi in superficie di fenomeni di sprofondamento è connesso a:

- siti minerari/aree interessate da attività estrattive passate;
- siti archeologici;
- aree carsiche;

- aree con presenza di litotipi potenzialmente soggetti a fenomeni di dissoluzione (depositi evaporitici);
- aree con condizioni favorevoli allo sviluppo di occhi pollini;
- aree individuate da indagini stratigrafiche preesistenti o indagini geognostiche realizzate ad hoc con presenza di livelli/orizzonti a scadenti caratteristiche geotecniche, oppure con cavità vere e proprie, a profondità potenzialmente interferenti con le fondazioni (o anche superiore);
- aree con evidenze di variazioni plano-altimetriche del suolo, ove si sono osservate lesioni/cedimenti negli edifici, nei sottoservizi e nelle sovrastrutture e ove si sono verificati eventi di sprofondamento pregressi.

Dalle conoscenze e analisi locali condotte nel contesto comunale, non risulta sussistano le condizioni per il verificarsi di fenomeni di sinkhole.

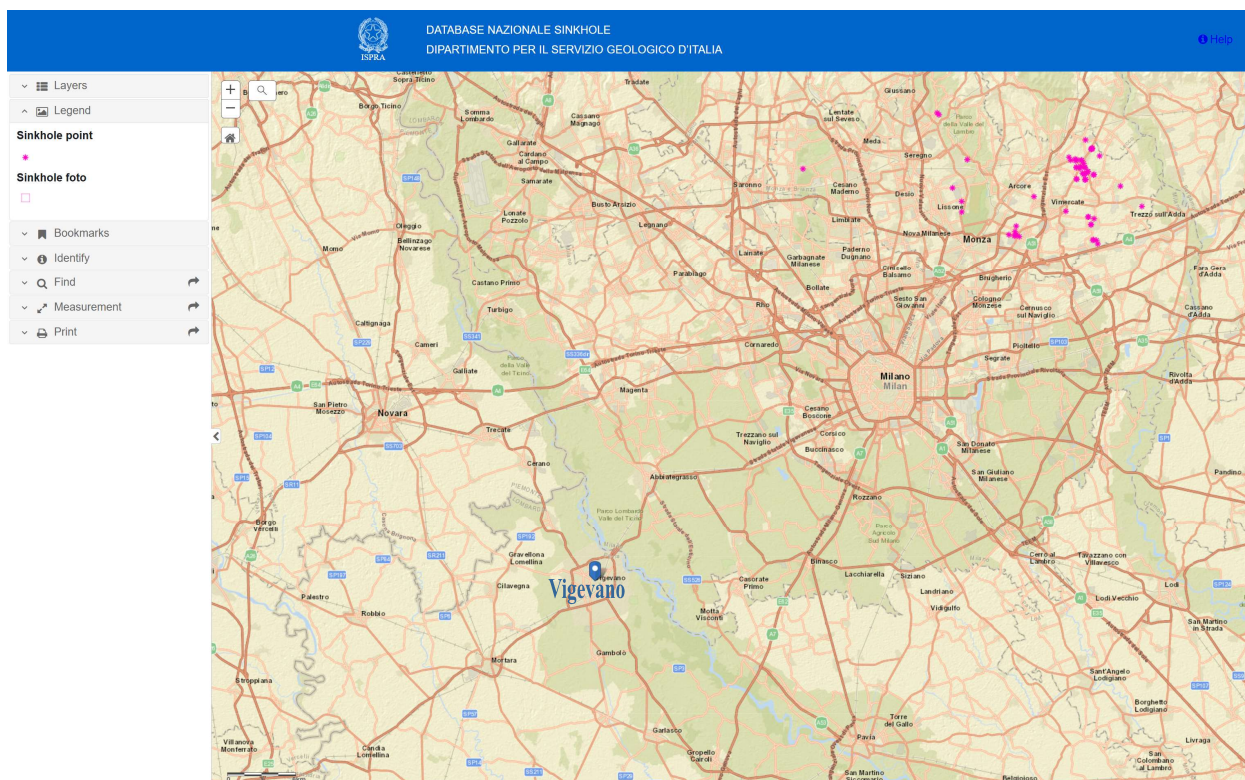


Fig. 11.1 – Stralcio cartografico estrapolato dal Database Nazionale Sinkhole di Ispra.

12. VINCOLI ESISTENTI SUL TERRITORIO (TAV. 9)

In TAV.9 sono stati riportati per ambiti omogenei tutti quei vincoli normativi di natura prettamente geologica o di tipo ambientale che, interessando determinate aree del

comprensorio comunale, possono comportarne delle limitazioni alla trasformazione d'uso. Di seguito, con riferimento a quanto indicato nella tavola, si illustra più nello specifico la vincolistica riferita ai singoli ambiti.

12.1. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Le norme relative alla tutela delle acque captate da pozzi e sorgenti e *“destinate al consumo umano ed erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse”*, sono specificate all'art. 94 del D. Lgs. 152/06 e succ. mod. e integrazioni ed ulteriormente precisate dalle Linee Guida emanate con l'Accordo Tecnico della Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato – Regioni - Province Autonome del 12-12-2002 (G.U. n. 2 03/01/2003) e dalle norme regionali di riferimento in materia (D.G.R. Lomb. n. 15137/96 e n.7/12693 dell'aprile 2003). Le norme sopracitate impongono la delimitazione delle captazioni in oggetto con aree di salvaguardia distinte in "Zona di Tutela Assoluta" e "Zona di Rispetto", definite come di seguito:

- *Zona di Tutela Assoluta*: individua l'area immediatamente circostante la captazione o derivazione, ha un'estensione, nel caso di acque sotterranee, e per acque superficiali quando possibile, di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adibita esclusivamente alle opere di captazione e/o presa e a quelle di servizio; inoltre deve essere recintata e provvista di canalizzazione per l'allontanamento delle acque meteoriche.
- *Zona di Rispetto*: è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta ed è sottoposta a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata. Può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e allargata in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio.

Ai sensi delle normative nazionali e regionali sopracitate l'area di rispetto può essere delimitata:

- a) con criterio *geometrico*, valido solo per le captazioni già esistenti e comunque ridefinibile su istanza del titolare della concessione;

- b) con criterio *temporale*, valido per le nuove captazioni con acquifero vulnerabile;
- c) con criterio *idrogeologico*, valido per le nuove captazioni con acquifero protetto.

Per i pozzi ad uso idropotabile del comune di Vigevano sono state individuate le aree di rispetto con criterio geometrico; questo implica l'adozione di un'area con raggio di 200 metri intorno al punto di captazione.

Le attività vietate e quelle soggette ad autorizzazione nell'ambito delle zone di salvaguardia, sono riportate nell'Appendice A "Nome geologiche di Piano".

12.2. Vincoli sul reticolo idrico minore

Per quanto attiene alla vincolistica esistente sul reticolato idrografico delle acque si è fatto riferimento allo Studio di dettaglio "Individuazione del Reticolo Idrico Minore" rev02.

Nella TAV.9 è cartografata la rete idrica superficiale distinguendo, ove noto, i tratti di corso d'acqua a cielo aperto e i tratti tombinati, così come riportati nello studio di dettaglio sul RIM.

Dal suddetto studio sul reticolo idrico minore si apprende che appartengono al Reticolo Idrico Minore di competenza comunale (RIM) due corsi d'acqua: il colatore Ramo Bredua e la Roggia Comune. I corpi idrici appartenenti al RIM sono soggetti alle prescrizioni contenute nel Regolamento di Polizia Idraulica (redatto dal Consorzio di irrigazione e bonifica Est Sesia - rev02 del 17/09/2025).

Le attività vietate e quelle soggette ad autorizzazione nell'ambito di tali fasce di rispetto, sono riportate nell'Appendice A "Nome geologiche di Piano".

Per i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale la cui competenza per la polizia idraulica è stata trasferita ad A.I.Po, sono presenti le fasce di rispetto istituite dal Piano Stralcio per le Fasce Fluviali del P.A.I., così definite dall'art. 28 delle Norme di Attuazione del PAI.

Lungo i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale la cui competenza per la polizia idraulica è della Regione Lombardia, sussistono le fasce di rispetto istituite dal R.D. n. 523/1904, così definite dall'art. 96, lett. f) aventi ampiezza 10m ed entro cui sono vietati gli scavi e la costruzione di fabbricati. Per quanto attiene alle attività vietate o consentite negli alvei e nelle suddette fasce di rispetto si rimanda agli specifici articoli del R.D. n. 523/1904.

Pur non figurando in carta si ricorda che, lungo i canali di bonifica, e lungo i canali facenti parte della rete consortile dell'Est Sesia sussistono le fasce di rispetto individuate ai sensi del R.R. n. 3/2010, così definite dall'art. 3, comma 1, lett. a) e b). Per quanto attiene alle attività vietate o consentite negli alvei e nelle suddette fasce di rispetto si rimanda agli specifici articoli del R.R. n. 3/2010.

Per i corsi d'acqua del reticolo privato resta in vigore quanto previsto dal R.D. 523/1904.

12.3. Aree allagabili PGR

All'interno del comprensorio comunale sono presenti alcune aree associabili ai diversi scenari di pericolosità per alluvione sia afferenti al "Reticolo principale di pianura (RP)" che al "Reticolo secondario di pianura (RSP)".

Gli scenari di pericolosità di alluvione rilevati sono:

- scenario di pericolosità raro, indicativo di scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi con $Tr > 500$ anni (P1 o L in cartografia);
- scenario di pericolosità poco frequente indicativo di alluvioni poco frequenti con $Tr \geq 100-200$ anni (P2 o M non visibile in cartografia in quanto coincidente con lo scenario H);
- scenario di pericolosità frequente indicativo di alluvioni frequenti con Tr compreso tra 20 e 50 anni (P3 o H in cartografia).

L'individuazione di tali scenari comporta che sussistano, per tali aree, limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa, finalizzati alla riduzione/eliminazione del rischio.

Per le prescrizioni vigenti si rimanda all'Appendice A "Norme Geologiche di Piano".

12.4. Aree allagabili della rete fognaria (Studio di Gestione del Rischio Idraulico del Territorio Comunale)

Sono rappresentate in TAV.9 le aree allagabili a causa dall'insufficienze fognarie, identificate nello Studio di Gestione del Rischio Idraulico del Territorio Comunale (2025), per un tempo di ritorno di 100 anni, e relativi tiranti idrici.

A tali aree si affiancano le zone identificate sempre dallo studio idraulico per accogliere future vasche di laminazione finalizzate alla riduzione del rischio di allagamenti per tempi di ritorno di 10 anni.

12.5. Fascia di rispetto dei fontanili

E' stata definita la fascia di rispetto dei fontanili identificati nel territorio comunale. Per tali elementi è posta una fascia di 50 m misurati dall'orlo della testa di fontanile e una fascia di 10 m dalle sponde nei primi 200 m dell'asta, entro cui è vietata ogni opera di trasformazione (Art. II-21 del PTCP di Pavia, 2023).

Cartograficamente, ove non evidente l'asta, non è stata riportata la fascia di 10 metri.

Per le prescrizioni vigenti si rimanda all'Appendice A "Norme Geologiche di Piano".

12.6. Ambiti di rilevanza paesaggistica e di valore naturale

L'intero territorio comunale è incluso del Parco del Ticino facente parte del Piano generale delle aree regionali protette di interesse naturale ed ambientale, istituito con LR 86/1983. E' possibile consultare il regolamento del Parco alla pagina web <https://ente.parcoticino.it/lattivita-amministrativa/regolamenti/>, in cui vi è la raccolta di tutti i regolamenti vigenti suddivisi per Settore di competenza.

Sussiste una Zona I.C. Parco del Ticino comprendente l'aggregato urbano dove prevalgono le regole di gestione dettate dai PGT comunali, che devono tuttavia adeguarsi ai principi generali dettati dal Parco del Ticino.

12.7 Aree e ambiti di degrado o di compromissione paesaggistica

Vengono incluse le aree degradate dal punto di vista ambientale identificate nel Piano Territoriale di Coordinamento del Parco del Ticino. Sono rappresentate nella Carta dei Vincoli con il medesimo codice del PTC Parco del Ticino, ossia con un codice alfanumerico che va da R52 a R58.

N° Scheda di rilevamento	Descrizione
52	Zona a ridosso del fiume dove sono state costruire numerose "casotte" senza alcun piano organico e con l'utilizzo dei più disparati materiali.
53	Area a ridosso del Ticino utilizzata per la lavorazione e la trasformazione di materiali inerti.

54	Zona che è stata oggetto di attività estrattiva.
55	Zona comprendente la ex discarica comunale, un taglio di terrazzo artificiale, terreni agricoli.
56	Attualmente è un'area che interferisce con il naturale andamento del Ticino.
57	Progetto di recupero autorizzato
58	Evidente voragine del terreno, si propone migliore sistemazione morfologica.

Tab. 12.7.1 – Tabella riassuntiva delle descrizioni dei siti degradati rilevati dal Piano Territoriale di Coordinamento del Parco del Ticino

Per gli obiettivi e i criteri di intervento di tali zone si rimanda alle specifiche schede del Parco e alle indicazioni di cui all' Appendice A "Norme Geologiche di Piano".

Sono state incluse nella vincolistica anche le aree sottoposte ad iter di bonifica, come segnalate dall'amministrazione comunale. Si tratta di una condizione rappresentativa al momento della presentazione del presente documento e soggetta a modifiche nel tempo.

12.8 Specchi d'acqua

Nel contesto comunale sono identificati gli specchi d'acqua nell'intorno dei quali si è proposta una fascia di rispetto di 50 m (come per le zone umide e palustri) da riservare alla colonizzazione naturale di specie arboree e arbustive, in accordo con le disposizioni di cui all'Art. II-13 del PTCP di Pavia (2023).

La salvaguardia degli specchi d'acqua naturali o naturalizzati deve garantire il mantenimento ed il miglioramento dell'assetto idrologico e morfologico naturale e le caratteristiche paesistiche. Per le prescrizioni vigenti si rimanda all'Appendice A "Norme Geologiche di Piano".

12.9 Zona di Protezione Speciale (ZPS) "Boschi del Ticino" (codice Natura 2000 IT 2080301)

Si tratta di un'area protetta posta lungo le rotte di migrazione dell'avifauna, finalizzata al mantenimento ed alla sistemazione di idonei habitat per la conservazione e gestione delle popolazioni di uccelli selvatici migratori. Nell'intera ZPS è sottoposta a vincolo paesaggistico in quanto ricadente nel Parco tutelato ai sensi dell'art. 142 del dl 42/2004, secondo cui al comma f) sono di interesse paesaggistico i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi. La categoria dei vincoli ex lege n. 1089/39 il vincolo monumentale (art. 1, 4, 21) e il vincolo archeologico (art. 1, 21).92/42/CEE Habitat).

12.10 Sito di interesse comunitario (SIC) “Garzaia della Cascina Portalupa” (IT2080013)

Il Sito di Importanza Comunitaria IT2080013 “Garzaia della Cascina Portalupa” è stato proposto ai sensi della Direttiva 92/43/CEE, con Decreto del Ministero dell’Ambiente nel giugno del 1995. La Comunità Europea, con decisione 2004/798/CE del 7 dicembre 2004, adottando l’elenco dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC) per la regione biogeografica continentale, ha definitivamente designato il SIC. La Regione Lombardia, con deliberazione Giunta Regionale n. 7/14106 dell’8 agosto 2003 (Elenco dei proposti Siti di importanza comunitaria ai sensi della Direttiva 92/43/CEE per la Lombardia. Individuazione dei soggetti gestori e modalità procedurali per l'applicazione della Valutazione d'Incidenza), ha designato quale ente gestore del SIC in oggetto il Parco Lombardo della valle del Ticino. Il sito è sede di una garzaia in cui nidificano diverse specie di ardeidi (nitticora, garzetta e airone cenerino), ed è caratterizzato dalla presenza di habitat idro-igrofilo che ospitano flora e fauna caratteristiche.

Il PTCP promuove la tutela e la valorizzazione dei siti di cui al comma 1, considerando SIC/ZSC e ZPS parte integrante e strutturale della rete ecologica e della rete verde di livello provinciale (Art. II-26 del PTCP di Pavia, 2023).

13. CARTA DI SINTESI (TAV. 10)

La Carta di Sintesi è stata redatta su tutto il territorio comunale alla scala 1:10.000. In tale elaborato sono state rappresentate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità in riferimento ai singoli fenomeni considerati. Nella Carta sono quindi state delimitate porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico – geotecnica e vulnerabilità omogenee. La definizione di tali aree è stata effettuata a partire dall’analisi di tutti i dati raccolti ed illustrati nelle carte di inquadramento, ivi compreso i vincoli geologici e ambientali riportati nella Carta dei Vincoli (TAV. 9).

Dalla compresenza, in determinati settori, di situazioni di rischio/pericolosità che differiscono tra loro dal punto di vista del fenomeno che ne ha determinato l’esistenza, consegue la presenza in carta di aree o poligoni a pericolosità “mista” determinata da più fattori limitanti che sono graficamente identificati dalla sovrapposizione di poligoni relativi a singoli ambiti di pericolosità omogenea.

Di seguito si illustrano nel dettaglio gli ambiti omogenei individuati nella carta di sintesi con i relativi elementi di appartenenza.

13.1. Aree pericolose dal punto di vista morfologico

A tali aree si associano gli orli delle principali scarpate di terrazzo fluviale, localmente artificializzati.

13.2. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Corrispondono a:

- fasce di rispetto dei pozzi destinati ad uso umano inseriti nella rete acquedottistica comunale;
- laghetti e relativa fascia di tutela;
- fontanili e relativa zona di rispetto;
- zone in cui è stata riscontrata un alto grado di vulnerabilità dell'acquifero superficiale.

13.3. Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

Sono comprese:

- le fasce di rispetto di 10 metri relative al Reticolo Idrico Minore e del Reticolo Principale di competenza regionale;
- le aree esondabili del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (fasce PAI);
- le aree mappate del PGR;
- le aree soggette ad allagamento per criticità della rete fognaria con $T_r = 100$ anni.

13.4. Aree degrado ambientale e Ambiti estrattivi

Sono state infine individuate le aree di degrado ambientale, sottoposte a bonifica o identificate come ex ambiti estrattivi.

14. CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (TAVV.11/12)

Il confronto e le relazioni reciproche tra le carte di base sin qui descritte porta all'elaborazione di uno strumento cartografico riassuntivo chiamato Carta di Fattibilità Geologica all'utilizzazione

urbanistica, nel quale il territorio viene distinto in aree omogenee in funzione del grado e del tipo di rischio ambientale cui esso è sottoposto.

La direttiva regionale, D.G.R. Lomb. n. IX/2616 del 30/11/2011 e ss.mm.ii., propone quattro classi di fattibilità geologica (I, II, III, IV) per meglio definire l'idoneità all'utilizzo urbanistico del territorio. Nelle TAVV.11 e 12, in base alla D.G.R. di cui sopra, è stata applicata per ciascuna classe (e sottoclasse) di fattibilità geologica una specifica retinatura o simbologia, così come per la definizione dello scenario di pericolosità sismica locale, individuato dallo studio sismico di I livello effettuato.

Sono state riconosciute le classi II, III e IV, descritte e rappresentate graficamente nelle TAVV. 11 e 12, in scala 1:10.000, rispettivamente su base aerofotogrammetrica e su carta tecnica regionale.

Si evidenzia che, in conformità con la L.R. 11 marzo 2005, N.12 *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”*, non è più richiesta nella carta di fattibilità la perimetrazione delle aree di tutela assoluta e di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile, nonché dei cimiteri e dei depuratori, in quanto soggetti a specifica normativa. Non sono inoltre cartografate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, per le quali si rimanda allo studio di dettaglio del RIM.

Nelle **“Norme Geologiche di Piano”** (Appendice A), le classi e sottoclassi individuate sono dettagliatamente descritte, con le corrispettive prescrizioni e precise indicazioni in merito alle indagini di approfondimento, alle tipologie costruttive e alle eventuali opere di mitigazione del rischio da realizzarsi.

Le classi individuate nel comprensorio comunale sono di seguito descritte.

14.1. Classe II (gialla) - Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rivelate condizioni limitative all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti d'indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi. Sono distinte le seguenti sottoclassi:

-  **Sottoclasse IIa.** Comprende gran parte del territorio comunale, corrispondente al livello principale della Pianura Padana (Piano Generale Terrazzato), ove sussiste una media-

alta vulnerabilità del primo acquifero e una modesta soggiacenza della falda. Presenza di terreni prevalentemente sabbiosi, sabbioso limosi/limoso sabbiosi.

-  **Sottoclasse IIb.** Comprende una limitata zona compresa entro la fascia di inondazione per piena catastrofica - Fascia C del PAI.
-  **Sottoclasse IIc.** Include le aree soggette ad allagamento a causa di insufficienza della rete fognaria, definiti con un tempo di ritorno di 100 anni e riportate nello Studio di Gestione del Rischio Idraulico del Territorio Comunale.

14.2. Classe III (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate consistenti condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni per le condizioni di pericolosità e vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Sono distinte le seguenti sottoclassi:

-  **Sottoclasse IIIa.** Comprende le aree ricadenti nella fascia di esondazione delle piene (FASCIA B del PAI) e scenario L del PGRA per alluvioni rare.
-  **Sottoclasse IIIb.** Comprende le aree incluse nello scenario H del PGRA ovvero le zone potenzialmente interessate da alluvioni frequenti con tempo di ritorno compreso tra 20 e 50 anni sul reticolo consortile.
-  **Sottoclasse IIIc.** Comprende le aree che presentano dal punto di vista ambientale un certo grado di degradazione. In particolare, ci si riferisce alla zona di ex ambito di cava e alle aree degradate identificate dalle schede di rilevamento del Piano Territoriale di Coordinamento del Parco del Ticino.
-  **Sottoclasse IIId.** Comprende le porzioni di territorio della Valle del Ticino ad alta vulnerabilità del primo acquifero e con ridotta soggiacenza della falda (localmente prossima a piano campagna). Presenza di terreni grossolani ghiaioso sabbiosi.
-  **Sottoclasse IIIe.** Comprende una fascia di terreno di ampiezza 20 m a partire sia dall'orlo superiore che dal piede della scarpata principale delimitante la Valle del Ticino dal Piano Generale Terrazzato.

14.3. Classe IV (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova

edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento, alla sistemazione, alla salvaguardia e alla tutela idrogeologica dei siti.

All'interno di tale classe sono state distinte le seguenti sottoclassi:

-  **Sottoclasse IVa.** Comprende le aree incluse nella fascia di deflusso della piena (Fascia A del PAI) e/o incluse nello scenario H del PGR comprese le zone interessate da alluvioni frequenti con tempo di ritorno compreso tra 20 e 50 anni sul Fiume Ticino.
-  **Sottoclasse IVb.** Comprende la fascia dei fontanili, calcolata in 50 m dalla testa del fontanile e in 10 m dalle sponde dei primi 200 m dell'asta, all'interno della quale non sono consentite opere di urbanizzazione e di edificazione.
-  **Sottoclasse IVc.** Comprende gli specchi d'acqua, i quali rendono estremamente vulnerabile la falda. E' stata prevista una fascia di tutela assoluta pari a 50 m di larghezza dalle sponde.
-  **Sottoclasse IVd (non rappresentata graficamente).** Include tutti gli alvei dei corsi d'acqua, naturali o artificiali, nei quali vige il vincolo di inedificabilità.