



COMUNE DI MERATE
Provincia di Lecco

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Componente geologica, idrogeologica e sismica

COMMITTENTE
COMUNE DI MERATE (LC)
Piazza degli Eroi, 3
23807 Merate (LC)

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

DATA

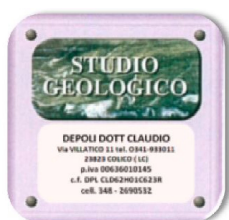
SETTEMBRE 2023

ELABORATO

R1

TECNICO INCARICATO

TIMBRO E FIRMA



STUDIO GEOLOGICO
DEPOLI DOTT. CLAUDIO
Via Villatico, 11
23823 Colico (LC)
Tel./Fax. 0341.933011
info@studiodepoli.com

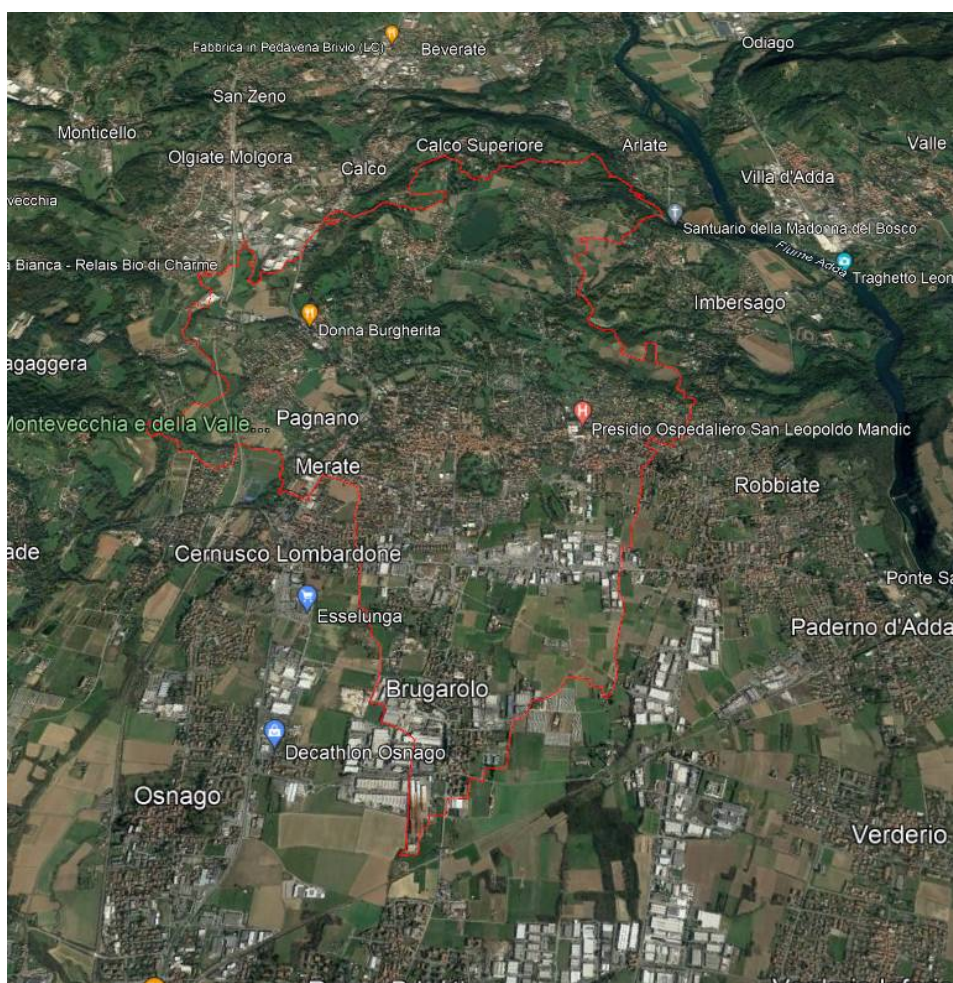
INDICE

1. INTRODUZIONE	3
1.1. EVOLUZIONE TERRITORIALE DELL'ULTIMO DECENNIO: ELEMENTI DI INTEGRAZIONE	5
1.2. ELEMENTI DI AGGIORNAMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE.....	8
1.3. CONSIDERAZIONI SULLA CARTOGRAFIA DI BASE	9
2. IL TERRITORIO	10
2.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	11
2.2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE.....	12
2.3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	14
3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO.....	15
3.1. CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE DELLA PROVINCIA DI LECCO.....	15
3.2. CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE DELL'AREA DI STUDIO	17
3.2.1. <i>Precipitazioni meteoriche intense: curve di possibilità pluviometriche</i>	22
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE	24
4.1. SINKHOLE E OCCHI POLLINI	28
DOCUMENTO DI PIANO	34
5. CARTA LITOLOGICA.....	35
5.1. OCCHI POLLINI	40
6. CARTA LITOTECNICA	42
6.1. INTEGRAZIONI ALLA CARTA LITOTECNICA.....	48
7. CARTA GEOMORFOLOGICA.....	49
7.1. OSSERVAZIONI	50
8. CARTA IDROGEOLOGICA	51
8.1. PREMessa	51
8.2. SOGGIACENZA E VARIAZIONI DEL LIVELLO PIEZOMETRICO	51
8.3. CARATTERISTICHE DI VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO	54
9. CARTA IDROGRAFICA.....	57
9.1. RETICOLO IDRICO PRINCIPALE (ESTRATTO DA STUDIO VIGENTE)	57
9.2. RETICOLO IDRICO MINORE	58
9.3. SPECCHI IDRICI	60
9.4. DELIMITAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO	61
10. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.....	62
10.1. ANALISI DI 1° LIVELLO	66
10.2. ANALISI DI 2° LIVELLO	66
10.3. OSSERVAZIONI	67
PIANO DELLE REGOLE	68
11. CARTA DEI VINCOLI.....	69
12. CARTA DI SINTESI	73

13. CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	77
13.1. CLASSE 1 – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (NON INDIVIDUATA NEL TERRITORIO COMUNALE DI MERATE)	77
13.2. CLASSE 2 – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CON SOTTOCLASSI)	77
13.3. CLASSE 3– FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CON SOTTOCLASSI)	78
13.4. CLASSE 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CON SOTTOCLASSI).....	78
14. CARTA PAI - PGRA.....	80
15. CARTA DI SOVRAPPOSIZIONE DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E PERICOLOSITÀ SISMICA	81
16. CARTA DI SOVRAPPOSIZIONE DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E PAI	81
17. ANALISI RISCHIO PGRA: CARTA DELLE CATEGORIE DI RISCHIO DEGLI ELEMENTI ESPOSTI	81
18. BIBLIOGRAFIA.....	82

1. INTRODUZIONE

Già dotato di pianificazione geologica, approvata e vigente, il Piano di Governo del territorio del Comune di Merate (LC) è oggetto di revisione e aggiornamento anche relativamente alla componente geologica. Il presente documento, realizzato per incarico della Amministrazione Comunale, aggiorna la componente geologica da utilizzarsi a supporto della pianificazione comunale, così come richiesto dall'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005 n. 12 e successiva D.G.R. XI/7564 del 15/12/2022, conformemente ai criteri e agli indirizzi definiti dalle Direttive regionali per la redazione dello studio geologico comunale. L'aggiornamento prende atto delle nuove disposizioni normative sovracomunali (es PGRA, R.R. Invarianza Idraulica e Idrologica, ecc) e delle evoluzioni geomorfologiche del territorio successive al 2012, anno dell'ultimo aggiornamento geologico del Piano di Governo del Territorio. Inoltre il documento di analisi e le tavole di cui si compone sono riportate su base topografica aggiornata.



Il territorio di Merate con evidenziato il confine comunale (estratto Google Earth)



Cicognola vista dal convento di Sabbioncello (zona collinare di Merate)



Foto panoramica dal convento di Sabbioncello (verso sud)

1.1. Evoluzione territoriale dell'ultimo decennio: elementi di integrazione

Per morfologia e ubicazione territoriale gli elementi di maggior spicco nel territorio comunale sono da collegarsi agli effetti conseguenti alle precipitazioni particolarmente forti; in questo caso ad ogni evento di notevole intensità (es 2019 con problemi alla viabilità, esondazione lago di Sartirana) sono possibili allagamenti, ruscellamenti e impaludamenti.



(foto estratte da Lecco Notizie 2019)



In tal senso si riportano gli ultimi eventi di precipitazioni intense che hanno determinato allarmi e danni nel territorio (in base a quanto riportato nei giornali quotidiani locali)

- 15 agosto 2010
- 18 settembre 2010
- 18 settembre 2011
- 5 maggio 2012
- 17 giugno 2013
- 12 novembre 2014
- Giugno 2020

In tali situazioni sono particolarmente sollecitate le sezioni idrauliche più critiche (es tombini, ponti, tombotti, ecc) o le aree limitrofe a zone depresse (allagamenti – esondazioni).





2014 (esondazione del T. Molgora)

t. Molgora 2020



1.2. Elementi di aggiornamento della documentazione

La componente geologica, idrogeologica e sismica dell'aggiornamento al Piano di Governo del Territorio del comune di Merate (Lecco) è rappresentata da uno studio di aggiornamento della documentazione esistente (approvata dalla Regione Lombardia ed in vigore) in conformità ai criteri formulati con D.g.r. 22 dicembre 2005, n. 1566 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T." (art. 57, comma 1 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12) , L.R. 2616/2011, DGR XI/7576 del 15.12.2022 e con riferimento agli indirizzi del recente PGRA.

Lo studio è composto da n. 23 elaborati, di seguito elencati:

R1	RELAZIONE GEOLOGICA	RELAZIONE TECNICA	
R2	NORME GEOLOGICHE	ELABORATO NORMATIVO	
R3	ANALISI AREE R4	RELAZIONE DI ANALISI	
R4	ANALISI SISMICA DI SECONDO LIVELLO	RELAZIONE TECNICA	
R5	SCHEDE INDAGINI ANALISI SISMICA 2° LIVELLO	ALLEGATO TECNICO	
ALL1	INDAGINI GEOTECNICHE DA BIBLIOGRAFIA	ALLEGATO TECNICO	
ALL2	PROVE DI LABORATORIO DA BIBLIOGRAFIA	ALLEGATO TECNICO	
T1	CARTA LITOLOGICA	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T2	CARTA LITOTECNICA	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T3	CARTA GEOMORFOLOGICA	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T4	CARTA IDROGEOLOGICA	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T5	CARTA IDROGRAFICA	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T6	CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI PRIMO LIVELLO	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T7	CARTA DEGLI SCENARI DI ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T8	CARTA DI ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO – PERIODO T1	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T9	CARTA DI ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO – PERIODO T2	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T10	CARTA DEI VINCOLI	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T11	CARTA DI SINTESI	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T12	CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T13	CARTA DI SOVRAPPOSIZIONE DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA E PERICOLOSITA' SISMICA	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000

T14	CARTA PAI PGRA	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T15	CARTA DI SOVRAPPOSIZIONE DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA E PAI	ELABORATO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000
T16	CARTA DELLE CATEGORIE DI RISCHIO DEGLI ELEMENTI ESPOSTI	ELEMENTO CARTOGRAFICO	SCALA 1:5.000

1.3. Considerazioni sulla cartografia di base

Gli aggiornamenti e le modifiche apportate allo studio vigente risultano sostanzialmente le seguenti:

- aggiornamento del regolamento geologico, che, oltre a riassumere la normativa in vigore (es NtA del PAI, PGRA, ecc) aggiorna anche le attenzioni geologiche d'uso del territorio attingendo alle ultime analisi territoriali (es Studio comunale di gestione del rischio idraulico);
- la carta PAI è stata aggiornata riportando le nuove aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo i diversi scenari di probabilità (PGRA);
- aggiornamento della Fattibilità geologica e ridefinizione delle sottoclassi con particolare distinzione degli ambiti di dissesto PAI ove risultano vigenti le prescrizioni delle Norme di Attuazione PAI;
- recepimento delle prescrizioni evidenziate dallo Studio comunale di Gestione del Rischio idraulico.

Inoltre è stata predisposta una carta PAI-PGRA secondo le nuove disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) approvate con delibera n. 6738 del 19 giugno 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale Regione Lombardia n. 25, serie Ordinaria, del 21 giugno 2017.

La restante documentazione è la trasposizione / ri-edizione della pregressa documentazione geologica aggiornata con il nuovo DBT comunale.

Eventuali difformità nei tematismi e nella definizione dei loro limiti è da attribuire alle diverse basi cartografiche utilizzate: Carta Tecnica Regionale, Carta Catastale, Cartografia Aerofotogrammetrica comunale.

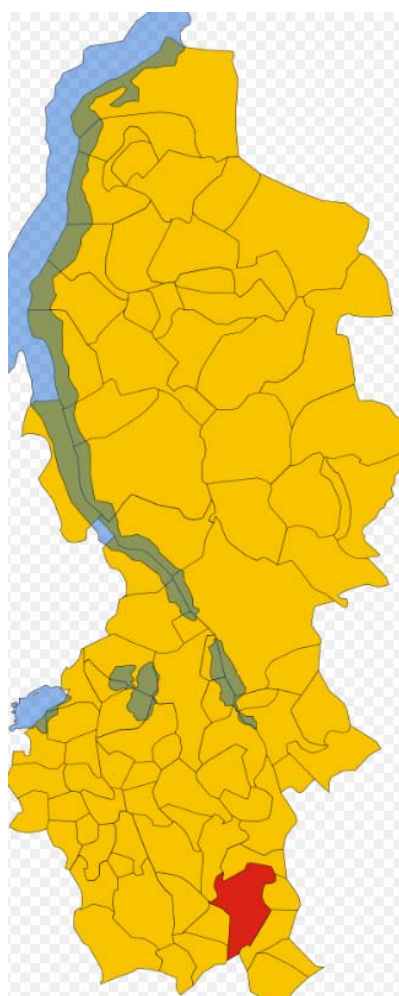
Infatti non è possibile una perfetta corrispondenza fra le differenti basi cartografiche, per cui fa fede l'elaborato di maggior dettaglio.

2. IL TERRITORIO

Il comune di Merate è ubicato nel settore sud orientale della provincia di Lecco, al confine con la provincia di Monza e Brianza, in destra idrografica del Fiume Adda ed è formato dalle frazioni: Brugarolo, Cassina Fra Martino, Novate Brianza, Pagnano e Sartirana.

Si trova al centro di una grande area fortemente urbanizzata, costituita da numerosi comuni del lecchese, confinando a nord con i comuni di Calco e Olgiate Molgora, ad est con Imbersago e Robbiate, ad ovest con Cernusco Lombardone, Osnago e Montevecchia, a sud con Robbiate e Ronco Briantino (Provincia Monza Brianza). Con un'estensione di 11km² il territorio comunale è caratterizzato da una morfologia pianeggiante (porzione meridionale) e collinare (porzione centro-settentrionale) tipica delle Prealpi Lombarde.

Come anticipato nelle precedenti pagine le problematiche principali riguardano soprattutto l'aspetto idrologico, con la presenza di aree esondabili. (T. Molgora e Lago di Sartirana – San Rocco).

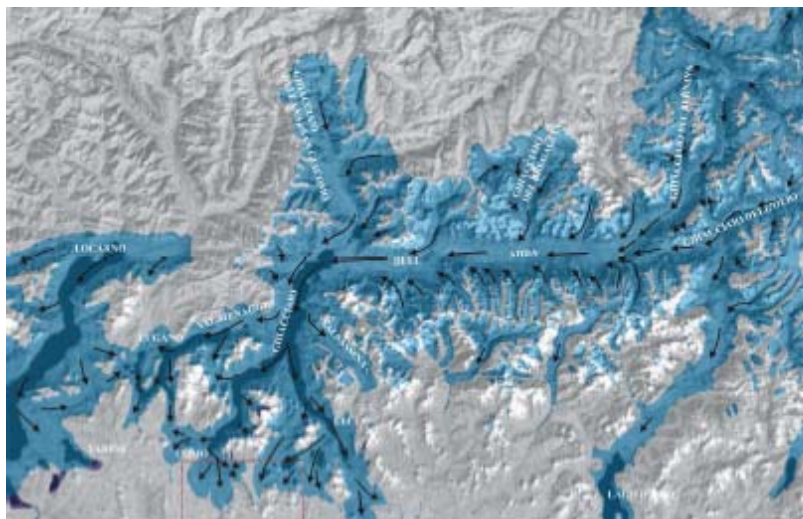


Ubicazione del comune di Merate all'interno della provincia di Lecco e fra i comuni confinanti

2.1. Inquadramento geomorfologico

Durante l'ultima glaciazione non esisteva sulle Alpi un'unica calotta glaciale ma grandi ghiacciai vallivi (BINI *et alii*); uno di questi era il ghiacciaio dell'Adda proveniente dall'alta Valtellina e formato dalla coalescenza di più ghiacciai, i principali dei quali erano il ghiacciaio del Bernina proveniente dalla Valle di Poschiavo, il ghiacciaio dell'Oglio proveniente dall'Aprica, il ghiacciaio Bregaglia proveniente dalla Val Bregaglia ed Engadina ed il ghiacciaio della Val San Giacomo.

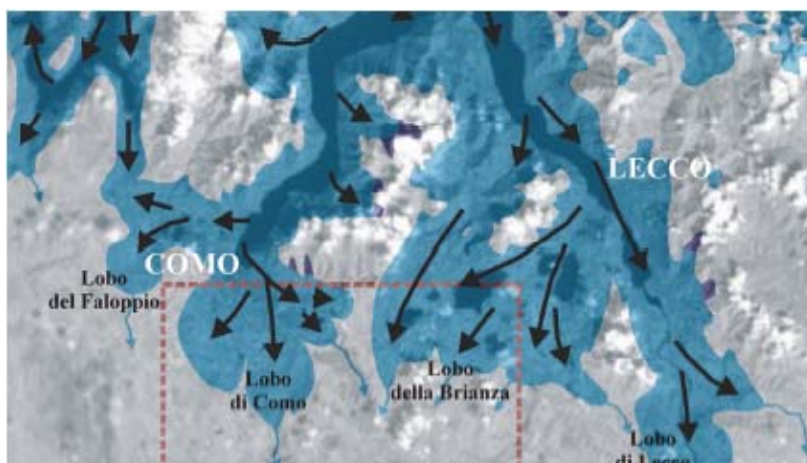
LGM – Ghiacciaio dell'Adda, disegno A. Bini (estratto da Note illustrative foglio 075 Como – CARG - ISPRA)



Questo grande ghiacciaio scendeva poi lungo il Lago di Como e nella zona di centro lago si divideva in

più lingue; una lingua percorreva la Valsassina, una lingua percorreva la Val Menaggio verso il Lago di Lugano, dove entrava in coalescenza con il ghiacciaio del Ticino, una lingua percorreva il ramo del lago di Como e una il ramo di Lecco. Queste ultime due lingue formavano, in area pedemontana, un grande anfiteatro morenico che durante alcune glaciazioni antiche (Glaciazione Bozzente) era unico, mentre durante le glaciazioni più recenti era diviso a formare quattro lobi, denominati da W verso E Lobo del Faloppio, Lobo di Como, Lobo della Brianza e Lobo di Lecco.

Dalle morene terminali dei lobi dell'anfiteatro si sono formate grandi piane fluvioglaciali.



LGM (Last Glacial Maximum) – Ghiacciaio dell'Adda (da Note illustrative CARG Foglio 096)

2.2. Caratteri geomorfologici del territorio comunale

L'origine della conformazione topografica dell'area indagata è da mettere in relazione con l'evoluzione Quaternaria relativa alle avanzate glaciali (in particolare il lobo di Lecco) che hanno interessato il territorio lariano.

L'area in esame si colloca al passaggio tra la fascia pedemontana dell'anfiteatro morenico lariano e l'alta pianura lombarda: in questo contesto è presente una morfologia caratterizzata da rilievi e pianalti collinari separati da ampie vallate dal fondo pianeggiante, solcate dai corsi d'acqua principali, limitate da versanti poco inclinati.

Tale morfologia deriva dal modellamento delle strutture quaternarie da parte dell'azione delle fiumane glaciali che hanno portato alla formazione di rilievi collinari e forme terrazzate, successivamente incise dalle acque correnti. Le fiumane glaciali alpine e prealpine grazie alla loro azione modellatrice di erosione, trasporto e sedimentazione in epoca pleistocenica e tardo pleistocenica hanno determinato la formazione di un anfiteatro morenico e di un sistema di terrazzi fluviali disposti al piede.

Il territorio comunale di Merate è posto lungo la fascia di raccordo tra le colline di origine glaciale a nord dell'allineamento Pagnano- Merate – Novate e le pianure di origine fluvioglaciale poste a sud di tale allineamento.



*Foto scattata da Brugarolo verso nord in cui si vedono le colline moreniche sullo sfondo
(nel primo e secondo profilo)*

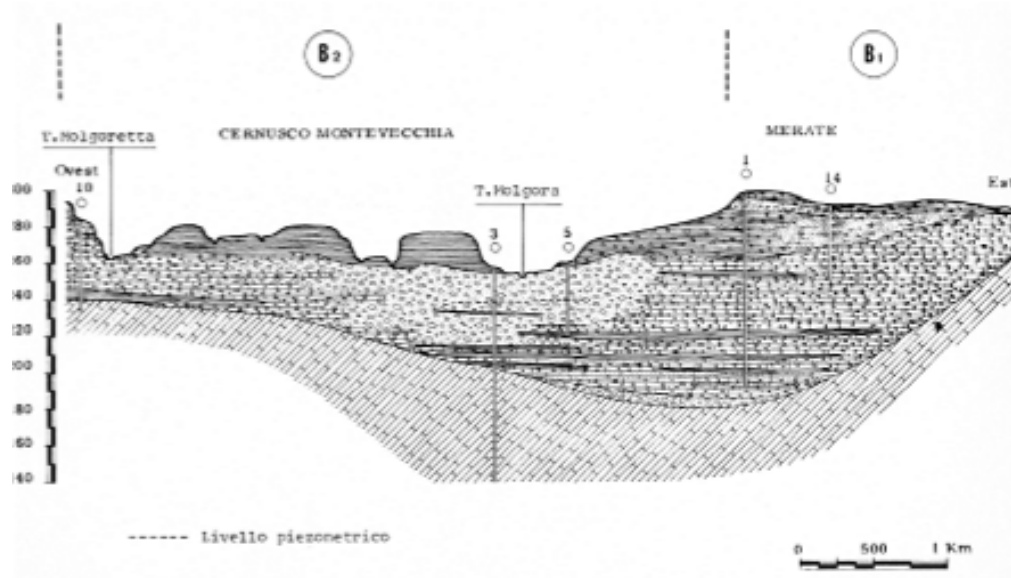
Un elemento residuo del modellamento periglaciale può essere riferito al bacino del Lago di Sartirana.



Lago di Sartirana e percorso pedonale che costeggia il lago di Sartirana

2.3. Inquadramento idrogeologico

La sezione idrogeologica (riferimento bibliografico locale, studio Geoplanet) individua la presenza di un valido acquifero superficiale (Ceppo lombardo).



Sempre in relazione a dati bibliografici si tratta di depositi con buona permeabilità, come sintetizzato nella seguente tabella:

k (cm/s)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	
k (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹	
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile						
Tipi di terreno	Ghiaie pulite		Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie	Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi	Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi	Argille omogenee e compatte						
Determinazione diretta di K	Prove dirette in situ mediante pompaggio												$K = 3.2 \times 10^{-2} \text{ m/sec}$
	Infiltrometri - Permeametri a carico costante												$K = 1.07 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$
Determinazione indiretta di K	Permeametri a carico variabile												$K = 1.19 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$
	Analisi granulometrica (applicabile a sabbie e ghiaie pulite)						Prove di consolidamento						$K = 3.4 \times 10^{-2} \text{ m/sec}$
												$K = 3.2 \times 10^{-2} \text{ m/sec}$	
												$K = 3.2 \times 10^{-2} \text{ m/sec}$	

3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

3.1. Caratteristiche pluviometriche della Provincia di Lecco

Il clima della Provincia di Lecco risulta fortemente influenzato dalla presenza del bacino del Lario che svolge una funzione mitigatrice delle condizioni climatiche (temperature, precipitazioni, venti, ecc) e perché le sue acque hanno un ruolo fondamentale nell'alimentazione del ciclo idrologico locale.

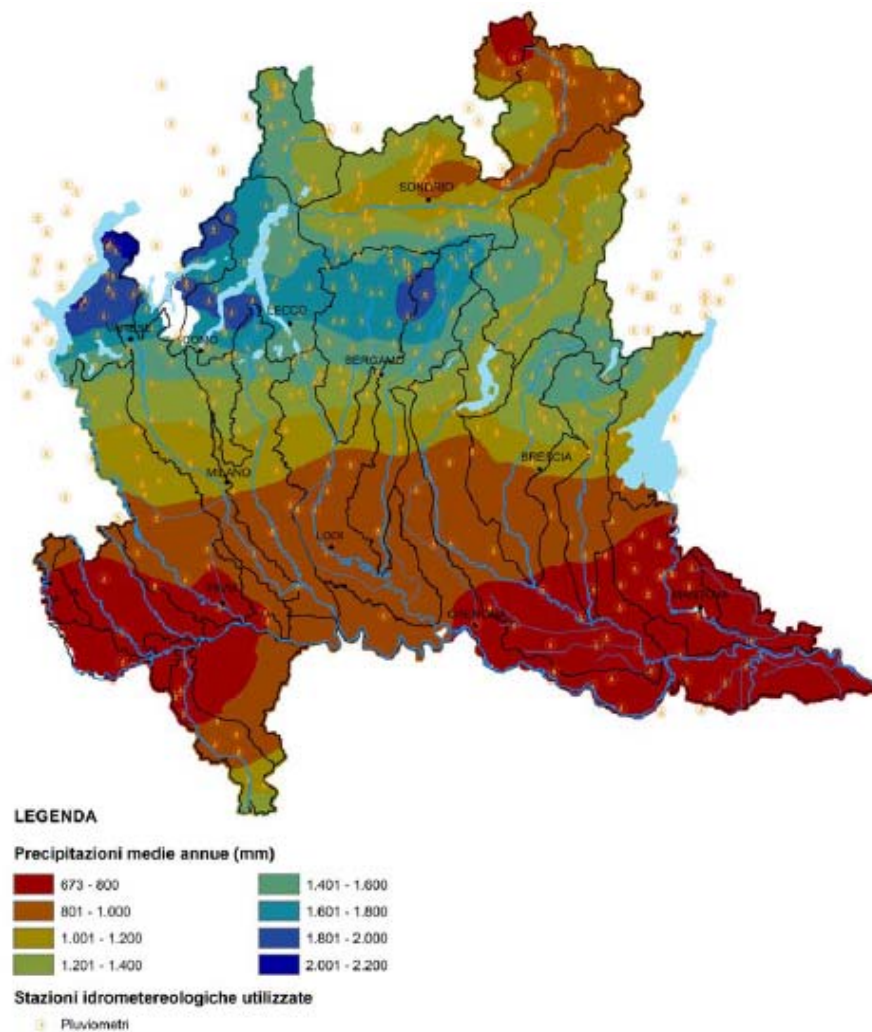
Le precipitazioni sono abbondanti ovunque, con medie superiori, talora anche di molto, ai 1200 mm/anno nelle zone montuose. Nel corso dell'anno si registrano due massimi stagionali: uno primaverile estivo e l'altro autunnale.

Nella Provincia di Lecco si registrano valori di piovosità media annui variabili fra 1200 e 2100 mm circa. Il gradiente di distribuzione, pur tenendo conto di un aumento delle precipitazioni con la quota è abbastanza regolare, con aumenti di piovosità più netti nella fascia compresa fra Lecco e Ballabio in corrispondenza del settore meridionale del gruppo delle Grigne.

Tali massimi rientrano in una fascia d'alta piovosità che dal Lago di Lugano si estende fino ai rilievi dell'alta e media Val Brembana. I valori più elevati si registrano in ogni caso nella porzione Nord-Orientale del territorio (Alta Valvarrone), risentendo dei massimi di piovosità registrati lungo il crinale orobico (stazioni di Lago Trona e Lago Inferno).

La fascia altimetrica meno piovosa è quella compresa tra 400 e 900 m. s.l.m., mentre nella parte meridionale le precipitazioni risultano più abbondanti in prossimità delle colline di Montevecchia e del corso dell'Adda, ovvero della fascia in cui si inserisce il territorio comunale di Merate. La fascia costiera compresa fra Lierna e Mandello è caratterizzata da valori elevati poiché risente del picco di piovosità che si colloca sul Triangolo Lariano.

La piovosità decresce gradualmente verso Nord creando una zona abbastanza livellata (1500 mm circa) nell'area compresa tra i tratti medi e terminali dei corsi d'acqua Pioverna e Varrone. Le precipitazioni diminuiscono ancora verso l'estremità Nord della Provincia per raccordarsi rapidamente coi i minimi registrati lungo la Valtellina.



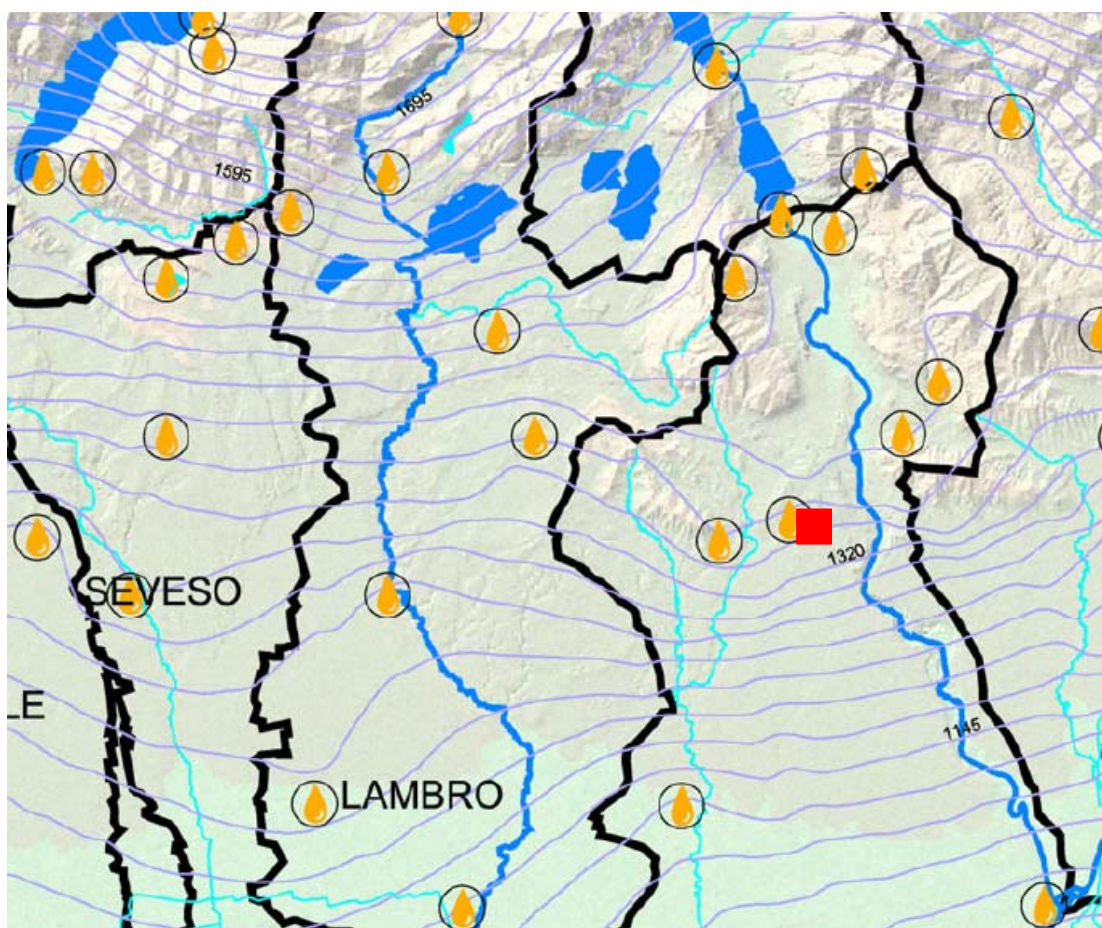
Carta delle precipitazioni medie della Regione Lombardia

(fonte: Allegato 2 al P.T.U.A. della Regione Lombardia - Marzo 2006)

3.2. Caratteristiche pluviometriche dell'area di studio

Il territorio di Merate è caratterizzato da un clima temperato delle medie latitudini, piovoso o generalmente umido in tutte le stagioni e con estati molto calde e afose con temperature che non superano mediamente i 35°. Il regime pluviometrico è sub-litoraneo con due massimi in corrispondenza degli equinozi autunnale e primaverile.

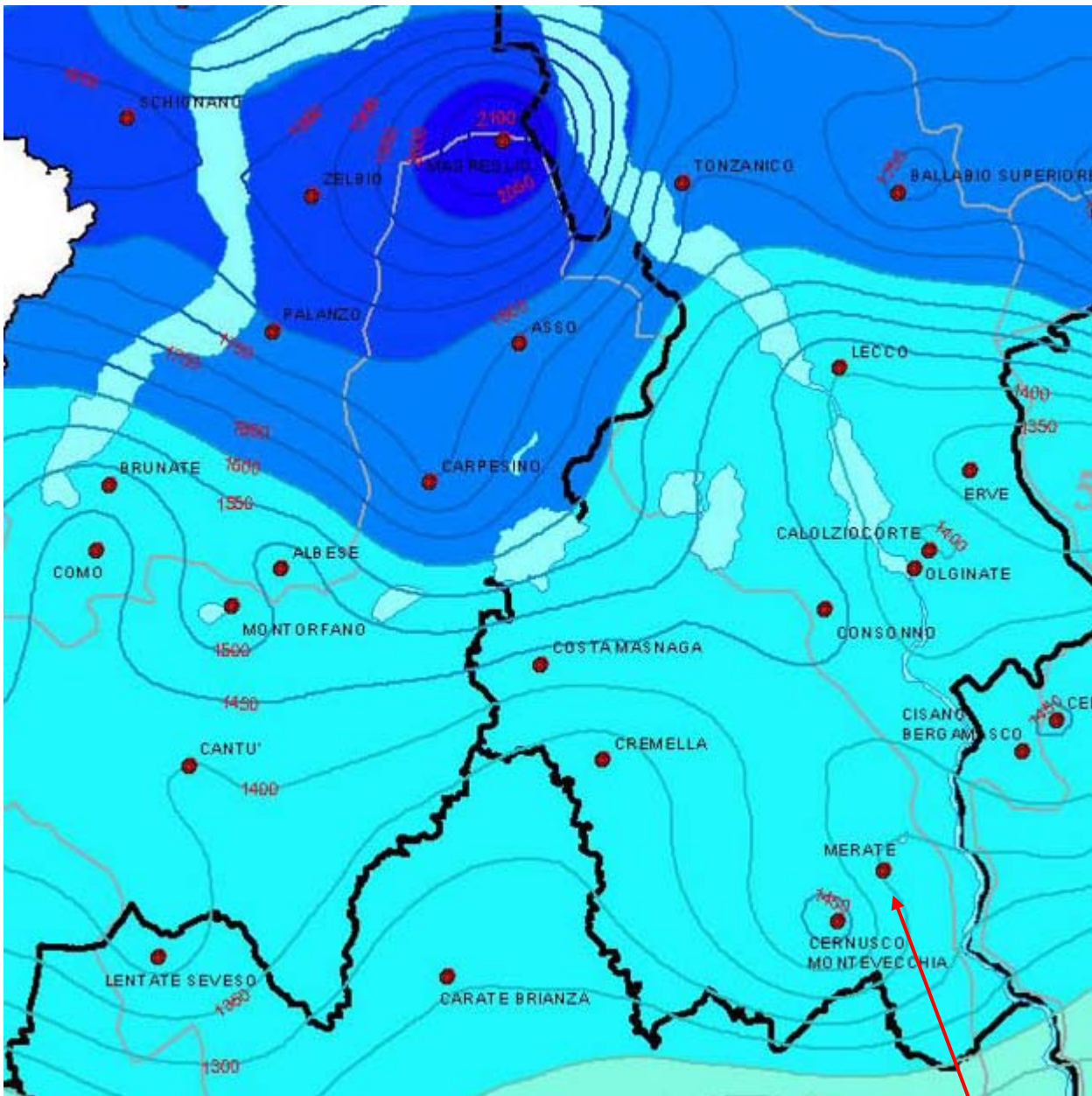
Generalmente le precipitazioni risultano ben distribuite, anche se mai particolarmente abbondanti. L'estratto della Tavola 6 – Piogge medie annue del territorio regionale (Regione Lombardia P.T.U.A. - Marzo 2006), che rappresenta l'idrografia principale, le isoiete con equidistanza 25 mm e le stazioni idro-meteorologiche utilizzate (pluviometri), evidenzia come il territorio di Merate sia caratterizzato da una pioggia media annua compresa tra 1270 e 1320 mm.



Estratto dalla Tavola 6 – Piogge medie annue del territorio regionale (P.T.U.A. della Regione Lombardia - Marzo 2006) (il quadrato rosso indica la posizione del territorio comunale di Merate)

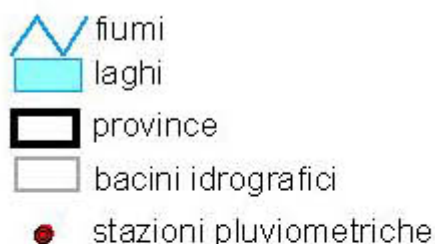
Si riporta anche un estratto della “Carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo” (registrate nel periodo 1891 – 1990) a cura di M. Ceriani. M. Carelli in cui per il comune di Merate risul-

tano precipitazione medie annue, in riferimento al periodo di registrazione, pari a 1350 mm annui.

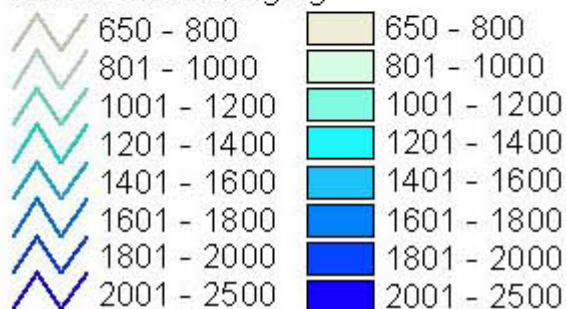


Pioggie medie annue registrate nel periodo 1891-1990

Legenda



Isoiete medie Kriging



Negli ultimi anni si è notata una notevole variabilità sia per quanto riguarda lo spessore dello strato nevoso sia per quanto riguarda la sua permanenza al suolo; si sottolinea, in proposito, come anche a Merate, in anni recenti, si sia assistito a fenomeni di cosiddetta “tropicalizzazione” o “estremizzazione” del clima, con alternanza di lunghi periodi siccitosi ed il manifestarsi di fenomeni temporaleschi estivi particolarmente intensi e localizzati.

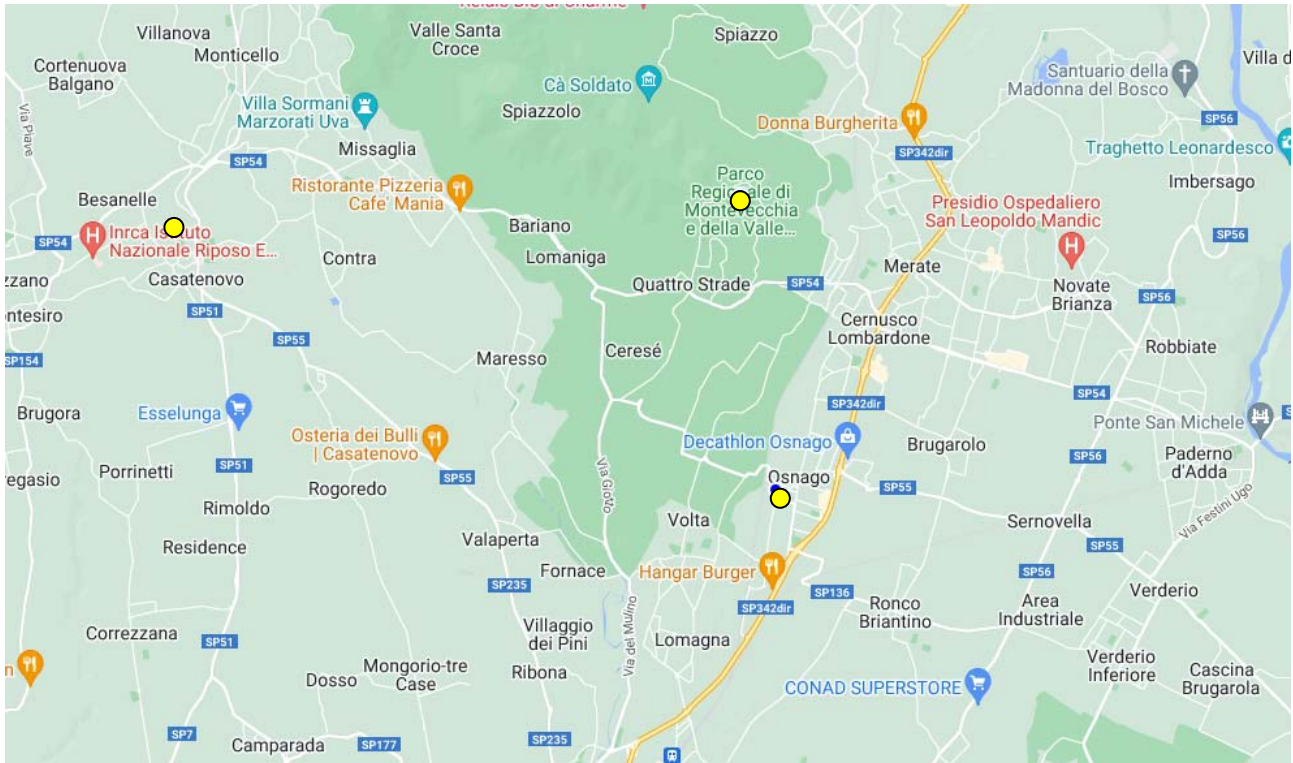
Da un punto di vista termico il mese più caldo è luglio seguito da agosto, mentre i mesi più freddi sono gennaio e dicembre.

Sul territorio comunale di Merate non sono presenti stazioni di misura delle grandezze pluviometriche che permettano di inquadrare il regime pluviometrico del territorio, per tale motivo si è fatto riferimento a stazioni di misura esterne al territorio comunale, ma limitrofe.

In particolare si è fatto riferimento alle stazioni termo-pluviometriche presenti sui territori comunali di:

- Osnago, posta a circa 11 m in direzione sud-ovest per la quale sono disponibili i dati registrati a partire dal 01/01/2004 ad oggi
- Montevicchia, posta a circa 10 km in direzione ovest per la quale sono disponibili i dati registrati a partire dal 11/01/2008
- Casatenovo posta a circa 20 km in direzione ovest per la quale sono disponibili i dati registrati a partire dal 26/04/2002

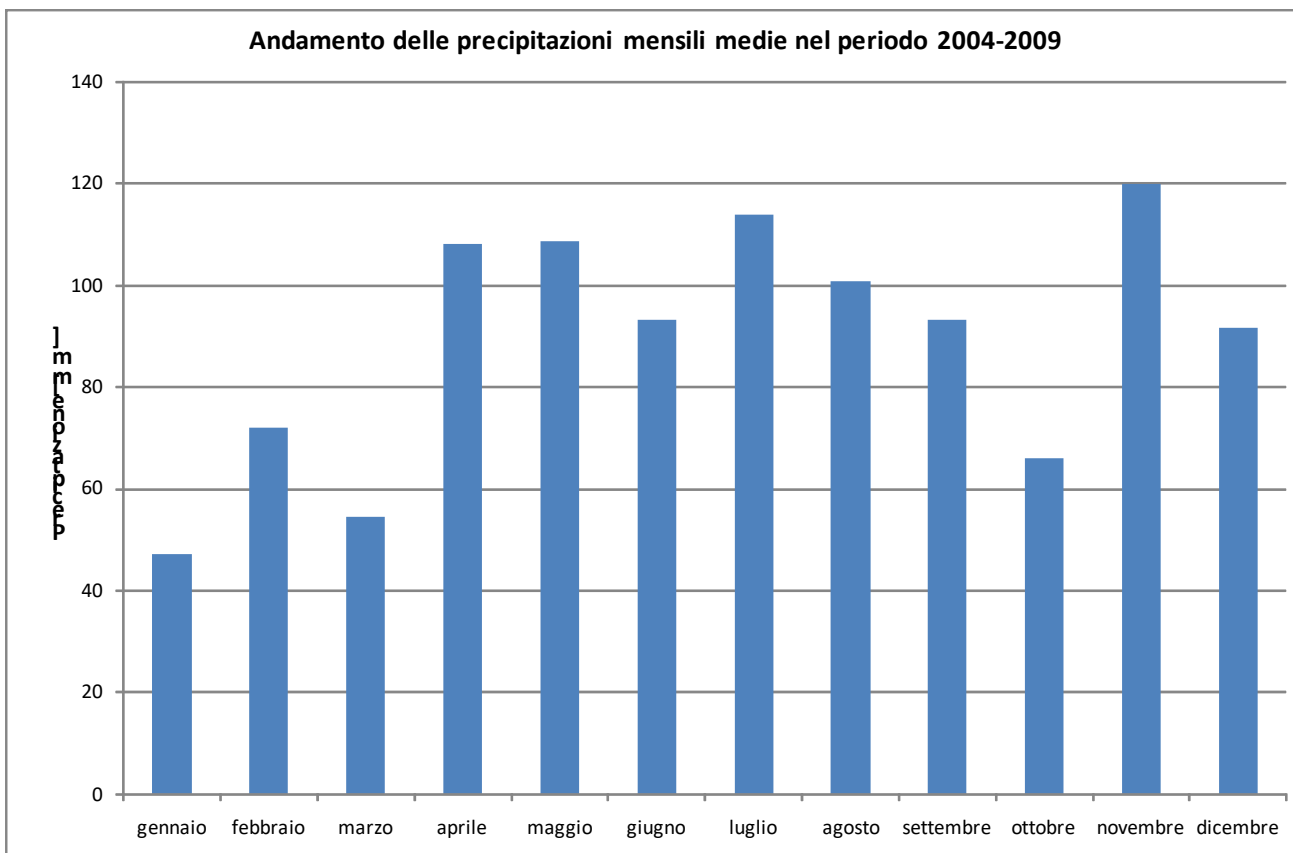
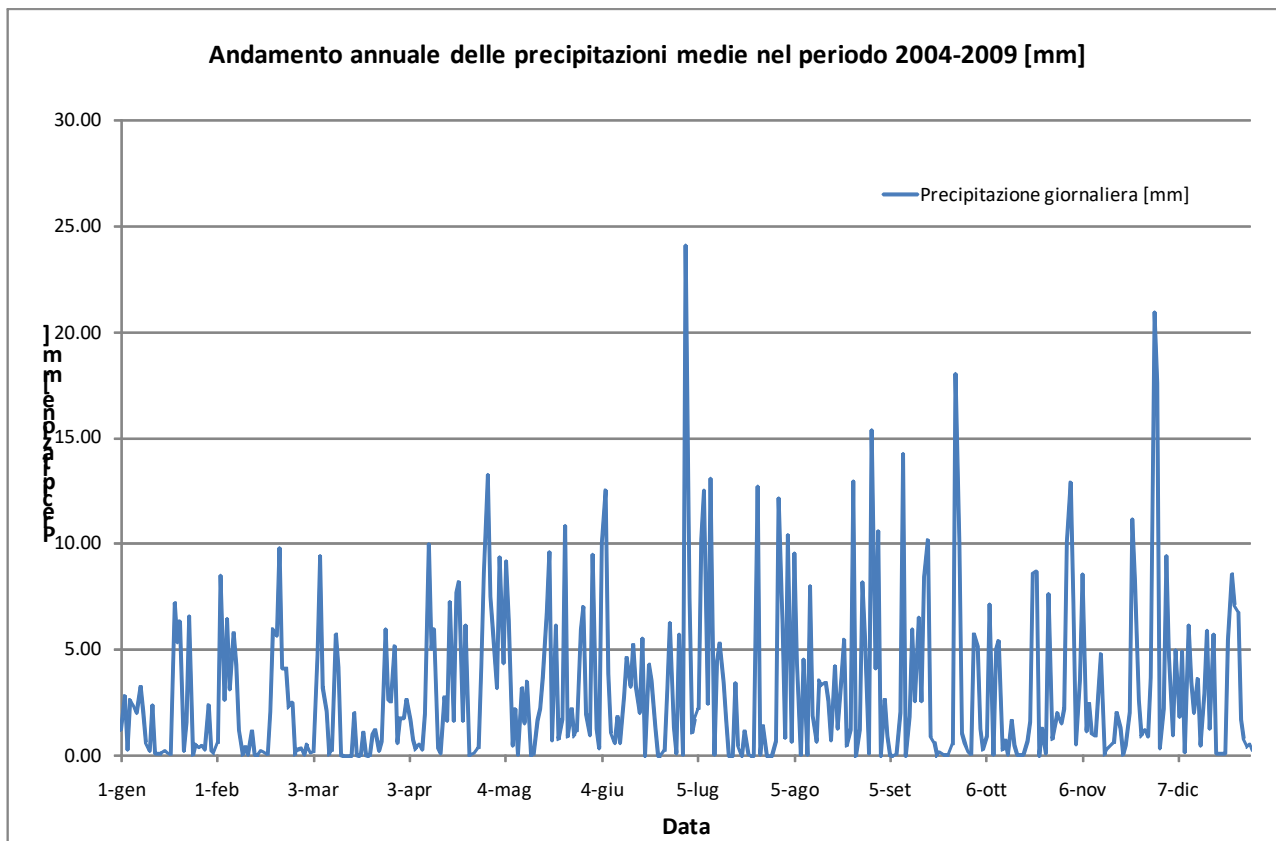
Si riporta una carta estratta dal portale del Servizio Idrografico di ARPA Lombardia, in cui sono evidenziate (in giallo) le stazioni termo-pluviometriche prossime al territorio comunale di Merate in termini di distanza ed alle quale si è fatto riferimento per valutare il regime pluviometrico dell'area.



Ubicazione pluviometri nei dintorni di Merate (indicati con pallino giallo - estratto da Portale Servizio Idrografico ARPA Lombardia)

In relazione alla distanza ed alla lunghezza della serie storica dei dati disponibile si è assunta la stazione termo-pluviometrica di Osnago quale riferimento per l'inquadramento del regime pluviometrico dell'area in cui si inserisce il territorio comunale di Merate.

Nei grafici seguenti si riportano rispettivamente l'andamento annuale delle piogge cumulate giornaliere medie e l'andamento delle precipitazioni mensile medie, entrambe riferite al periodo compreso tra il 2004 ed il 2009.



Andamenti ricostruiti in base ai valori registrati nella stazione termo-pluviometrica di Osnago

3.2.1. *Precipitazioni meteoriche intense: curve di possibilità pluviometriche*

La determinazione della quantità ed in particolare dell'intensità della precipitazione assume una notevole importanza nella progettazione delle opere edilizie e nel dimensionamento delle opere idrauliche più o meno complesse.

In questo paragrafo vengono pertanto riportate le cosiddette curve di possibilità pluviometrica caratteristiche per il territorio comunale di Merate ricavate dai dati contenuti nel Sistema Idrografico di ARPA Lombardia. I parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica sono stati ricavati mediante l'analisi statistica dei parametri definiti a partire dai valori delle grandezze rilevate presso le 105 stazioni pluviometriche che costituiscono la rete di monitoraggio regionale.

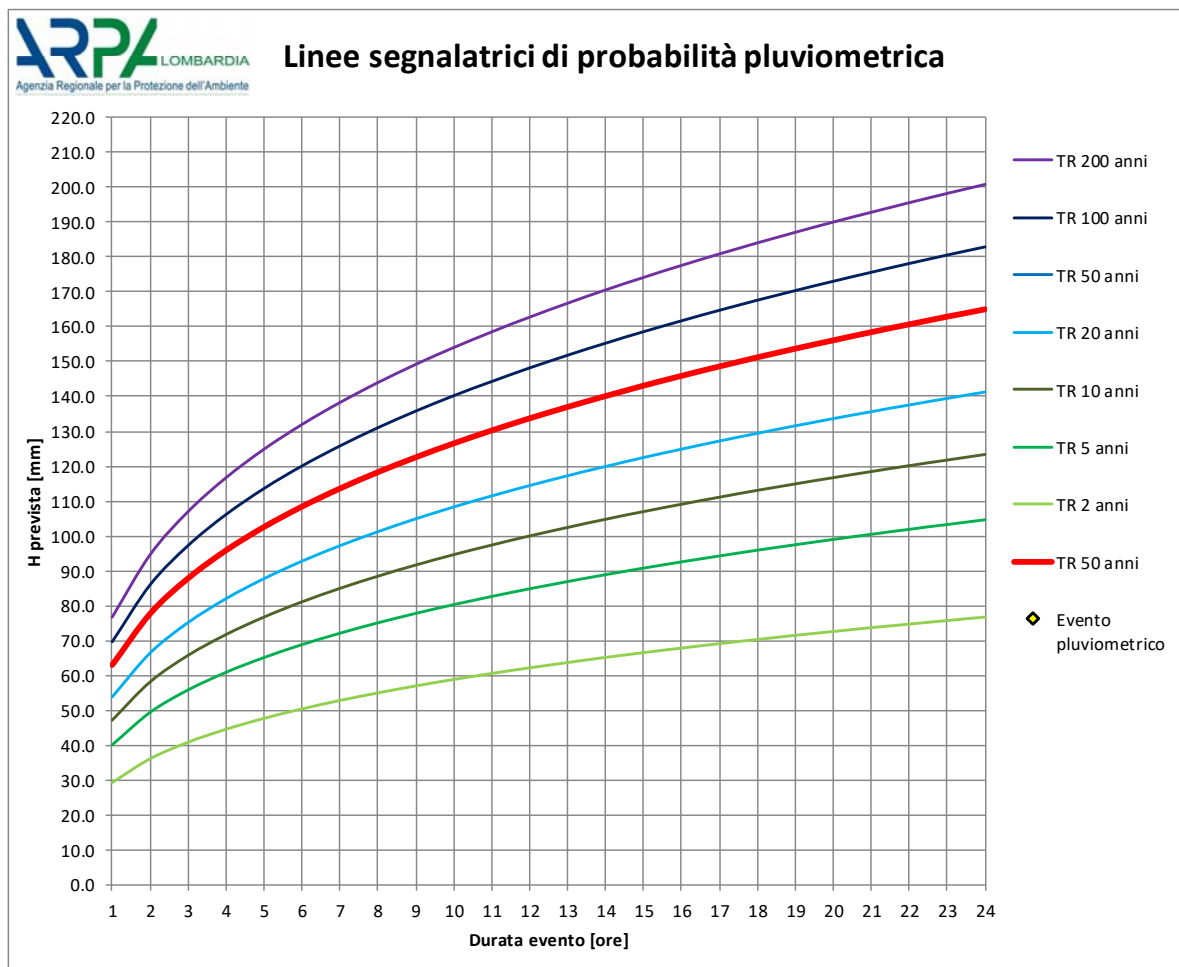
Le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica esprimono la relazione tra le altezze massime e le durate di pioggia che si possono verificare in una determinata zona, per un assegnato valore del periodo di ritorno.

Nel grafico sono riportate le curve di possibilità pluviometrica rappresentative del territorio comunale di Merate dalle quali è possibile ricavare l'altezza di pioggia per assegnata durata D e tempo di ritorno T , attraverso la seguente espressione:

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

in cui i parametri a_1 , n e w_T sono tabulati.

Il parametro w_T , cosiddetto quantile normalizzato, è variabile in funzione del tempo di ritorno considerato.

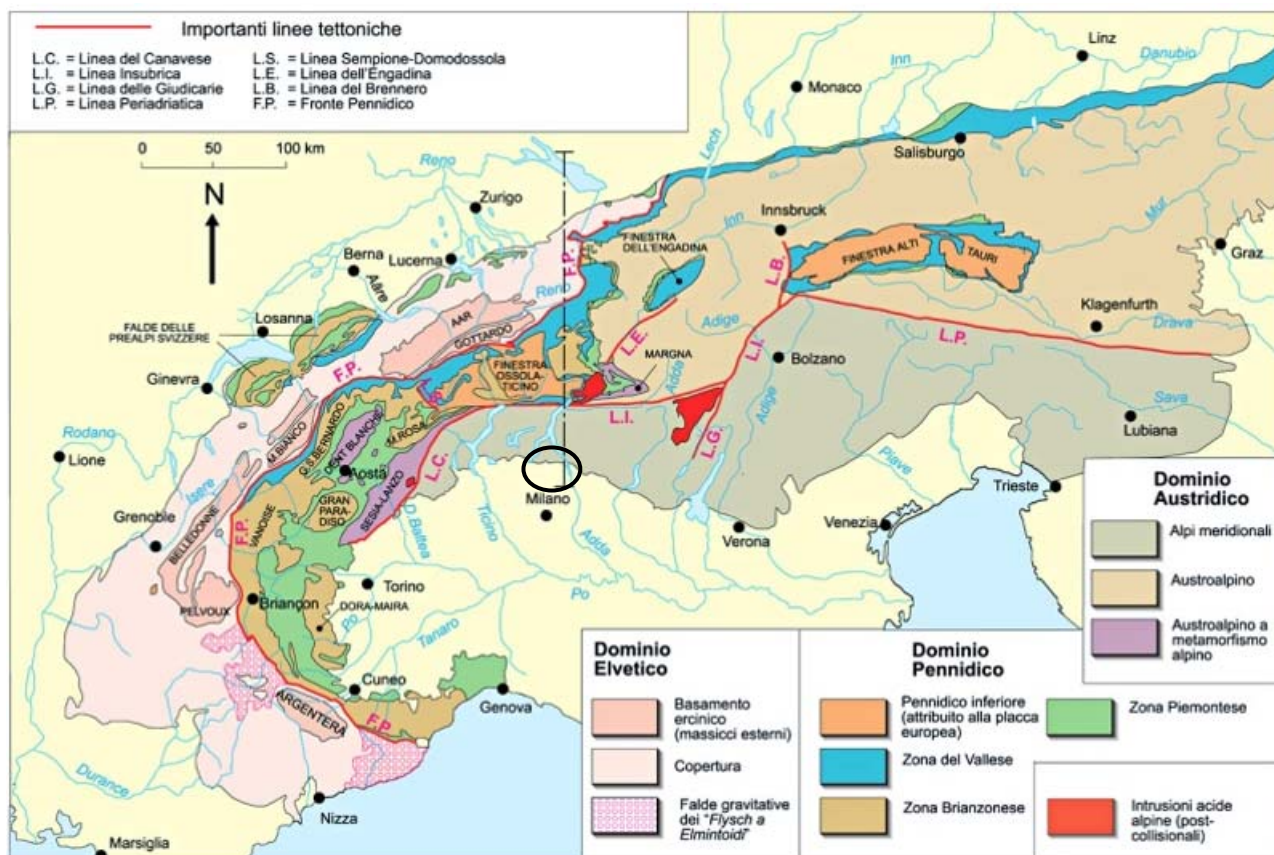


Nella tabella seguente si riportano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno compresi tra 2 e 50 anni caratteristici per il territorio comunale di Merate.

TR [anni]	A	n
2	29.24	0.3031
5	39.92	
10	47.06	
20	53.97	
50	62.99	
100	69.81	
200	76.66	

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

L'attuale assetto della catena alpina è dovuto all'ultima fase di convergenza tra le placche europea ed africana dove si possono individuare due sistemi tettonici principali separati dalla Linea Insubrica.

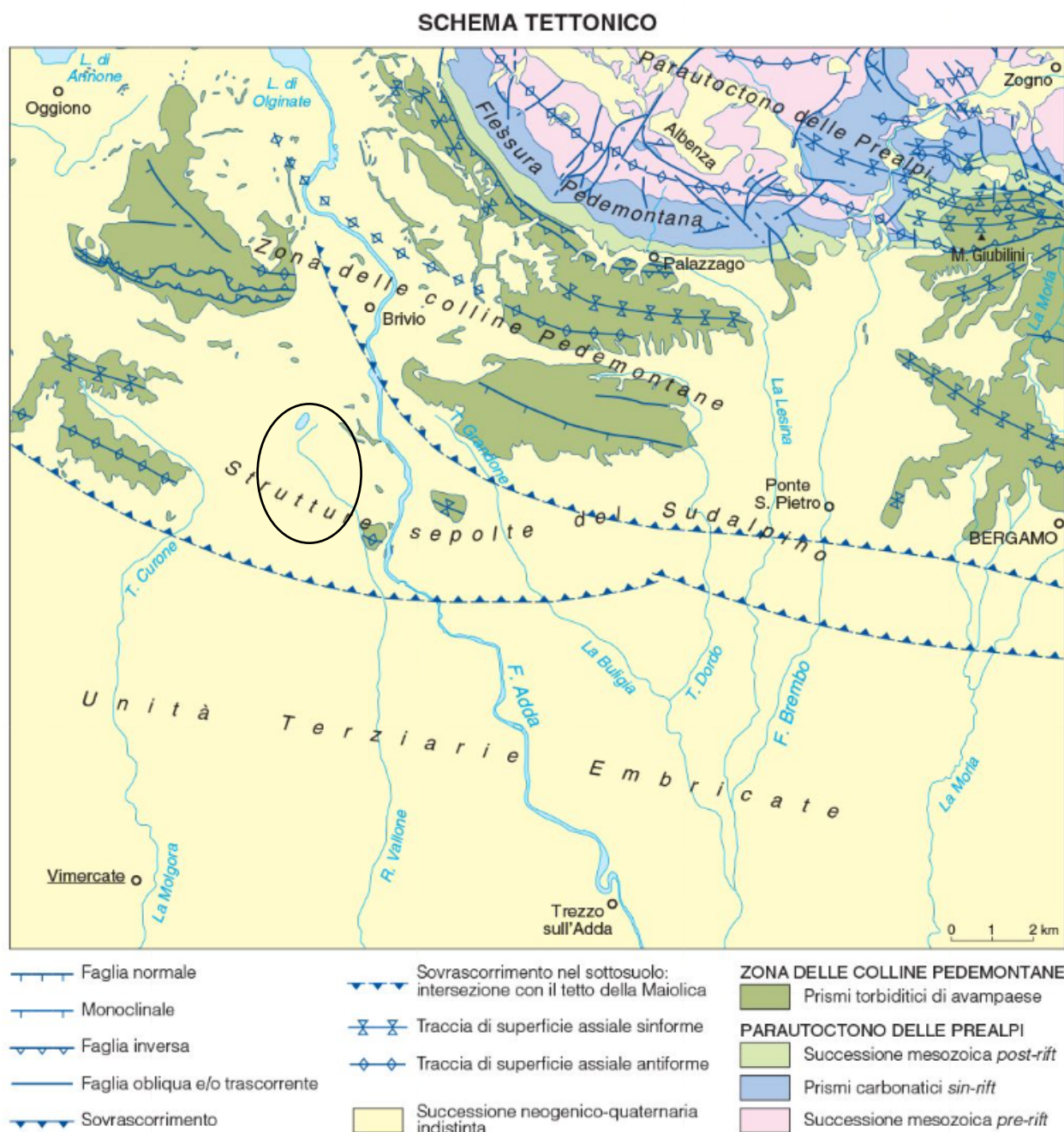


Il settore a Nord è costituito, partendo dalle porzioni più esterne, da: le falde pellicolari di scollamento della catena del Giura franco - svizzero; il bacino della Molassa con sedimenti derivanti dall'erosione della catena; il dominio Elvetico con le unità elvetiche ed ultraelvetiche, di derivazione europea con coperture sedimentarie e basamento caratterizzato da impronta metamorfica ercinica nei massicci esterni e alpina solo nelle porzioni più interne, il Dominio Pennidico con le unità pennidiche, cui si associano anche unità ofiolitiche mesozoiche e coperture pelagiche di fossa o di margine; il Dominio Austridico con le unità dell'Austroalpino orientale ed occidentale, di derivazione africana e diversamente coinvolte nell'orogenesi alpina e le Alpi Meridionali che si collocano a sud della Linea Insubrica.

Le Alpi Meridionali rappresentano il margine continentale africano (*'Promontorio Apulo'*) con impronta metamorfica prealpina, deformato e raccorciato durante l'evento alpino, su cui s'impone la molassa della pianura del Po.

La fascia pedemontana dell'Alta Brianza è caratterizzata da un substrato roccioso, deformato in ampie pieghe fagliate e in genere poco esposto e costituito da successioni di età cretacea (Aptiano-Coniaciano)

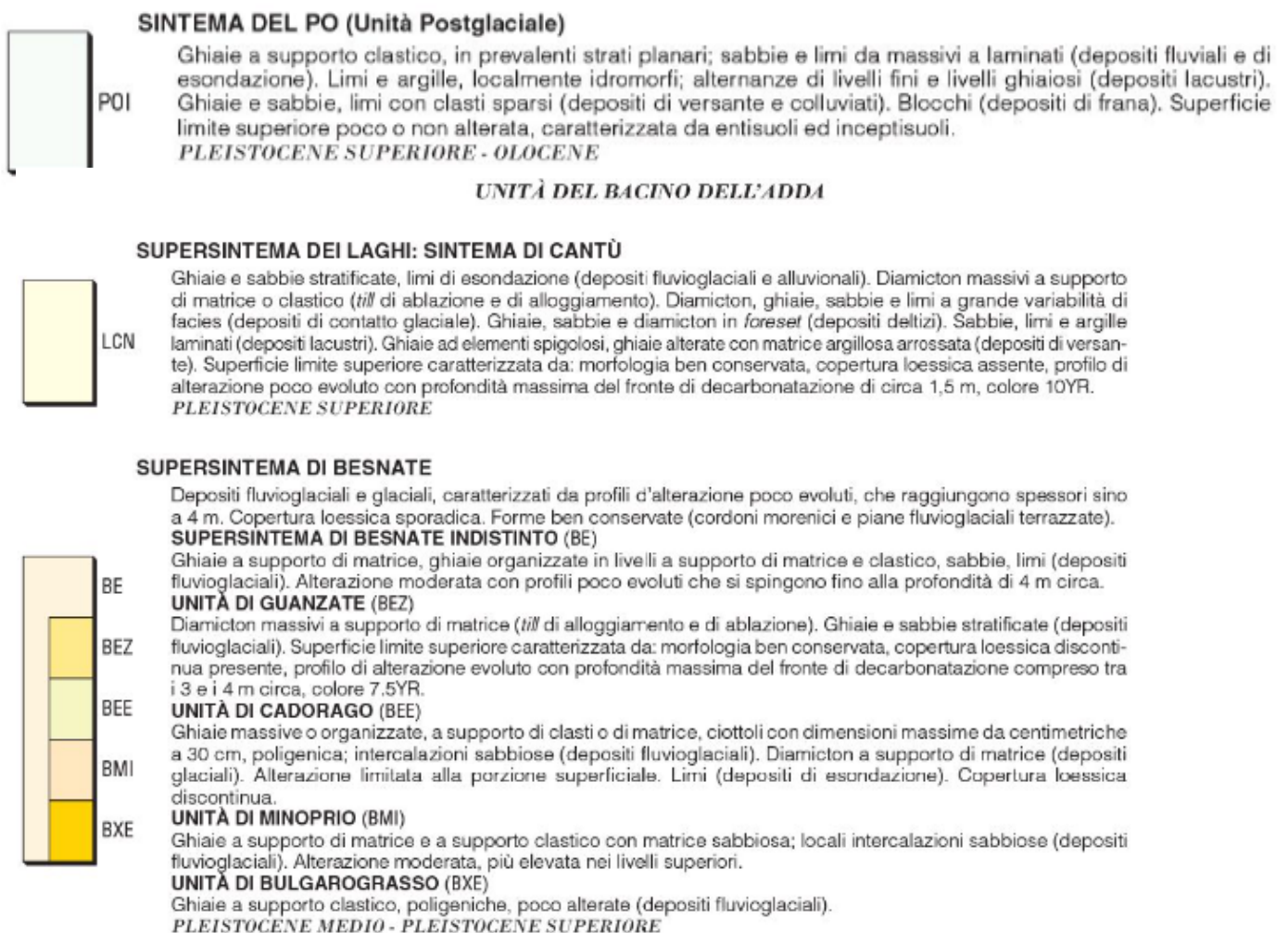
comprendenti torbiditi in prevalenza silicoclastiche (Flysch di Pontida, Arenaria di Sarnico), solo episodicamente carbonatiche (Sass de la Luna), e pelagiti (Marna di Bruntino) che testimoniano il progressivo sollevamento del nucleo più antico della catena alpina. L'elevata erodibilità dei litotipi determina forme dolci e versanti generalmente poco acclivi, che solo localmente, riescono a raggiungere pendenze subverticali e originare falesie di altezze nell'ordine delle decine di metri.

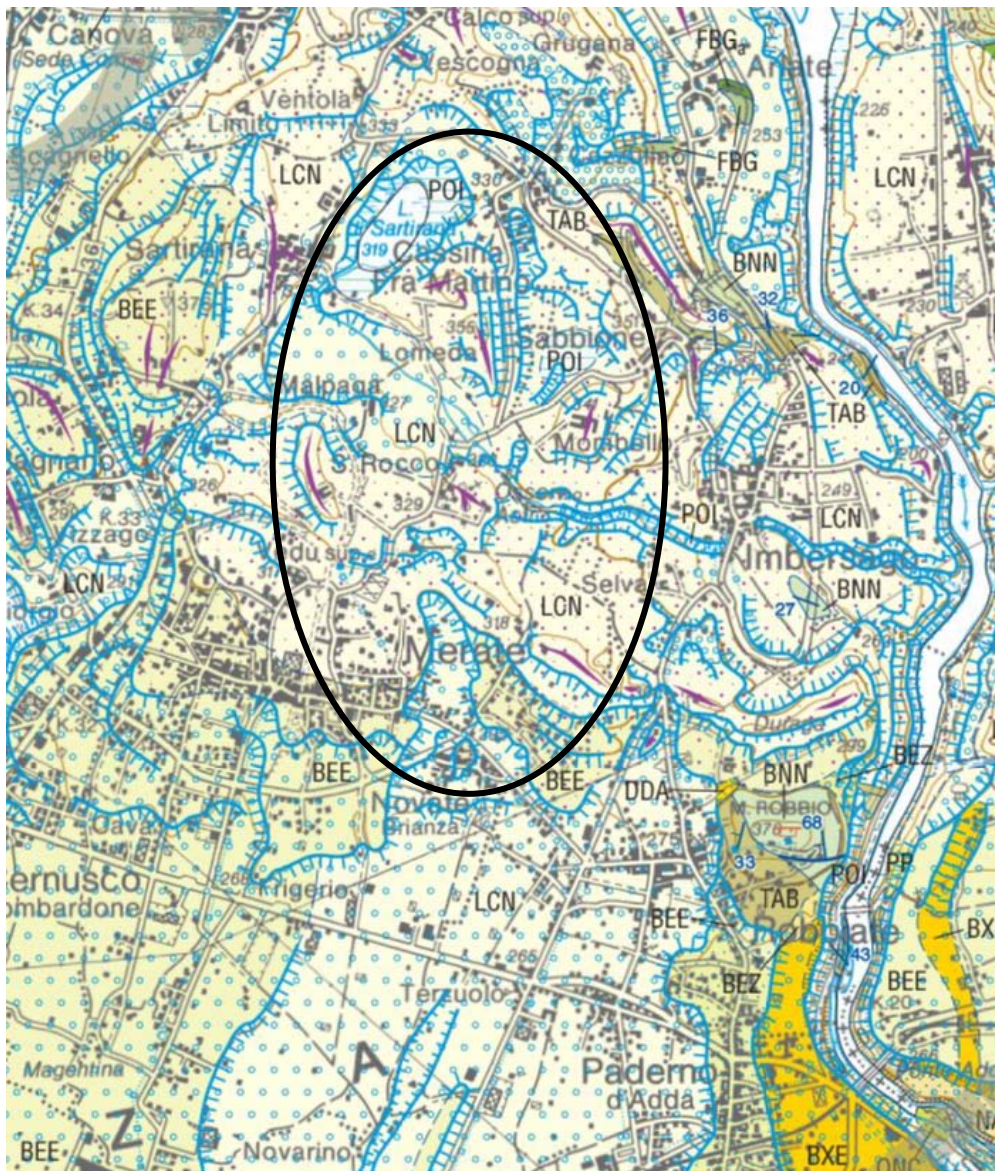


Schema tettonico estratto da Carta geologica d'Italia – Vimercate Foglio 097 -ISPRA

Nella Brianza lecchese la successione flyschoidale della Bergamasca comprende successioni ritmiche arenaceo marnose (arenaria di Sarnico, Flysch di Bergamo) alle quali si intercalano corpi grossolani (conglomerato di Sirone) e depositi legati a franamenti sinsedimentari di estensione bacinale (*Megabed* di Missaglia). Verso Sud tale successione è suturata da emipelagiti (formazione di Brenno e formazione di Tabiago in prevalente facies di “Scaglia”; formazione di Cibrone), che presentano ancora intercalazioni di cunei clastici grossolani (membro di Montorfano della Formazione di Tabiago) e, verso la sommità, di sottili letti piroclastici. L'intera successione accompagna una fase di strutturazione precoce dell'orogene alpino.

Il substrato roccioso pre Quaternario affiora in sporadiche ed isolate zone del territorio e fa da basamento ad un considerevole volume di sedimenti di origine glaciale e fluvioglaciale appartenenti alla successione Neogenica – Quaternaria (Sintema del Po, Sintema di Cantù, supersintema di Besnate).





Estratto Carta geologica d'Italia foglio 97 – Vimercate

4.1. Sinkhole e Occhi Pollini

Nell'ultimo ventennio sono stati registrati in aree di pianura italiane, in aree urbane e in aree il cui sottosuolo presenta cavità anche di origine antropica fenomeni di sprofondamento naturale ed improvviso che hanno dato origine a voragini generalmente di forma sub-circolare di diametro variabile da alcuni metri a poche centinaia di metri.

Questi fenomeni sono noti in letteratura con il termine "sinkhole".

I sinkholes erano conosciuti già in epoca romana (riferimenti sono presenti negli scritti di Plinio il Giovane e di Vitruvio, risalenti al I sec a.C., e nel "De Prodigijs" di Giulio Obsequente e successivamente nei lavori di Dionigi di Alicarnasso, di Livio nel 550 d.C.) e medioevale in molte regioni italiane.

A partire dal 2002 ISPRA ha avviato a livello nazionale un'attività di ricerca, valutazione e mappatura, che ha portato alla realizzazione di un catalogo specifico inerente tale categoria di dissesto, il "Database Nazionale dei Sinkhole".

Sono stati censiti sul territorio italiano le voragini o fosse subcircolari di genesi poco chiara, definite, da diversi autori forme crateriche o pseudo crateriche. Alcune sono state rilevate in aree vulcaniche e quindi sono state attribuite in passato a fenomeni vulcanici (maar, o piccoli crateri), altre presenti in aree pianeggianti nelle vicinanze di dorsali carbonatiche sono state attribuite a fenomeni carsici profondi (doline alluvionali), altre ancora sono state attribuite ad attività antropiche (cave, miniere, anfiteatri romani, voragini dovute ad esplosioni etc.).

Relativamente alla Lombardia, il Database Nazionale dei Sinkhole include la rappresentazione di 109 sinkhole/cavità, distribuiti lungo la valle del Po, tra la val Seriana e la val Cavallina, nell'Alta pianura lombarda in provincia di Monza e Brianza. (Burl 24 dicembre 2022)

Una classificazione generale delle varie tipologie di sprofondamenti vede la suddivisione in alcune grandi classi di fenomeni in relazione ai processi genetici che li hanno originati (attività umana, acque di infiltrazione o fluidi di risalita):

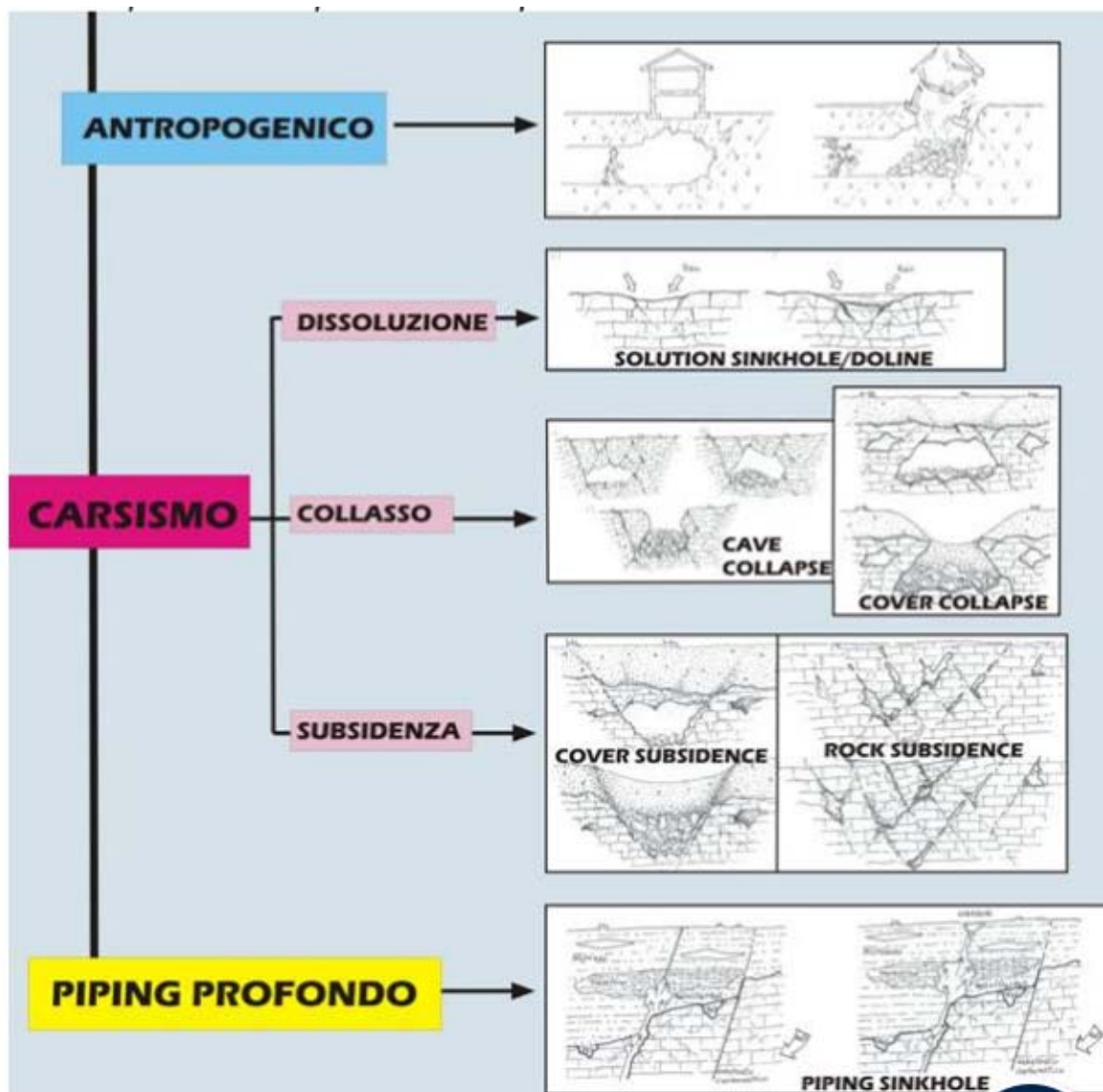
- sprofondamenti antropici (coincidenti con il termine di anthropogenic sinkhole),
- fenomeni carsici,
- fenomeni di evorsione o suffosione superficiale,
- fenomeni di piping profondo.

In base ai meccanismi genetici si definiscono:

- ✓ Sprofondamento di origine antropica - anthropogenic sinkhole: semplice collasso di volte originate dall'attività umana (cave, miniere, catacombe, scavi di varia origine etc.), con formazione di cavità con morfologia varia, non necessariamente sub-circolare.
- ✓ Per quanto riguarda i fenomeni carsici la classificazione delle doline è in base al meccanismo che ha

provocato la cavità in superficie. I meccanismi a cui sono riconducibili i fenomeni sono i seguenti: la sola dissoluzione, la lenta subsidenza, il crollo

- ✓ Cavità di evorsione: sono relative a processi erosivi provocati da turbolenze ad asse verticale che si verificano generalmente in grandi pianure alluvionali (Pianura Padana) in seguito a rotte arginali o in ambienti lagunari e deltizi in relazione ad ingressioni marine. Le forme risultanti da tali processi sono laghetti sub-circolari in aree di pianura (gorghi o laghetti di rotta), con diametri variabili da 100 a 30 m e profondità fino a un massimo di 13-15 m. Tali laghetti risultano collocati ove si può ritenere che si sia prodotta la confluenza di notevoli quantità d'acqua; risultano ubicati ai piedi di un argine fluviale in corrispondenza di una rotta o in un territorio depresso nel luogo di convogliamento di acque tracimate oppure in punti in cui queste hanno dovuto attraversare strutture lineari come argini, dossi, cordoni litoranei. Queste cavità si formano su terreni in cui è presente una grande percentuale di sabbia. In tali condizioni possono giocare ruolo determinante processi di suffosione superficiale e il sifonamento; infatti in condizioni di elevata pressione idrostatica, in tali ambienti, è frequente la formazione di "fontanazzi", che non vanno confusi con i gorghi, ma possono costituirne il punto di innesco (BONDESAN, 1995).
- ✓ Cavità di suffosione: si tratta di cavità di forma circolare che si realizzano in terreni sciolti (generalmente in coperture eluviali e colluviali) per fenomeni di erosione dal basso con formazione di condotti verticali e sub-orizzontali che interessano soltanto i primi metri della copertura (CASTIGLIONI 1986).
- ✓ Sinkhole per piping profondo- Deep Piping Sinkhole: caratteristica distintiva è un meccanismo profondo di erosione dal basso che investe spessori notevoli di copertura. Questa classe è rappresentata da cavità colmate d'acqua, attraverso il processo di annegamento, che si aprono su coperture a granulometrie variabili ma prevalentemente fini (argille siltose o limi con spessori superiori ai cento metri) impermeabili o semipermeabili, in cui è improbabile una filtrazione verso il basso (NISIO, 2003; TUCCIMEI & SALVATI, 2003; NISIO & SALVATI, 2004). Ciò che distingue questi sinkhole, è il fatto che l'acqua di riempimento, mineralizzata e con risalita di gas, presenta una prevalenza tale da renderla a volte artesiane al piano campagna o al di sopra di esso generando quindi delle sorgenti (da cui il nome anche di spring sinkhole usato da alcuni Autori ; TUCCIMEI & SALVATI, 2003). La coesistenza di acque mineralizzate e di emissioni gassose, sostanzialmente riconducibili a CO₂, H₂S, assente o limitata in tutti gli altri fenomeni censiti nelle diverse aree, induce ad invocare un modello genetico ed evolutivo che si discosta da quelli comunemente accettati. Si può ipotizzare un ruolo attivo e di primo piano svolto dal "fattore A/G" (Artesianismo/Gas), sia nella genesi che nello sviluppo di questo tipo di fenomeni.



Classificazione dei fenomeni di sprofondamento (estratto da ISPRA – Data base nazionale Sinkhole)

Anche gli occhi pollini rientrano in questa tipologia di fenomeni. Essi rappresentano un problema geotecnico peculiare, in quanto la presenza di queste cavità nei conglomerati e nei depositi non cementati possono portare a sprofondamenti del terreno e delle opere sovrastanti.

Gli occhi pollini sono diffusi in Lombardia nella fascia di territorio denominata Alta Pianura, in particolare nella zona compresa tra i fiumi Adda e Ticino (vedi studio pilota di “Aggiornamento del quadro conoscitivo relativo alla suscettività del territorio della provincia di Monza e della Brianza al fenomeno degli occhi pollini”).

“[...] Le cavità nel conglomerato sono ampiamente diffuse e hanno dimensione variabile da pochi centimetri a molti metri cubi e, inoltre, possono essere presenti anche fessure allargate. Le cavità possono derivare sia da veri e propri processi carsici, con dissoluzione della componente carbonatica del cemen-

to e dei ciottoli, sia da alterazione in situ del conglomerato e successiva asportazione per piping del materiale alterato.

Le cavità in sedimenti non consolidati si trovano tipicamente in depositi fluvioglaciali molto alterati (supersintema del Bozzente); si rinvengono in genere sopra la falda, a profondità variabili da pochi decimetri fino a oltre 10 m e possono avere un volume di molti metri cubi; in questo caso la loro origine è connessa a processi di piping, mentre la frazione argillosa derivante dall'alterazione fornisce la coesione necessaria al mantenimento della cavità. Probabilmente, in molti casi, gioca un ruolo importante anche la presenza di conglomerato alterato sottostante che funge da dreno per le acque.

Le condotte superficiali sono in genere di pochi decimetri di diametro e lunghezza anche di decine di metri; esse sono presenti soprattutto al contatto, o in prossimità del contatto, tra un sedimento superficiale poco consolidato (es. colluvio) ed un sedimento sottostante più consolidato e impermeabile (ad esempio till o fluvioglaciale alterato).

In genere, le gallerie sono associate a pareti verticali, lungo le quali è possibile vedere la sezione della galleria che funge da sorgente. La variabilità di condizioni in cui gli occhi pollini possono presentarsi, legata anche alla complessità della costituzione del sottosuolo, è notevole.

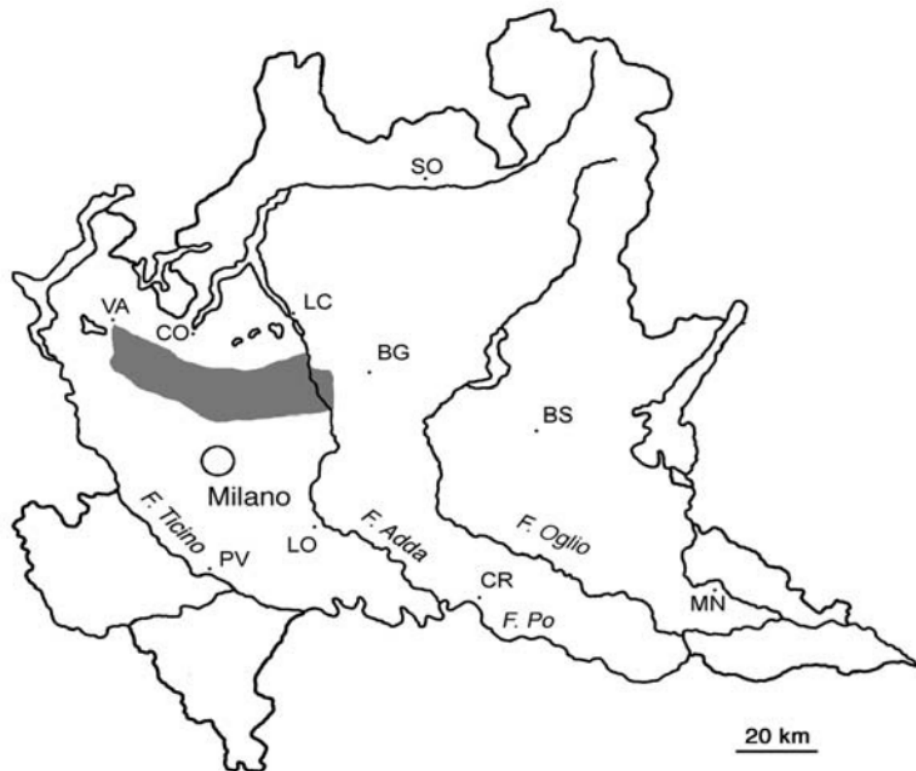
Se è tipica la loro presenza sui terrazzi fluvioglaciali più antichi, altre segnalazioni si sono avute in sedimenti non particolarmente alterati (supersintema di Besnate e sintema di Binago), in terrazzi in cui le unità più antiche possono essere sepolte, in depositi glaciali nelle morene o in zone ampiamente rimaneggiate e antropizzate.

E' stata riscontrata una predisposizione alla genesi degli occhi pollini in luoghi o aree in cui si è avuto un cambiamento nella circolazione idrica sotterranea, sia per abbassamenti/innalzamenti della falda, sia per immissione di acqua in sottosuolo, ad esempio tramite pozzi perdenti.

E' importante sottolineare che, una volta innescato, il fenomeno può avere un'evoluzione molto rapida con formazione improvvisa di pozzi di crollo. L'ampio spettro di contesti in cui gli occhi pollini possono generarsi fa sì che sia difficile determinare, a priori, dove essi siano presenti. Si possono individuare solo zone in cui è possibile che siano presenti occhi pollini ma non indicare il sito esatto. [...]"

(estratto da Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia – foglio 097 Vimercate).

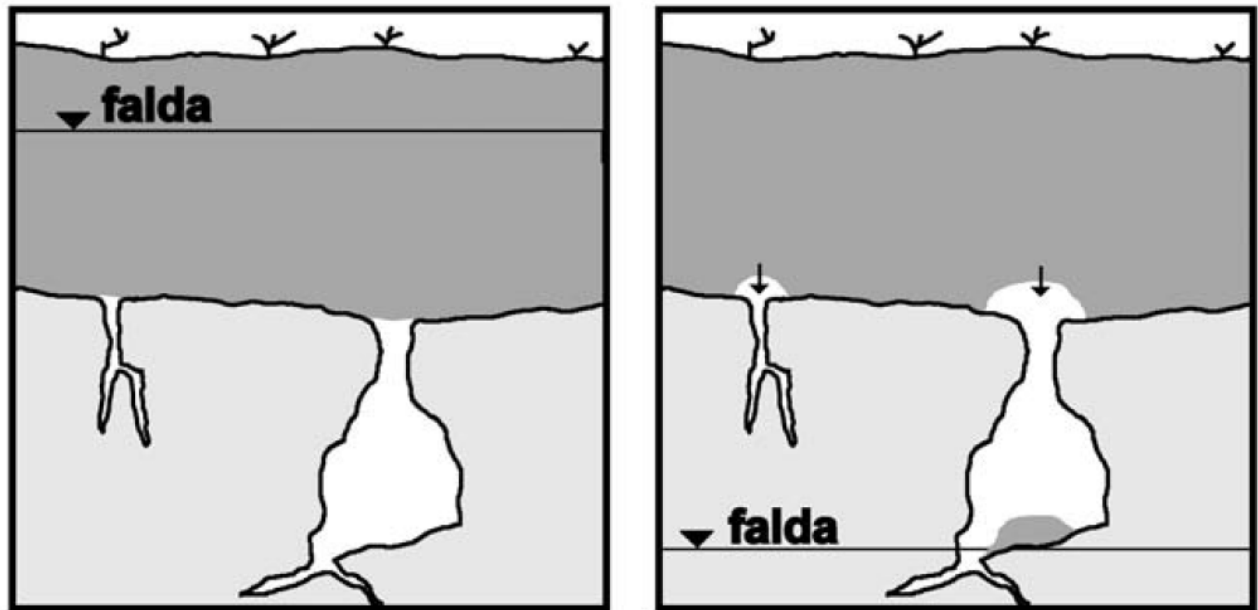
“Occhio pollino” è un termine informale che indica una serie di fenomeni, non sempre visibili in superficie, che interessano un problema geotecnico peculiare e possono provocare cedimenti nel terreno.



Carta schematica della Lombardia con evidenziata, in grigio, l'area di maggior diffusione degli occhi pollini (estratta da "Erosione sotterranea e sprofondamenti nell'alta pianura lombarda: gli "occhi pollini", Strini Andrea)

Tra gli operatori del settore è inoltre invalso l'uso di identificare con il termine "occhi pollini" qualunque situazione in cui vi siano, nel sottosuolo, sedimenti molto soffici e con scadenti caratteristiche geotecniche. Tipicamente, rientrano in questa categoria terreni con risposta $N(30) < 3$ alle prove penetrometriche dinamiche, mentre negli occhi pollini veri e propri, che portano allo sviluppo di cavità vuote, si può assistere all'affondamento libero delle aste.

La profondità variabile di tali elementi è un fattore negativo sia per la posa di fondazione sia per l'attuazione dei processi di scarico acqua in attuazione ad esempio del R.R. di Invarianza idraulica (lo scarico può amplificare il processo di formazione della cavità).



Formazione di un occhio pollino in sedimenti alterati sovrapposti a un conglomerato carsificato. Nel primo stadio la falda è all'interno della copertura alterata. Con l'abbassamento della falda si possono generare cavità nella copertura in corrispondenza di sottostanti piccole cavità nel conglomerato o in corrispondenza di fratture allargate. Una volta formatesi, le cavità si ingrandiscono a ogni nuova venuta d'acqua (estratto da "Erosione sotterranea e sprofondamenti nell'alta pianura lombarda: gli "occhi pollini" – Strini Andrea)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Comune di MERATE (LC)

AGGIORNAMENTO COMPONENTE, GEOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SIMICA DI SUPPORTO AL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
2023

DOCUMENTO DI PIANO

Premessa

Non sono state rilevate variazioni a livello geologico e litologico nel territorio comunale, perciò la carta litologica e la carta litotecnica allegate sono la trasposizione di carte esistenti sul nuovo database comunale. Sono riferite, in particolare, allo studio geologico comunale redatto da SoilData (ottobre 2003) di cui di seguito si riportano estratti riguardanti la litologia e le caratteristiche litotecniche del territorio comunale.

5. CARTA LITOLOGICA

[estratto da Relazione geologico-tecnica, Capitolo 2, SoilData ottobre 2003]

Il territorio comunale di Merate è ubicato in una fascia di raccordo tra le colline di origine glaciale a nord, al cui interno si aprono diverse depressioni intermoreniche, localmente colmate da depositi di origine lacustre e sul cui fronte esterno sono riconoscibili diverse porte attraverso cui sono defluiti gli scaricatori glaciali che hanno dato luogo alla formazione delle pianure fluvioglaciali, e le pianure di origine fluvioglaciale, presenti grosso modo a sud dell'allineamento Pagnano – Merate – Novate; all'interno della valle della Molgora sono inoltre riconoscibili depositi alluvionali legati alla dinamica fluviale postglaciale del corso d'acqua. Facendo riferimento ai dati geologici di superficie acquisiti nel corso del rilievo di terreno, integrati dall'esame delle stratigrafie dei pozzi pubblici e privati acquisite, all'interno del territorio comunale è possibile riconoscere una sequenza stratigrafica comprendente termini ascrivibili al substrato lapideo prequaternario e alle coperture di origine fluviale, fluvioglaciale e glaciale.

Le diverse unità litostratigrafiche o allostratigrafiche individuate sono di seguito brevemente descritte a partire dalla più antica. Per le unità quaternarie affioranti le descrizioni geologiche sono integrate con elementi di carattere pedologico desunti da studi specialistici (ERSAL - Progetto "Carta Pedologica" - I suoli della Brianza Comasca e Lecchese, 1999)

Flysch di Bergamo (Cretacico superiore)

Alternanze di arenarie medio grossolane in strati da medi a sottili e peliti laminate; all'interno degli strati arenacei sono osservabili gradazioni e laminazioni e sono localmente riconoscibili orizzonti conglomeratici di base. L'unità, espressione di un ambiente di conoide sottomarina torbidityca, affiora con estensione molto limitata nella parte bassa della valle che dalla Cassina Fra Martino scende verso la località Cazulino in comune di Calco con immersione degli strati compresa tra 25° e 35° ed inclinazioni comprese tra 70° ed 80°; l'unità è stata inoltre individuata nel Pozzo Ecosystem Ceppo, ubicato nella valle della Molgora a quota 261 m s.l.m., a partire dalla profondità di 40 m, e nel pozzo Ecosystem San Rocco, ubicato a quota 332 m s.l.m., a partire dalla profondità di circa 80 m.

Ceppo della Molgora (Pleistocene inferiore)

L'unità è direttamente osservabile in isolati affioramenti all'interno della valle della Molgora, lungo le scarpate che ne costituiscono i fianchi, in particolare nella zona di Pagnano e della Cascina Roncaglia, ed è inoltre individuabile nel pozzo industriale della Società La Sbianca, ubicato a quota 278 m s.l.m. all'interno della valle della Molgora, tra le profondità di 10 e 29 m. L'unità è costituita da conglomerati a supporto di matrice e a supporto clastico con ciottoli da arrotondati a subarrotondati ed a litologia molto variabile, con zone a prevalente composizione carbonatica ed arenacea alternate a zone con elevata percentuale di litologie cristalline e metamorfiche, a cementazione variabile e con presenza di cavità da dissoluzione; l'unità costituisce il riempimento di una evidente paleovalle che interrompe verso ovest il piastrone conglomeratico del Ceppo dell'Adda, espressione di un ambiente di sedimentazione di tipo fluviale all'interno di una piana alluvionale alimentata da un bacino idrografico di limitata estensione areale, con origine in corrispondenza dei primi rilievi.

Sintema del Bozzente (Pleistocene medio)

L'unità affiora in corrispondenza del terrazzo su cui sorge Cascina Nibbio, ad ovest della Valle della Molgora ed è costituita da ghiaie poligeniche fortemente alterate in abbondante matrice limoso-argillosa caratterizzate da un profilo di alterazione molto evoluto, con profondità della superficie di decarbonatazione superiore a 10 m; l'alterazione interessa la totalità dei ciottoli, con fenomeni di decarbonatazione e argillificazione a danno delle litologie calcaree, arenizzazione delle litologie arenacee e sviluppo di cortex di alterazione molto sviluppati sulle litologie cristalline ed ultramafiche, mentre gli elementi metamorfici risultano completamente alterati. L'elevata alterazione dell'unità determina un intenso arrossamento della matrice che assume una colorazione compresa tra 5YR e 2.5 YR della scala colorimetrica Munsell. In superficie i depositi dell'unità presentano una copertura loessica policiclica con spessori fino a 3 | 4 m. Dal punto di vista genetico i depositi dell'unità sono ascrivibili ad un ambiente di sedimentazione di piana fluvioglaciale e morfologicamente danno luogo a pianalti nettamente rialzati rispetto al livello di base della pianura da cui sono separati da evidenti scarpate morfologiche. Su tale unità si sono sviluppati suoli moderatamente profondi limitati da orizzonti a fragipan con condizioni di drenaggio lento.

Sintema della Specola (Pleistocene medio)

L'unità affiora in corrispondenza del terrazzo su cui sorge Cascina Bagolino e in corrispondenza del terrazzo posto a sudovest di Brugarolo. E' costituita da ghiaie poligeniche fortemente alterate in abbondante matrice limoso-argillosa caratterizzate da un profilo di alterazione evoluto, con profondità della superficie di decarbonatazione compreso tra 6 e 8 m; l'alterazione interessa la totalità dei ciottoli carbonatici ed arenacei, con fenomeni di decarbonatazione e argillificazione a danno delle litologie calcaree e

arenizzazione delle litologie arenacee; i clasti cristallini e metamorfici risultano per la maggior parte alterati o mostrano sviluppo di cortex. Nel complesso la matrice argillosa assume una colorazione compresa tra 7.5YR e 10 YR con presenza di screziature brune. In superficie i depositi dell'unità presentano una copertura loessica policiclica con spessori fino a 3 |4 m.

Dal punto di vista genetico i depositi dell'unità sono ascrivibili ad un ambiente di sedimentazione di piana fluvio-glaciale e morfologicamente danno luogo a pianalti e dossi rialzati rispetto al livello di base della pianura da cui sono separati da evidenti scarpate morfologiche; localmente sono osservabili residui di un reticolo idrografico abortito, come ad esempio nei pressi di Cascina Bagolino. Su tale unità si sono sviluppati suoli moderatamente profondi limitati da orizzonti a fragipan con condizioni di drenaggio lento.

SuperSistema di Besnate – Unità di Cernusco Lombardone (Pleistocene medio – Pleistocene superiore)

L'unità è costituita da depositi di origine fluvio-glaciale che formano l'ampia piana sviluppata nel settore sudoccidentale del territorio comunale di Merate, compresa grossomodo tra i rilievi morenici posti a nord di Viale Verdi, il terrazzo della Cascina Bagolino e l'orlo di terrazzo su cui è impostata la via 2 Giugno a Brugarolo, e da depositi glaciali che costituiscono i dossi morenici individuabili lungo l'allineamento Roncaglia – Pagnano – Merate – Novate.



Depositi di origine fluvio-glaciale, Cascina S. Teresa. Sullo sfondo l'area industriale di Merate

Dal punto di vista litologico i depositi in facies fluvio-glaciale sono costituiti da ghiaie poligeniche a supporto di matrice sabbiosa, localmente a supporto clastico e con intercalazioni di sabbie, mentre i de-

positi di facies glaciale sono costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice limoso-argillosa in facies prevalente di till di fondo e di till di ablazione. Entrambe le tipologie di depositi appartenenti all'unità mostrano profili di alterazione poco evoluti con profondità generalmente compresa tra 2 e 4 m. I clasti carbonatici risultano alterati e decarbonatati, mentre i ciottoli cristallini e metamorfici presentano alterazione variabile; nel complesso l'alterazione interessa circa il 50% dei clasti. I depositi di questa unità mostrano un colore della matrice compreso tra 7.5 YR in superficie e 10 YR in profondità e sono localmente ricoperti da depositi loessici di limitato spessore. I depositi di tale unità sono caratterizzati dallo sviluppo di suoli profondi con condizioni di drenaggio buone e, limitatamente alle facies glaciali mostrano una morfologia da ben conservata nelle cerchie più interne, come ad esempio a nord di Novate, a depressa nelle cerchie esterne, come a Pagnano.

Sintema di Cantù (Pleistocene superiore)

L'unità è costituita da depositi di origine glaciale in facies prevalente di till d'ablazione e di alloggiamento che formano la parte occidentale del Lobo di Carvico- Merate dell'episodio deposizionale Cantù e che mostrano una netta evidenza morfologica nella morena della massima espansione, agilmente individuabile nella cerchia Torre di Villa Perego – Villa Biffo – Villa Subaglio – San Rocco – Cà dei Monti – Barbiano, a cui si associano sul lato interno della cerchia, depositi di contatto glaciale e depositi marginoglaciali.

Alla stessa unità appartengono anche depositi di genesi fluvioglaciale che si sono depositati con spessori alquanto ridotti nella piana a sudest di Merate, tra Novate e la via 2 giugno a Brugarolo, a partire dalla porta che si apriva nella fronte morenica nei pressi della Cascina Montalbano (porta dell'Ospedale); una analoga porta è osservabile nei pressi di Sabbioncello con decorso del flusso fluvioglaciale verso la valle della Molgora. Lembi più limitati di depositi fluvioglaciali ascrivibili al Sintema di Cantù sono presenti lungo la valle della Molgora e a nordovest della località Roncaglia.

Dal punto di vista litologico i depositi in facies fluvioglaciale sono costituiti da ghiaie poligeniche a supporto clastico con matrice sabbiosa, con intercalazioni di sabbie, mentre i depositi di facies glaciale sono costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice limoso-argillosa in facies prevalente di till di fondo e di till di ablazione. Entrambe le tipologie di depositi appartenenti all'unità mostrano profili di alterazione poco evoluti con profondità generalmente limitata a 1 | 2 m. Nei livelli superiori

l'alterazione dei clasti è generalmente inferiore al 50% dei clasti carbonatici e cristallini, mentre i metamorfici risultano solo indeboliti. I depositi di questa unità mostrano un colore della matrice generalmente 10 YR e non sono ricoperti da depositi loessici. I depositi di tale unità sono caratterizzati dallo sviluppo di suoli da moderatamente profondi a profondi con condizioni di drenaggio da medie a moderatamente rapide.



Scavo in ambito di cantiere nei pressi del lago Sartirana

Unità Postglaciale (Olocene)

L'unità è costituita da depositi di diversa origine che si sono depositati al di sopra dei depositi di origine glaciale al termine dell'episodio Cantù. In particolare all'interno della valle della Molgora sono riconoscibili depositi di origine fluviale, costituiti da ghiaie poligeniche a supporto clastico alternate a sabbie da grossolane a fini con locale presenza di depositi fini di esondazione alla sommità, con spessori generalmente inferiori al metro; nel complesso i depositi fluviali della Valle della Molgora mostrano una pedogenesi assente o poco sviluppata, con buone condizioni di drenaggio. In corrispondenza delle porzioni centrali delle depressioni intermoreniche sono invece riconoscibili depositi di origine lacustre, costituiti da limi argillosi, limi sabbiosi, torbe e da alternanze di livelli fini con sottili orizzonti ghiaiosi; lo spessore di tali depositi non è in genere molto rilevante, raggiungendo valori massimi di circa 10 m in corrispondenza del Lago di Sartirana, mentre in corrispondenza delle depressioni di Sabbione e di Malpaga si registrano spessori inferiori, con passaggio a sottostanti depositi glaciali in facies di till di fondo. I depositi lacustri sono in genere caratterizzati dallo sviluppo di suoli moderatamente profondi, limitati da orizzonti a gley sabbiosi connessi alla ridotta soggiacenza della superficie piezometrica; le condizioni di drenaggio sono generalmente difficili, localmente impedito con origine di situazioni di idromorfia. A tale unità appartengono infine depositi di origine eluvio-colluviale presenti lungo le scarpate più acclivi e costituiti da terreni di prevalente natura sabbioso-limoso con pedogenesi poco sviluppata o totalmente assente e con buone condizioni di drenaggio. Per quanto riguarda l'assetto strutturale delle unità prequaternarie, ricostruibile solo prendendo in considerazione affioramenti esterni all'area in esame, integrati dall'esame delle stratigrafie dei pozzi, è possibile riconoscere la presenza di un importante motivo anti-

clinalico, avente asse a direzione WNW | ESE ed individuabile lungo l'allineamento Monte Robbio, in comune di Robbiate, - Pagnano – Montevecchia, con raddrizzamento e rovesciamento del fianco meridionale, seguito verso nord da un motivo sinclinalico avente la medesima direzione ed individuabile lungo l'allineamento Monte Giglio, in comune di Calusco d'Adda, - Imbersago – Sartirana – Perego, con raddrizzamento e rovesciamento del fianco settentrionale, come visibile negli affioramenti a nordest di Casina Fra Martino, lungo l'impluvio che scende alla località Cazzulino in comune di Calco. Tale struttura ha rivestito una notevole importanza nell'evoluzione quaternaria dell'area, determinando la formazione di zone di alto in corrispondenza dell'asse anticlinalico e di depressioni in corrispondenza delle zone sinclinaliche dove si sono potuti depositare più consistenti accumuli di depositi glaciali. Inoltre la zona ad assetto sinclinalico impostata nelle successioni marnose ascrivibili al Piano di Brenno e alla Formazione di Tabiago su cui si è sovrapposta la depressione intermorenica attualmente occupata dal Lago di Sartirana potrebbe avere un ruolo non secondario nell'alimentazione della falda freatica qui affiorante, probabilmente alimentata da sorgenti impostate nel substrato lapideo e connesse al suo assetto strutturale che condiziona la concentrazione dei flussi idrici sotterranei.

5.1. Occhi pollini

La carta litologica è stata integrata con la rappresentazione di alcune aree individuate per la possibile presenza di Occhi Pollini in base alla ricerca bibliografica e secondo quanto riferito allo scrivente dell'Ufficio Suap – Edilizia e Urbanistica del comune di Merate.

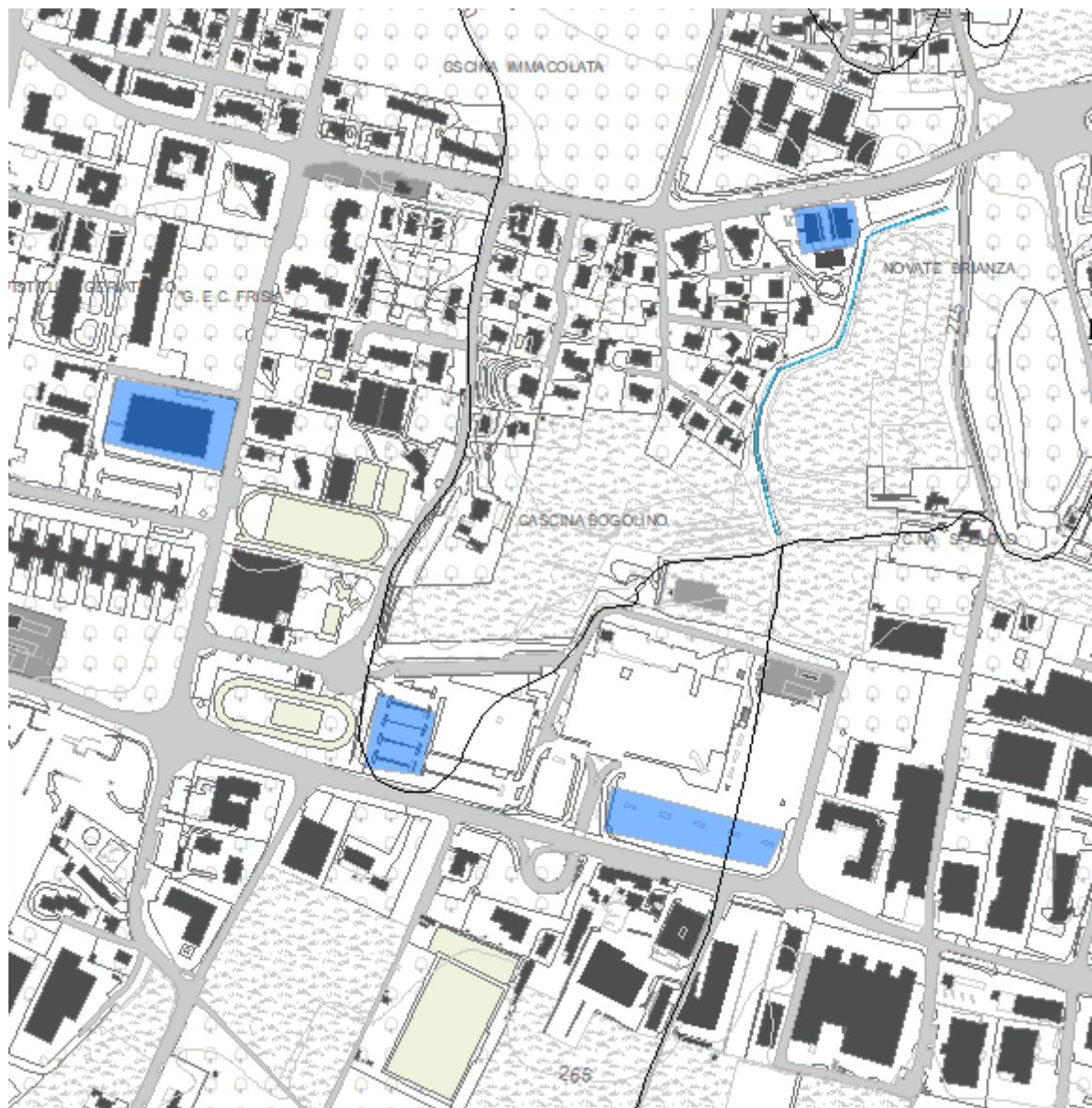
Nel comune di Merate, alla data della presente relazione, si sono verificati quattro fenomeni di sprofondamento riconducibili agli occhi pollini.

La cronaca (Il Giorno – Lecco – 11 giugno 2020) riporta che nel comune di Merate *“un intero complesso residenziale nuovo (ultimato nel 2009) sorge su un terreno che sta sprofondando; si tratta del condominio Aurora di via Alcide De Gasperi, dove abitano un centinaio di persone per una quarantina di famiglie. L'ipotesi è che il terreno sia costellato da “occhi pollini”, cioè cavità, avvallamenti, fenditure e doline sotterranee che la renderebbero altamente instabile.”*

L'area è notoriamente soggetta ad allagamenti e cedimenti.

Il comune di Merate, ufficio Suap – Edilizia e Urbanistica ha segnalato che il territorio è interessato dal fenomeno “occhi pollini” e nel documento di Gestione del Rischio idraulico gli estensori hanno evidenziato un'area ove il giudizio di compatibilità è “da valutare” (aree in cui la realizzazione delle opere di dispersione di acque nel sottosuolo è da valutare soprattutto in funzione della possibile presenza di Occhi Pollini).

Si sono riscontrati fenomeni di sprofondamento presso il parcheggio del centro commerciale Adda Center nonché durante la realizzazione della palazzina commerciale in viale Turati.



Ubicazione delle aree in cui si sono riscontrati sinkholes – fonte: dati uffici comunali e cronaca locale

6. CARTA LITOTECNICA

[estratto da *Relazione geologico-tecnica, Capitolo 8, SoilData ottobre 2013*]

Ai fini della caratterizzazione geologico-tecnica del territorio comunale si sono presi in considerazione i risultati di circa 30 campagne di indagine geotecnica condotte sul territorio in esame nell'ambito di progetti edilizi e resi disponibili dall'ufficio tecnico comunale, comprendenti prove penetrometriche dinamiche, prove penetrometriche statiche, sondaggi geognostici e prove di laboratorio su campioni di terreno. Si sono considerati inoltre i risultati delle prove di laboratorio condotte su campioni di terreno prelevati in scavi o affioramenti naturali e riportati nella relazione geologica allegata al PRG del 1994. Inoltre ad integrazione e completamento dei dati disponibili sono stati descritti 3 pozzetti esplorativi (ubicati in cantieri edili aperti al momento della redazione del presente studio) e sono state eseguite analisi di laboratorio su campioni prelevati all'interno degli stessi. I grafici di resistenza penetrometrica e le stratigrafie dei sondaggi più significativi sono riportati ed ubicati sulla Carta litotecnica (cfr. Tavola 2) unitamente all'ubicazione dei punti di campionamento per analisi di laboratorio e dei pozzetti esplorativi, mentre nell'Allegato 1 (indagini geotecniche da bibliografia) si riportano la descrizione stratigrafica dei 3 pozzetti esplorativi, il report di 8 prove penetrometriche dinamiche effettuate nei cantieri dei cimiteri di Merate nel 2010 e il report di 8 prove penetrometriche SCPT effettuate nel 2012 in occasione dell'ampliamento della piscina di via Matteotti.

Si rimanda invece all'allegato "Schede indagini" per i risultati ottenuti dalle prove di sismica passiva.

Le analisi di laboratorio sono state finalizzate alla classificazione dei terreni campionati secondo lo standard ASTM D 2487-93 (Standard Classification of Soils for Engineering Purposes - Unified Soil Classification System) e sono consistite in analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione secondo le Raccomandazioni AGI 1994 e nella determinazione dei limiti di consistenza e calcolo dell'indice di plasticità, condotte secondo la procedura Standard CNR-UNI 10014.

I report delle prove sono riportati per esteso nell'Allegato 2; di seguito viene mostrata una sintesi dei risultati (le frazioni granulometriche prevalenti sono contrassegnate in grassetto).

		<i>Analisi granulometrica</i>				<i>Limiti di consistenza</i>		
<i>Campione</i>	<i>Profondità [m]</i>	<i>ghiaia [%]</i>	<i>sabbia [%]</i>	<i>limo [%]</i>	<i>argilla [%]</i>	<i>w_L [%]</i>	<i>w_p [%]</i>	<i>PI [%]</i>
C1	0.3	11.0	50.0	39	0.0	-	-	-
C2	1.0	0.0	18.0	53.0	29.0	-	-	-
C3	1.5	0.0	6.0	81.0	13.0	-	-	-
C4	1.5	20.0	48.0	25.0	7.0	-	-	-
C5	1.2	29.0	53.0	18.0	0.0	-	-	-
C6	3.0	0.0	15.0	61.0	24.0	-	-	-
C7	2.5	49.0	41.0	10.0	0.0	-	-	-
C8	3.0	9.0	36.0	44.0	11.0	-	-	-
C9	1.2	16.0	35.0	39.0	10.0	-	-	-
C10	1.0	0.0	14.0	54.0	32.0	-	-	-
C11	1.5	13.0	25.0	32.0	30.0	34	17	16
Pz1C1	1.9	29.5	45.9	19.7	4.9	21	16	5
Pz2C1	2.3	22.5	43.5	30.6	3.4	25	18	7
Pz3C1	2.5	0.0	36.2	57.4	6.4	30	19	11

I risultati delle analisi di laboratorio hanno permesso di classificare i terreni in esame secondo la classificazione AGI (1977) e, in caso di disponibilità dei limiti di consistenza, anche secondo la classificazione ASTM D 2487-93, riportate nel seguito per esteso.

		Classificazione AGI (1977)	Classificazione ASTM D 2487 - 93	
Campione	Profondità [m]	definizione	simbolo	definizione
C1	0.3	Sabbia con limo ghiaiosa		
C2	1.0	Limo con argilla sabbioso		
C3	1.5	Limo argilloso debolmente sabbioso		
C4	1.5	Sabbia limoso ghiaiosa debolmente argillosa		
C5	1.2	Sabbia con ghiaia limosa		
C6	3.0	Limo argilloso sabbioso		
C7	2.5	Ghiaia con sabbia limosa		
C8	3.0	Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso		
C9	1.2	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso		
C10	1.0	Limo con argilla sabbioso		
C11	1.5	Limo e argilla con sabbia ghiaioso	CL	Argilla sabbiosa non plastica
Pz1C1	1.9	Sabbia con ghiaia limosa	SC-SM	Sabbia argilloso limosa con ghiaia
Pz2C1	2.3	Sabbia con limo ghiaiosa	SC-SM	Sabbia argilloso limosa con ghiaia
Pz3C1	2.5	Limo con sabbia debolmente argilloso	CL	Argilla sabbiosa non plastica

Sulla base dei risultati delle indagini in sito e delle prove di laboratorio considerate è stato possibile suddividere il territorio esaminato in 9 unità litologico-tecniche distinte in base ai seguenti parametri:

- granulometria e caratteristiche di plasticità;
- spessore dell'eventuale orizzonte superficiale di alterazione e sue caratteristiche granulometriche e di plasticità;
- presenza di orizzonti cementati;
- presenza di zone a bassa resistenza o di cavità da piping (occhi pollini)

A queste 9 unità base sono poi state aggiunte altre 2 unità in considerazione della presenza di processi erosivi in atto e dell'acclività: per quanto concerne quest'ultimo aspetto, in considerazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni, ed in particolare della presenza di orizzonti superficiali di alterazione caratterizzati da modesti parametri geotecnici, si è assunta come acclività limite una inclinazione di 15°, al di sopra della quale, anche in assenza di fenomeni di instabilità in atto o potenziali, è da ritenersi possi-

bile l'innescano di localizzati fenomeni erosivi in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi o connessi ad una non corretta regimazione delle acque superficiali.

Di seguito si riporta una sintesi delle principali caratteristiche delle unità individuate, mentre la loro distribuzione areale è mostrata nella Carta litotecnica (cfr. Tavola 2).

- **Unità: FL**

- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni di natura prevalentemente granulare costituiti da ghiaie a supporto clastico e sabbie con locale presenza di livelli limoso-sabbiosi sommitali; piana fluviale della Molgora.
- Caratteri geotecnici: Buone caratteristiche geotecniche, localmente ridotte in superficie per la presenza di livelli limosi.
- Condizioni di drenaggio: Drenaggio buono.

- **Unità: FGL1**

- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni di natura prevalentemente granulare costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbie con orizzonte superficiale di alterazione di spessore inferiore a 1 |2 m; piana fluvioglaciale.
- Caratteri geotecnici: Buone caratteristiche geotecniche a profondità maggiori di 1 |2 m, con locale presenza di orizzonti cementati a debole profondità.
- Condizioni di drenaggio: Drenaggio da buono a moderatamente rapido.

- **Unità: FGL2**

- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni di natura prevalentemente granulare costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbie con orizzonte superficiale di alterazione di spessore inferiore a 3÷4 m; piana fluvioglaciale.
- Caratteri geotecnici: Discrete caratteristiche geotecniche a profondità maggiori di 3 |4 m, con locale presenza di orizzonti cementati a partire da profondità comprese tra 10 e 15 m; **probabile presenza di cavità da piping (occhi pollini) al contatto con gli orizzonti cementati.**
- Condizioni di drenaggio: Drenaggio buono.

- **Unità: FGL3**

- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni di natura prevalentemente coesiva passanti in profondità a terreni granulari costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa fortemente alterata e conglomerati, localmente a debole cementazione; piana fluvioglaciale.
- Caratteri geotecnici: Discrete caratteristiche geotecniche, tuttavia sensibili a variazioni del contenuto d'acqua, anche di origine antropica (pozzi perdenti), con presenza di orizzonti cementati a profondità generalmente superiori a 15 m; **probabile presenza di cavità da piping (occhi pollini) al contatto con gli orizzonti cementati.**

- Condizioni di drenaggio: Drenaggio lento con locali fenomeni di ristagno.
 - **Unità: GL1**
- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni ghiaioso-sabbiosi in abbondante matrice limosa con orizzonte di alterazione di spessore inferiore a 1 | 2 m; rilievi morenici.
- Caratteri geotecnici: Buone caratteristiche geotecniche a profondità maggiori di 1 | 2 m con possibili variabilità laterali.
- Condizioni di drenaggio: Drenaggio da medio a buono, localmente impedito per la presenza di falde sospese.
 - **Unità: GL2**
- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni ghiaioso-sabbiosi in abbondante matrice limosa con orizzonte di alterazione di spessore compreso tra 3 e 4 m; rilievi morenici.
- Caratteri geotecnici: Buone caratteristiche geotecniche a partire dalla profondità di 3 | 4 m con possibili variabilità laterali.
- Condizioni di drenaggio: Drenaggio da medio a buono, locale presenza di orizzonti saturi.
 - **Unità: GL3**
- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni di natura prevalentemente limoso-sabbiosa e sabbiosa ricoprenti con modesti spessori l'unità GL1; piane intermoreniche.
- Caratteri geotecnici: Scadenti caratteristiche geotecniche in superficie, discrete a partire dalla profondità di 3÷4 m con possibili variabilità laterali.
- Condizioni di drenaggio: Drenaggio da medio a buono, localmente lento al passaggio con l'unità LAC o per presenza di falde sospese e zone a bassa soggiacenza della falda superficiale.
 - **Unità: LAC**
- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni di natura prevalentemente limosa, con presenza di livelli torbosi in particolare in corrispondenza delle aree più depresse; depressioni lacustri intermoreniche.
- Caratteri geotecnici: Scadenti caratteristiche geotecniche per scarsa capacità portante ed elevata deformabilità sotto carico.
- Condizioni di drenaggio: Drenaggio da lento ad impedito.
 - **Unità: SCA1**
- Caratteri litologici e geomorfologici: Conglomerati poligenici, localmente debolmente cementati, con diffusa copertura eluvio-colluviale ubicati su scarpate acclivi, a tratti subverticali costituenti i fianchi della valle della Molgora.
- Caratteri geotecnici: Terreni a caratteristiche geotecniche variabili in funzione del grado di cementazione del conglomerato, con **possibili fenomeni di dissoluzione carsica**; possibili fenomeni di instabilità locale per crolli isolati dalle pareti conglomeratiche e scivolamenti localizzati della coltre eluvio-

colluviale di copertura.

- Condizioni di drenaggio: Prevalente scorrimento superficiale con possibilità di innesco di fenomeni erosivi localizzati ed asportazione della coltre eluviocolluviale.
 - **Unità: SCA2**
- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni ghiaioso-sabbiosi con abbondante matrice limosa ubicati su pendii acclivi in valli con accentuata erosione lineare di fondo.
- Caratteri geotecnici: Terreni a buone caratteristiche geotecniche, scadenti in superficie; presenza di diffusi fenomeni franosi superficiali di modeste dimensioni.
- Condizioni di drenaggio: Prevalente scorrimento superficiale e sub-superficiale con presenza di fenomeni erosivi e frane superficiali.
 - **Unità: PE**
- Caratteri litologici e geomorfologici: Terreni ghiaioso-sabbiosi con abbondante matrice limosa ubicati su pendii da moderatamente acclivi ad acclivi senza evidenze di fenomeni di instabilità in atto o potenziali e in corrispondenza di aree di margine di terrazzi e scarpate morfologiche.
- Caratteri geotecnici: Terreni con buone caratteristiche geotecniche, scadenti in superficie.
- Condizioni di drenaggio: Prevalente scorrimento superficiale e sub-superficiale con possibilità di innesco di fenomeni erosivi localizzati.

Dal punto di vista litologico-tecnico gli elementi maggiormente penalizzati sono riconducibili in sintesi alle seguenti problematiche:

- **presenza di cavità da piping (occhi pollini);**
- presenza di terreni di natura limosa e torbosa con scarsa capacità portante ed elevata deformabilità sotto carico;
- presenza di aree a ridotta soggiacenza della superficie di saturazione o compresenza di significative falde sospese.

Per quanto concerne il fenomeno degli “occhi pollini”, di indubbia ripercussione applicativa, si sottolinea che le aree a maggior probabilità di rinvenimento all’interno dell’unità FGL2 sembrano ubicarsi in prossimità del contatto con l’unità FGL3, caratterizzata nel complesso da un elevato grado di alterazione e che può essere presente in profondità al di sotto dell’unità FGL2. Dal punto di vista genetico tali fenomeni sono riconducibili a processi di piping all’interno di orizzonti sabbioso-limosi legati a variazioni locali di permeabilità che talora possono evolvere fino a generare ripercussioni in superficie con formazione di doline di soffiatura (aree ribassate connesse a progressivi crolli dalla volta) o doline di crollo (collasso globale della volta). La pericolosità di tale fenomenologia consiste essenzialmente nell’assenza di segni premonitori che consentono lunghi periodi di latenza; diventa quindi estremamente importante che nelle aree indiziate della presenza di tali fenomeni le indagini geognostiche siano par-

ticolarmente approfondite, coinvolgendo volumi di terreno di estensione significativamente maggiore di quelli strettamente necessari in relazione alle dimensioni degli elementi di fondazione delle opere in progetto. Si sottolinea infine che spesso una causa determinante nell'accelerazione dell'evoluzione delle cavità da piping è rappresentata dall'incremento della circolazione idrica sotterranea conseguente ad esempio a precipitazioni particolarmente intense o alla realizzazione di pozzi disperdenti in prossimità degli elementi fondazionali o all'interno delle stesse cavità: da ciò discende la necessità di un approfondito studio dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche soprattutto in caso di realizzazione di ampie superfici coperte o impermeabilizzate (piazze).

La presenza di aree con terreni dotati di scarse caratteristiche geotecniche di natura limosa e torbosa richiede l'esecuzione di approfondite indagini geognostiche spinte a profondità significative tenendo conto della probabile necessità di fondazioni profonde su pali.

All'interno delle aree a ridotta soggiacenza della superficie di saturazione le indagini geognostiche dovranno chiarire le interferenze con le opere in progetto considerando altresì le ripercussioni delle stesse sul flusso idrico sotterraneo.

Si precisa in ogni caso che le caratteristiche geotecniche locali dovranno sempre essere determinate con idonee indagini specifiche, in accordo al D.M.LL.PP. 11.03.88 (*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*) e che la zonazione litologico-tecnica del territorio di cui al presente studio, ha unicamente la finalità di guida nella scelta delle destinazioni d'uso del territorio.

6.1. Integrazioni alla carta litotecnica

La carta litotecnica, oltre ad essere stata rieditata sul nuovo Dbt comunale, è stata integrata con le indagini geofisiche HVSR (sismica passiva). Questa tipologia di indagine ha consentito di valutare la velocità delle onde sismiche Vs nel terreno e di individuare la stratigrafia presunta.

Nella tavola si riporta l'ubicazione delle indagini. Per quanto riguarda i risultati ottenuti si rimanda all'elaborato R5 "Schede indagini sismiche" in cui sono riportati i dettagli (tipologia di sottosuolo nel rispetto delle NTC 2018, descrizione sito di indagine, foto, stralcio cartografico con ubicazione della prova, sismostratigrafia, ecc.)

7. CARTA GEOMORFOLOGICA

La carta geomorfologica ha la funzione di individuare i processi di modellamento della superficie topografica (dissesti, erosioni, esondazioni, allagamenti, ecc.) che possono in qualche modo interferire con le aree urbanizzate e di prossima urbanizzazione.

Per quanto attiene alla dinamica geomorfologica le limitazioni d'uso del territorio sono riconducibili alle seguenti tipologie di fenomeni:

- fenomeni di esondazione legati alla dinamica fluviale attuale (Valle della Molgora);
- fenomeni di esondazione lacuale;
- fenomeni di erosione accelerata in alveo e conseguente innesco di fenomeni franosi sui versanti laterali (Val San Martino e Val Ruschetto).

Aree esondabili

La perimetrazione delle aree esondabili all'interno della Valle della Molgora è stata condotta con la seguente metodologia:

- rilievo diretto delle aree alluvionate durante l'evento di novembre 2002 e soggette a ripetuti allagamenti in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi;
- individuazione delle aree potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali condotta su base esclusivamente geomorfologica.

In particolare si precisa che in merito al secondo aspetto si è proceduto estendendo il limite di esondazione cartografato nel corso dell'evento di novembre 2002 fino al primo elemento morfologico significativo osservabile in sito.

Area di esondazione lacuale

Attorno al lago di Sartirana è stata evidenziata un'area soggetta ad esondazione in caso di eventi meteorici di particolare intensità la cui perimetrazione è definita sulla base dell'estensione dell'area esondata nel corso dell'evento di novembre 2002.

Erosione accelerata in alveo e fenomeni franosi sui versanti

L'elevato dislivello esistente tra la zona di Sartirana-Malpaga ed il corso dell'Adda, che costituisce il recapito finale della Val San Martino e della Val Ruschetto, determina le condizioni per l'instaurarsi di processi di erosione accelerata in alveo che a sua volta innesca fenomeni franosi superficiali sui versanti laterali. Tale fenomenologia di dissesti, di per sé non particolarmente significativa, assume nel caso in esame particolare rilevanza in considerazione delle possibili ripercussioni sui comuni a valle.

L'ubicazione planimetrica dei fenomeni sopra descritti è mostrata nella Carta Geomorfologica (cfr. Tavola 3). Sulla medesima carta è inoltre riportata l'ubicazione di piccoli fenomeni di dissesto non fedelmente cartografabili ubicati generalmente in prossimità del margine di scarpate morfologiche od orli di terrazzo.

7.1. Osservazioni

La carta redatta per il Piano di Governo di Territorio rappresenta la rielaborazione dei dati pregressi (studi geologici a supporto del PRG e PGT, ottobre 2003 e gennaio 2012), dei dati derivanti dal SIT Regione Lombardia Geoiffi e dai rilievi nel periodo 2002 – 2023.

Si è giunti dunque a produrre una cartografia aggiornata agli ultimi eventi calamitosi che hanno colpito il territorio comunale. La base di riferimento è il Database topografico, di maggior dettaglio rispetto alla precedente Carta Tecnica Regionale (CTR).

Per evidenziare nuovamente la problematica locale la carta riporta anche il settore comunale ove è possibile il riscontro di occhi pollini (area con possibile presenza di cavità da piping).

8. CARTA IDROGEOLOGICA

8.1. Premessa

Non si segnalano variazioni rispetto a quanto contenuto nello studio geologico comunale redatto da SoilData (ottobre 2003). La carta idrogeologica è stata rieditata sulla base cartografica aggiornata.

Per completezza del documento si riporta di seguito un estratto della relazione geologico tecnica redatta da SoilData.

8.2. Soggiacenza e variazioni del livello piezometrico

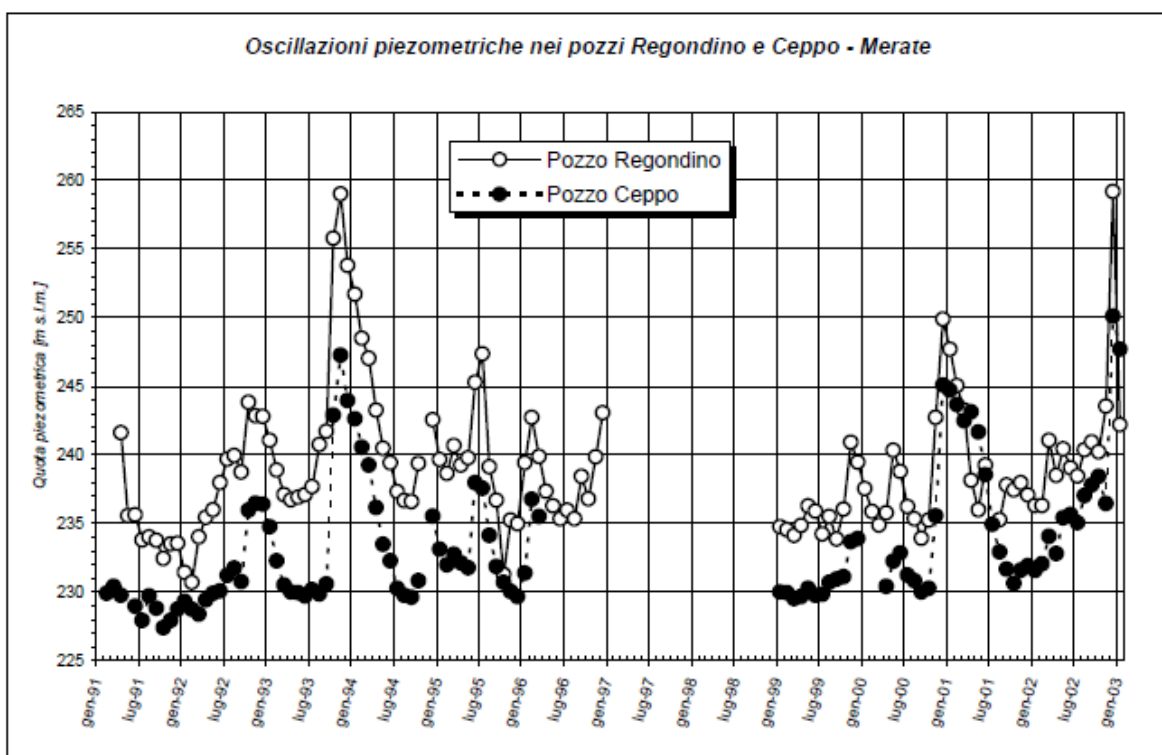
[Estratto Relazione geologico-tecnica, Soil Data, ottobre 2003, cap. 7.2]

Per la definizione dell'andamento del livello piezometrico nel territorio comunale si sono presi in considerazione i livelli misurati in automatico nei pozzi della rete acquedottistica ubicati nel comune di Merate e nei comuni limitrofi e resi disponibili dalla Ecosystem, integrati da una campagna di misura appositamente condotta sui pozzi privati ad uso industriale e su alcuni pozzi privati ad uso domestico censiti all'interno del territorio comunale di Merate. L'elaborazione dei dati raccolti ha permesso di ricostruire l'andamento piezometrico relativo al mese di novembre 2002, riportato nella Carta Idrogeologica. Si è scelto di rappresentare la situazione piezometrica relativa al mese di novembre in quanto rappresentativa della situazione di minor soggiacenza che si realizza nell'arco dell'anno e quindi più critica a fini applicativi e per la valutazione della vulnerabilità dell'acquifero superficiale.

L'andamento della superficie piezometrica evidenzia la presenza a nord dell'abitato di Merate (area di Malpaga, Sartirana) di una zona di divergenza delle direzioni di flusso idrico connessa alla presenza di falde sospese contenute all'interno dei depositi morenici attestata a quote più elevate rispetto alla piezometrica della struttura acquifera del settore meridionale contenuta all'interno dei depositi fluviali e fluvioglaciali localmente cementati; tali falde si raccordano verso sud con l'acquifero principale, svolgendo un'azione di ricarica naturale. La morfologia della superficie di saturazione evidenzia la presenza di due principali assi di drenaggio sotterraneo impostati in corrispondenza degli antichi scaricatori glaciali di Sabbioncello e di Novate-Ospedale, aventi rispettivamente direzione NE-SW e NW-SE e con recapito nella Valle della Molgora e nella piana fluvioglaciale meridionale, a cui si aggiunge un ulteriore asse impostato lungo il corso della Val Ruschetto e che rappresenta il principale asse di drenaggio delle depressioni lacustri di Sartirana, Malpaga e Cassina Frà Martino; l'andamento delle isopieze evidenzia inoltre l'azione di spartiacque dei flussi idrici sotterranei esercitata dalla cresta della morena principale dell'episodio Cantù. Risulta infine evidente l'azione di richiamo esercitata dalla valle della Molgora, dove è presente una interessante struttura acquifera (paleo-valle della Molgora) peraltro già intensamente sfruttata per approvvigionamento idropotabile.

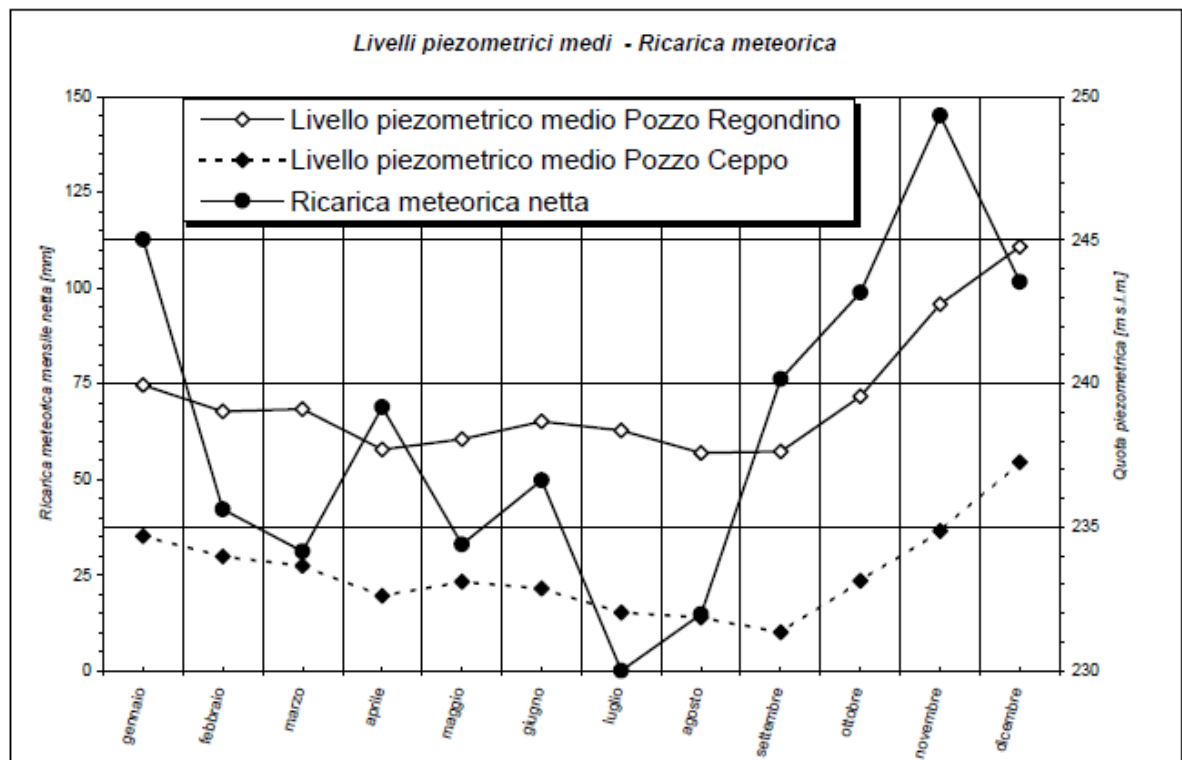
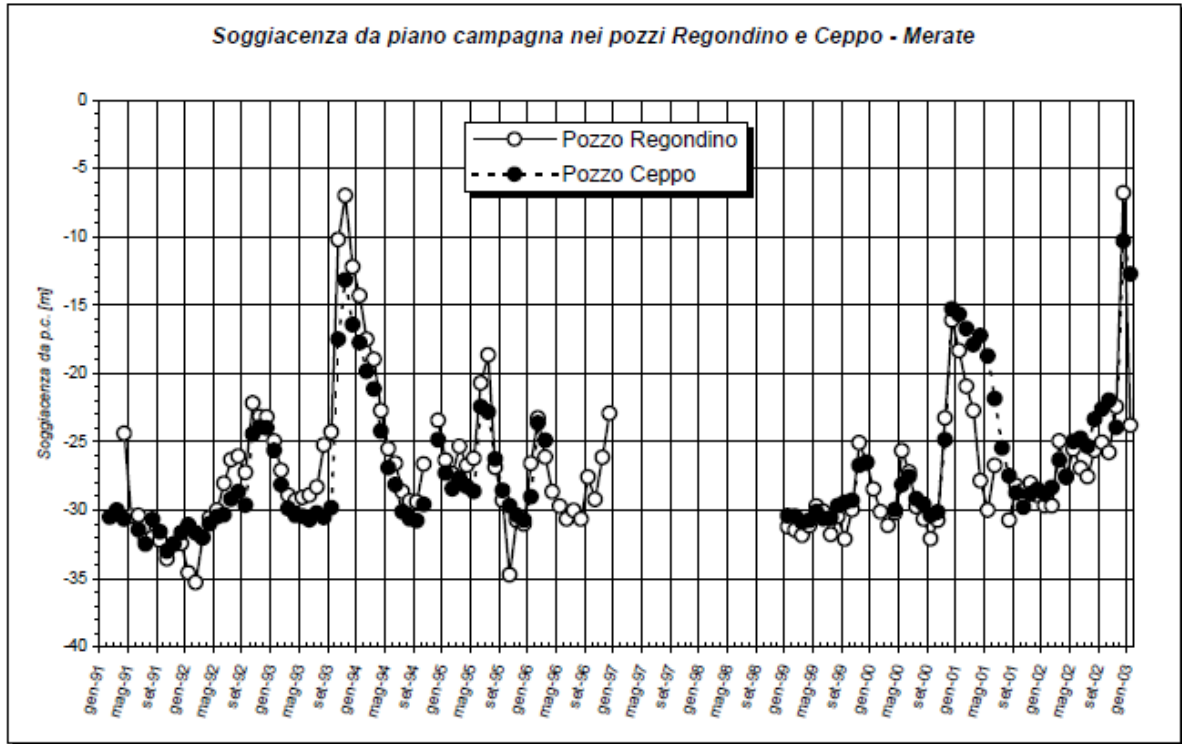
L'andamento del livello piezometrico nell'arco dell'anno e conseguentemente della soggiacenza risultano caratterizzati da una ciclicità con escursioni annuali di circa 5-10 m, con massimo livello piezometrico registrato nel mese di dicembre e minimo raggiunto tra i mesi di agosto e settembre.

L'andamento ciclico del livello piezometrico risulta controllato in modo sostanziale dal regime pluviometrico come risulta evidente dall'esame del grafico della seguente, in cui sono riportate le oscillazioni piezometriche medie mensili (periodo 1991 – 2002) in confronto con l'andamento della ricarica meteorica netta media mensile (periodo 1994 - 2000). Il grafico evidenzia nettamente il contributo determinante della ricarica meteorica netta alla risalita piezometrica che si realizza nel periodo autunnale.



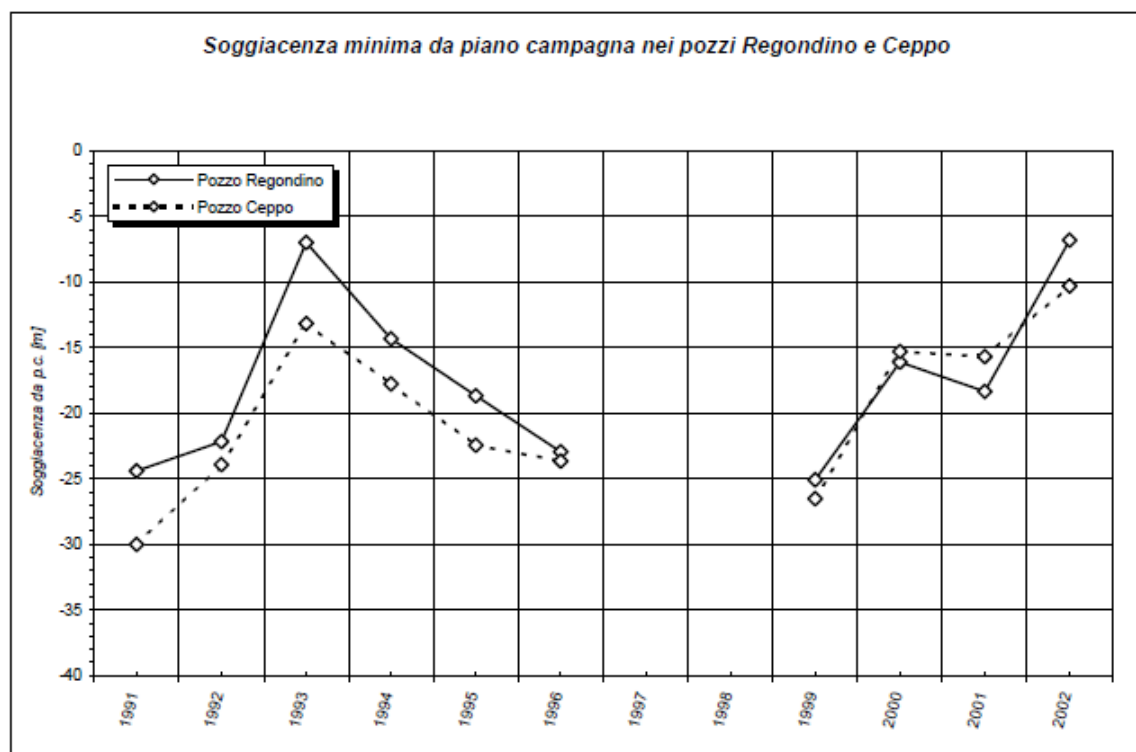
Soggiacenza da p.c. pozzo comunale (rif. Bibliografico)

MERATE (LC) 266 m s.l.m.		
MESI	Piezom. m s.l.m.	Soggiacenza m
Gennaio	236,3	29,7
Febbraio	240,3	25,7
Marzo	239,9	26,1
Aprile	238,1	27,9
Maggio	241,2	24,8
Giugno	239,2	26,8
Luglio	239,7	26,3
Agosto	239,6	26,4
Settembre	241,2	24,8
Ottobre	242,6	23,4
Novembre		
Dicembre	253,7	12,3
MEDIA		24,9



Considerando l'andamento della soggiacenza minima nel periodo 1991-2002 nei pozzi Ecosystem Re-

gondino e Ceppo, risultano evidenti i picchi del 1993, del 2000 e del 2002, conseguenti a eventi meteorici particolarmente intensi, accompagnati da una tendenza alla risalita del livello piezometrico apprezzabile a partire dal 1999.



8.3. Caratteristiche di vulnerabilità dell'acquifero

[Estratto da Relazione geologico-tecnica, Soil Data, ottobre 2003, cap. 7.3]

La determinazione delle caratteristiche di vulnerabilità dell'acquifero captato per uso idropotabile è stata condotta attraverso due livelli di approfondimento successivo consistenti da un lato nella determinazione delle caratteristiche di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero e quindi nella mappatura dei produttori reali o potenziali di inquinamento, dei preventori o riduttori dell'inquinamento e dei principali elementi soggetti ad inquinamento: il prodotto ottenuto assume quindi valenza di carta della vulnerabilità integrata e consente di confrontare gli aspetti connessi alla vulnerabilità intrinseca dell'acquifero con il grado di compromissione reale o potenziale della risorsa idrica legato alla pressione antropica sul territorio. Nella definizione del grado di vulnerabilità intrinseca è stato utilizzato il Metodo della Legenda unificata, messo a punto da Civita M. (1990) nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli acquiferi ad alto rischio) del GNDICI-CNR, modificato per adattarlo a contesti con presenza di depositi di origine glaciale e fluvioglaciale simili a quello qui esaminato (Maestrello H., Rigamonti I., Uggeri A., Ghezzi E., 1993). La vulnerabilità intrinseca di un'area viene definita principalmente in base alle caratteristiche ed allo spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione (e quindi dagli eventuali inquinanti idro-

veicolati) prima di raggiungere la falda acquifera, nonché dalle caratteristiche della zona satura. Essa dipende sostanzialmente da quattro fattori così definiti:

- caratteristiche di permeabilità della zona non satura: la protezione della falda è condizionata dallo spessore e dalla permeabilità dei terreni soprafalda e dalla presenza di suoli e livelli argillosi in superficie.
- soggiacenza della falda libera: i valori di soggiacenza condizionando il grado di vulnerabilità.
- caratteristiche idrogeologiche dell'unità acquifera: l'unità che ospita l'acquifero principale è caratterizzata da elevata permeabilità primaria e dall'assenza di livelli continui di sedimenti fini, eventualmente limitanti la diffusione di inquinanti idroveicolati.
- presenza di corpi idrici superficiali: in caso di presenza di corsi d'acqua sospesi rispetto alla superficie piezometrica, vi è la possibilità di ingressione diretta in falda di acque superficiali in ragione del loro ruolo di alimentazione.

Sulla base della natura litologica dei corpi geologici presenti in affioramento e delle loro caratteristiche pedogenetiche e tenendo presente l'andamento della superficie di saturazione riconosciuto sono state individuate 7 aree omogenee contraddistinte da un differente grado di vulnerabilità intrinseca (da estremamente elevato a bassissimo), la cui distribuzione è riportata nella Carta idrogeologica.

L'esame della carta evidenzia la presenza di una zona a vulnerabilità estremamente elevata coincidente con la piana fluviale della Molgora, dove l'assenza di orizzonti superficiali di protezione, la soggiacenza inferiore a 20 m, l'elevata permeabilità dei depositi costituenti l'acquifero e la presenza di un corso d'acqua sospeso rispetto alla piezometrica naturale media non garantiscono sufficiente protezione all'acquifero peraltro intensamente sfruttato a scopo idropotabile. Situazioni di vulnerabilità da alta ad elevata si realizzano inoltre nel settore meridionale di pianura del territorio comunale, dove in ogni caso la maggior soggiacenza della superficie piezometrica (generalmente compresa tra 20 e 35 m) e la presenza di orizzonti protettivi superficiali di modesto spessore garantiscono un maggior grado di protezione.

Situazioni di vulnerabilità da media a bassa si registrano invece nelle zone collinari dove la presenza di terreni a bassa permeabilità unita alla presenza di falde sospese a ridotta soggiacenza determina le condizioni per uno scorrimento superficiale o sub-superficiale di eventuali inquinanti impedendone l'infiltrazione in profondità fino a raggiungere l'acquifero principale.

Vulnerabilità da bassa a bassissima si ha infine per le aree di affioramento delle unità più antiche, caratterizzate da cospicui spessori di materiali fini a ridotta permeabilità che ostacolano fortemente l'infiltrazione in profondità di eventuali inquinanti idroveicolati.

Alle caratteristiche di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sono poi stati sovrapposti alcuni elementi di carattere puntuale e lineare che concorrono alla definizione della vulnerabilità integrata, così come de-

finiti dalla legenda unificata GNDCI-CNR e ripartiti nelle seguenti categorie:

- produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei (attività produttive, cimiteri, aree sprovviste di fognatura, assi viari di grande traffico, assi ferroviari);
- preventori e/o riduttori dell'inquinamento;
- principali soggetti ad inquinamento

[...]

L'esame della Carta idrogeologica mette in luce una elevata pressione antropica in aree caratterizzate da vulnerabilità da alta ad elevata con insediamenti produttivi potenzialmente inquinanti concentrati in particolare lungo l'asse Via Como – Via Bergamo e nell'area di Brugarolo. Si sottolinea tuttavia che nel territorio di Merate non sono localizzate industrie a rischio di incidente rilevante così come definite dalla L. 334/99.

9. CARTA IDROGRAFICA

Il territorio comunale di Merate è attraversato da due corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale e da sette corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore.

Esistono inoltre due specchi idrici di cui uno di notevole interesse paesaggistico (lago di Sartirana).

La carta idrografica ha l'obiettivo di richiamare e recepire il reticolo idrico principale definito dalla D.g.R. XI/5714 del 15/12/2021 e il reticolo idrico minore, individuato dallo Studio Reticolo Idrico (Ecosphera, luglio 2011) e attualmente vigente. Nella tavola sono rappresentati i tracciati dei corsi d'acqua e le fasce di rispetto già definite dallo Studio del Reticolo idrico.

9.1. Reticolo idrico principale (estratto da studio vigente)

L'elemento idrografico dominante risulta essere il **Torrente Molgora** (L = 45,4 km circa) che nasce da due rami nei comuni di Colle Brianza e Santa Maria Hoè, scorre in direzione Nord-Sud in ambiente prevalentemente pianeggiante con pendenze limitate e con andamento meandriforme, attraversa il territorio comunale di Merate lungo il settore marginale occidentale per una lunghezza complessiva pari a circa 3 Km, entrando da una quota di 283 m s.l.m. ed uscendo ad una quota 258 m s.l.m., per una pendenza media pari a circa 8 per mille, per poi confluire nella Muzza a Trucazzano (MI), canale che a sua volta sfocia nel fiume Adda.

Esso percorre con andamento tortuoso la fascia valliva fra Olgiate Molgora (fraz. Cabella) e Cernusco Lombardone dove scorre la linea ferroviaria Monza-Lecco, intersecando quest'ultima in 3 punti solo nel territorio di Merate. Nelle mappe catastali l'alveo demaniale coincidente con il corso d'acqua viene nominato anche "Valle detta la Molgora".

Il corso d'acqua presenta, allo stato attuale, opere di difesa spondale longitudinali, quali muri d'argine e gabbionate, di limitata estensione e solo in brevi tratti dell'alveo.

Un secondo reticolo idrico principale caratterizza il territorio, seppur scorra al margine ovest per un breve tratto (circa 100m) lungo il confine con il comune di Cernusco Lombardone- Montevecchia. Si tratta del **Torrente Curone**, che nasce nel territorio comunale di La Valletta Brianza, scorre per 8 km per poi sfociare nella Molgoretta, affluente del torrente Molgora.

Num. Progr.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
LC001	Fiume Lambro	COSTA MASNAGA, NIBIONNO, ROGENO	Po	Tutto il tratto scorrente in provincia	112
LC002	Torrente Bevera di Brianza	BARZAGO, CASTELLO DI BRIANZA, COLLE BRIANZA, COSTA MASNAGA, GARBAGNATE MONASTERO, MOLTEÑO, ROGENO, ROVAGNATE, SANTA MARIA HOÈ, SIRONE	Lambro	Da monte dell'attraversamento di Via G. Parini, presso la località Piecastello, allo sbocco	123
LC003	Torrente Gandaloglio	COLLE BRIANZA, DOLZAGO, ELLO, GALBIATE, MOLTEÑO, OGGIONO, SIRONE	Bevera	da quota 625m presso la località Figina, allo sbocco	127
LC005	Torrente Molgora	CERNUSCO LOMBARDONE, MERATE, OLGiate MOLGORA, OSNAGO, ROVAGNATE	Canale Muzza	Da monte dell'attraversamento della strada provinciale 58, presso la località Monticello, al confine provinciale.	169
LC006	Torrente Molgoretta e Torrente Molgora	LOMAGNA, MISSAGLIA, OSNAGO	Molgora	dalla confluenza di quota 300m, presso la località cascina Molgora al confine provinciale	170
LC007	Torrente Curone	CERNUSCO LOMBARDONE, MERATE, MONTEVECCHIA, OLGiate MOLGORA, OSNAGO, ROVAGNATE	Molgoretta	Da monte dell'attraversamento della via per la cascina Ospedaletto, a q 300m, allo sbocco	171

Estratto Allegato A – Individuazione del reticolo idrico principale (d.g.r. n.5714 del 15/12/2021)

9.2. Reticolo idrico minore

Sul territorio comunale sono presenti sette elementi idrografici appartenenti al reticolo idrografico minore.

01 - Rio del Molino Nuovo (Scagnello – Molino Cattaneo)

Si tratta di un piccolo fosso tributario del torrente Molgora che raccoglie le acque delle aree comprese fra le località Scagnello (Calco) e Cabella (Olgiate Molgora). Si segnalano allagamenti significativi a cavallo della strada comunale Cicognola – Olgiate Molgora a causa del tratto intubato in fregio all'insediamento industriale posto immediatamente ad ovest. Si immette nel Torrente Molgora a quota 247 m slm.

02 – Emissario lago di Sartirana

Coincide con il n. 182 nell'elenco delle acque pubbliche della provincia di Lecco. Costituisce il canale di drenaggio delle acque lacustri e si sviluppa dal lago stesso sino al confine con il Comune di Imbersago (quota 298 m slm) per una lunghezza pari a circa 1,4 Km. Si segnala la presenza di un manufatto di regolazione del lago, un manufatto di derivazione della Roggia Annoni 250 m a monte di via San Rocco ed un manufatto avente funzione di laminazione e sfioro, ubicata presso il laghetto di San Rocco. A valle di via San Rocco il corso d'acqua si presenta intubato per circa 40 m seguito da un tratto con rivestimento di fondo e difese spondali in cls per 20 ml ed un successivo tratto di 20 ml con difese spondali in gabbioni parzialmente dissestati.

03 - Valle fra Martino e sorgenti

Corrisponde al n. 185 nell'elenco delle acque pubbliche della provincia di Lecco. Si tratta di un corso d'acqua che nasce dalle colatizie naturali e sorgentizie dei terreni a ovest di Cascina fra Martino e di via Solferino e scorre per circa 650 m nel territorio comunale di Merate attraverso un deciso solco vallivo orientato ovest - est entrando nel territorio comunale di Calco a quota 280 m slm. Risulta naturale e privo di manufatti di regolazione e/o di sistemazione idraulica. Il ramo sorgentizio destro è intubato per circa 100m.

04 - Valle Ruschetto

Coincide con il n. 184 nell'elenco delle acque pubbliche della provincia di Lecco. Attraversa in senso meridiano la porzione nordest del territorio comunale drenando le acque meteoriche dell'area residenziale della piana di Cassina fra Martino tramite il sistema di tubazioni di fognatura bianca nelle vie di tale area. Scorre nel fondovalle ad est di via Marconi, esce dal territorio di Merate a quota 213 m slm per poi

rientrare a quota 208 m slm lungo il confine di Imbersago immettendosi nell’Emissario Lago Sartirana (02) a quota 300 m slm.

05 - Impluvio a sud di valle fra martino

Si tratta di una piccola vallecola disposta WNW - ESE che drena le acque meteoriche naturali del versante ad est di Cassina Fra Martino e la strada via Bosco. Non sono presenti manufatti e/o opere di regimazione idraulica.

06 – canale di San Rocco (alveo abbandonato della roggia Annoni)

Si tratta di un canale di derivazione dalla presa del laghetto di San Rocco (q. 316 m slm), avente funzione di laminazione e sfioro di quest’ultimo. Esso si presenta generalmente asciutto, ma anche a prescindere dalle acque di sfioro del laghetto di San Rocco, riceve altre acque meteoriche naturali lungo il suo percorso ed in particolare nell’ultimo tratto del territorio comunale di Merate, sino ad entrare (q. 304 m slm) nel territorio comunale di Imbersago.

07 – valle Cà dei Monti

Fra le località c.na Mandelli, c.a Vanda, c.na Montalbano, c.na Gattafame, Cà dei Monti si sviluppa una forma valliva poco acclive e poco urbanizzata avente un colatore lungo circa 400m con andamento NW - SE. Esso si presenta privo d’acqua in condizioni siccitose mentre può trasportare significative quantità d’acqua in occasione di eventi meteorici intensi, creando aree di ristagno a monte dell’ospedale e via dei Monti. Il recapito finale delle acque avviene nella sede stradale ed in seguito nel sistema di drenaggio fognario di via Cà dei monti. Il corso d’acqua non risulta demaniale, ma occupa per un primo tratto una vecchia strada consorziale e per il tratto a monte i limiti di proprietà fra mappali. Il punto termine del corso d’acqua viene fatto coincidere con il punto di incrocio con la via cà dei Monti, dove la tubazione fognaria ne rappresenta l’uscita.

Per una descrizione più dettagliata del Reticolo Idrico Minore del Comune di Merate si rimanda allo Studio omonimo eseguito per l’Amministrazione Comunale di Merate. Come specificato in tale studio oltre a quanto descritto nel presente capitolo sono da segnalare altri fenomeni di natura idraulica a carattere temporaneo che possono interferire con la viabilità comunale:

- ruscellamenti lungo via Fontane in frazione Sartirana;
- allagamenti via Stelvio;
- allagamenti del sottopasso FS Calolzio-Monza;
- fossi antropici di colto di terreni agricoli (es. le conche delle località: Sartirana, Malpaga e Cassina Fra Martino).

9.3. Specchi idrici

Lago di Sartirana

Il lago di Sartirana rappresenta una significativa rilevanza ambientale della zona; costituisce il recapito delle acque meteoriche dell’anfiteatro compreso fra le località Sartirana, Ventola, Cassina frà Martino, è ubicato a quota 318m slm ed occupa una superficie di circa 9 Ha. Il drenaggio viene regolato da uno manufatto di regolazione e di sfioro posto alla foce del lago.

Laghetto di San Rocco

Il laghetto di San Rocco ha superficie pari a circa 1.350 mq ed è formato dal corso d’acqua emissario del lago di Sartirana e dalla derivazione dell’emissario stesso, tramite una presa a quota 317 m s.l.m.



Laghetto di San Rocco

9.4. Delimitazione delle fasce di rispetto

In ottemperanza al Regolamento del Reticolo Idrico vigente (Ecosphera, Luglio 2011), Art.4, sono state rappresentate le fasce fluviali con le seguenti estensioni:

- Metri 10 per ogni lato per tratti di corsi d’acqua appartenenti al reticolo idrico minore situati all’esterno del perimetro del centro edificato;
- Metri 5 per ogni lato per tratti di corsi d’acqua appartenenti al reticolo idrico minore situati all’interno del perimetro del centro edificato.

Si evidenzia che la rappresentazione grafica delle fasce di rispetto del reticolo ha valore puramente indicativo; la distanza dal corso d’acqua dovrà essere determinata sulla base di misure dirette in sito secondo le modalità descritte nello studio del Reticolo Idrico a cui si rimanda.

10. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Nella primavera del 2004 è stata approvata una normativa sismica che individua sul territorio nazionale quattro classi di sismicità (sono di riferimento nella progettazione l'ex D.M 14 gennaio 2008 e le nuove NTC 2018).

La prima classe è quella più critica e interessa il Friuli e l'arco appenninico centro – meridionale.

Il territorio lombardo, tutto classificato sismico, presenta gradi di sismicità differenti: le aree ad alto rischio di classe 2 riguardano diversi comuni posti in provincia di Brescia e in minor numero in provincia di Mantova; la classe 4 a basso rischio interessa invece la parte occidentale del territorio con le province di Varese e di Como, parte delle province di Sondrio, Lecco, Monza, Milano e Pavia.

La restante parte del territorio ricade in classe 3, aree a rischio medio.

Regione Lombardia ha approvato la L.r. 33/2015 che definisce le linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai Comuni in materia sismica e dal 10 aprile 2016 è efficace anche la nuova zonazione sismica.

Tale zonazione ha comportato la modifica della classe di rischio sismico della maggior parte dei comuni lombardi, prevalentemente innalzando la classe di rischio. Si notano soprattutto variazioni dalla classe 3 alla classe 2 (innalzamento del rischio), mentre per alcuni comuni della provincia di Brescia la variazione è stata dalla classe 3 alla classe 4 (riduzione del rischio). In un numero molto limitato di casi la classe di rischio è stata ridotta da classe 2 a classe 3.

Nelle due classi più critiche (classe 1 e classe 2) la normativa prevede che nella progettazione di edifici ed opere infrastrutturali si tenga conto degli effetti di amplificazione sismica dati dalla natura dei terreni e delle rocce in modo da realizzare strutture in grado di sopportare gli effetti delle scosse.

In base alla nuova classificazione sismica il comune di Merate (LC) ricade in **classe 3**.

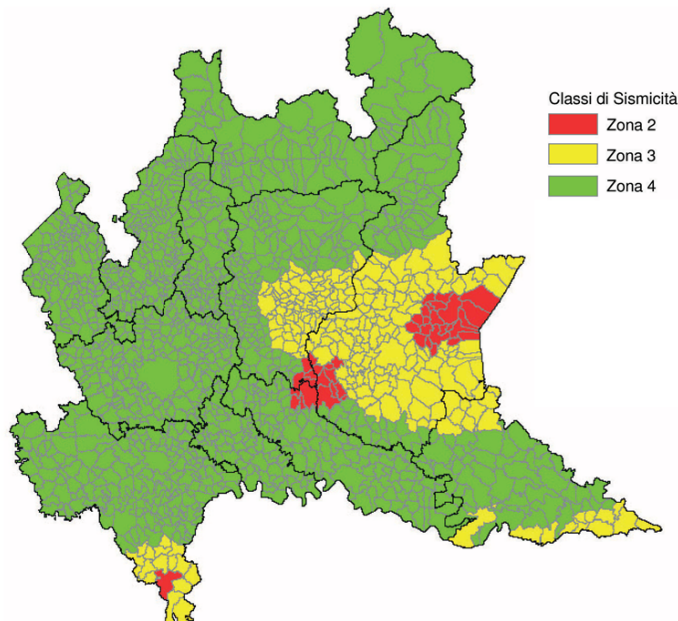
Area Tematica: RISCHIO NATURALE

Nome indicatore: Classificazione sismica

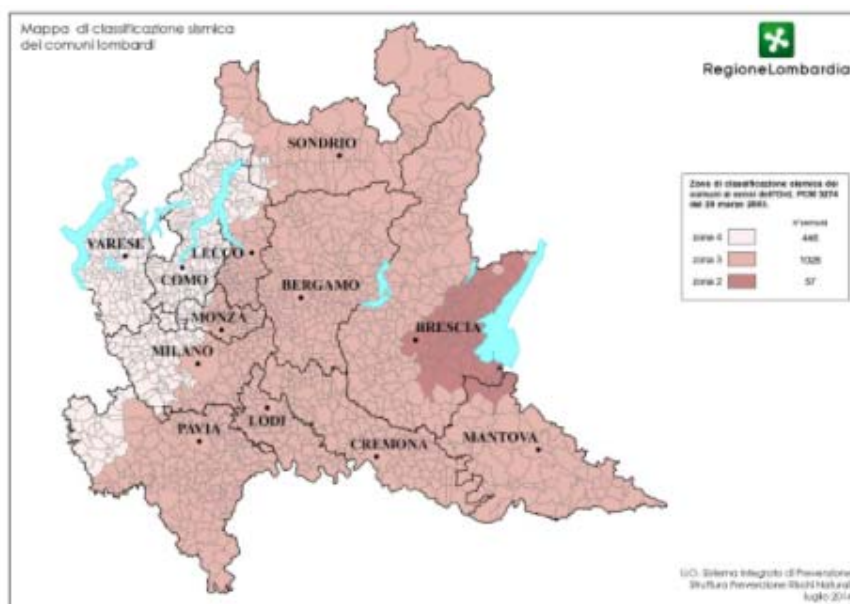
Finalità: Fornire una misura dei diversi gradi di pericolosità sismica presenti nel territorio lombardo, anche in relazione alle norme tecniche da applicarsi per la costruzione antisismica (ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274/2003)

Modello concettuale DPSIR: Risposta

Fonte dei dati: Regione Lombardia



Classi di sismicità in Regione Lombardia vigenti prima dell'aggiornamento



Nuova zonazione sismica (luglio 2014)

Per la classificazione sismica del territorio la metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1^o livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia di dati esistenti.

Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

2^o livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

L'applicazione del 2^o livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3^o livello o, in alternativa, utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore (ad es. i comuni in zona 3 utilizzeranno i valori previsti per la zona 2).

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

Si rimanda all'apposito documento per l'analisi sismica di 2^o Livello eseguita per il comune di Merate.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n. 14964/2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e per le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2^o livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3^o livello, come specificato al punto successivo.

3^a livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3^a livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale.

Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2^a livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).

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

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

10.1. **Analisi di 1° livello**

La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari:

Sigla	Scenario pericolosità sismica locale	Classe di pericolosità sismica
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livelli di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite – arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivo	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri lacustri)	
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	H2 – livello di approfondimento 3°

Classi di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale (da "Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio, BURL n.13 Edizione Speciale del 28/03/2006)

10.2. **Analisi di 2° livello**

L'approfondimento di 2° livello è stata effettuata per le aree che, in base all'analisi di 1° livello, sono risultate suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (Z4), limitatamente alle aree interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Si rimanda alla relazione specifica dell'analisi di 2° livello per i dettagli.

Le carte di pericolosità sismica di 2° livello (T7, T8, T9) rappresentano la zonizzazione ottenuta in base ai valori del fattore di amplificazione sismica (Fa) calcolati in seguito alle indagini, differenziando gli intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s, periodi propri delle tipologie edilizie più frequentemente presenti sul territorio. In particolare la tavola T7 rappresenta le zone dove, come sintesi delle analisi svolte, il fattore di amplificazione sismica Fa calcolato è inferiore alle soglie imposte da normativa, per cui la norma-

tiva nazionale risulta sufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale. Per queste aree non si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3^a livello.

Nelle tavole T8 (Analisi sismica 2^a livello - periodo T1) e T9 (Analisi sismica 2^a livello – periodo T2) sono rappresentati i risultati delle indagini sismiche svolte nel comune di Merate in termini di fattore di amplificazione, calcolato in base al tipo di suolo e di microzonazione con la delimitazione di aree omogenee per i periodi 0,1- 0,5 s e 0,5- 1,5 s.







10.3. Osservazioni

La carta della pericolosità sismica locale di primo livello è la ri-edizione di un documento di analisi già compreso nel PGT vigente su base cartografica aggiornata.

Gli elementi rappresentati nella tavola vengono tratti principalmente da:

- carta degli elementi geologici
- carta dei dissesti con voce legenda PAI.

Gli scenari di pericolosità sismica locale individuati nel territorio di Merate riguardano:

LEGENDA	
Scenari di pericolosità sismica locale	
	Z1a: Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
	Z1b: Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
	Z2b: Zone con depositi granulari fini saturi
	Z3a: Zona di ciglio (H>10m)
	Z4a: Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi
	Z4c: Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

La tavola proposta ha un inquadramento territoriale in scala 1: 5.000.

Le carte di analisi sismica di 2° livello sono dei documenti ex-novo non presenti nel PGT vigente.

I risultati ottenuti evidenziano che, pur con variabilità dei valori, l'intero territorio è caratterizzato da valori di Fa (fattore di amplificazione sismica) inferiori ai limiti imposti dalla normativa per entrambi gli intervalli di periodi.

In tal caso la normativa è da ritenersi sufficiente per considerare anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Si rimanda alla relazione apposita per l'analisi dettagliata dei documenti cartografici T7, T8, T9.

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Comune di Merate (LC)

AGGIORNAMENTO COMPONENTE, GEOLOGICA
IDROGEOLOGICA E SISMICA
DI SUPPORTO AL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
2023

PIANO DELLE REGOLE

11. CARTA DEI VINCOLI

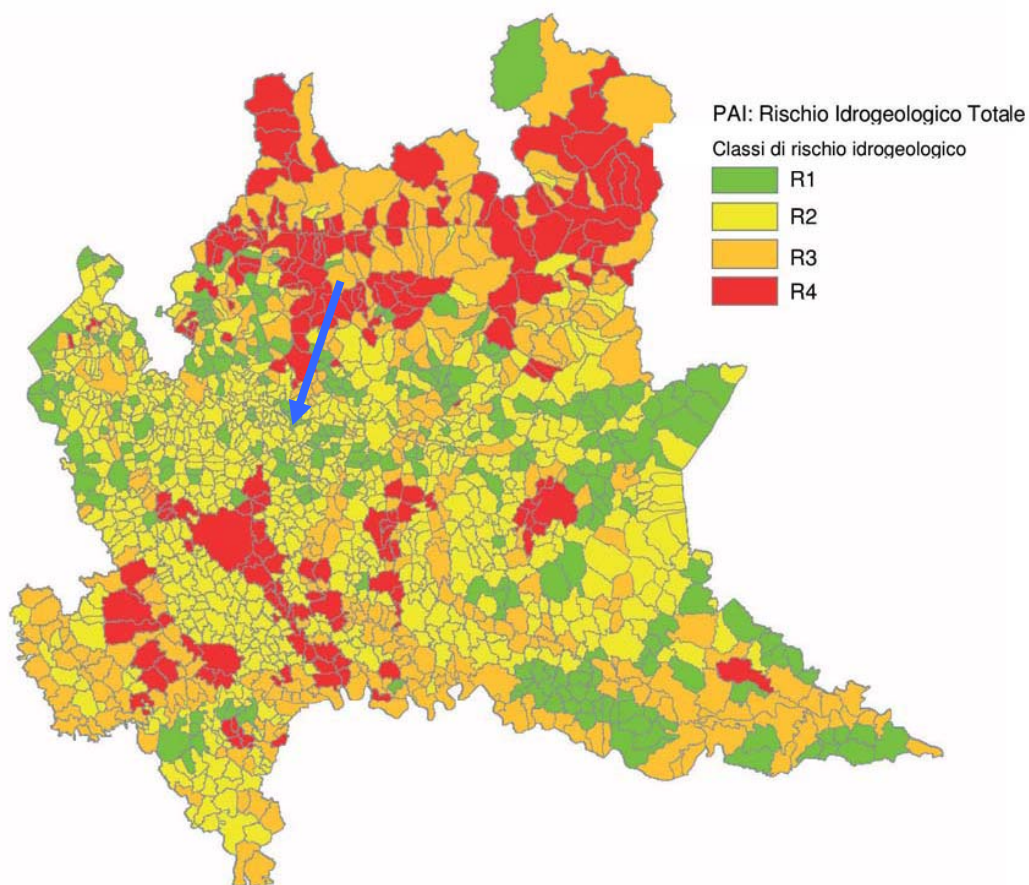
La carta dei vincoli (di natura prettamente geologica) è redatta su tutto il territorio comunale in scala 1: 5.000.

Sono rappresentate su questa carta le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89 (cfr. Parte 2 - Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata) ed in particolare:
 - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001 (Elaborato n.8 – Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali);
 - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con d.p.c.m. 24 luglio 1998 (in particolare per quanto riguarda la perimetrazione delle fasce fluviali del Fiume Po);
 - Quadro del dissesto come presente nel SIT regionale derivante o dall'aggiornamento effettuato ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI per i comuni che hanno concluso positivamente la verifica di compatibilità o dall'Elaborato 2 del PAI "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici" (quadro del dissesto originario) per i comuni che non hanno proposto aggiornamenti e non li propongono con lo studio di cui alla presente direttiva o dalle proposte di aggiornamento fatte all'Autorità di Bacino dalla Regione Lombardia per i comuni compresi nell'Allegato A alla d.g.r. 7/7365, sulla base dei contenuti degli studi geologici ritenuti già compatibili con le condizioni di dissesto presente o potenziale, ai sensi dell'art. 18, comma 1, delle N.d.A. del PAI;
 - Quadro del dissesto proposto in aggiornamento al vigente con lo studio di cui alla presente direttiva, come specificato al paragrafo "Carta del dissesto con legenda unificata a quella del PAI".

Stato di attuazione dei piani stralcio: Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Piano delle Fasce Fluviali

PAI - CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO TOTALE



Area Tematica: RISCHIO NATURALE

Nome indicatore: Stato di attuazione dei piani stralcio: Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Piano delle Fasce Fluviali

Finalità: Dare un'indicazione dello stato di applicazione del PAI nei comuni lombardi

Modello concettuale DPSIR: Risposta

Fonte dei dati: Autorità di bacino del fiume Po, Regione Lombardia

Nella Regione Lombardia sono state individuate 4 classi di rischio:

- R1 Rischio moderato: danni economici attesi marginali;
- R2 Rischio medio: danni che non pregiudicano l'incolumità delle persone e che parzialmente pregiudicano la funzionalità delle attività economiche;
- R3 Rischio elevato: possibili effetti sull'incolumità degli abitanti, gravi danni funzionali a edifici e infrastrutture e parziale perdita della funzionalità delle attività socioeconomiche;

• **R4 Rischio molto elevato:** possibili danni alle persone, edifici, infrastrutture e distruzione delle attività economiche.

Il comune di Merate, secondo tale classificazione, risulta avere un rischio medio ossia un R2.

La cartografia riprodotta individua le aree interessate da fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico all'interno dell'ambito territoriale di riferimento.

Le aree sono distinte in relazione alle seguenti tipologie di dissesto prevalenti:

- Frane;
- Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (erosioni di sponda, trasporto di massa);
- Trasporto di massa sui conoidi (**non riscontrato**);
- Valanghe (**non riscontrato**)
- Area ad alto rischio idrogeologico (l.r.267/98) (**non riscontrato**)

Per meglio delimitare le aree a rischio idraulico sono state introdotte le fasce di rispetto dei corsi d'acqua (Piano Stralcio per le Fasce Fluviali), fornendo precisi vincoli di utilizzo del suolo al loro interno e i tempi di ritorno (T_r) delle piene di riferimento:

- **FASCIA A** - di deflusso di piena - costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento (piena ordinaria);
- **FASCIA B** - di esondazione - costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento ($T_r = 200$ anni);
- **FASCIA C** - area di inondazione per piena catastrofica - costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente, interessata da inondazioni al verificarsi di eventi con portate maggiori della piena di riferimento ($T_r > 200$ anni).

Nel comune di Merate non risultano essere presenti fasce di esondazione fluviale.

- Vincoli di polizia idraulica: ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni sono riportate le fasce di rispetto individuate nello studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore. Nella cartografia riprodotta si riportano i vincoli di polizia idraulica secondo le fasce di rispetto riportate nello studio della determinazione del reticolo idrico minore (Ecosphera, Luglio 2011):
- *Aste torrentizie in ambito esterno al perimetro dei nuclei abitati - estensione pari a 10 m*
- *Ambito interno al perimetro di centro edificato - estensione pari a 5m.*

- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile: sono riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto, ai sensi del d.lgs. 258/2000, art. 5, comma 4.

- Vincolo idrogeologico (con delimitazione fornita da Geoportale Regione Lombardia)

Il vincolo idrogeologico, imposto dal Regio Decreto Legge n. 3267/1923, ha lo scopo di tutelare l'ambiente e soprattutto le acque pubbliche dal rischio di danneggiamento, imponendo un controllo e la richiesta di autorizzazione agli enti locali ogni volta che un lavoro che interagisca con il territorio e che comporti modifiche strutturali alla componente geomorfologica dell'area soggetta a vincolo.

Il vincolo non preclude la possibilità di fare dei lavori, ma impone semplicemente la richiesta di specifica autorizzazione all'ente preposto.

- GEOSITI: l'allegato 14 della L.r 12/2005 definisce quanto segue:

Geosito: oggetto geologico ritenuto meritevole di tutela (WIMBLEDON); elemento geologico riconoscibile come bene geologico qualora ad esso sia possibile associare un valore scientifico, ai fini della comprensione dei processi geologici in atto e/o nei termini dell'esemplarità didattica (PANIZZA, PIACENTE). I geositi trovano una posizione ben definita nella normativa comunitaria, in particolare nella Raccomandazione del Consiglio d'Europa Rec (2004) sulla conservazione del patrimonio geologico e delle aree di particolare interesse geologico, adottata dal Comitato dei Ministri il 5 maggio 2004.

Dalla consultazione del Piano Territoriale di Coordinamento provinciale è emersa l'assenza di geositi sul territorio comunale di Merate (LC).

- Recepimento delle prescrizioni dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico

Nella carta dei vincoli sono rappresentate le aree aventi giudizio di compatibilità (variabili da "adatta" a "non adatta") omogeneo rispetto la possibilità di realizzare manufatti di dispersione di acque meteoriche nel sottosuolo, come indicato negli elaborati allegati allo Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico (Datek22, 2021).

Pur non trattandosi di aree vincolate si è ritenuto importante inserire tali informazioni nella carta dei vincoli quali elementi di attenzione nello sviluppo del territorio.

12. CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che le genera. Pertanto tale carta è costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee.

Non si segnalano variazioni rispetto a quanto contenuto nello studio geologico comunale redatto da SoilData (ottobre 2003) e nello studio geologico Ecosphera (gennaio 2012).

La carta di sintesi è stata rieditata sulla base cartografica aggiornata e riorganizzata con adeguamento della legenda alla normativa attualmente vigente.

Si riportano di seguito i diversi ambiti omogenei riscontrati sul territorio, parzialmente estratti della Relazione geologico-tecnica redatta da SoilData contenente la descrizione degli ambiti con pericolosità geologico-tecnica, vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee.

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

Tale ambito comprende sia aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti già avvenuti sia aree che potenzialmente potrebbero essere interessate dai fenomeni. Si individuano, in particolare:

- Aree con diffusa franosità superficiale attiva e con erosione accelerata in alveo: poco rappresentate, le troviamo ad est di Cassina Fra Martino e della valle percorsa dall'emissario del Lago di Sartirana compresa tra il laghetto di San Rocco e la confluenza con la Val Ruschetto, dove sono in atto fenomeni di erosione accelerata in alveo e le frane sui versanti.
- Aree con potenziali dissesti connessi alla dinamica geomorfologica e alla cattiva regimazione delle acque superficiali: si tratta di aree a pericolosità potenziale per possibili fenomeni erosivi localizzati e scivolamenti di limitata estensione areale e modeste volumetrie, aree di margine di terrazzi e scarpate morfologiche potenzialmente coinvolte in fenomeni franosi a valle. Sono aree aventi acclività mediamente superiore a 15° per le quali, in considerazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni ed in particolare della presenza di orizzonti superficiali di alterazione caratterizzati da modesti parametri geotecnici, è da ritenersi possibile l'innescarsi di localizzati fenomeni erosivi in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi o connessi ad una non corretta regimazione delle acque superficiali. La classe comprende inoltre anche le aree di margine di terrazzi e scarpate morfologiche la cui estensione è stata stabilita sulla base dell'altezza e dell'inclinazione del pendio a valle tenuto conto delle caratteristiche geotecniche dei terreni: per tali settori sono ipotizzabili coinvolgimenti in dissesti innescati sui pendii a valle. Si precisa che tali aree non sono attualmente interessate da fenomeni di dissesto.

- Aree a pericolosità potenziale per crolli isolati dalle pareti conglomeratiche o per scivolamenti localizzati della coltre eluvio-colluviale: in questa categoria sono state inserite le aree di affioramento del Ceppo della Molgora localizzate sui fianchi della Valle della Molgora. In corrispondenza di tali affioramenti, pur non essendo stati osservati fenomeni di dissesto in atto, le condizioni geomeccaniche del conglomerato, che risulta interessato da fenomeni di dissoluzione pseudocarsica con presenza di piccole cavità e fratture aperte, rende possibile l'innescare di isolati fenomeni di crollo. Inoltre la presenza di coperture eluvio-colluviali su pendii molto acclivi può dar luogo a limitati scivolamenti.
- Aree con emergenze idriche diffuse: l'area comprende una serie di sorgenti ubicate in corrispondenza del margine del terrazzo di Cascina San Martino e lungo i tratti iniziali degli impluvi confluenti nella Val San Martino. In particolare una di queste emergenze idriche veniva in passato utilizzata localmente per approvvigionamento idropotabile e presenta un manufatto di presa.

Aree pericolose dal punto di vista idrogeologico

- Elevata vulnerabilità degli acquiferi liberi sfruttati a scopi idropotabili a vulnerabilità estremamente elevata : si tratta della piana della Molgora, dove la presenza di terreni di natura ghiaioso-sabbiosa, privi di orizzonti protettivi superficiali a bassa permeabilità, la modesta soggiacenza della superficie piezometrica dell'acquifero sfruttato a scopo idropotabile, che in occasione dei livelli di massimo innalzamento piezometrico raggiunge valori minimi di circa 6 m, e la presenza di un corso d'acqua sospeso rispetto alla quota piezometrica media, non garantiscono adeguate condizioni di protezione della risorsa idrica sotterranea.
- Aree a bassa soggiacenza della falda superficiale o con presenza di falde sospese: in questa classe sono state inserite le aree costituenti le depressioni del Lago di Sartirana, di Malpaga, di Cascina Frà Martino e di Novate, dove è presente una generalizzata situazione di limitata soggiacenza della superficie di saturazione della falda superficiale qui presente. A questo proposito si precisa che tale falda idrica, pur non essendo sfruttata a scopo idropotabile e risultando separata da quella più profonda sfruttata da alcuni pozzi privati della zona da livelli a bassa permeabilità, costituisce di fatto un elemento di veicolazione di eventuali inquinanti verso i settori di pianura dove si realizza il raccordo tra le due diverse superfici di saturazione; in altri termini in tali aree eventuali inquinanti non si infiltrano in profondità ma vengono trasportati verso i settori di valle. Nella medesima classe è stata inserita un'area posta nel settore nordoccidentale del territorio comunale, al confine con Olgiate Molgora e Calco, posta lungo l'asse del torrente Calendone ed in continuità con la falda sfruttata a scopo idropotabile ed un'area posta a nord

dell’Ospedale dove si realizzano condizioni di ristagno a causa della non corretta regimazione idraulica dell’impluvio ivi presente e della concomitante situazione di ridotta soggiacenza.

- Aree con ridotta soggiacenza della superficie di saturazione associata a criticità idraulica per inadeguatezza del reticolo di drenaggio superficiale che determina situazioni di impaludamento dei suoli.
- Area con suoli potenzialmente inquinati: si tratta dell’area occupata dal dismesso impianto di depurazione ubicato in via Promessi Sposi per la quale è ipotizzabile la presenza di suoli contaminati in virtù della pregressa attività.

Aree pericolose dal punto di vista idraulico

- Terreni con scadenti caratteristiche geotecniche e con fenomeni di ristagno idrico superficiale con temporanei affioramenti della superficie di saturazione; area di esondazione del L. Sartirana. In questo ambito sono comprese due aree differenti: un’area a morfologia depressa con periodici episodi di ristagno idrico superficiale, allagamento ed emersioni della falda superficiale (porzione centrale più depressa della piana di Malpaga, perimetrata sulla base delle osservazioni condotte in sito nel corso dell’evento alluvionale di Novembre 2002) e l’area attorno al lago di Sartirana soggetta ad esondazione in caso di eventi meteorici di particolare intensità perimetrata sulla base dell’estensione dell’area esondata nel corso dell’evento di novembre 2002.
- Vulnerabilità di natura idraulica e area di esondazione del Torrente Molgora. Sono aree potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali individuate con criterio esclusivamente morfologico: si tratta di porzioni della piana della Molgora esterne alle precedenti individuate estendo il limite di esondazione cartografato nel corso dell’evento di novembre 2002 fino al primo elemento morfologico significativo osservabile in sito.

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- Aree pianeggianti con presenza di terreni limoso-sabbiosi con scadenti caratteristiche geotecniche fino a profondità di 2÷4 m e con possibile variabilità laterale dello stato di addensamento: rientrano in questa categoria le aree contermini alle depressioni di origine lacustre di Sartirana, Malpaga, Cassina Frà Martino e Novate, in cui possono essere presenti terreni a scarse caratteristiche geotecniche connessi alla presenza di terreni colluviali verso le depressioni lacustri, caratterizzati in ogni caso da spessori molto limitati.
- Aree a ridotta acclività con presenza di terreni fini superficiali con scadenti caratteristiche geotecniche fino a profondità di 1÷2 m e con possibile variabilità laterale dello stato di addensamento: rientrano in questa categoria le aree di affioramento dei depositi glaciali del Sintema di Cantù (ar-

co collinare Torre di Villa Perego – Villa Biffo – Villa Subaglio – San Rocco – Cà dei Monti – Barbiano) caratterizzati da ridotti spessori dell'orizzonte di alterazione (fino a 1–2 m) al cui interno si possono realizzare significative variabilità laterali dello stato di consistenza dei terreni.

- Aree a ridotta acclività con presenza di terreni fini superficiali con scadenti caratteristiche geotecniche fino a profondità di 3÷4 m e con possibile variabilità laterale: rientrano in questa categoria le aree di affioramento dei depositi glaciali del SuperSintema di Besnate (arco collinare di Roncaglia – Pagnano - Merate - Novate) caratterizzati da spessori dell'orizzonte di alterazione fino a 3–4 m al cui interno si possono realizzare significative variabilità laterali dello stato di consistenza dei terreni.
- Aree pianeggianti con presenza di terreni con scarse caratteristiche geotecniche fino a profondità di 1-2m, con presenza di livelli conglomeratici a debole profondità: rientra in questa categoria la piana fluvioglaciale che costituisce il settore sudorientale del territorio comunale, dove è segnalata la presenza di orizzonti cementati già a profondità di 3–4 m; la presenza degli orizzonti cementati, oltre a creare problemi fondazionali per disuniformità laterale deve essere attentamente considerata anche per la possibile **presenza di cavità pseudocarsiche** al loro interno e di orizzonti a debole resistenza alla loro base.
- Aree con presenza di terreni fini superficiali con scadenti caratteristiche geotecniche fino a profondità di 3÷4 m e con probabile **presenza di cavità da piping a profondità minori di 10÷15 m**: rientra in questa categoria la piana fluvioglaciale che costituisce il settore sudoccidentale del territorio comunale, caratterizzata dalla presenza di un orizzonte superficiale di alterazione di spessore massimo di 3–4 m caratterizzato da scadenti caratteristiche geotecniche; in tale area inoltre è segnalata la presenza di cavità da piping a profondità minore di 10–15 m, e quindi significativa per le normali opere di fondazione, più probabile in prossimità del contatto con unità più antiche ed alterate che possono ritrovarsi in profondità (zone di via Bergamo–Auchan e di via Gramsci–Torre Sip).
- Aree con presenza di terreni fini sensibili alle variazioni del contenuto d'acqua e con probabile presenza di cavità da piping a profondità generalmente superiore a 10÷15 m: rientrano in questa categoria le aree di affioramento dei depositi fluvioglaciali del Sintema della Specola e del Sintema del Bozzente (terrazzo di Cascina Nibbio, terrazzo di Cascina Bagolino, alto di Brugarolo) caratterizzati da elevati spessori di terreni fini superficiali dotati di buone caratteristiche geotecniche ma sensibili alle variazioni del contenuto d'acqua e con difficoltà di drenaggio superficiale e profondo che crea locali fenomeni di ristagno idrico; in tali aree inoltre è segnalata la presenza di cavità da piping a profondità superiore generalmente a 10–15 m.

13. CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

La carta di fattibilità geologica è desunta dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli (per gli ambiti ricadenti in aree in dissesto PAI) attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono.

Tale cartografia è stata oggetto di modifiche per l'adeguamento delle classi e sottoclassi di fattibilità ai vincoli PAI come da indicazione della D.g.r. 2616/2011. Sono state infatti modificate le sottoclassi già presenti per meglio distinguere le norme di attuazione del PGT, adeguatamente alle Norme di Attuazione del PAI. Si è inoltre provveduto ad accorpare alcune sottoclassi simili tra loro per semplificare l'applicazione delle prescrizioni.

La carta di fattibilità è dunque una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio. La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle "Norme geologiche di attuazione" che riportano la corrispondente normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

La normativa associata alle classi di fattibilità contiene le prescrizioni che considerano la sussistenza di tutti i fenomeni evidenziati. L'efficienza, la funzionalità e la congruità delle opere di difesa idrogeologica presenti contribuiscono alla definizione delle classi di fattibilità.

13.1. Classe 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni (non individuata nel territorio comunale di Merate)

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

13.2. Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni (con sottoclassi)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

13.3. Classe 3– Fattibilità con consistenti limitazioni (con sottoclassi)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propeudeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto devono essere consegnate, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (l.r. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/05, art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".











13.4. Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni (con sottoclassi)

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insonorizzante. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Si rimanda alle Norme di Attuazione per le limitazioni specifiche di ogni sottoclasse, con particolare riferimento agli ambiti di dissesto PAI ove prevalgono le Norme di Attuazione PAI.

LEGENDA

Classi di fattibilità geologica

-  2: Aree pianeggianti e aree a ridotta acclività con presenza di terreni con scarse caratteristiche geotecniche fino a profondità di 2-4m e con possibile variabilità laterale dello stato di addensamento. Possibile presenza di livelli conglomeratici a debole profondità
-  3a: Potenziali dissesti connessi alla dinamica geomorfologica e alla cattiva regimazione delle acque superficiali; aree da moderatamente acclivi ad acclivi e aree di margine di scarpate e terrazzi morfologici
-  3b: Ridotta soggiacenza della superficie di saturazione o presenza di falde sospese in aree caratterizzate da terreni a scadenti caratteristiche geotecniche in superficie. Elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati a scopo idropotabile
-  3c: Ridotta soggiacenza della superficie di saturazione associata a criticità idraulica per inadeguatezza del reticolo di drenaggio superficiale che determina situazioni di impaludamento dei suoli
-  3d: Aree pianeggianti con presenza di terreni fini sensibili alla variazione di contenuto d'acqua e con probabile presenza di cavità da piping a profondità generalmente superiori a 10-15m associati a livelli conglomeratici e con fenomeni di ristagno in superficie
-  4a: Aree di frana attiva PAI (Fa)
-  4b: Aree di frana quiescente PAI (Fq)
-  4c: Emergenze idriche diffuse ubicate in prossimità di cigli di terrazzi morfologici potenzialmente sede di innesco di fenomeni erosivi e franosi
-  4d: Terreni con scadenti caratteristiche geotecniche e con fenomeni di ristagno idrico superficiale con temporanei affioramenti della superficie di saturazione; area di esondazione del L. Sartirana
-  4e: Aree con pericolosità di esondazione molto elevata PAI (Ee)

Classi di fattibilità geologica nel territorio comunale di Merate

14. CARTA PAI - PGRA

All'interno dell'ambito territoriale di riferimento le aree interessate da fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico sono distinte in relazione alle seguenti tipologie di fenomeni prevalenti:

- area ad alto rischio idrogeologico (ex L.r. 267/98- non modificata)

- frane,

- esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (erosioni di sponda, sovraincisioni del thalweg, trasporto di massa),

Le aree interessate da fenomeni di dissesto sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici, di versante e relativi all'esondazione fluviale:

- **frane:**

- Fa, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata),

- Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),

- **esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:**







- Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata.

PGRA

In ottemperanza alle Norme di Attuazione del PAI, la cartografia sopra descritta comprende, inoltre, le mappe di pericolosità e rischio alluvione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, in quanto queste ultime costituiscono integrazione al quadro conoscitivo del PAI e quadro di riferimento per la verifica delle previsioni e prescrizioni del PAI.

Le aree allagabili su reticolo secondario collinare e montano sono localizzate nel settore occidentale del comune (torrente Molgora), in perfetta coerenza con la vigente carta PAI.

Di seguito la legenda della carta PAI - PGRA.

LEGENDA	
Dissesti con legenda PAI	
	Area di frana attiva
	Area di frana quiescente
	Esondazioni: area a pericolosità elevata
Pericolosità reticolo secondario collinare e montano	
	Scenario poco frequente
	Scenario raro
	Confine comunale

15. CARTA DI SOVRAPPOSIZIONE DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E PERICOLOSITÀ SISMICA

Nella carta sopracitata si riproducono i tematismi derivanti della pericolosità sismica unitamente alle classi di fattibilità geologica.

Il documento ha pura finalità di confronto e di uso per l'Amministrazione tecnica del Comune.

16. CARTA DI SOVRAPPOSIZIONE DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E PAI

Nella carta si ripropongono i tematismi derivanti dai dissesti PAI unitamente alle classi di fattibilità geologica. L'analisi della sovrapposizione dei tematismi consente di affermare la coerenza delle prescrizioni imposte dal PAI con la classificazione e di conseguenza le norme di fattibilità geologica.

17. ANALISI RISCHIO PGRA: CARTA DELLE CATEGORIE DI RISCHIO DEGLI ELEMENTI ESPOSTI

Nell'elaborato sono rappresentate le categorie di rischio che il PGRA ha definito per gli elementi esposti presenti nelle aree di esondazione dei corsi d'acqua (torrente Molgora). Le aree per le quali è stato definito un rischio molto elevato R4 necessitano di un'attenzione particolare, motivo per cui, nel rispetto della normativa vigente, è stata sviluppata un'analisi dettagliata al fine di verificare che le prescrizioni vigenti siano conformi allo stato di rischio.

Si rimanda al documento allegato per l'analisi di dettaglio degli ambiti a rischio R4 come richiesto da normativa.

Colico, settembre 2023

Depoli dott. Claudio
Geologo

18. BIBLIOGRAFIA

- **Componente Geologica** del PGT di Merate, SoilData Ottobre 2003 e Ecosphera s.r.l. Gennaio 2012
- **Documento di Polizia Idraulica Merate**
- **Indagini** geologiche nel territorio comunale (Bibliografia privata e pubblica)
- **PAI - Piano assetto idrogeologico** Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni
- **Piani di gestione del rischio di alluvioni** (PGRA)
- Aggiornamento del quadro conoscitivo relativo alla suscettività del territorio della provincia di Monza e Brianza al fenomeno degli occhi pollini – GeoSphera Studio Associato di Geologia Giugno 2020
- Ecosystem S.p.A. Gestione servizi acqua e ambiente – Ubicazione stratigrafie, piezometrie e caratteristiche tecniche dei pozzi pubblici in territorio comunale di Merate
- Provincia di Lecco – Settore Territorio: Piano territoriale di coordinamento provinciale
- D.g.r. XI/2616 del 30 novembre 2011 Allegato B
- Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico – DATEK22 S.R.L. Novembre 2021
- Stato delle acque sotterranee della Provincia di Lecco – ARPA Lombardia 2012
- PIANO DI GESTIONE SIC IT2030007 “Lago di Sartirana”
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D’ITALIA alla scala 1:50.000 ISPRA (progetto CARG)
- Carta geologica d’Italia – Foglio 097 VIMERCATE - ISPRA Servizio Geologico d’Italia, 2014
- Sinkhole e cavità sotterranee: prospettive della ricerca scientifica verso la redazione di Linee Guida (video convegno on-line e in presenza, Giornata di Studio 2 febb 2023, Società Geografica Italiana)
- ISPRA – Database Nazionale Sinkhole