

# COMUNE DI VERGIATE

PROVINCIA DI VARESE



## STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI SUPPORTO AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(ai sensi della L.R. 11 marzo 2005, n.12)

### RELAZIONE

MAGGIO 2013

*Dott.Geol. Mario Lolla*



*Dott.Geol. MARIO Lolla – Sesto Calende (VA)  
Via Valdona 4 - Tel. 0331 / 921380*

## Sommario

1. PREMESSA.....	5
1.1 Approccio metodologico .....	5
1.2 Raccolta ed analisi di dati esistenti.....	6
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	6
3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO .....	7
3.1 Elementi meteo-climatici.....	7
3.2 Regime termico.....	7
3.3 Precipitazioni.....	10
3.4 Evapotraspirazione .....	13
3.5 Definizione del clima.....	14
4. ASSETTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE.....	15
4.1 Evoluzione del territorio .....	15
4.2 Geologia di superficie e del primo sottosuolo.....	16
5. GEOMORFOLOGIA E DINAMICA GEOMORFOLOGICA.....	20
5.1 Ambiti geomorfologici.....	20
5.2 Dinamica geomorfologica .....	23
5.3 Considerazioni generali .....	24
6. IDROGRAFIA .....	26
6.1 Reticolo Principale .....	26
6.2 Reticolo minore .....	27
7. IDROGEOLOGIA.....	31

7.1	Ambiti idrogeologici.....	31
7.2	Emungimento ed utilizzo delle acque sotterranee.....	33
7.3	Piezometria e soggiacenza.....	36
7.4	Vulnerabilità della falda.....	37
8.	ELEMENTI DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	39
8.1	Modalità di classificazione dei terreni .....	39
8.2	Zonazione geologico tecnica preliminare .....	39
8.3	Considerazioni generali di carattere geotecnico.....	42
9.	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' PER FRANA.....	44
10.	ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE.....	45
10.1	Sismicità storica del territorio.....	47
10.2	Analisi del rischio sismico del territorio comunale .....	50
10.3	Carta della pericolosità sismica locale - primo livello.....	51
10.4	Scenari di pericolosità sismica locale .....	53
10.5	Cenni sulla modalità di approfondimento del 2° e 3° livello.....	56
11.	VINCOLI .....	60
11.1	Vincoli di polizia idraulica .....	60
11.2	Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.....	60
12.	SINTESI.....	63
12.1	Ambiti di pericolosità e vulnerabilità.....	63
12.2	Pericolosità dal punto di vista dell'instabilità dei versanti .....	65
12.3	Vulnerabilità da punto di vista idrogeologico .....	65
12.4	Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.....	66
12.5	Aree senza particolari fenomeni geologici, geomorfologici e idrogeologici .....	67

13. FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	68
13.1 Suddivisione del territorio in classi di fattibilità geologica .....	69
13.2 CLASSE II – Fattibilità con modeste limitazioni.....	69
13.3 CLASSE III – Fattibilità con consistenti limitazioni .....	71
13.4 CLASSE IV (colore rosso) – Fattibilità con gravi limitazioni .....	75

## 1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta a supporto del Piano di Governo del Territorio del Comune di Vergiate, in ottemperanza alla direttiva "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio", attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12.

Essendo già stato realizzato uno studio geologico ai sensi della L.R. 41/1997, esteso all'intero territorio comunale, poi successivamente aggiornato, nel 2004, ai criteri della D.G.R. VII/6645/2001, la direttiva sopra citata fornisce indicazioni per l'aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale relativamente alla componente sismica (Carta della pericolosità sismica locale), alla revisione della Carta di sintesi, della Carta della fattibilità geologica per le azioni di Piano e della Carta dei vincoli.

Le caratteristiche del territorio, secondo quanto emerso nei precedenti studi sono state comunque riprese e riaggornate in modo sintetico e schematico, e hanno costituito la base su cui si sono eseguite poi le nuove elaborazioni.

### 1.1 Approccio metodologico

Lo studio del territorio si articola in tre differenti fasi di lavoro:

➤ **Fase di analisi**, che a sua volta comprende:

- *ricerca storica e bibliografica*: raccolta di tutta la documentazione esistente al fine di acquisire una conoscenza approfondita del territorio, utile alla predisposizione delle successive elaborazioni;

- *rilevamento in sito e realizzazione della cartografia d'inquadramento*: rilevamento di terreno del territorio comunale e stesura della relativa cartografia in cui vengono definiti gli elementi litologici, geomorfologici e di dinamica geomorfologica, idrografici, idrogeologici e geotecnici. Per la rappresentazione degli elementi caratterizzanti il territorio è stata utilizzata la base cartografica comunale alla scala 1:2.000;

- *fase di approfondimento/integrazione*: in questa fase vengono studiati tematismi specifici quali pozzi, dissesti idrogeologici e l'analisi della sismicità del territorio.

➤ **Fase di sintesi e valutazione**: attraverso una analisi incrociata di tutti gli elementi individuati nella precedente fase di analisi, viene definita una carta dei vincoli, in cui sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico, e una carta di sintesi in cui viene proposta una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

➤ **Fase di proposta**: è definita attraverso la redazione della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano atta a fornire indirizzi circa le limitazioni e destinazioni d'uso del territorio. La proposta è completata dalla redazione di Norme Geologiche di Attuazione degli interventi sul territorio comunale.

## 1.2 Raccolta ed analisi di dati esistenti

Sono stati esaminati e utilizzati per la stesura dello studio, i seguenti documenti e cartografie di interesse riguardanti il territorio comunale:

- a) Documenti cartografici:
- Carta IGM a scala 1:25.000 – Fogli Angera, Varese, Borgo Ticino e Somma Lombardo;
  - Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 – Sezioni A5b1; A5c1;A5b2;A5c2.
  - Banca Dati Geologica: carte tematiche scala 1:100.000 (Regione Lombardia).
- b) Documentazione messa a disposizione dall'Ufficio Tecnico del Comune di Vergiate.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Vergiate ha una superficie di 21,76 Km<sup>2</sup>, e si trova nel settore centro-occidentale della Provincia di Varese.

Confina a Nord con il Comune di Varano Borghi e Casale Litta, a Nord-Est con il Comune di Mornago, a Est con il Comune di Arsago Seprio, a Sud con Somma Lombardo, a Ovest con Golasecca, Sesto Calende e Mercallo. Parte del confine occidentale è invece rappresentato dal Lago di Comabbio.

Il territorio si presenta principalmente collinare (oltre il 50 % della sua superficie), con altitudine massima in corrispondenza del M.te San Giacomo di 414 m s.l.m., e pianeggiante nel settore orientale del territorio comunale, lungo una fascia disposta trasversalmente da NE a SW.

Il comune è caratterizzato dalla presenza di un nucleo urbano discontinuo sul territorio, dato dall'abitato di Vergiate (sede comunale), da una serie di frazioni (Corgeno, Sesona, Cimbro e Cuirone).

Nella zona meridionale si trova l'ampia area produttiva/industriale della Agusta-Westland. Un'altra ampia industriale è localizzata in frazione Corgeno, località S.Rocco.

La maggior parte del territorio comunale non urbanizzato, è occupato da copertura boschiva; limitate porzioni di territorio sono invece destinate a prati e seminativi a cui va aggiunta ampie aree palustri (nelle vicinanze del Lago di Comabbio) e naturale della.

### **3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO**

#### **3.1 Elementi meteo-climatici**

Il territorio comunale di Vergiate si inserisce nell'ambiente fisioclimatico della zona collinare morenica, subito a valle dei rilievi montuosi prealpini.

Il clima presenta caratteristiche tipicamente continentali con inverni rigidi ed estati calde, umidità discretamente elevata e precipitazioni ben distribuite durante tutto l'anno, ventosità scarsa e con episodi temporaleschi estivi isolati.

I dati meteorologici utilizzati per la determinazione dei tipi climatici si riferiscono alle serie storiche esistenti e relative a stazioni di misura più prossime all'area di studio: Ispra, Varano Borghi, Azzate e Brebbia, integrate con dati raccolti ed elaborati dall'Osservatorio del Campo dei Fiori e relativi alla stazione di Varese.

La stazione di Ispra copre il periodo 1921-1944 e 1959-1972; la stazione di Varano Borghi copre il periodo 1921-1950 e 1957-1964; la stazione di Azzate copre i periodi 1921-1950, 1957-1961, 1964 e 1967-1968,

#### **3.2 Regime termico**

La temperatura dell'aria presenta un valore medio annuo per le stazioni considerate di circa 12 °C con un'escursione media di circa 20.9 °C, tipica di climi continentali. Le temperature raggiungono i valori massimi nei mesi di Luglio e Agosto. I minimi si registrano in Gennaio e Febbraio.

PERIODO DI OSSERVAZIONE	STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media
1958-1964	Varano Borghi min	-2,7	-1,4	2,3	7,9	12	15,8	17,8	17,1	13,4	8,3	4,1	-1,2	7,7
1958-1964	Varano Borghi	0,7	2,9	6,9	12,6	17,4	21,2	23,2	22,5	18,2	12,5	7,2	2,1	12,3
1958-1964	Varano Borghi max	4	7,1	11,4	17,6	22,8	26,7	28,6	27,8	22,9	16,6	10,3	5,3	16,3
1958-1967	Azzate min	-1,1	0,2	3,5	8,1	11,5	15,7	17,1	16,4	13,4	9,4	4,3	0	8,2
1958-1967	Azzate	1,9	4	7,7	12,7	16,7	20,5	22,3	21,4	17,9	13,1	7,1	2,9	12,4
1958-1967	Azzate max	4,9	7,9	12	17,4	21,9	25,4	27,6	27	22,4	16,9	9,9	5,8	16,6
1959-1972	Ispra min	-2	-0,2	2,5	7	10,3	14	16	15,5	12,6	8,1	3,5	0,8	7,3
1959-1972	Ispra	1,5	3,6	7,3	11,6	15,3	18,8	21,3	20,2	17	12	6,7	2,4	11,5
1959-1972	Ispra max	5,7	8,7	12,5	17	21,3	24,2	26,9	25,9	22,2	17	10,6	6,4	16,5
1986-2000	Brebbia min	-6,7	-6,6	-3,28	-0,14	5,83	8,38	12,4	11	6,77	2,43	-2,97	-6,4	1,7
1986-2000	Brebbia	2,8	4,7	9,2	12,6	17,8	21,0	24,0	23,1	18,2	13,0	7,0	4,6	13,6
1986-2000	Brebbia max	13,4	17,4	22,4	25,3	26,8	32,2	33,5	33,1	27,9	22,9	17,1	13,4	23,8

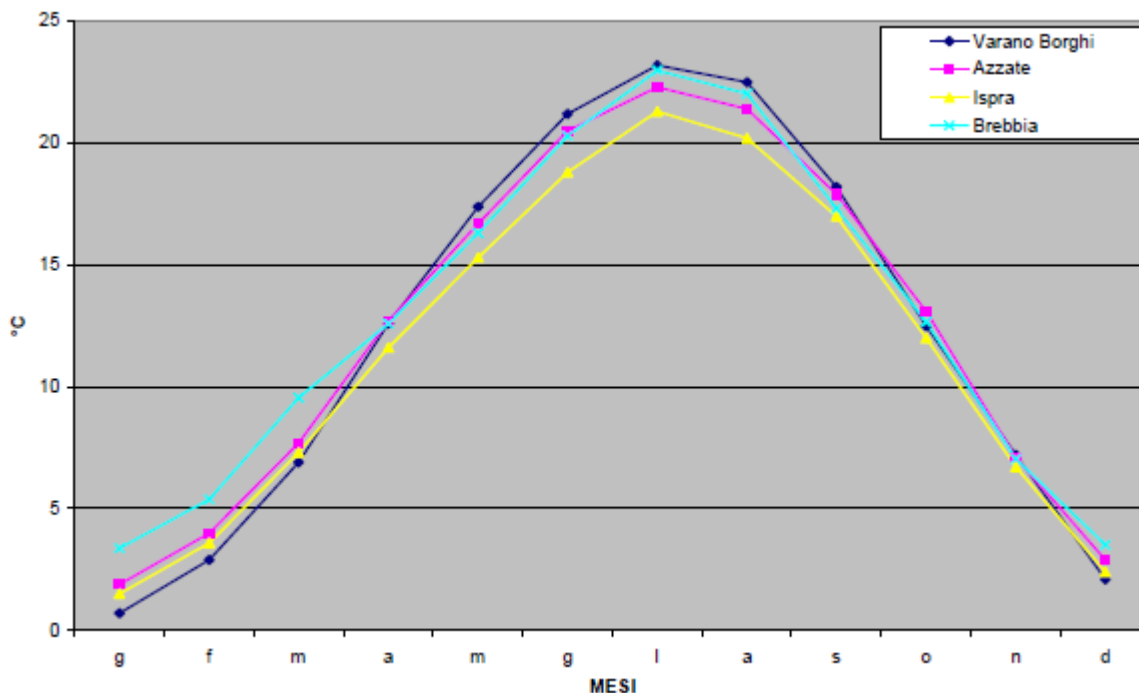


Figura 1 – Regime termico (Varano Borghi, Azzate, Ispra, Brebbia)



Secondo i dati del Centro Geofisico Prealpino relativi alla stazione meteorologica di Varese (410 m s.l.m.), l'andamento annuale della temperatura media risulta si sia innalzata di quasi mezzo grado in 10 anni, per un totale di quasi 2° in 30 anni (dal 1967 al 2009). L'anno con la temperatura più alta è stato il 2003, seguito dal 2009 e dal 2007.

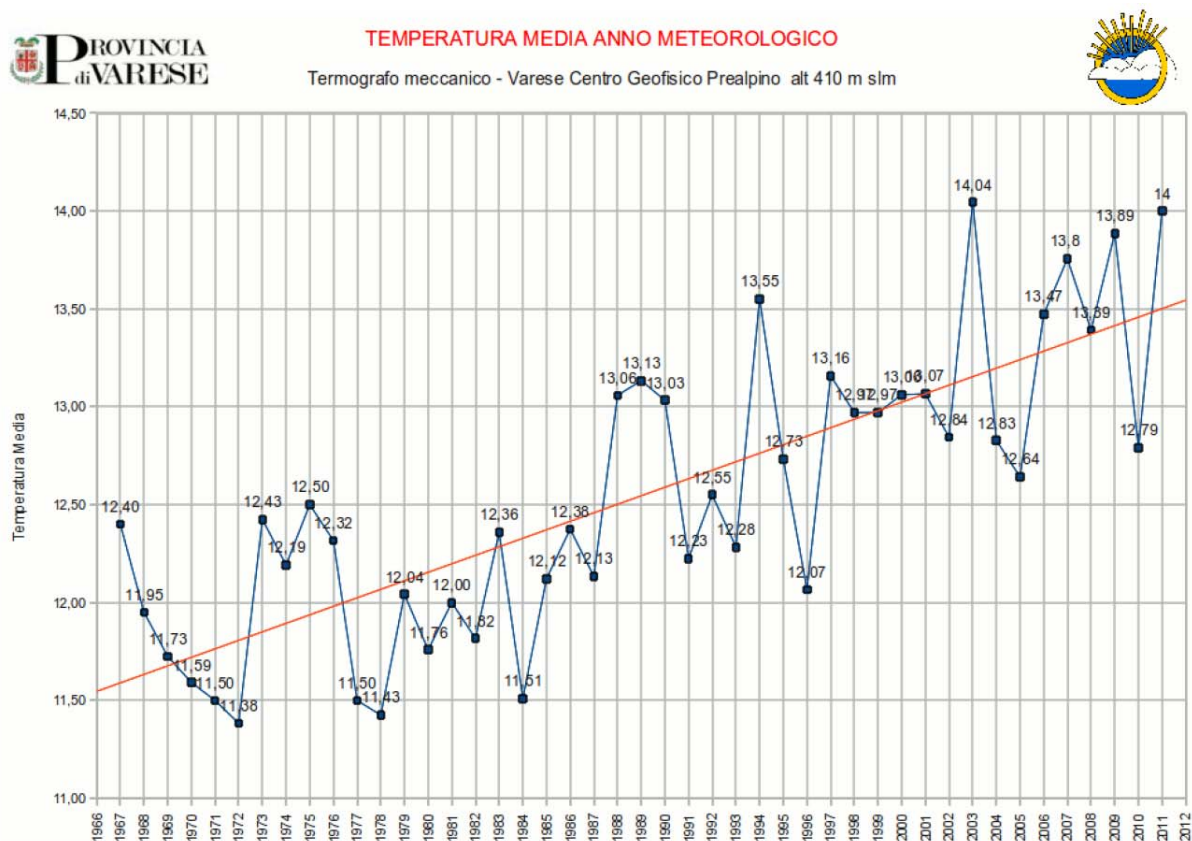


Figura 2 – Temperature medie dal 1966 al 2012 (Varese)

### 3.3 Precipitazioni

Per quanto riguarda i dati pluviometrici alla scala regionale, la Regione Lombardia, nell'anno 2000, ha pubblicato uno studio di sintesi relativo alla precipitazioni massime, medie e minime annue del territorio alpino lombardo di un periodo di 100 anni (1891-1990) di cui sono proposti gli stralci che comprendono Vergiate

Le precipitazioni medie annue (P.M.A.) tendono progressivamente ad aumentare, spostandosi dalla pianura padana verso i rilievi prealpini.

In particolare, l'area del comune di Vergiate è caratterizzata dai seguenti valori pluviometrici registrati dal 1891 al 1990:

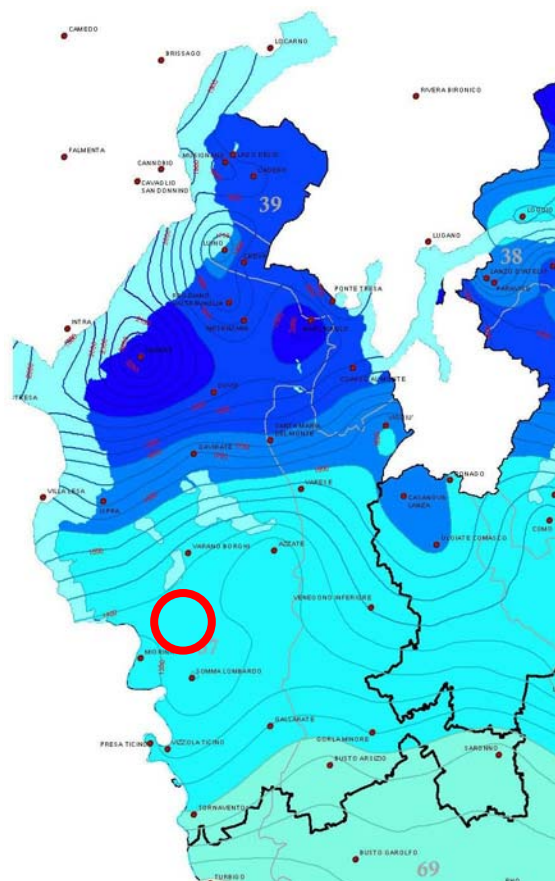
- precipitazioni medie: 1350-1400 mm/anno;
- precipitazioni massime: 2100-2300 mm/anno;
- precipitazioni minime: 601-800 mm/anno.

Nelle stazioni di Ispra, Varano Borghi e Azzate si rileva una distribuzione delle piogge abbastanza irregolare durante l'anno:

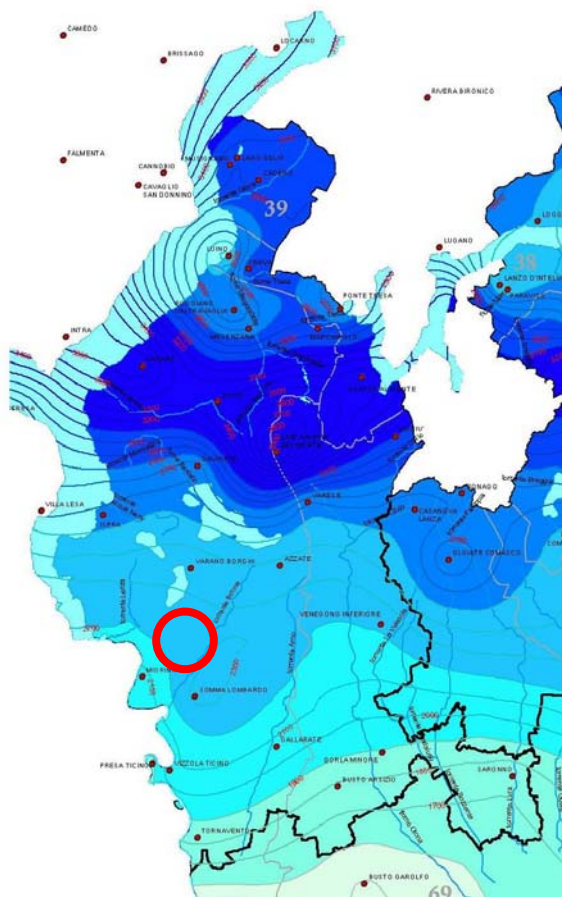
Il massimo assoluto è autunnale, e si verifica nei mesi di Ottobre a Ispra e a Novembre nelle altre località. Altri due massimi relativi si registrano in primavera nei mesi di Aprile e Giugno. Il minimo si registra nel mese di Gennaio.

PERIODO DI OSSERVAZIONE	STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	TOTALE
1959-1967	Ispra	44,5	63,5	104,7	167,5	124,4	143,1	109,1	114,6	165,0	251,6	221,9	78,0	1541,9
1955-1964	Varano Borghi	77,0	75,7	103,1	175,3	122,7	170,8	143,1	84,9	116,6	168,0	195,4	124,8	1557,3
1958-1967	Azzate	53,4	74,0	80,1	155,5	123,3	133,6	96,6	113,5	117,8	188,0	208,2	88,2	1432,1

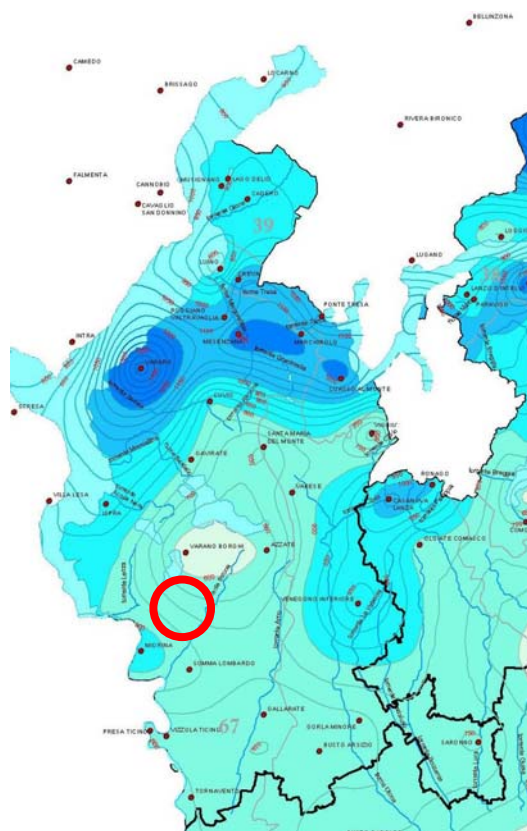
Precipitazioni medie mensili in mm



Precipitazioni medie



Precipitazioni massime



Precipitazioni minime

Figura 3 - Precipitazioni medie, massime e minime dal 1891 al 1990

Il grafico seguente evidenzia come le precipitazioni annuali rilevano grandi fluttuazioni da un anno all'altro. Nel periodo considerato di 45 anni (dal 1966 al 2011), le piogge annuali minime si sono registrate nel 2005 (971 mm), le massime nel 2002 con 2398 mm.

Sull'intero periodo si ricava una media (aritmetica) di 1540 mm. Dall'analisi statistica non sembra emergere una chiara tendenza all'aumento o alla diminuzione dell'apporto idrico.



Provincia di Varese - Centro Geofisico Prealpino  
STAZIONE METEOROLOGICA DI Varese (m 410 s.l.m.)  
PRECIPITAZIONI ANNUALI (anno meteorologico) DEL PERIODO 1966-2010 - 45 anni

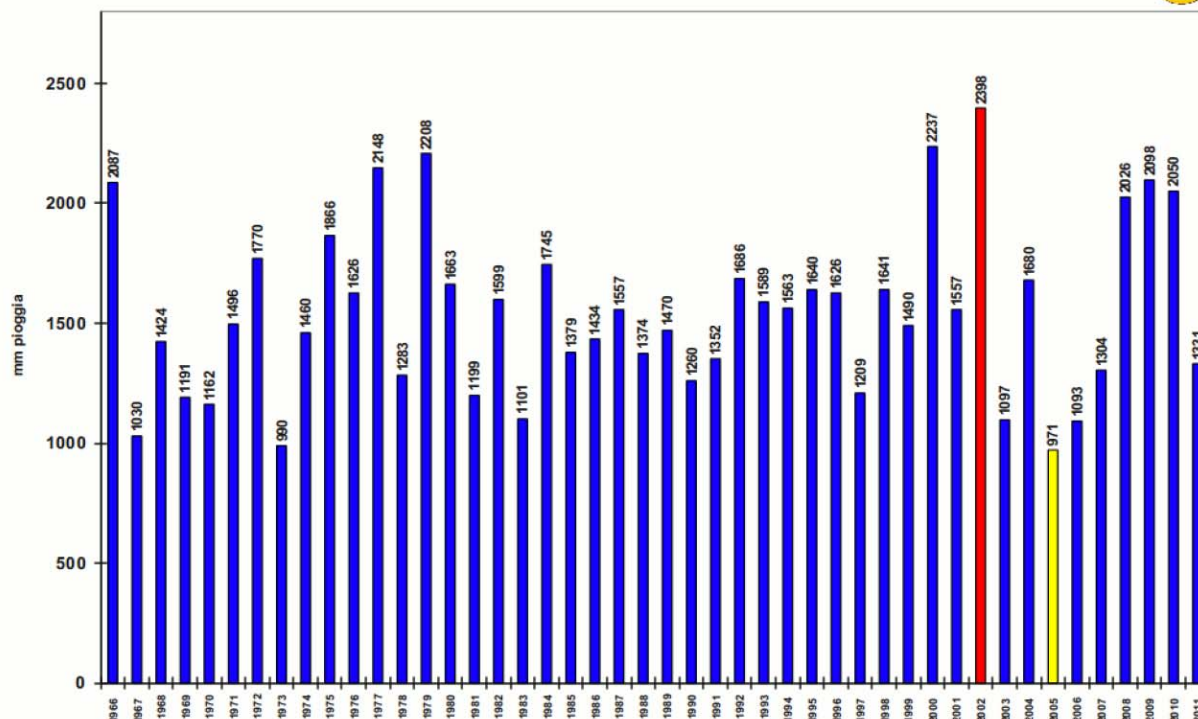


Figura 4 – Precipitazioni annuali dal 1966 al 2011 (Varese)

### 3.4 Evapotraspirazione

L'**evapotraspirazione** è stata ricavata con il metodo del Turk e di Thornthwaite. Il primo fornisce valori che vengono definiti troppo prudenti nei climi continentali essendo la formula nata per i climi africani. Anche il secondo metodo fornisce dati approssimativi per difetto ma è ampiamente usato per la facilità di calcolo.

Per la stazione di Azzate il valore di EP annua varia da 606 mm (Turk) a 718 mm (Thornthwaite). Per la stazione di Ispra il valore di EP annua stimata varia da 585 mm (Turk) a 731 mm (Thornthwaite). Per la stazione di Varano Borghi il valore di EP stimata varia da 615 mm (Turk) a 730 mm (Thornthwaite).

Il bilancio idrico definisce la presenza di piccoli deficit idrici nei mesi estivi, in Luglio (Azzate) e Agosto (Varano Borghi). Nella stazione di Ispra si registra deficit un debole deficit idrico solo a luglio  
Il notevole surplus idrico dei mesi primaverili e autunnali dà origine all'eliminazione delle acque in eccesso per percolazione superficiale.

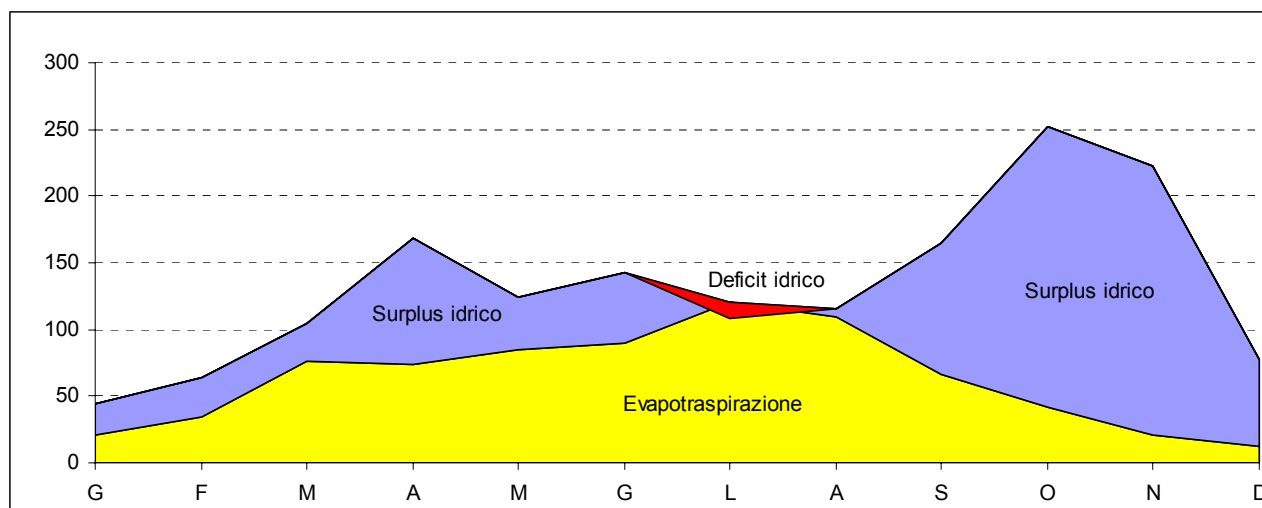


Figura 5 - Stazione meteorologica di Ispra – Bilancio idrico periodo 1959-1967

### 3.5 Definizione del clima

La zona climatica secondo Pavari (1916) è di tipo “B Castanetum calda I° Tipo”.

Il climogramma di Péguy è stato realizzato con i dati climatici della stazione di Ispra.

Il climogramma definisce i seguenti climi:

mesi freddi (Gennaio, Febbraio, Marzo, Aprile, Ottobre, Novembre, Dicembre),

mesi temperati (Maggio)

mesi caldi (Giugno, Luglio, Agosto, Settembre)

Il **pluviofattore di Lang** ( $pf=115.9\div 129.8$ ) indica clima umido e zone a “*Fagetum o Castanetum*”.

L'**angolo di continentalità idrica** ( $\square = 7.9^{\circ}\div 8.8^{\circ}$ ) indica la zona fitoclimatica relativa a “Zona I *Castanetum* (piano fitoclimatico basale) con vegetazione a latifoglie eliofile

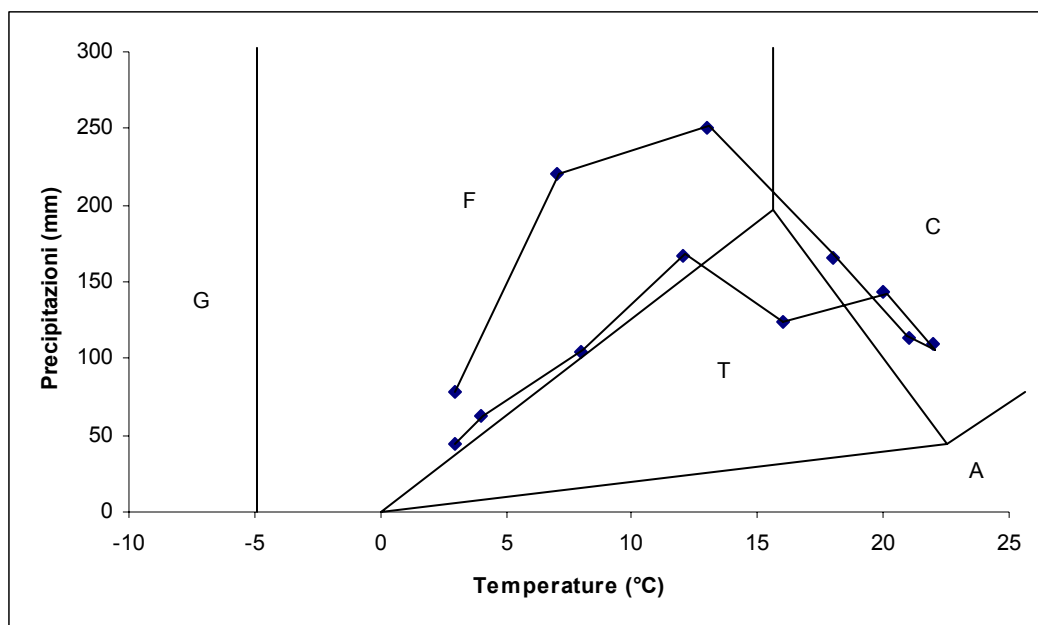


Figura 6 - Stazione meteorologica di Ispra –Climogramma di Péguy

## 4. ASSETTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

### 4.1 Evoluzione del territorio

Il territorio di Vergiate si inserisce in un più ampio ambito geologico, caratterizzato, nella sua ultima importante fase evolutiva, dalla dinamica dei ghiacciai che per tutto il Quaternario hanno interessato le aree pedemontane poste allo sbocco delle principali valli alpine. Ogni glaciazione ha avuto una estensione differente, dato che la fisiografia del territorio era ogni volta diversa, sia per cause connesse all'azione di deposizione e erosione dei ghiacciai, sia per effetto di fasi di neotettonica.

I ghiacciai delle prime glaciazioni (inizio Pleistocene medio), denominate Monterosso (*Da Rold, 1990*) e Morazzone (*Zuccoli, 1997*), avanzavano su un territorio a morfologia blanda caratterizzato dalla presenza di spessi ed evoluti suoli, espressione ultima della fase evolutiva del territorio avvenuta durante il Pliocene. Questo aspetto spiegherebbe la scarsità di massi e la generale granulometria più fine dei depositi, espressione sedimentaria di queste prime glaciazioni.

I depositi riferibili a queste prime glaciazioni quaternarie sono caratterizzati da una marcata alterazione (più del 90% dei clasti risulta alterato) per spessori anche maggiori di 10 metri, colore marcatamente arrossato, e presenza di sviluppate coperture loessiche pedogenizzate.

La parte frontale del ghiacciaio Monterosso poteva avere una forma subcircolare, legata alla assenza di ostacoli. Espressione morfologica dei depositi appartenenti a queste prime glaciazioni è conservata in località Monterosso, presso Gallarate, dove sono presenti blandi dossi interpretabili come morene. Dalla posizione degli affioramenti rinvenuti tra la Valle dell'Arno e l'Olonà è ipotizzabile che, durante la massima espansione, i ghiacciai del Verbano e del Lario si congiungessero a sud del Monte Morone (Malnate) fino a Venegono, per poi divergere in due cerchie moreniche distinte grossomodo a semicerchio.

La successiva glaciazione, denominata Glaciazione Albizzate (Pleistocene medio), presenta un andamento subcircolare per tutto l'Anfiteatro del Verbano dalla Valle dell'Olonà al Ticino, con posizione più interna rispetto alla precedente fase glaciale. I depositi riferibili alla Glaciazione Albizzate sono caratterizzati da una alterazione marcata che interessa mediamente più del 50% dei clasti per uno spessore di 6-8 metri e da presenza di coperture loessiche. È probabile che nella loro massima espansione, i ghiacciai della Glaciazione Albizzate (dell'anfiteatro del Verbano) si congiungessero, a Nord del Monte Morone, con i ghiacciai dell'anfiteatro lariano.

All'Episodio Albizzate segue la Glaciazione Golasecca (Pleistocene medio) riconoscibile nella parte frontale dell'anfiteatro del Verbano dove forma morene, depresse e mal conservate, ad andamento subcircolare e piane fluvioglaciali evidenti che tendono a ricoprire le morfologie precedenti. I depositi si caratterizzano per una discreta alterazione che interessa circa il 40-50% dei clasti, per uno spessore di 5-6 metri.

Alla fine dell'Episodio Golasecca ha inizio una nuova fase neotettonica, che continua durante gli episodi glaciali successivi, che porta al generale sollevamento dell'area; questo comporta un approfondimento delle valli con la formazione delle attuali incisioni del Ticino, Arno e Olona.

Le successive glaciazioni (Pleistocene medio-Pleistocene superiore) denominate, dalla più esterna Albusciago, Sumirago, Montonate, Mornago e Daverio, avanzano pertanto in un territorio più articolato con dossi in substrato più rilevati rispetto alle glaciazioni precedenti. L'andamento delle morene non è più semicircolare ma diventa articolato a seguire gli spazi tra i dossi in substrato. Poiché l'estensione dei ghiacciai è sempre minore, si formano vaste piane fluvioglaciali che si estendono tra le cerchie moreniche, tagliando quelle degli episodi precedenti. I depositi riferibili a queste glaciazioni si caratterizzano per un grado di alterazione che interessa mediamente il 30% dei clasti per spessori di circa 4 metri; sono presenti coperture loessiche discontinue e mai molto sviluppate.



L'ultima glaciazione (Glaciazione Cantù) ha avuto una estensione limitata, infatti occupa solo metà della depressione del Lago di Varese e non raggiunge neppure il Lago di Comabbio. È caratterizzata da morene evidenti, quando deposte sul substrato, e da dossi semisepolti da depositi di contatto glaciale o lacustri quando deposte al margine di laghi proglaciali. Durante la massima espansione infatti era presente un lago proglaciale che occupava la Palude Brabbia e l'attuale bacino di Comabbio. I depositi della Glaciazione Cantù sono caratterizzati da una scarsa alterazione con circa il 10% dei clasti alterati, assenza di copertura loessica e terrazzi fluvioglaciali, di contatto glaciale e lacustri proglaciali assai estesi e sviluppati.

## **4.2 Geologia di superficie e del primo sottosuolo**

Le unità di superficie presenti nel territorio di Vergiate sono riferibili agli ultimi eventi glaciali; buona parte del comune è caratterizzato dalla presenza di depositi appartenenti all'Allogruppo di Besnate (Unità Sumirago e Mornago), mentre nel settore sud occidentale e nord-occidentale, sono presenti lembi dell'Alloformazione di Golasecca e dell'Alloformazione di Cantù (Unità di Bodio). Le aree di fondovalle dei principali corsi d'acqua, la zona a nord verso Varano Borghi, hanno invece come litologie di superficie depositi appartenenti all'Unità Postglaciale olocenica. Nel collinare le unità quaternarie ricoprono il substrato roccioso qui rappresentato dal Gruppo della Gonfolite.

Il riconoscimento e suddivisione delle diverse unità è stata fatta principalmente su base morfologica. I caratteri morfologici riconosciuti hanno infatti un forte significato nella comprensione delle unità quaternarie e nella ricostruzione evolutiva del territorio.

La caratterizzazione litologica delle diverse Unità, per la scarsità di spaccati naturali, è stata redatta basandosi su dati derivanti da studi pregressi, di più ampio raggio, eseguiti nel territorio varesino.

I limiti formazionali risultano spesso sfumati e transizionali tra le varie unità di origine continentali e quindi sono stati tracciati sia adottando criteri litologici che geomorfologici, data la scarsità di affioramenti significativi e per l'estesa copertura vegetazionale. Le caratteristiche distintive sono essenzialmente geolitologiche (composizione dei depositi, presenza o meno di orizzonte di alterazione) e soprattutto geomorfologiche e giaciturali.

### **Alloformazione di Golasecca**

L'Alloformazione di Golasecca affiora in una limitata porzione a SW di Sesona, come piccoli dossi semisepolti, smembrati dall'erosione e attualmente annegati nel fluvioglaciale dell'unità di Sumirago.

Presenta una distintiva orientazione NE-SW e litologicamente è costituita da depositi morenici indifferenziati: limi con ciottoli, massi, sabbie e ghiaie e orizzonte di alterazione profonda (fino ad un massimo di 5-6 m).

L'eterogeneità litologica è quella tipica della deposizione dell'ambiente glaciale che, in relazione al succedersi e sovrapporsi di diversi eventi, non hanno consentito una idonea selezione delle diverse frazioni detritiche.

Al di fuori dell'area in esame, presenta generalmente grandi morene, ben evidenti, poichè in tale fase glaciale, il ghiacciaio possedeva una fronte blandamente ondulata con estensione tra Somma Lombardo e Arsago Seprio.

### **Allogruppo di Besnate – Unità di Sumirago**

L'unità di Sumirago è costituita da morene pronunciate con creste nette e buona continuità nella zona di Sesona e Vergiate, mentre appare più frammentata in loc. Piattee.

La fase Sumirago rappresenta una fase di avanzata glaciale imponente, se considerata sulla base delle quote altimetriche raggiunte. Il ghiacciaio copriva completamente il dosso di Vergiate e la fronte oltrepassava Sesona.



Fra il M. Gennaio a Nord e Golasecca a Sud è presente un sistema di piane fluvioglaciali poiché ogni avanzata forma una piana fluvioglaciale che erode la precedente terrazzandola.

Nella zona del M. Gennaio sono invece presenti piccole piane che smembrano le morene in relazione all'erosibilità del materiale che le costituisce.

Una importante discontinuità morfologica si osserva a SW di Sesona, ove le morene del M. Bertone e del M. Valli Rosse che appartengono all'Unità di Sumirago e aventi orientazione NE-SW, tagliano le cerchie ad andamento NW-SE dell'Alloformazione di Golasecca.

Lungo la strada provinciale 54, le cerchie del M. Gennaio dell'Unità di Sumirago sono tagliate a sud di Cascina Porca, da un cordone morenico orientato WNW-ESE dell'Unità di Mornago.

L'Unità di Sumirago in facies glaciale presenta una composizione a prevalenza sabbiosa e limoso sabbiosa con ghiaia e ciottoli e massi, disposti in maniera caotica, annegati nella matrice senza tracce evidenti di alterazione.

I dossi risultano modellati dall'erosione: le morene più antiche sono le più elevate e sono le meglio conservate, ad andamento subparallelo.

Durante la massima avanzata della fase Sumirago si creano le premesse per la deposizione del fluvioglaciale compreso tra Piatte e collina di Vergiate, con le acque di fusione del ghiacciaio che defluivano dalla zona dell'attuale lago di Comabbio verso la valle del T. Strona.

Depositi dalle caratteristiche fluvioglaciali appartenenti a tale unità si rinvengono nelle zone limitrofe alle sommità collinari sviluppati ai piedi delle principali aree rilevate all'interno delle zone occupate dall'unità di Sumirago.

Generalmente si tratta di terreni incoerenti, eterogenei con continue variazioni litologiche sia in senso orizzontale che in senso verticale in quanto derivanti da intensi processi di rielaborazione fluvio-giaciale.

Le granulometrie prevalenti sono ghiaie e ciottoli in abbondante matrice limo sabbiosa con presenza sporadica di orizzonti limosi e argillosi con tracce evidenti di alterazione.

### **All gruppo di Besnate – Unità di Mornago**

E' l'unità litologica maggiormente diffusa sul territorio comunale ed è costituita da depositi di un'avanzata glaciale di notevole estensione areale (la più estesa che interessa il territorio) con morene non particolarmente imponenti ma che costituiscono cerchie ben distinte.

Il ghiacciaio era contenuto ad Est all'interno dell'edificio morenico dell'Unità di Sumirago ed a Ovest dal dosso gonfoltico di Vergiate del M. Ferrera, e pertanto raggiunge ad oriente Cimbro e Cuirone e ad Ovest Corgeno e la zona Piattee.

Il ghiacciaio wurmiano, nelle fasi di stasi o di rallentamento della propria ritirata, ha lasciato in sito i depositi che prima spingeva lungo il suo fronte formando una serie successivi allineamenti collinari disposti all'incirca parallelamente tra loro ed allungati in direzione NE-SW.

Sono inoltre presenti aree anche poco rilevate (Cimbro) costituite dai resti di rilievi derivati dall'accumulo, sul fronte delle lingue glaciali wurmiane, dei materiali rilasciati a seguito del progressivo scioglimento del ghiaccio, posteriori alla fase di massimo avanzamento.

Lungo la strada provinciale 54, in corrispondenza della morena a sud di C.na Porca, l'Unità di Mornago taglia le cerchie del M. Gennaio dell'Unità di Sumirago.

E' un'unità fortemente eterogenea nelle granulometrie con continue variazioni litologiche sia in senso orizzontale che in senso verticale, con alterazione poco profonda o nulla e limitata ai componenti meno stabili.

L'eterogeneità litologica è riconducibile alle modalità di deposizione tipiche dell'ambiente glaciale, testimoniata dall'irregolare ripetizione e sovrapposizione di orizzonti a spessore variabile spesso interrotti e sostituiti da successivi depositi.

L'unità di Mornago costituisce anche la piana fluvioglaciale più estesa e conservata di tutto il territorio comunale, che si configura come riempimento omogeneo della zona ai piedi dei rilievi morenici caratteristici di Vergiate e Cimbro-Cuirone, in minor misura per Corgeno, ed è legata all'azione dei fiumi derivanti dallo scioglimento dei ghiacciai durante la fase di ritiro,

Questi materiali sono spesso disposti in lenti e la loro potenza non è valutabile con precisione anche per l'estrema dipendenza morfologica.

Litologicamente è un'unità incoerente costituita da ciottoli, ghiaie e sabbie, talvolta debolmente limose. I ciottoli, subarrotondati, calcarci e cristallini, hanno dimensioni massime di circa 15 cm.

Si rilevano continue variazioni composizionali sia in senso orizzontale che in senso verticale tra le componenti più grossolane (ghiaia e sabbia con ciottoli) con l'intercalazioni di lenti limo- sabbiose. Ridotto o assente lo strato di alterazione.

### **Allogruppo di Besnate – Unita' Daverio**

L'Unità di Daverio rappresenta l'ultima avanzata glaciale dell'Episodio Besnate. Si differenzia dalla precedente Unità di Mornago per discontinuità morfologiche; in corrispondenza del paese di Daverio le morene riferibili a questa unità tagliano le morene dell'Unità di Mornago (*Da Rold, 1990*). L'unità di Daverio è costituita da depositi dell'ultima avanzata glaciale (fase Daverio) dell'Allogruppo di Besnate.

L'Unità è la più interna e la più contenuta arealmente. In particolare il ghiacciaio, durante questa fase, non supera i dossi gonfolitici, per cui le morene sono ridotte e contenute ad est e ovest dalle emergenze del substrato.

In tale fase si delinea in modo abbastanza netto lo scaricatore del lago di Comabbio, che marginalmente interessa il territorio comunale ed è rappresentato dal T.Riale, impostato in corrispondenza di una paleovalle.

L'unità è costituita da sedimenti prevalentemente sabbiosi, in quanto il ghiacciaio avanza sul lago proglaciale ed erode, trasporta e risedimenta parte dei depositi di fondo del bacino lacustre.

### **Alloformazione di Bodio**

Tale fase glaciale presenta caratteristiche di estensione molto ridotta rispetto alla precedenti di Golasecca e Besnate in quanto il ghiacciaio è sempre più arretrato e non superava i dossi gonfolitici a sud del lago di Varese.

Per quanto riguarda il territorio in esame, sono presenti limitati lembi di tale fase glaciale solo nella parte settentrionale al confine con il Comune di Varano Borghi.

Sono depositi di tipo fluvio-lacustre con limi sabbiosi e argillosi, rara ghiaia e ciottoli

## **UNITA' POSTGLACIALI INTRAMORENICHE, FLUVIOLACUSTRI, LACUSTRI E ALLUVIONALI**

### **Unità intramorenica**

Rappresentano i depositi presenti nell'ambito delle aree interne depresse, comprese tra i rilievi morenici della zona.

Sono depositi associati in parte allo smantellamento dei dossi morenici ed in parte ad aree di ristagno e palustri con sedimenti in prevalenza limosi e argillosi, sabbie e rara ghiaia e ciottoli.

### **Unità fluvio-lacustre**

Caratterizzano zone ribassate, ai piedi ed ai bordi delle zone rilevate con associazioni litologiche tipiche di colmatazione delle aree depresse.

Sono presenti sabbie, limi argillosi ed argille anche con intercalazioni torbose e rare zone a sabbie e ghiaietto.

### **Unità lacustre**

Questa unità definisce soprattutto il settore limitrofo al lago, in particolare da zone umide in diretta comunicazione con il lago e in condizione di permanente alluvionabilità e quella leggermente degradante poco sopraelevata rispetto ad esso e pertanto definibile, geomorfologicamente, come "sopralacuale".

Risultano prevalenti sabbie limose, limi e argille anche con intercalazioni torbose.

### **Unità alluvionale**

Comprende la zona della valle del torrente Strona e le zone di ampiezza molto ridotta limitrofe al Fosso Donda e Rio Lento.

E' l'unità più recente presente sul territorio comunale e tuttora in corso di deposizione in quanto legate agli apporti di materiale incoerenti (sabbia e ghiaia) trasportati dai corsi d'acqua.

Si tratta di unità di natura alluvionale, con prevalenza di materiali sciolti: ciottoli, ghiaie e sabbie sciolte permeabili, con alterazione assente, passanti talora a sabbie limose in corrispondenza delle aree di esondazione del corso d'acqua.

### **Substrato roccioso – Gruppo della Gonfolite**

Il substrato roccioso è qui caratterizzato dalla presenza del Gruppo della Gonfolite. La Gonfolite si sviluppa ai piedi delle Prealpi tra il Lago Maggiore e il Lago di Garda, anche se gli affioramenti più significativi sono quelli presenti nel comasco.

La Gonfolite lombarda è un deposito sin-orogenco, di conoide sottomarina subsidente a sedimentazione torbiditica, contemporaneo alle ultime spinte compressive (fase neoalpina). Il contenuto paleontologico, non abbondante, è limitato agli intervalli più fini siltosi e marnosi; studi sui foraminiferi bentonici e planctonici e successivamente sui nannofossili calcarei e palinomorfi (*Rogl et al.*) hanno chiarito l'età della Gonfolite lombarda, che copre l'intervallo Oligocene-Miocene.

Tale unità costituisce l'ossatura profonda dei rilievi a nord di Vergiate, Cuirone e Cimbro, non esposto perchè ricoperto dai depositi glaciali dell'Unità di Mornago e Daverio.

Gli affioramenti sono molto rari in quanto la copertura pedologica e vegetazionale, ne impedisce l'osservazione diretta.

Tale formazione viene invece rinvenuta con frequenza da perforazione e sondaggi e, sulla base di evidenze geomorfologiche, è stato tracciato il limite poi riportato in carta. La profondità di rinvenimento è variabile da pochi metri a qualche decina.

Litologicamente è un conglomerato arenaceo da mediamente a fortemente cementato con clasti eterogenei prevalentemente granodioritici delle dimensioni massime di 1-2 metri e minime di 0,5 cm, arrotondati e subarrotondati.

La permeabilità è quasi nulla per la roccia sana mentre si può definire media dove si presenta la facies alterata e la cementazione è più blanda. Essa è invece caratterizzata da una permeabilità per fratturazione.

## 5. GEOMORFOLOGIA E DINAMICA GEOMORFOLOGICA

Lo studio geomorfologico del territorio è la base fondamentale per la comprensione dei processi morfologici in atto o potenziali, nonché strumento utile nella suddivisione delle Unità geologiche del quaternario come illustrato nel capitolo precedente.

Esso ha inteso riconoscere non solo le forme proprie del paesaggio ma anche tutti quei processi, attivi e potenziali, di modificazione del territorio. Le fenomenologie osservate sono state suddivise secondo gli agenti morfologici che modellano o hanno modellato le forme del paesaggio.

L'assetto morfologico del territorio è intrinsecamente collegato alla sua storia geologica e risulta essere il risultato di azioni principalmente legate alla deposizione dei ghiacciai (morene e cordoni morenici) successive al loro ritiro e quindi legate alle acque di fusione (piane fluvioglaciali terrazzate). Da ultimo si sono sovrapposte le più recenti azioni di tipo fluviale e lacustre ed importanti modificazioni antropiche derivanti dall'uso del territorio

Il territorio comunale è marcatamente segnato da una dorsale rilevata disposta trasversalmente con direzione NNE/SSW e che corrisponde alla presenza, a ridotta profondità, di un substrato roccioso e che culmina a quota 410 mt. del Monte S. Giacomo.

Nell'ambito di tale dorsale rilevata sono poi presenti pianori debolmente inclinati, zone terrazzate di raccordo tra aree rilevate e le zone pianeggianti.

La zona rilevata prosegue con caratteristiche geomorfologiche sostanzialmente diverse, nei rilievi di Sud-Ovest e Ovest di località Piattè e Sesona.

Altro elemento morfologico caratteristico del territorio è il lago di Comabbio, mentre nelle restanti zone del territorio predomina una morfologia subpianeggiante piuttosto dolce, con differenti tipologie morfologiche.

### 5.1 Ambiti geomorfologici

Dal punto di vista fisico, il territorio è stato suddiviso in ambiti geomorfologici, di seguito descritti nelle loro linee generali. Le unità geomorfologiche individuate corrispondono solo parzialmente alle unità geologiche e litologiche individuate, in quanto basate su analisi e finalità diverse.

#### Zona 1

Tale ambito è presente nella parte centro settentrionale del territorio comunale ed è caratterizzato geomorfologicamente da una dorsale pronunciata a creste emergenti (che culmina nel rilievo del Monte S. Giacomo) con versanti acclivi e pendenza localmente più accentuata.

Gli elementi morfologici più caratteristici sono le culminazioni delle morene, con allineamenti delle creste aventi orientamento legato alle direzioni delle azioni glaciali delle fasi Sumirago e Mornago.

Si rilevano brevi incisioni dovuti a ruscellamenti a carattere temporaneo, sedi di deflusso solo in occasione di eventi piovosi di una certa entità, ma che comunque non instabilizzano i versanti. Presenza di circoscritte aree a potenziale dissesto geomorfologico.

## **Zona 2**

Comprende le zone rilevate a blocchi emergenti, disposte secondo allineamenti legati all'azione glaciale della fase Sumirago e Golasecca, con versanti a media pendenza, localmente più acclivi, a tergo della Fraz. Sesona e Piattè.

L'elemento morfologico più caratteristico sono le creste di morene. Si rilevano brevi incisioni dovuti a ruscellamenti a carattere temporaneo, sedi di deflusso solo in occasione di eventi piovosi di una certa entità e che tendono a instabilizzare moderatamente gli impluvi.

## **Zona 3**

Tale ambito è costituito da modesti rilievi derivati dall'accumulo, sul fronte delle lingue glaciali wurmiane, dei materiali rilasciati durante il ritiro dei ghiacciai.

La successiva erosione ad opera delle acque derivate dallo scioglimento e il dilavamento da parte degli agenti meteorici, hanno frammentato tali accumuli che originariamente costituivano cerchie continue.

Si configurano come dossi isolati di forma allungata e disposizione orientata ad acclività medio-bassa, immersi nelle piane fluvioglaciali tra Cimbro, Cuirone e Vergiate.

Sono poco sopraelevati rispetto alle unità pianeggianti al contorno e possiedono come elemento morfologico caratteristico la culminazione della morena.

## **Zona 4**

Al margine dei rilievi collinari di origine morenica sono presenti pianori di origine fluvioglaciale e glaciale, di raccordo tra le aree rilevate e le zone pianeggianti vallive.

Tale ambito geomorfologico è presente in quattro zone del territorio comunale (Vergiate, Corgeno, Sesona e Cuirone) al contorno delle due aree rilevate precedentemente descritte (Zone 1-2)

Le morfologie sono quelle di ampio pianoro (eccetto Cuirone), subpianeggiante leggermente degradante verso Sud (Vergiate alta), verso SE (Sesona), verso NW (Corgeno), verso SW (Cuirone), in dipendenza della morfologia del substrato e delle direzioni di movimento del ghiacciaio.

Le zone sono generalmente prive di elementi strutturali e geomorfologici caratteristici, ad eccezione di terrazzamenti sia naturali che antropici, e posseggono morfologia monotona, da subpianeggiante a blandamente ondulata.

L'unità presenta, al passaggio con le zone limitrofe, scarpate di collegamento con versanti poco acclivi e con settori a pendenza localmente più accentuata. Si osserva generalmente un netto stacco morfologico (rottura di pendenza) al passaggio con la sottostante zona pianeggiante di origine fluvio-glaciale e alluvionale.

Caratteristica è l'assenza del reticolo idrografico principale (ad eccezione di Vergiate con il Fosso Donda) per l'alta permeabilità superficiale dei terreni, mentre sono presenti due aree di alluvionamento in quanto recapito di acque provenienti dai rilievi (Sesona) e aree di ristagno occasionale (Corgeno).

## **Zona 5**

Tale ambito geomorfologico caratterizza la zona di raccordo tra le piane fluvioglaciali e i pianalti morenici, e risulta presente in tre zone: Vergiate, Sesona e Località Piattè.

Geomorfologicamente si tratta di scarpate di collegamento con versanti a modesta acclività e con settori a pendenza localmente più accentuata, evidenziata da un netto stacco morfologico (rottura di pendenza) al passaggio con la sottostante zona pianeggiante di origine fluvio-glaciale e alluvionale.

Non sono presenti scorrimenti idrici superficiali che possano determinare problemi di stabilità.

## **Zona 6**

Tale zona è arealmente la più estesa presente sul territorio comunale e caratterizza tutta la zona sub pianeggiante orientale e meridionale mentre, risulta limitata ad un piccolo settore nella zona occidentale. L'unità geomorfologica è caratterizzata da modeste ondulazioni e terrazzamenti relitti e rappresenta il prodotto delle fiumane glaciali che hanno colmato al termine delle glaciazioni tutte le aree ribassate e vallive. Sono presenti di aree di risorgenza e ristagni idrici occasionali.

## **Zona 7**

Include le depressioni in corrispondenza di avvallamenti intramorenici, e le zone interne alla dorsale rilevata delimitate da zone più elevate circostanti. Dalla tipica morfologia "a conca" subpianeggiante o blandamente ondulate, sono il recapito di acque superficiali provenienti dalle zone limitrofe e unitamente alla bassa soggiacenza della falda fratica e di risorgive, posseggono una consistente presenza di acque raccolte da rii, fossetti, canali di bonifica che tendono ad formare ristagni d'acqua e impaludamenti per la scarsa infiltrazione e drenaggio.

## **Zona 8**

Tale ambito geomorfologico, che comprende alcuni circoscritti settori della zona pianeggiante, si configura geomorfologicamente, tra Vergiate e Piatte e nella brughiera di Sesona, come una fascia poco incisa, di forma allungata e di ampiezza limitata, originariamente occupata da una palude, e nelle zone limitrofe a Cimbro e al confine con Varano Borghi come zone depresse dalla morfologia a conca. Per le caratteristiche planoaltimetriche e idrogeologiche, costituiscono zone recapito di acque superficiali provenienti dalle zone limitrofe con fenomeni di alluvionamento e ristagno occasionale. Si riscontra una bassa soggiacenza della falda, e la presenza di risorgive che determinano zone di ristagno fino a veri e propri impaludamenti. Presenza di reticolo idrografico secondario con canali di bonifica e piccoli rii.

## **Zona 9**

Questo ambito geomorfologico si estende ad ovest della Frazione Corgeno e comprende la fascia pianeggiante leggermente degradante verso il lago, poco sopraelevata rispetto ad esso e pertanto definibile geomorfologicamente come "circumlacuale".

Tale zona intermedia di raccordo con il soprastante pianoro di origine fluvioglaciale risulta delimitata da orli di terrazzo ed incisa da canali di bonifica, fossi e rii, con zone di risorgenza e locali ristagni occasionale e permanente che determinano problematiche idrauliche.

## **Zona 10**

Area di transizione terraferma-lago, occupata da zone umide in diretta comunicazione con il lago e in condizione di permanente alluvionabilità e con presenza di vegetazione palustre (canneto)

## **Zona 11**

E' l'unità geomorfologica più recente presente sul territorio comunale, e tuttora in corso di deposizione in quanto legate agli apporti di materiale incoerenti (sabbia e ghiaia) trasportati dal Torrente Strona e in misura minore dagli altri due fossi Donda e Lento.

Tale ambito è arealmente poco esteso al margine del torrente Strona, e ancora più ridotta per il reticolo idrografico secondario (Fosso Donda e Lento),

## 5.2 Dinamica geomorfologica

Per il riconoscimento e la classificazione delle forme e dei processi geomorfologici ci si è basati, per quanto è stato possibile, su quanto riportato dall'Allegato 11 (rif. "Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T."), e sulla legenda pubblicata con d.g.r. 6/40996 del 15 gennaio 1999 "Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo".

Sono stati quindi evidenziate tutte le forme derivanti dai processi geomorfologici più significativi presenti sul territorio, che sono riconducibili alle seguenti categorie:

- Forme, processi e depositi legati alla gravità;
- Forme, processi e depositi legati alle acque superficiali;
- Forme, processi e depositi legati all'azione glaciale e fluvioglaciale;
- Forme, processi e depositi legati all'azione antropica.

### Forme, processi e depositi legati alla gravità

Quale elemento predisponente al dissesto, sono state considerati, per i versanti:

- gli orli di scarpata principale;
- i settori con acclività compresa tra il 20 % e il 40 %;
- le aree con acclività superiore al 40 %;
- le aree in erosione accelerata.

Le aree acclivi sono zone a particolare di rischio, soprattutto per l'oggettiva possibilità di smottamenti di materiale superficiale. Attualmente non si segnalano fenomeni di particolare preoccupazione anche se sono state evidenziate due zone a potenziale dissesto.

I fenomeni erosivi interessano le coperture colluviali di alterazione e in parte i depositi glaciali dell'Allogruppo di Besnate (unità di Sumirago).

### Forme, processi e depositi legati alle acque superficiali

Sono elementi e forme ampiamente diffuse sul territorio. La circolazione superficiale delle acque incanalate è uno degli agenti naturali che principalmente contribuisce alle modificazioni dell'assetto geomorfologico.

I principali elementi individuati e riportati sono stati gli impluvi con ruscellamento meteorico, le aree di alluvionamento occasionale, gli impaludamenti e ristagni idrici permanenti ed occasionali, le zone umide e palustri limitrofe e in diretta comunicazione con il lago.

Per la diffusa presenza di litologie fini, generalmente limoso-argillose e torbose, si riscontrano zone di difficile drenaggio delle acque superficiali. Aree a evidente ristagno permanente, anche perchè alimentate dal reticolo idrografico e da risorgive, sono situate a ovest di Cimbro, in località C.na Torretta a Vergiate, a Corgeno (zone umide e palustri limitrofe e in diretta comunicazione con il lago), in aree depresse intramoreniche a nord di Cuirone.

### Forme, processi e depositi legati all'azione glaciale e fluvioglaciale

Predominante nell'area di studio è la presenza di depositi superficiali riferibili a processi di tipo glaciale, agente morfologico che ha modellato profondamente il territorio fino a giungere all'attuale aspetto.

#### *Dossi e morene*

I cordoni morenici rappresentano stadi di avanzata glaciale e le loro dimensioni e distribuzione sul terreno è in stretta relazione con l'alimentazione del ghiacciaio stesso e dalla forma del substrato.

In particolare caratteristici i cordoni morenici relativi all'episodio glaciale Golasecca, localizzati a SW di Sesona e con chiara orientazione NW-SE

I cordoni morenici della fase Sumirago (episodio glaciale Besnate) sono disposti principalmente in senso NE-SW in zona Piattee e Sesona (es. allineamento M.Bertona, M.Gennaio) e N-S in Vergiate alta.

Infine i cordoni morenici relativi alla fase Mornago dell'episodio glaciale Besnate, sono principalmente orientati NNW-SSE presso C.na Porca-zona Piattee, e con orientamento N-S e NNE-SSW per le zone Cimbro (legati a fasi di rallentamento della propria ritirata), dorsale a Nord di Cuirone, e Vergiate.

#### *Orli di terrazzo fluviali e/o fluvioglaciali e orli di scarpata*

Forme ampiamente diffuse sul territorio sono infine i terrazzi, che delineano variazioni di pendenza della topografia spesso identificando variazioni litologiche e di facies deposizionale.

Sono presenti in tutte le aree occupate da depositi fluvioglaciali, e principalmente a ridosso dei rilievi collinari di origine morenica (zone di Corgeno, Cuirone, Cimbro, Sesona e Vergiate), e anche nella piana fluvioglaciale e nei pressi del T. Strona. Non rappresentano particolari rischi essendo forme passive.

#### *Massi erratici*

Sono grossi massi anche plurimetrici abbandonati dal ghiacciaio in fase di ritiro. Erratici si rinvencono sulle culminazioni moreniche e sui versanti dei dossi morenici di Sesona, tra Vergiate e Cuirone, tra Cuirone e Varano Borghi.

### **Forme, processi e depositi legati all'azione antropica**

Oltre ai processi naturali si è ritenuto opportuno cartografare anche le forme indotte dall'intervento antropico che allo scopo di razionalizzarne l'utilizzo e l'agibilità del territorio, ha modificato significativamente localmente il paesaggio rispetto al suo originario assetto naturale. Sono state evidenziate le modificazioni ritenute di maggiore rilevanza per la loro connessione con la pianificazione territoriale e la gestione del territorio. In particolare si segnala:

- l'area di riporto del tracciato autostradale, che per le sue caratteristiche intrinseche determina influenze nelle zone limitrofe in occasione di forti precipitazioni meteoriche;
- le cave dismesse, sostanzialmente aree di ridotta estensione e profondità (4-5 mt.) localizzate nella piana fluvioglaciale, soprattutto in relazione alla vulnerabilità della falda;
- l'area della ex-discarica autorizzata di RSU, elemento morfologico di origine antropica più rilevante presente sul territorio, che oltre ad aver completamente riempito una grossa cava di inerti, si caratterizza da un dosso che si eleva di circa 15 metri sulla piana circostante.
- le aree di spagliamento, caratterizzate da ristagni d'acqua permanenti, formati dallo scolmatore del sistema fognario urbano ubicato nell'ambito della piana fluvioglaciale.

### **5.3 Considerazioni generali**

Nel territorio di Vergiate non sono emerse tematiche di dinamica morfologica di particolare gravità e con stadi evolutivi tali da costituire pericolo imminente; tuttavia il rilevamento dell'area ha posto in luce alcuni tematismi da non trascurare per una corretta gestione del territorio.

Particolare attenzione va posta alle acque superficiali, soprattutto in corrispondenza di quelle aree in cui la presenza di litologie fini ne rallenta il drenaggio portandole in condizioni di saturazione, unitamente alla scarsa soggiacenza della falda freatica. Il comune di Vergiate è interessato da parecchie aree intramoreniche paludose e a ristagno, oltre ad ampi settori limitrofi al Lago di Comabbio.

Per quanto invece riguarda la dinamica dei versanti, le condizioni generali sono più che discrete, e si individuano solo un ridotto numero di impluvi soggetti ad erosione per il ruscellamento e aree a potenziale rischio geomorfologico la cui evoluzione potrebbe creare problemi.



Non vi sono attualmente aree interessate da dissesti gravitativi, grazie alla funzione stabilizzatrice della vegetazione anche se bisogna comunque tenere presente, data l'acclività di certe aree, che esiste una possibile potenzialità di dissesto.

Le aree acclivi sono zone a particolare di rischio, soprattutto per l'oggettiva possibilità di smottamenti di materiale superficiale. Attualmente non si segnalano fenomeni di particolare preoccupazione anche se sono presenti due zone a potenziale dissesto.

## 6. IDROGRAFIA

Il reticolo idrografico del comune di Vergiate non risulta particolarmente sviluppato e non è uniformemente distribuito sull'intero territorio comunale. Una estesa area nella parte occidentale e meridionale ne è completamente priva.

Il sistema idrografico comprende, oltre al Lago di Comabbio, un corso d'acqua principale (torrente Strona), un reticolo idrografico secondario, laghi di origine antropica e aree palustri. L'idrografia superficiale è infine caratterizzata da numerose aree di risorgenza, ubicati al piede o nelle vicinanze della dorsale a substrato roccioso sepolto, e nelle zone limitrofe al Lago di Comabbio. Le stesse poi determinano piccoli rii e numerose piccole rogge di drenaggio e scolo dei terreni agricoli, che tendono a formare impaludamenti e ristagni idrici permanenti e stagionali e laghetti di origine antropica.

Il sistema idrografico comunale è schematicamente inquadrabile in più distinti ambiti territoriali.

Il settore centro-meridionale, a sud del capoluogo, morfologicamente pianeggiante e costituito da depositi fluvioglaciali wurmiani e postglaciali, e la dorsale morenica a sud-ovest (fraz. Sesona) si caratterizza per l'assenza del reticolo idrografico.

Un reticolo idrico più sviluppato è presente a Est della Fraz. Cimbro, a Nord di Cuirone (al confine con Varano Borghi), e a Ovest di Corgeno, con fossi e canali, ad utilizzo agricolo o realizzati per la bonifica delle aree acquitrinose. La sviluppata idrografia che caratterizza questa porzione di territorio è da mettere in relazione alla natura morfologica e litologica dei terreni che, a generale bassa permeabilità, favoriscono lo scorrimento superficiale delle acque a discapito dell'infiltrazione verso gli strati più profondi. L'associazione morfologia-litologia fa sì che quest'area si presenta anche caratterizzata da frequenti ristagni e paludi.

La zona della dorsale collinare Monte San Giacomo, si caratterizza da 3 piccoli corsi nel settore centro occidentale (Corgeno) e da uno in zona Cuirone.

I torrenti di maggiore interesse (Donda e Rio Lento) originano in zone geologicamente definibili intramoreniche, il cui sviluppo e andamento è in stretta relazione ai caratteri litologici e all'assetto morfologico.

### 6.1 Reticolo Principale

Il Reticolo Principale presente nel Comune di Vergiate, secondo quanto riportato nello stralcio seguente nell'allegato A alla D.G.R. 01 Agosto 2003 n. 7/13950 di modifica alla D.G.R. 25 Gennaio 2002 n. 7/7868, è rappresentato dal Torrente Strona.

#### Torrente Strona

Num. progr.	Denominazione	Comuni interessati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	N. iscr. el. AAPP.
VA056	Torrente Strona	Somma Lombardo, Casale Litta, Mornago, Arsago Seprio, Vergiate	Ticino	Dallo sbocco valle del ponte dello Strona sulla strada Casale Litta-Crosio	227/C

Il Torrente Strona ha origine tra il comune di Casale Litta e Crosio della Valle dalla confluenza delle acque del Fosso Carbonino e della Roggia Vaione. Nel suo tratto iniziale, prende il nome di Canale Caregò, per poi divenire il vero e proprio Torrente Strona; scorre in direzione nordest-sudovest, proveniente dal Comune di

Mornago, e per il suo tratto in Comune di vergiate, segna il confine comunale sud-orientale con il comune di Arsago Seprio, per un tratto di circa 700 metri, e Somma Lombardo (per circa) , terminando il suo corso nel F. Ticino.

Nell'ambito comunale si presenta debolmente meandreggiante, scorrendo in una valle moderatamente incisa con azioni di erosione molto limitate, costituita da depositi dell'Unità Postglaciale, dalla quota di 290 m s.l.m. in prossimità del Ponte sulla Strona alla quota di circa 285 m s.l.m. all'uscita dal territorio comunale.

Il regime idraulico del corso d'acqua è talora torrentizio poiché alla sua alimentazione concorrono, oltre alle acque meteoriche ricadenti nel suo bacino, anche gli scolmatori di piena della fognatura di Mornago e Vergiate, e scarichi di origine industriale.

In occasione di eventi meteorici intensi e prolungati si possono raccogliere portate idriche notevoli, superiori alla capacità di smaltimento delle stesse da parte dell'alveo con possibili lievi esondazioni delle aree limitrofe comprese all'interno dei terrazzi.

## 6.2 Reticolo minore

Viene di seguito fornita una descrizione del Reticolo Idrografico minore riconosciuto in territorio comunale di Vergiate. I corsi d'acqua sono stati denominati secondo quanto indicato sulle mappe; a quei tratti di corso d'acqua privi di nomenclatura, è stato assegnato un nome facendo riferimento ad un toponimo ubicato presso il tracciato dell'alveo.

### Rio Lento

Si tratta di una importante corso d'acqua che drena le acque di un'ampia zona compresa tra le colline di M.S.Giacomo ( a Ovest) e il M.Carbonaro (a Est).

Ha origine poco più a sud della località Mon Cheri da più rami distinti che si insinuano in ampia zona di emersione della falda. Nel tratto iniziale, fino al laghetto Mon Cheri, il corso d'acqua scorre in un'ampia valle in parte boscata e in parte a prato e vegetazione arbustiva , in un alveo poco inciso e a sezione ridotta.

Un brusco cambio di pendenza vicino al laghetto, costringe il corso d'acqua ad incidere una profonda e stretta valle a "V", con versanti ripidi e altezze di oltre 10 metri.

L'alveo si presenta con sezione fino a 2-3 metri, ma mai molto inciso. Attraversando un'area totalmente boscata, si rilevano ostruzioni significative, con alberi e rami caduti, che impediscono in più punti il naturale scorrimento idrico;

A metà del suo corso più ripido riceve le acque di un immissario (Len1), un piccolo affluente, anche questo incassato in una profonda conca.

In corrispondenza del ponte della ferrovia Luino-Gallarate, riceve altri tre piccoli fossi (Len2 e Len3 e Len4 ) e ha termine il tratto a maggior pendenza con il torrente che scorre poi, con andamento meandriforme, in un'ampia zona pianeggiante caratterizzata da un fitto reticolo di canali e scoline. In questo tratto l'alveo si presenta non molto inciso e con una sezione stimata pari a circa 1 metro di larghezza, con vegetazione infestante sulle sponde e sul greto.

Tale zona è costituita da un sistema di piccoli fossi e scoline ad andamento rettilineo che si intersecano ad angolo retto. Questo sistema di corsi d'acqua è probabilmente in parte di origine antropica, usato in passato come reticolo irriguo e/o realizzato come sistema di drenaggio e bonifica delle aree paludose e acquitrinose che caratterizzano questa porzione del territorio vergiatense.

### Fosso Mon Cheri (\*)

Questo piccolo corso d'acqua ha origine dall'emergenza della falda presso i pozzi comunali di Varano Borghi, situati presso il laghetto Mon cheri, ad una quota di 346 m s.l.m., per. Si tratta di un corso d'acqua di modeste dimensioni, con sezioni massime di poco superiore al metro, con circolazione idrica costante, che sfocia, dopo un percorso di circa 600 m, nel Rio Lento.

## **Il Riale di Villadosia**

Questo corso d'acqua nasce dalla confluenza di tre piccoli rigagnoli in corrispondenza di una conca intramorenica ad una quota di circa 315 m s.l.m e confluisce inizialmente nel laghetto artificiale dei "Sabbioni". All'uscita riceve altri piccoli immissari ed entra in Comune di Casale Litta, in località Villadosia.

In questo primo tratto, totalmente in area boscata, presenta un andamento quasi rettilineo e scorre in un alveo poco inciso, talora invaso da rami e vegetazione. Il corso d'acqua risulta anche per un piccolo tratto, regimato in un canaletto di cemento di larghezza 40 cm. Il torrente rientra poi in Comune di Vergiate, nella zona limitrofa alla linea ferroviaria Gallarate-Luino, attraversando un'area acquitrinosa posta alla quota di circa 280 s.l.m.

In seguito, con andamento blandamente meandriforme, ed in alveo scarsamente inciso, raggiunge la zona di C.na Prada, ove presenta un andamento quasi squadrato, forse in relazione ad una regimazione. Lungo il suo tratto finale si hanno nuovamente ristagni e aree paludose, e a tratti risulta in stato di abbandono, con vegetazione infestante che cresce sulle sponde e rami e foglie che ostruiscono e ostacolano la circolazione idrica.

## **Fosso C.na Prada (\*)**

Coso d'acqua modesto, ma con costante circolazione idrica, che nasce nei pressi della omonima località ad una quota di 272.5 m s.l.m. Presenta inizialmente un andamento squadrato con alveo poco inciso e ben delineato, poi attraversa un area acquitrinosa spagliando poi nell'attraversamento di una strada consortile. Nel tratto che precedo lo sbocco nel Torrente Strona, riprende un andamento rettilineo.

## **Fosso C.na Ciabattino (\*)**

Si tratta di un piccolo corso d'acqua, poco inciso, che convoglia acque proveniente da scoline di una area dalla tipica morfologia a conca, pianeggiante situata a est della frazione Cimbro. Trae origine da un'area acquitrinosa e si sviluppa per metri e sfociando infine nel Torrente Strona.

Nel suo tratto iniziale scorre in un'ampia valle principalmente a prati, in un alveo poco inciso e a ridotta sezione.

Il fosso, nella parte intermedia, dopo aver ricevuto le acque di altri canali e scoline, spaglia formando un'area acquitrinosa. Nel tratto terminale è in stato di degrado, occupato da rami, fogliame e vegetazione infestante che impediscono in più punti il naturale scorrimento idrico. Buona la circolazione idrica soprattutto nella parte inferiore del suo corso.

## **Fossi Scepp 1-2**

Corsi d'acqua di modesto sviluppo ad andamento quasi rettilineo.

Il fosso Scepp 1 ha origine da un bottino di presa di una piccola sorgente, posta ad una quota di 295 m s.l.m., taglia le pendici della collina e si disperde in corrispondenza della strada provinciale Sp 18.

L'alveo leggermente inciso scorre in una piccola valle occupata da una fitta vegetazione boschiva che va allargandosi solo nel tratto precedente la provinciale. Risulta spesso occluso da rami caduti e da vegetazione infestante.

Il fosso Scepp 2 ha origine da una risorgiva posta ad una quota di 295 m s.l.m., e scende lungo il versante parallelamente al fosso Scepp 1 disperdendosi anch'esso in corrispondenza della strada provinciale.

### **Fosso Casarino**

Si tratta di un piccolo corso d'acqua che drena le acque del versante occidentale del M. San Giacomo, e ha origine a circa 350 mt. di quota. Presenta un alveo inizialmente poco inciso collocato in ambito boscato, occupato da vegetazione, alberi caduti, rami e fogliame. Scorre poi in una valle abbastanza incisa, in un alveo naturale molto incassato, nel tratto precedente all'attraversamento della provinciale SP 18. All'altezza del lavatoio di via Lombardia è presente una cameretta stradale con griglia che raccoglie sia le acque del Torrente sia quelle del fosso di scolo presente lungo la S.P. 18. Da tale cameretta ha origine la tubazione in cls. diam. 80 cm che consente il sottopasso della provinciale.

Tra la Via Leopardi e la Via Lombardia, l'alveo si riduce ad una blanda incisione rettilinea occupata da foglie e sterpi che termina con l'imbocco della tubazione (diam. 40 cm) che convoglia le acque sotto via Vigna, verso il Lago di Comabbio. Lungo via Vigna sono visibili griglie e caditoie direttamente connesse al collettore principale il quale diventa di diametro pari a 50 cm.

Il fosso possiede una portata minima costante e ha carattere torrentizio, fortemente influenzato dalle precipitazioni meteoriche.

### **Fosso detto del Comune**

Questo corso d'acqua ha origine da un'emergenza idrica appena al di sotto della Via Europa a Corgeno e scorre per un tratto di metri prima di disperdersi nella zona acquitrinosa al margine del lago di Comabbio. Tale corso d'acqua segna parte del confine occidentale con il Comune di Mercallo.

L'alveo presenta, nella zona vicina al lago, una sezione superiore al metro, ad andamento rettilineo dove riceve, tra l'altro, le acque di una serie di piccole scoline. Alla foce l'alveo si presenta di piccole dimensioni, poco più di un fosso. La circolazione idrica è discreta e continua.

### **Torrente Stravascia**

Il Torrente Stravascia ha origine alle pendici del Monte S. Giacomo, a Cuirone, e scorre inizialmente in un alveo inerbito, poco inciso e con sezione ridotta.

Si immette dopo circa 150 metri, in una tubazione per l'attraversamento della strada comunale che collega la frazione a Vergiate, all'uscita della quale non risulta praticamente più presente per un tratto di circa 200 metri, in corrispondenza di un agglomerato di case.

A valle dell'attuale cabina di sfioro della fognatura, si rileva a fatica il suo percorso, essendo il suo alveo ormai una blanda incisione e che per un lungo tratto scorre lungo una strada sterrata, andamento quasi rettilineo.

Il torrente è privo di circolazione idrica, con il suo alveo ormai completamente invaso dalla vegetazione.

Termina bruscamente vicino alla strada comunale che collega la località Torretta a Cimbro.

### **Torrente Donda**

Il Torrente Donda è un importante corso d'acqua ed è l'unico che attraversa il capoluogo. Ha origine da un'area sorgentizia limitrofa alla strada comunale che collega Vergiate a Cuirone e poco distante riceve le acque di un fosso che scende dalle colline.

Nel suo tratto iniziale scorre in una piccola valle boscata con un percorso quasi rettilineo, in un alveo poco inciso e di sezione ridotta. Dopo circa 300 metri si immette in una serie di laghetti artificiali all'interno di una proprietà privata.

All'uscita, risulta incassato in una stretta valletta, attraversa aree boscate in stato di abbandono, con vegetazione infestante che cresce sulle sponde e foglie, rami e fogliame che ostruiscono e ostacolano la circolazione idrica.

All'altezza di via Donda il torrente alimenta un primo lavatoio, e nel tratto compreso tra via Donda e via Torretta, il corso d'acqua è regimato da murature in cls. (sponda sinistra) e scogliere in massi (sponda destra). L'attraversamento di via Torretta avviene attraverso un'ampia volta in cls.

Nel tratto compreso tra via Torretta e al lavatoio di Via Gramsci, il corso d'acqua scorre in alveo naturale, inizialmente in ambito vallivo molto marcato, il suo percorso è ben delineato e rettificato, con evidenze di erosioni spondali localizzate e successivamente con alveo più ristretto con limitata presenza di abitazioni in sponda sinistra e con le sponde talora costituite da muri in cemento o da scogliere di massi ciclopici. In questo tratto il corso d'acqua risulta quasi sempre libero da ostruzioni, tranne limitati settori in cui le sponde sono occupate da vegetazione arbustiva infestante

In corrispondenza dell'attraversamento di Via Gramsci, il torrente si immette in una tubazione di 80 cm di diametro, scorre sotto la via stessa e successivamente sotto via delle Ginestre.

A nord di via Santa Eurosia il fosso ritorna a cielo aperto ed è confinato in un alveo trapezoidale in cls.: il canale è costituito da due tratti rettilinei connessi da un elemento di congiunzione a 90°. L'alveo viene tombinato per l'attraversamento di via Santa Eurosia e ritorna scoperto per un tratto limitrofo alla piazzola ecologica.

Termina il suo corso in un laghetto di dispersione delle acque collettate dalle fognature comunali sito nei pressi della SP 47.

## 7. IDROGEOLOGIA

La caratterizzazione idrogeologica del territorio di Vergiate è stata definita in primo luogo dai caratteri litologici e dai rapporti stratigrafici tra le diverse unità riconosciute, e successivamente attraverso la raccolta della documentazione esistente riguardante la struttura idrogeologica della zona e i punti di captazione idrica presenti sul territorio. Le informazioni raccolte sono poi state integrate con sopralluoghi in sito volti alla misurazione, quando possibile, del livello statico della falda freatica di pozzi privati e pubblici.

Questo ha portato alla perimetrazione di ambiti idrogeologici omogenei e alla ricostruzione /caratterizzazione della superficie piezometrica del primo acquifero.

### 7.1 Ambiti idrogeologici

La scarsità e spesso assenza di informazioni riguardanti la stratigrafia di sottosuolo non ha permesso di ricostruire e descrivere l'assetto idrogeologico profondo; pertanto, partendo dai dati litologici e geomorfologici superficiali, integrati con una campagna di misurazione dei livelli freatici di pozzi privati e pubblici, eseguita nell'ambito del presente studio, sono state perimetrare aree con caratteristiche idrogeologiche omogenee.

#### Zona A1

Tale ambito occupa la parte centro settentrionale del territorio comunale a tergo dei centri abitati di Vergiate, Cuirone e Cimbro, ed è caratterizzato geomorfologicamente da una dorsale pronunciata a creste emergenti che culminano nel rilievo del Monte S. Giacomo. Presenta un substrato roccioso a media profondità, con copertura costituita da depositi glaciali delle fasi Sumirago e Mornago a granulometria eterogenea.

E' caratterizzato da due diverse condizioni idrogeologiche:

- una rete acquifera discontinua e irregolare nella sua distribuzione areale, da superficiale a profonda in fessure e fratture del substrato roccioso;
- una falda freatica superficiale molto discontinua e irregolare nei depositi eluvio-colluviali e morenici di copertura, concentrata nelle zone di impluvio, con piezometria a profondità comprese tra 1e 5 metri dal p.c.

Non sono stati perforati pozzi. Sono invece presenti sorgenti a varie quote, di notevole interesse idrogeologico, una delle quali captata per usi idropotabili.

#### Zona 2

E' localizzata nella parte occidentale e comprende il pianalto di Sesona e la zona di loc. Piattè.

Geomorfologicamente è una zona rilevata a blocchi emergenti, disposta secondo allineamenti legati all'azione glaciale della fase Sumirago e Golasecca. Sono presenti depositi morenici e fluvioglaciali a granulometria variabile (massi e ciottoli, ghiaie, matrice limosa-sabbiosa).

La falda è discretamente profonda, a circa 20-35 metri dal p.c., e fluisce entro lenti ghiaiose-sabbiose caratteristiche di tutta la zona meridionale del territorio comunale.

Sono presenti alcuni pozzi trivellati profondi (località Garzonera), ed un pozzo domestico scavato in loc. Piattè. La zona meridionale possiede caratteristiche idrogeologiche di interesse.

### **Zona 3**

E' presente in una stretta fascia al margine dei rilievi morenici di Corgeno e di loc.Piatte e comprende, geomorfologicamente, sia il settore altimetricamente più rilevato della zone terrazzate fluvioglaciali di Corgeno, che il settore occidentale della piana fluvioglaciale.

La falda è mediamente profonda (35-40 metri dal p.c.) ed è contenuta in un acquifero di discreto spessore (25-35 metri) di ottima potenzialità idrica (oltre 30 l/s). E' attualmente sfruttato da pozzi profondi sia a scopo irriguo che per alimentazione dell'acquedotto comunale (pozzi Passerini ed ex-Tematex).

Tale acquifero, di eccellenti caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche, dovrà essere particolarmente salvaguardato da parte della pianificazione urbanistica per evitare eventuali pericoli di contaminazione di tale fondamentale risorsa.

### **Zona 4**

Tale ambito idrogeologico è ubicato tra le zone contermini al lago e i rilievi collinari di origine morenica, e presenta caratteristiche geomorfologiche di pianoro leggermente degradante verso NW.

La falda freatica, continua, fluisce all'interno sedimenti sabbiosi ascrivibili alla fase glaciale Daverio, con livello in progressivo approfondimento dal piano campagna all'allontanarsi dal lago e inizialmente correlato all'andamento delle quote del terreno.

I pozzi presenti, esclusivamente ad uso domestico e superficiali, hanno un livello statico compreso tra 7 e 15 mt.

### **Zona 5**

Tale zona comprende i pianori terrazzati di Vergiate e Cimbro, zone intramoreniche e settori della piana fluvioglaciale, ed è costituita da depositi morenici e fluvioglaciali a granulometria eterogenea (ciottoli e ghiaie in abbondante frazione fine) in cui fluisce una falda freatica superficiale continua, di ridotto spessore e piezometria compresa tra 2 e 5 metri dal p.c.

In tale ambito sono localizzati numerosi vecchi pozzi superficiali ad uso domestico e irriguo, ed un solo pozzo trivellato, con portate comunque mediocri ( 1-2 l/s).

Al passaggio con le sottostanti unità geoidrologiche, sono localizzate risorgive di valenza ecologica e idrogeologica.

### **Zona 6**

Tale ambito idrogeologico è arealmente il più esteso presente sul territorio comunale e caratterizza tutta la zona sub pianeggiante orientale e meridionale, al piede dei contrafforti morenici collinari. Geolitologicamente è costituita da depositi fluvioglaciali wurmiani, a prevalente composizione ghiaioso-sabbiosa.

Nel sottosuolo, a profondità variabile e in approfondimento da N verso S (per la parte centrale) e da NE verso SW per la zona orientale, è presente una falda freatica continua, la cui potenzialità idrica risulta correlata allo spessore dello strato acquifero, e variabile tra 3-5 e 25-40 l/s.

In tale ambito sono localizzati i pozzi ad uso industriale dell' Agusta e della cava Milanese, un pozzo di monitoraggio della discarica, e vecchi pozzi ad uso domestico irriguo ubicati presso le vecchie abitazioni del centro abitato. In località Via Somma L., a Cimbro, è stata eseguita una perforazione profonda 130 metri con esito parzialmente negativo, rinvenendo un acquifero dotato di mediocre potenzialità idrica (3-5 l/s circa). Tutta la zona meridionale è di notevole interesse idrogeologico per l'accertata maggiore potenzialità degli acquiferi.



### **Zona 7**

Comprende le aree depresse pianeggianti, delimitate da zone relativamente sopraelevate, dalla generica morfologia a conca, e costituite da depositi intramorenici, fluvio-glaciali e fluvio-lacustri. Tali aree risultano situate tra i rilievi collinari di Vergiate e loc. Piattè (stretta fascia di forma allungata, poco incisa), ad est del centro abitato di Cimbro, all'estremo settentrionale al confine con Varano Borghi, e in due zone interne intramoreniche a Nord e a Sud di Cuirone.

Caratteristiche comuni sono la bassa soggiacenza della falda freatica da superficiale a subaffiorante (0-3 metri), zone di ristagno idrico occasionale e permanente fino a veri e propri impaludamenti con zone umide, emergenza della falda freatica in risorgive di valenza ecologica e idrogeologica.

Nella zona del laghetto Mon Cheri esiste una stazione di approvvigionamento idrico del comune di Varano Borghi, con derivazione di acque sotterranee superficiali mediante sei pozzi poco profondi con zona di salvaguardia idrogeologica.

### **Zona 8**

Tale ambito comprende la fascia pianeggiante leggermente sopraelevata rispetto al lago delimitata da orli di terrazzo, costituita da depositi lacustri attuali e terreni di riporto. È presente una falda freatica da superficiale ad affiorante (0-2 mt. dal p.c.), con ristagni, canali di bonifica, piccoli fossi, rii, e risorgive di valenza ecologica e idrogeologica.

Essendo una zona relativamente poco urbanizzata, non vi sono pozzi.

### **Zona 9**

La zona circumlacuale comprende le zone umide in diretta comunicazione con il lago in condizione di permanente alluvionabilità e con presenza di vegetazione palustre.

### **Zona 10**

L'ambito è localizzato nella zona del fondovalle del T. Strona costituita da depositi alluvionali attuali e recenti, a granulometria media e grossolana.

E' presente una falda freatica continua da superficiale a subaffiorante (0 - 3 metri), di subalveo. Tale falda, di notevole portata, è captata dai pozzi Fontanone (3 pozzi da oltre 30 l/sec), che alimentano l'acquedotto comunale.

Nella zona di C.na Prada, presso Cimbro, sono inoltre localizzati alcuni pozzi ad uso industriale, che emungono dagli acquiferi di media profondità con portate discrete (15-25 l/sec.), in condizioni idrogeologiche simili a quelle dei pozzi Fontanone.

Al di sotto di un livello impermeabile costituito da sabbie fini e limi argillosi, è presente, all'interno di una successione prevalentemente ghiaioso-ciottolosa, una seconda falda, di media profondità, con livello piezometrico attorno ai 20-25 metri dal p.c e con spessore complessivo dell'acquifero di circa 25 metri.

In tale acquifero di notevole interesse idrogeologico, è stato perforato un nuovo pozzo idropotabile del Comune (pozzo Strona).

## **7.2 Emungimento ed utilizzo delle acque sotterranee**

Nella tabella seguente sono riportati i punti di prelievo della falda individuati nel corso dei rilevamenti in sito, per i quali si è provveduto, quando è stato possibile, alla misurazione del livello statico.

I punti di prelievo idrico censiti sono in totale 69, di cui 7 di proprietà comunale. La maggior parte dei pozzi sono privati e principalmente ad uso domestico e irriguo (46); la distribuzione delle captazioni non è

uniforme ma concentrata in corrispondenza dei centri abitati , lasciando buona parte del territorio priva di informazioni.

Dei 7 pozzi di proprietà del Comune di Vergiate, uno solo (Pozzo di via Somma L., a Cimbro) non è in uso. L'approvvigionamento idrico idropotabile è attualmente garantito dal prelievo di acque sotterranee in corrispondenza dei 3 Pozzi Fontanone, del pozzo Strona, localizzati a sud-est al confine con Arsago Seprio, e dai pozzi Passerini e Ex-Tematex, in fraz. Corgeno.

### POZZI SCAVATI AD USO DOMESTICO / IRRIGUO

N. d'ordine	PROPRIETARIO	UBICAZIONE	LIVELLO STATICO (metri dal p.c.)	PIEZOMETRIA (metri s.l.m.)
PD-1	VANONI	VIA S.GALLO - CORGENO	- 5	261
PD-2	MARGNINI L.	VIA S. GIORGIO - CORGENO	-8,5	257
PD-3	MARGNINI G.	VIA RONCHETTI - CORGENO	-14	260
PD-4	CALETTI	VIA RONCHI 1 - CORGENO	-9	276
PD-5	GUERRA	VIA ROSSINI - CORGENO	-23	267
PD-6	C.NA BELVEDERE	VIA ROSSELLI - CORGENO	-12	265
PD-7	VICOLO PASSERINI	VICOLO PASSERINI - VERGIATE	-8,5	254
PD-8	BATTAGLIA	VIA PARADISO – VERGIATE	-4	306
PD-9	LANDONI	VIA DELLE VILLE- VERGIATE	-2,5	295
PD10	SESSA	VIA M. ROSA – VERGIATE	-6	287
PD11	C.NA PIATTE	VIA PIATTEE – VERGIATE	-37	248
PD12	VICOLO GATTI	VICOLO GATTI – VERGIATE	-2,5	286
PD13	VICOLO S. MARIA	VIA S. MARIA – VERGIATE	-3,5	282
PD14	COLATORE	VIA BEIA – VERGIATE	-2,5	284
PD15	VELATI	VIA CAVALLOTTI – VERGIATE	-4,3	278
PD16	MONTI	VIA DEL VILLAGGIO - VERGIATE	-6,7	285
PD17	BEIA	VIA GRAMSCI – VERGIATE	-1,5	285
PD18	MAGRI	VIA CANAVEE – VERGIATE	-6,5	258
PD19		VIA CANAVEE – VERGIATE	-4	258
PD20	LANDONI	VIA PIAVE – VERGIATE	-3,8	258
PD21	MAGNI	VIA – VERGIATE	-11	256
PD22	BARATELLI	VIA BOSCHETTO – VERGIATE	-5,5	260
PD23	CAPODICI	VIA UGUAGLIANZA – VERGIATE	-9	256
PD24	SALINA	VIA UGUAGLIANZA - VERGIATE	-9,5	254
PD25	ROVEDA	VIA DONDA – VERGIATE	-3,7	303
PD26	COLOMBO	VIA TORRETТА – VERGIATE	-6	292
PD27	BALCONI	VIA GARIBALDI – VERGIATE	-6	318
PD28	C.NA TORRETТА	VIA TORRETТА – VERGIATE	-3,5	310
PD29	BRUGNONI	VIA GRAMSCI - VERGIATE	-3,5	277
PD30	MELZI	VIA VERGIATE - CIMBRO	-14,5	275
PD31		VIA VARESE – CIMBRO	-4	275
PD32	ORATORIO CIMBRO	VIA SOMMA – CIMBRO	-8	274
PD33		VIA BIDOGLIO – CIMBRO	-4,5	284
PD34		VIA BIDOGLIO – CIMBRO	-3,5	286
PD35		VIA CAPPELLETTA - CIMBRO	-4	283
PD36		VIA CAPPELLETTA – CIMBRO	-6	278
PD37	MACCHI	VIA DELLA CROCE - CIMBRO	-12	266
PD38		VIA STAZIONE – CIMBRO	-6,5	270
PD39		VIA STAZIONE – CIMBRO	-9	270
PD40		VIA STAZIONE – CIMBRO	-6,5	268
PD-41		VIA VARESE – CIMBRO	- 8.5	279

### POZZI COMUNALI

N. d'ordine	PROPRIETARIO	UBICAZIONE	LIVELLO STATICO (metri dal p.c.)	PIEZOMETRIA (metri s.l.m.)
PC-1	ACQ. VERGIATE FONTANONE 1	LOC.FONTANONE – CIMBRO	-2	255
PC-2	ACQ. VERGIATE FONTANONE 2	LOC.FONTANONE – CIMBRO	-2	255
PC-3	ACQ. VERGIATE FONTANONE 3	LOC.FONTANONE – CIMBRO	-2	255
PC-4	ACQ. VERGIATE EX-TEMATEX	VIA ROSSELLI – CORGENO	-30	234
PC-5	ACQ. VERGIATE PASSERINI	VIA S.ROCCO – CORGENO	-34	232
PC-6	ACQ. VERGIATE - CIMBRO	VIA SOMMA L. – CIMBRO	-10	268
PC-7	ACQ. DI VARANO BORGHI	VIA PER VARANO – CUIRONE	-2	319
PC-8	ACQ. DI VARANO BORGHI	VIA PER VARANO – CUIRONE	-2	319
PC-9	ACQ. DI VARANO BORGHI	VIA PER VARANO – CUIRONE	-2	319
PC10	ACQ. DI VARANO BORGHI	VIA PER VARANO – CUIRONE	-2	319
PC11	ACQ. DI SOMMA L.	VIA GARIBALDI – VERGIATE		
PC12	ACQ. DI SOMMA L.	VIA GARIBALDI – VERGIATE		
PC13	ACQ. DI SOMMA L.	VIA GARIBALDI – VERGIATE		
PC14	ACQ. DI SOMMA L.	VIA GARIBALDI – VERGIATE		

### POZZI PRIVATI TRIVELLATI AD USO INDUSTRIALE E IRRIGUO

N. d'ordine	PROPRIETARIO	UBICAZIONE	LIVELLO STATICO (metri dal p.c.)	PIEZOMETRIA (metri s.l.m.)
PP-1	BISTOLETTI	VIA LOMBARDIA – CORGENO	-55	240
PP-2	IPPICA FIOR.	VIA ROSSELLI – CORGENO	-46	234
PP-3	CONDOMINIO LOCATELLI	VIA LOCATELLI		
PP-4	TORRANI	VIA TORRETTA		
PP-5	FILATI FIRELLO	VIA FIRELLO - CIMBRO	-2,5	269
PP-6	FILATI FIRELLO	VIA FIRELLO – CIMBRO	-6	269
PP-7	FILATI FIRELLO	VIA FIRELLO – CIMBRO	-6	269
PP-8	CISR 8	LOC. CATTABREGA	-19	240
PP-9	CISR 5	LOC. CATTABREGA	-35	225
PP10	NORDCAVE	LOC. CATTABREGA	-35	220
PP11	AGUSTA 1	VIA ROMA	-20	240
PP12	AGUSTA 2	VIA ROMA	-20	240
PP13	GARZONERA	LOC. GARZONERA	-33	235
PP14	DOMENICHETTI	LOC. GARZONERA	-53	210

### SONDAGGI ESPLORATIVI

N. d'ordine		UBICAZIONE	LIVELLO STATICO (metri dal p.c.)	PIEZOMETRIA (metri s.l.m.)
PE-1	SOND.ESPLORATIVO	LOC. RANA	- 1.2	260
PE-2	SOND.ESPLORATIVO	LOC. RANA	- 2.5	259
PE-3	SOND.ESPLORATIVO	LOC. RANA	- 2.8	258
PE-4	SOND.ESPLORATIVO	LOC. RANA	-12.5	249
PE-5	SOND.ESPLORATIVO	LOC. RANA	-3.5	256
PE-6	SOND.ESPLORATIVO	LOC. RANA	-6	258
PE-7	SOND.ESPLORATIVO	LOC. STRONA	-2,5/22	255/235

### 7.3 Piezometria e soggiacenza

Al fine di stabilire le direzioni preferenziali della falda idrica sotterranea, sono state eseguite le misure dei livelli statici della falda di circa trenta pozzi (superficiali e profondi) presenti sul territorio comunale.

Poiché i pozzi non sono distribuiti con regolarità sul territorio comunale, non è stato possibile effettuare una rilevazione omogenea delle misure freatiche e quindi nelle aree sprovviste di dati, si sono estrapolati le misure con riferimento alla situazione idrogeologica ipotizzata.

Le misurazioni effettuate relative a pozzi anche vicini, nella zona di Corgeno e nel settore orientale e meridionale (ambiti idrogeologici 3, 6 e 11) hanno evidenziato notevoli differenze di livello statico in relazione alla presenza nel sottosuolo di due differenti acquiferi definibili superficiale e profondo. In particolare nella zona Strona-discarda si è rilevato un dislivello massimo variabile tra 15 metri (zona discarda) e 25 metri (pozzi Garzonera), mentre nella zona Corgeno la differenza di livello risulta compresa tra 15 e 35 metri.

L'elaborazione delle curve isopiezometriche relative all'acquifero superficiale e profondo, sono state riportate nella medesima carta ma con colore e simbologia diversa. Perpendicolarmente alle curve ricavate, si evidenziano le linee di deflusso che rappresentano le traiettorie ideali della falda. Il verso di scorrimento delle acque sotterranee, così come risulta dall'interpretazione delle curve isopiezometriche, è stato raffigurato con frecce che rappresentano l'andamento generale della falda superficiale e profonda.

A scala generale, nella zona di sovrapposizione delle due falde nel settore meridionale e orientale, la direzione di scorrimento di entrambi gli acquiferi è la medesima ed evidenzia un generale deflusso da Nord Est verso Sud Ovest.

L'andamento generale del deflusso sotterraneo nelle altre aree di ambito appare condizionato dall'assetto litostratigrafico e idrogeologico del sottosuolo e dalla situazione idrografica superficiale.

Le zone rilevate di origine morenica (ambiti 1, 5 e 7), per le loro caratteristiche idrogeologiche e geomorfologiche, presentano acquiferi superficiali discontinui e irregolari ed hanno sostanzialmente una piezometria in accordo con le pendenze del terreno e quindi con gradiente generalmente molto alto, evidenziato dal raffittimento delle linee.

La piezometria risulta inoltre condizionata dalla presenza dei corsi d'acqua (torrenti e rogge, ristagni e impaludamenti) in equilibrio o drenanti la falda freatica della zona. Tutte le aree depresse (zone intramoreniche e fluviolacustri) costituiscono zone di richiamo delle acque di falda, evidenziata dalle linee marcatamente convergenti verso la zona centrale della stesse.

La configurazione delle linee isopiezometriche e le direzioni di deflusso generale rileva abbastanza chiaramente, nella zona nord-occidentale del territorio comunale (Fraz. Corgeno) l'effetto drenante del lago nei confronti dell'acquifero più superficiale, evidenziato dalla linee arcuate che si dispongono in direzione sub parallele al lago, mentre nelle zone intramoreniche a Nord di Cuirone hanno direzione da Sud a Nord (zona laghetto Mon cheri) e da Ovest verso Est (zona laghetto Sabbioni)

Nel settore orientale le linee isopiezometriche si dispongono con direzione prevalente verso la zona del T. Strona, mentre nella zona centrale e meridionale la circolazione idrica sotterranea risulta inserita nel normale deflusso idrico della regione, avente generalmente direzione Nord-Est Sud-Ovest, e afferente il F. Ticino.

## 7.4 Vulnerabilità della falda

La valutazione della vulnerabilità idrogeologica “intrinseca” del primo acquifero per l'intero territorio comunale, fornisce una sintesi della suscettibilità del territorio all'inquinamento idrico e rappresenta quindi uno strumento indispensabile per gli indirizzi da perseguire in fase di una programmazione territoriale, con finalità di salvaguardia e protezione delle risorse idriche sotterranee.

Nella valutazione della vulnerabilità naturale della falda concorrono in modo determinante i seguenti fattori (desunti dai dati idrogeologici, geomorfologici e geolitologici):

- caratteristiche litostutturali delle formazioni;
- la soggiacenza della superficie piezometrica media;
- la permeabilità del primo sottosuolo (insaturo) che determina la velocità di percolazione e l'azione di attenuazione di eventuali inquinamenti;
- tipo e spessore di una eventuale copertura a bassa permeabilità di protezione per l'acquifero;
- la presenza di eventuali corsi d'acqua viicoli d'inquinanti e il loro rapporto con la falda.

La definizione della vulnerabilità della falda definisce un quadro prevalentemente caratterizzato da strutture idrogeologiche molto sensibili.

In gran parte del territorio comunale, la falda si rinviene in genere a profondità non superiori ai 2-3 metri fino a sub affiorante.

Nello specifico sono le zone collinari a substrato roccioso a ridotta profondità, i pianori terrazzati di Vergiate e Cimbro, le zone intramoreniche, le aree depresse pianeggianti delimitate da settori relativamente sopraelevati, porzioni della piana fluvio-glaciale, la zona sopralacuale e circumlacuale e le aree pianeggianti nel fondovalle del T.Strona

Per tutte queste zone la vulnerabilità della falda all'inquinamento deve essere considerata da elevata a molto elevata, risultando troppo esiguo lo strato di terreno soprastante. Questa situazione non consente infatti una serie di processi chimici, fisici e biologici (quali diluizione, filtrazione, assorbimento, scambio ionico, soluzione, precipitazione, idrolisi, ossidazione, riduzione, ecc.) noti come "capacità autodepurativa" del terreno, che determinano una depurazione naturale di eventuali versamenti veicolati dalle acque meteoriche.

Nelle zone terrazzate limitrofe delle aree collinari a Corgeno ed in un ampio settore zona della piana fluvio-glaciale (ambito 6a), si rileva una modesta diminuzione del grado di vulnerabilità, per l'approfondimento della falda fino a profondità da 5-7 metri a 10-15 metri. La presenza di sedimenti granulari medio-grossolani dotati di buona permeabilità determina in questo caso un alto grado di vulnerabilità.

Infine nelle zone collinari moreniche, piane intramoreniche, pianalti fluvio-glaciali al margine dei rilievi morenici di Corgeno, in cui la falda è ubicata a circa 30-40 metri di profondità, il grado di vulnerabilità deve essere considerato “medio-alto” in relazione alla buona soggiacenza (fattore positivo) e alla discreta permeabilità della zona insatura (fattore negativo).

Per quanto riguarda la sovrapposizione delle caratteristiche antropiche alla vulnerabilità naturale rilevata, si può osservare come attualmente le zone a maggior rischio di inquinamento (zone a vulnerabilità molto elevata) sono attualmente ancora occupate da estese aree agricole, zone umide e aree boscate, con la presenza sporadica di alcuni insediamenti civili.

Nelle aree definite a rischio elevato, sono localizzati i centri abitati di Vergiate alta e Cimbro, aree generalmente servite dalla fognatura ad eccezione di limitati settori ( es. C.na Torretta).

I centri abitati, ad eccezione di Sesona e loc. Piattee, sono localizzati in zone in cui la vulnerabilità della falda è da alta ad elevata.

Le più importanti aree a destinazione industriale (zone Sempione, Via Rossini, Via Di Vittorio) risultano ubicate in aree a vulnerabilità da media ad alto, ma sono comunque servite dalla fognatura comunale.

Nel complesso si individuano in carta alcuni circoscritti ambiti in cui nuclei di abitazioni, abitazioni isolate e insediamenti di potenziale rischio (ex-Tematex a Sesona, Via Stazione a Cimbro, C.na Torretta a Vergiate) sono ubicati in zone a vulnerabilità alta e prive di infrastrutture igienico-sanitarie.

Sono infine presenti alcuni punti di scarico di acque miste e zone di spaglimanento sul suolo in aree molto sensibili dal punto di vista idrogeologico.

## 8. ELEMENTI DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

A seguito della caratterizzazione litostratigrafica, geomorfologica e idrogeologica del territorio di Vergiate, con il supporto di dati geotecnici specifici esistenti, è stato possibile suddividere, in via preliminare, i terreni in base a unità con comportamento geologico-tecnico omogeneo.

Per caratterizzazione geologico-tecnica si intende, in questa fase di studio, una prima definizione delle proprietà geotecniche dei terreni in relazione ad interventi di modificazione dell'area ai fini costruttivi.

Pertanto le indicazioni riportate in questo capitolo sono da intendersi puramente indicative e a carattere preliminare, e non andranno assolutamente considerate come esaustive e sufficienti per il dimensionamento di opere puntuali. In fase progettuale, come da normativa (D.M. 14 gennaio 2008 *Norme tecniche per le costruzioni*), sono necessarie indagini geognostiche di dettaglio per la parametrizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere in progetto.

### 8.1 Modalità di classificazione dei terreni

Alla classificazione delle diverse unità geotecniche si è arrivati confrontando quanto presente in letteratura con le osservazioni dirette di carattere litologico effettuate sul terreno e utilizzando i dati disponibili relativi ad indagini geognostiche resi disponibili da soggetti diversi o dai proprietari dei dati stessi.

La descrizione delle singole unità è stata preparata secondo i seguenti criteri:

- descrizione litologico-tecnica secondo le norme di classificazione dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I., 1977);
- classificazione granulometrica secondo le norme tecniche del Sistema Unificato USCS (Unified Soil Classification System) basate sostanzialmente sulle norme ASTM, che permettono di dare una precisa definizione tecnica dei terreni;
- indicazioni generali sullo stato di consistenza (per i terreni fini, argilloso limosi a comportamento coesivo) o di addensamento (per i terreni grossolani a comportamento incoerente), basandosi sulle raccomandazioni A.G.I.;
- valutazione qualitativa delle principali caratteristiche tecniche, quali capacità portante, cedimenti prevedibili, stabilità dei versanti, stato di saturazione.

Classificazione dei terreni secondo le norme A.G.I. (1977 )

### 8.2 Zonazione geologico tecnica preliminare

Sulla base dei dati raccolti e delle conoscenze maturate sul territorio, il Comune di Vergiate è stato suddiviso in nove principali zone, nelle quali si riscontra una certa omogeneità nei substrati geologici, nei caratteri geotecnici o nelle problematiche degli stessi.

#### Zona 1

Comprende la zona collinare di origine morenica presente nella parte centro settentrionale del territorio comunale, che si caratterizza morfologicamente come una dorsale a creste emergenti. I rilievi presentano versanti moderatamente acclivi con settori a pendenza localmente più accentuata.

Il substrato è roccioso (rocce conglomeratico-arenacee) non affiorante ma presente talora a profondità ridotta. La coltre superficiale è invece costituita da terreni di origine morenico-glaciale riconducibili a 2

delle 3 principali fasi glaciali che hanno interessato il territorio comunale (fase Sumirago e Mornago) e da depositi fluvio-colluviali, di caratteristiche granulometriche eretogenee, e suoli di spessore variabile e anche profondi (0,5 –1,2 m).

Le litologie prevalenti sono limi sabbiosi inglobanti ghiaie e ciottoli (Classificazione USCS: GM-GP) e con probabilità di incontrare blocchi di dimensioni notevoli a profondità limitata. Lo spessore della copertura è variabile da zona a zona, in relazione alla giacitura del substrato pre- quaternario.

Le caratteristiche geotecniche sono quelle relative a terreni incoerenti con grado di addensamento medio e caratteristiche di portanza da discreta a buona. La permeabilità è media, con drenaggio superficiale da discreto a buono.

La falda freatica è presente, a profondità variabile e in genere alla sommità del substrato roccioso, o all'interno di questo in fratture. Sono presenti sorgenti di valenza idrogeologica e aree di potenziale dissesto geomorfologico.

## **Zona 2**

Tale ambito è presente nelle zone rilevate a blocchi emergenti, di dossi e colline a blanda pendenza con versanti localmente più acclivi e disposte secondo allineamenti legati all'azione glaciale della fase Sumirago e Golasecca, a tergo di Sesona e loc. Piatte.

Litologicamente si trovano limi e sabbie inglobanti ciottoli e massi irregolarmente passanti a sabbie e ghiaie e con blocchi di superficiali di dimensioni anche metriche (Classificazione USCS: GM-GP-SM). I suoli sono da sottili a mediamente profondi (0,2-1,0 m).

I terreni superficiali medio grossolani posseggono caratteristiche geotecniche variabili, generalmente discrete.

La falda freatica è assente nel primo sottosuolo (livello statico ad oltre 25 mt. di profondità) con permeabilità e drenaggio da discreto a buono. Sono presenti aree con problematiche di carattere idraulico (alluvionamenti occasionali).

## **Zona 3**

Tale ambito coincide con i modesti rilievi derivati dall'accumulo, sul fronte delle lingue glaciali wurmiane, riconducibili sia alla fase di massimo avanzamento, sia ai successivi episodi di stasi che ne hanno caratterizzato il ritiro durante la fase Mornago.

Si configura morfologicamente con dossi isolati a blanda pendenza, di forma allungata e disposizione orientata ad acclività medio-bassa immersi nelle piane fluvio-glaciali tra Cimbro e Vergiate.

L'associazione geolitologica è quella tipica dei depositi glaciali con limi sabbiosi pedogenizzati nei primi metri più o meno ghiaiosi e ciottolosi (Classificazione USCS: GM-GP), con probabilità di incontrare superficialmente blocchi di grosse dimensioni. I suoli sono da sottili a medi (0,2-1,0 m).

Dal punto di vista geotecnico i terreni risultano da mediamente addensati a compatti, e possiedono generalmente buone caratteristiche di portanza, permeabilità medio-alta e drenaggio buono.

La falda freatica, continua in tutta la zona, è poco profonda (8-12 metri) e quindi inferiore alla zona di interazione terreno-struttura.

Una falda freatica superficiale è presente solo presso l'abitato di Cimbro, e fluisce in una litozona costituita generalmente da ciottoli alterati in matrice sabbioso-limoso.

## **Zona 4**

Questo ambito geotecnico comprende gli ampi pianori a margine dei rilievi collinari di origine morenica ove sono ubicati i centri di Vergiate, Corgeno, Sesona e Cuirone.

La morfologia è pianeggiante, debolmente ondulata e leggermente degradante con direzione in dipendenza della morfologia del substrato e delle direzioni di movimento del ghiacciaio.

Litologicamente risulta costituita da depositi morenici e fluvio-glaciali a granulometria variabile (limi ed argille inglobanti ciottoli e massi di dimensioni anche metriche (Classificazione USCS: GM-GP-SM), con presenza di uno strato di alterazione superficiale compreso tra 0,5 e 1,0 mt.

Dal punto di vista geotecnico, i terreni a comportamento semincoerente hanno caratteristiche geotecniche medie, con miglioramento delle condizioni procedendo verso il basso, con grado di addensamento basso all'interno dello strato di alterazione, e da discreto a buono in profondità ed angolo d'attrito medio-alto.



Drenaggio variabile da buono a scarso, in relazione alla profondità della falda che determina, per alcune aree, ridotta infiltrazione.

La falda freatica è a profondità variabile. Nel pianoro di Vergiate è piuttosto superficiale e fluisce in uno strato di ciottoli alterati in matrice sabbioso-limoso. La bassa soggiacenza della falda determina possibili interazioni negative con le fondazioni e possibili fenomeni di rammollimento dei terreni. La falda è mediamente profonda a Corgeno e Cuirone, e profonda a Sesona.

Caratteristica è l'assenza del reticolo idrografico (ad eccezione di Vergiate alta) per l'alta permeabilità superficiale dei terreni, mentre sono presenti due aree di alluvionamento in quanto recapito di acque provenienti dai rilievi.

### **Zona 5**

Tale ambito geotecnico caratterizza il limite geomorfologico tra le piane fluvioglaciali sottostanti ai pianalti morenici e risulta presente in tre aree: Vergiate alta, Sesona e Località Piattee.

Geomorfologicamente si tratta di scarpate di collegamento con versanti a modesta acclività e con settori a pendenza localmente più accentuata, evidenziata da un netto stacco morfologico (rottura di pendenza) al passaggio con la sottostante zona pianeggiante di origine fluvio-glaciale e alluvionale.

Le caratteristiche tecniche generali sono identiche a quelle rilevate nei pianori: i terreni, a comportamento incoerente, posseggono un grado di addensamento da basso a medio, angolo d'attrito medio-alto, e capacità portante media (Classificazione USCS: GM-GP-SM).

La permeabilità e il drenaggio sono generalmente discreti. Non sono presenti scorrimenti idrici superficiali che possano determinare problemi di stabilità. Si è però accertata la presenza della falda superficiale in corrispondenza della scarpata di Vergiate, entro la profondità della zona di interazione terreno-struttura.

### **Zona 6**

Tale zona rappresenta il prodotto delle fiumane glaciali che hanno colmato al termine delle glaciazioni tutte le aree ribassate e vallive, e si apre a ventaglio a partire dai contrafforti morenici collinari. E' arealmente la più estesa presente nel territorio.

Caratterizza tutta la zona sub pianeggiante orientale e meridionale, mentre risulta limitata ad un piccolo settore nella zona occidentale con modeste ondulazioni e terrazzamenti relitti.

I terreni superficiali presenti sono medio-grossolani (ghiaie e sabbie sciolte) con ciottoli in orizzonti lenticolari (Classificazione USCS: GW-GP) irregolarmente passanti anche ad orizzonti limosi con suoli da sottili a medi (0,2-1,0 m). Non si esclude il rinvenimento superficiale di massi di dimensioni anche metriche.

I terreni in profondità sono contraddistinti da una buona densità relativa ed angolo d'attrito medio-alto, con stato di addensamento medio e di buone caratteristiche di portanza.

La permeabilità è medio alta e il drenaggio è più che buono.

La falda freatica è assente nel primo sottosuolo, fluisce a profondità variabile, da poco a mediamente profonda, e comunque a profondità superiore alla zona di interazione terreno-struttura.

Sono localmente presenti, a ridosso dell'unità fluvioglaciale e morenica più antica, zone con bassa soggiacenza della falda legate a particolari situazione geomorfo-idrologiche. Si caratterizzano con zone di risorgenza delle acque e zone umide, complessivamente di scadenti caratteristiche geotecniche.

Sono infine presenti svariati elementi antropici limitanti come le cave dismesse, l'area della ex-discarica autorizzata di RSU, l'area della discarica dismessa ubicata nei pressi del depuratore comunale, le aree di spagliamento e i punti di recapito sul suolo di acque bianche e di tipo misto.

### **Zona 7**

Tale ambito geotecnico è caratteristico di zone interne ai rilievi morenici, di aree depresse e ribassate.

Le zone presentano la tipica morfologia "a conca" subpianeggiante o blandamente ondulate, e costituiscono zona di recapito delle acque superficiali delle aree più rilevate limitrofe (alluvionamenti occasionali), e unitamente alla bassa soggiacenza della falda freatica e di risorgive, determinano zone di ristagno occasionale o veri e propri impaludamenti.

Le litologie superficiali sono quelle tipiche di origine palustre e lacustre: sabbie, limi argillosi ed argille (Classificazione USCS: SM-SC-ML), con suoli argillosi e torbosi da poco profondi a profondi (0,5-1,5 m).

I terreni granulari e coesivi fini risultano da poco a mediamente addensati con densità relativa ed angolo d'attrito bassi, con mediocri o scarse caratteristiche di portanza.

Il drenaggio è mediocre o scarso per le caratteristiche morfologie depresse e la saturazione dei terreni superficiali e la bassa pendenza

### **Zona 8**

Tale ambito geotecnico comprende la fascia limitrofa al bacino lacustre a morfologia subpianeggiante situata a contorno del lago e quella leggermente degradante poco sopraelevata rispetto ad esso, incisa da canali di bonifica, piccoli fossi e rii, con zone di risorgenza, ristagno e alluvionamento occasionale

I terreni presenti sono granulari e coesivi medio-fini (sabbie medie e fini, talora limi, argille torbose, (Classificazione USCS: SM-SC-ML) di spessore progressivamente crescente avvicinandosi al lago.

Grado di addensamento, densità relativa ed angolo d'attrito sono molto bassi. La forte imbibizione dei terreni, per la presenza di una falda freatica da poco profonda a subaffiorante, determina una diminuzione del peso di volume e dello stato di addensamento, e il comportamento geotecnico è quindi piuttosto scadente.

### **Zona 9**

Comprende la zona della valle del Torrente Strona, pianeggiante, delimitata da terrazzi, e costituita dalla zona d'alveo e dalle aree alluvionabili perifluviali

Si tratta di unità di natura alluvionale, con prevalenza di materiali sciolti, o comunque poco compattati: ciottoli, ghiaie e sabbie sciolte (Classificazione USCS: GW-GP), incoerenti e permeabili, con alterazione assente e suoli quando presenti, sottili (0,3 m).

La falda freatica è continua a poca profondità (1,5-2 mt.) o subaffiorante, il drenaggio più che discreto.

Dal punto di vista geotecnico, i terreni granulari medio-grossolani, da sciolti a mediamente addensati, possiedono generalmente medie caratteristiche di portanza.

Le problematiche geotecniche principali della zona sono di carattere idraulico. Come già precedentemente riportato, per ragioni morfologiche e topografiche, parte della zona potrebbe essere potenzialmente interessata da laminazioni di piena del torrente di valore decimetrico.

## **8.3 Considerazioni generali di carattere geotecnico**

La situazione geotecnica, per quanto riguarda le zone più rilevate e le zone di scarpata, è condizionata dalla situazione dei versanti, per cui sono state cartografate le aree più acclivi e le aree di potenziale dissesto individuate.

La valutazione del livello della falda freatica è infine parametro di fondamentale importanza per la parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione. Su buona parte del territorio la falda è piuttosto superficiale e soggetta ad oscillazioni legate alla piovosità. Sono inoltre presenti vaste aree con problemi di regimazione e drenaggio per la scarsa permeabilità del sottosuolo e le sfavorevoli condizioni morfologiche.

I depositi glaciali e fluvio-glaciali, costituiti da materiale granulari a medio-grossa granulometria (ciottoli, ghiaie e sabbie), rappresentano il litotipo di gran lunga più abbondante. Tali terreni, da mediamente addensati a compatti, possiedono generalmente caratteristiche geomeccaniche di portanza da buone a medie, con drenaggio generalmente buono. Solo la falda, ove è presente a poca profondità, può influenzare negativamente sulle caratteristiche di portanza.

Condizioni mediamente sfavorevoli si riscontrano in ben localizzate aree pianeggianti circumlacuali, intramoreniche, o in zone depresse, ove si rinvengono terreni granulari medio-fini, da poco a mediamente addensati, spesso in condizioni di saturazione per la presenza della falda e quindi con caratteristiche di portanza da mediocri a scarse.

La presenza della falda freatica subaffiorante determina ristagni, e le condizioni morfologiche sfavorevoli (aree depresse a bassa pendenza) comportano generalmente un drenaggio piuttosto difficoltoso.

Le aree in rilievo o di scarpata presentano situazioni attualmente stabili, ma si devono assolutamente evitare eventuali impatti rilevanti.

E' abbastanza generalizzata la presenza di coltri eluvio-colluviali di discreto spessore, che dovranno essere assolutamente rimossi, oltre alla possibilità di rinvenire sporadicamente livelli limoso-sabbiosi di scarse qualità geomeccaniche.

Fattori geotecnici sfavorevoli sono generalmente dovuti alla situazione idrografica (aree di alluvionamento occasionale, aree di ristagno occasionale e permanente, presenza di risorgive e sorgenti) e idrogeologica (falde da superficiali a subaffioranti).

## 9. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' PER FRANA

Il territorio della Provincia di Varese, nell'ambito del PTCP, è stato suddiviso in aree contraddistinte da differente grado di pericolosità per frana, considerando le principali tipologie di dissesto tra cui: 1) crolli in roccia; 2) frane di scivolamento; 3) frane superficiali, colate di detrito e fango su versanti; 4) colate di detrito e fango su conoidi.

Sulla base di metodologie di analisi statistiche e deterministiche, partendo dall'analisi di tutta la documentazione esistente, si è giunti all'identificazione di quattro classi di pericolosità:

- aree a pericolosità alta;
- aree a pericolosità media;
- aree a pericolosità bassa;
- aree a pericolosità molto bassa o nulla.

In questo contesto i comuni, in sede di redazione del PGT, devono provvedere alla verifica dello stato di pericolosità delle aree catalogate come pericolosità alta, media e bassa, ovvero redigendo apposito studio di approfondimento previa attestazione dell'effettiva pericolosità, secondo le modalità contenute nell'art. 84 delle N.d.A. del PTCP.

Il Comune di Vergiate, secondo la cartografia che identifica le aree a diversa pericolosità per frane di scivolamento e crollo (RIS3, RIS4), si presenta tutto a pericolosità nulla.

Alla luce di questo non si è ritenuto necessario affrontare uno studio di dettaglio sulla pericolosità per frana a livello comunale, in quanto anche dai rilevamenti in sito non sono emersi particolari ambiti di pericolosità se non locali fenomeni di erosione superficiale ubicati all'interno di vallecole o sparsi sui versanti delle principali dorsali collinari.

I fattori che innescano questa tipologia di dissesto sono principalmente legati ad eventi meteorici intensi e all'attività erosiva delle acque non incanalate, in relazione all'acclività dei versanti e alla tipologia di suolo principalmente sciolto e mediamente alterato, a granulometria non molto grossolana.

Tali aree presentano un grado di pericolosità media e un grado di rischio medio-basso non andando ad interferire con alcuna infrastruttura privata e pubblica.

## 10. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

L' O.P.C.M. del 20 marzo 2003, n. 3274, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha aggiornato la classificazione sismica dell'intero territorio nazionale individuando quattro zone sismiche a pericolosità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4). A ciascuna zona viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

La Regione Lombardia, con la D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964 "Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 recante primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha accettato la classificazione sismica dei singoli comuni proposta dalla OPCM sopracitata, elaborando una nuova Classificazione e Mappa di Pericolosità Sismica regionale, che è riportata nelle figure seguenti. Il territorio comunale di Vergiate ricade in zona sismica 4 (quella a minor grado di sismicità).

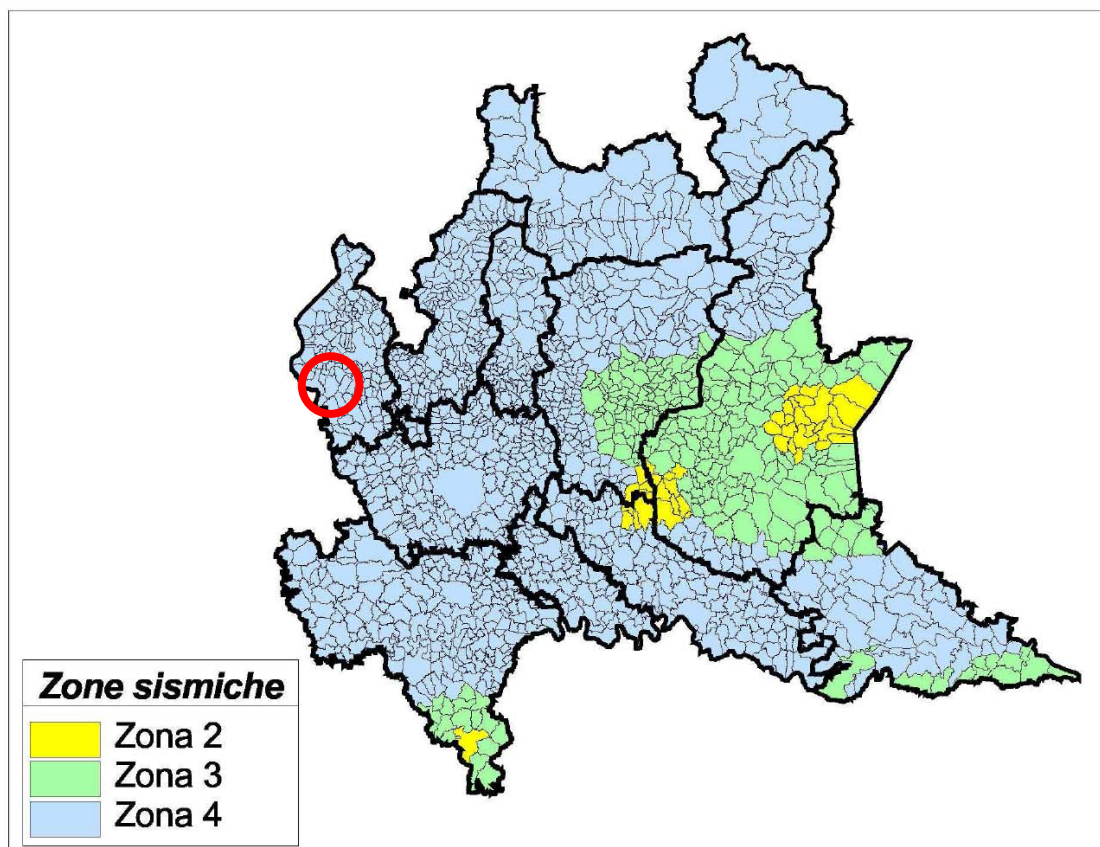


Figura 7 – Classificazione sismica della Regione Lombardia. In rosso il Comune di Vergiate

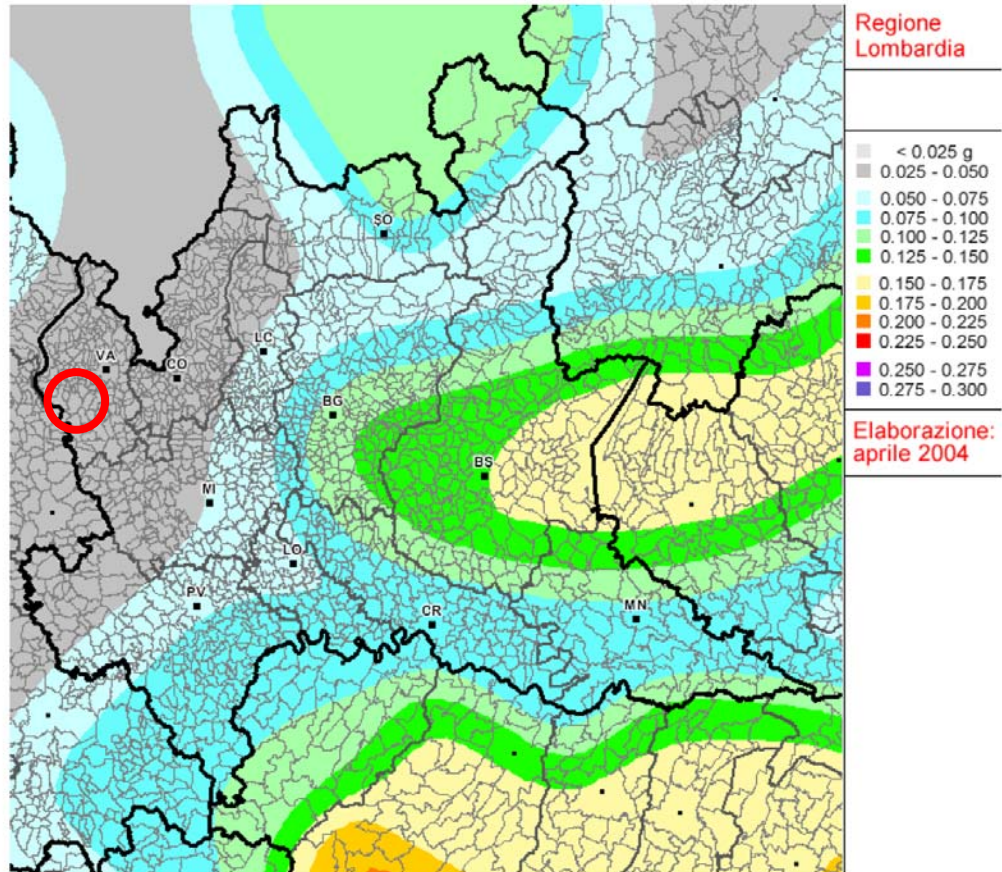


Figura 8 – Mappe della pericolosità sismica della Regione Lombardia In rosso il Comune di Vergiate



## 10.1 Sismicità storica del territorio

Per lo studio della sismicità storica sono stati consultati i cataloghi predisposti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), e i dati e le elaborazioni grafiche presenti sul sito del Centro Geofisico Prealpino di Varese.

La storia sismica della Lombardia, caratterizzata prevalentemente da terremoti di intensità medio bassa, pone la nostra regione ad un livello di pericolosità sismica minore rispetto alla media delle regioni italiane. La sismicità maggiore sembra concentrarsi nella fascia prealpina orientale allungata in direzione E-W lungo il margine pedemontano, in corrispondenza dell'asse Bergamo-Brescia-Lago di Garda. Gli eventi storici più importanti sono il terremoto del 1222, con area epicentrale nel bresciano e magnitudo (MS) stimata pari a 5.8, il terremoto di Salò del 1901 (MS=5.7), il terremoto di Soncino (1802, MS=5.6) nel bergamasco. Un discreto livello di sismicità è presente nelle zone dell'Oltrepò, zona che risente della sismicità di origine appenninica.

L'area comunale, (come l'intera provincia varesina), sono caratterizzate da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata dell'ordine del V-VI grado della scala Mercalli;

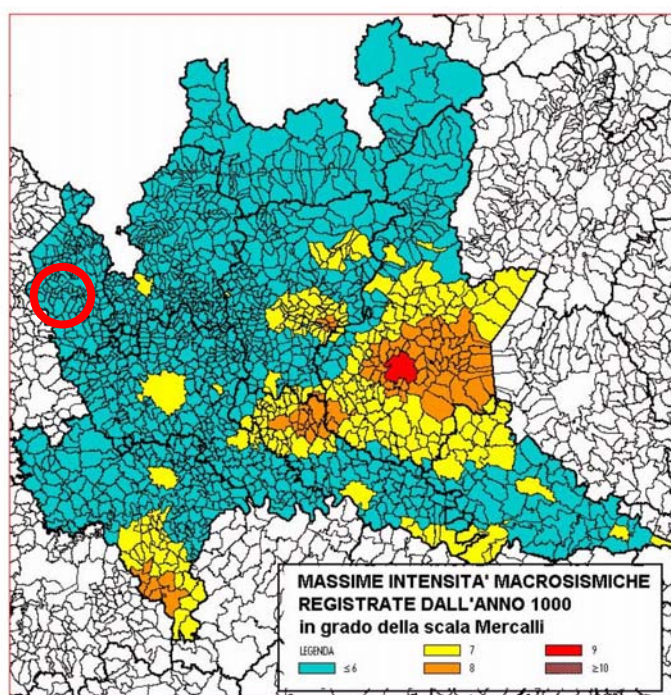


Figura 9 - Massime intensità macrosismiche (Fonte GNDT-ING-SSN-1996)  
In rosso il Comune di Vergiate

Vergiate, e un suo ragionevole intorno, non rientrano infatti in alcuna delle zone sismogenetiche (zonazione ZS9, figura 6), in cui è stato suddiviso il territorio nazionale, e ove sono presenti strutture geologiche considerate "potenziali sorgenti sismogenetiche" ossia capaci di generare terremoti più grandi di 5,5 M.

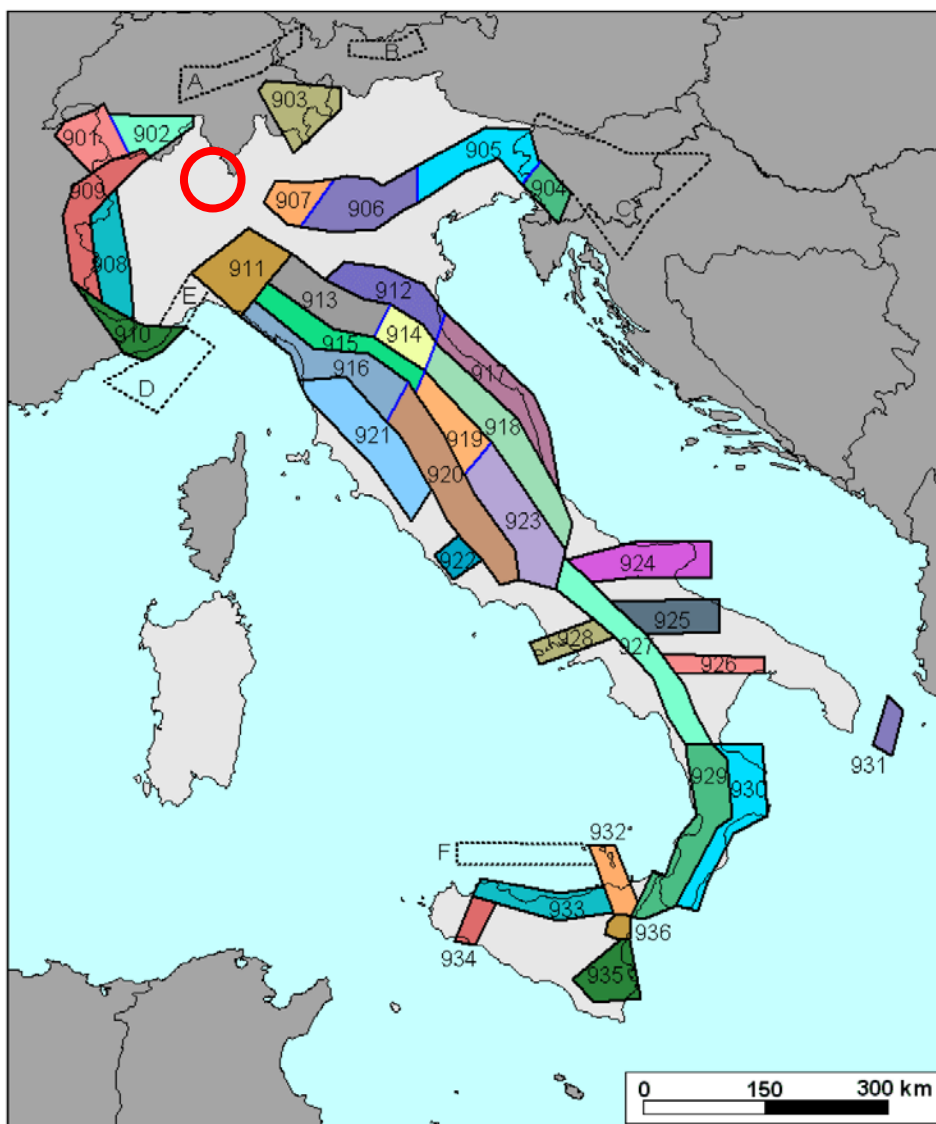


Figura 10 – Zonazione ZS9 (Fonte INGV)

Nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI1) aggiornato al dicembre 2011 (a cura di M. Stucchi et al.), sono riportate le osservazioni macrosismiche relative alle seguenti località vicine a Vergiate:

Le località epicentrali per gli eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti/danni (osservazioni macrosismiche) nelle località vicine a Vergiate, provengono da zone piuttosto distanti, appartenenti al confine lombardo orientale (Bergamo-Brescia-Lago di Garda), al settore alpino vallese e Savoia, e ai fronti appenninici sepolti.



### Storia sismica di Varano Borghi [45.774, 8.704]

Numero di eventi: 4

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
3	1918 01 13 12:00	Milanese	25	4-5 4.80 ±0.21
3	1918 04 24 14:21	LECCHESE	34	6 4.97 ±0.21
5	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7 5.39 ±0.14
2	2000 08 21 17:14	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09

### Storia sismica di Gallarate [45.659, 8.793]

Numero di eventi: 8

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
4	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
F	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06
6	1901 10 30 14:49	Salò	190	8 5.70 ±0.10
4-5	1913 12 07 01:28	NOVI LIGURE	56	5 4.70 ±0.20
5	1914 10 27 09:22	Garfagnana	618	7 5.76 ±0.09
4	1918 01 13 12:00	Milanese	25	4-5 4.80 ±0.21
3	1960 03 23 23:08	Vallese	178	5.00 ±0.20
3	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09

### Storia sismica di Arona [45.753, 8.555]

Numero di eventi: 8

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
4	1905 04 29 01:46	Alta Savoia	267	7-8 5.63 ±0.09
3-4	1914 10 26 03:43	TAVERNETTE	67	7 5.41 ±0.16
4	1918 04 24 14:21	LECCHESE	34	6 4.97 ±0.21
3	1960 03 23 23:08	Vallese	178	5.00 ±0.20
4	1979 02 09 14:44	CAPRIATE S. GERVASIO	73	6 4.85 ±0.13
4	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
NF	2002 11 13 10:48	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09

## 10.2 Analisi del rischio sismico del territorio comunale

La metodologia di analisi prevista dalla Regione Lombardia prevede i seguenti tre livelli di approfondimento, con grado di dettaglio in ordine crescente, in funzione della zona sismica di appartenenza.

1<sup>^</sup> LIVELLO: sulla base di osservazioni geologiche, della cartografia di inquadramento e dei dati esistenti, prevede nella fase pianificatoria, e per tutti i comuni e di tutte le zone sismiche, la perimetrazione areale delle diverse situazioni passibili di amplificazione sismica (aree a pericolosità sismica locale - PSL) con la redazione della “Carta della pericolosità sismica locale”, secondo le indicazioni riportate in normativa, in grado di determinare gli effetti sismici locali.

2<sup>^</sup> 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). Gli studi di 2° livello consentono l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (per la Lombardia, Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle ulteriori indagini ed approfondimenti. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4, come nel caso del Comune di Vergiate, tale livello deve essere applicato nelle aree PSL Z3 e Z4, per le sole 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; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

• 3° LIVELLO: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2<sup>^</sup> 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<sup>^</sup> 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.

### 10.3 Carta della pericolosità sismica locale - primo livello

Il primo livello, come precedentemente riportato, è obbligatorio per tutti i comuni. L'analisi della sismicità locale è stata condotta secondo la metodologia presentata nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 8/1566 del 22-12-05, e si basa sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale.

Esso consiste in uno studio di carattere qualitativo, finalizzato alla perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (geologiche e geomorfologiche) in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale PSL). Le situazioni tipo sono riportate nella seguente tabella dell'allegato 5 della DGR IX/2616:

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

Le zone vengono individuate sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti (dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento).

Si riporta di seguito un ampio stralcio della D.G.R. 8/7374 relativamente alle caratteristiche generali della risposta sismica locale.

*“Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.*

*Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.*

*In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità.*

*Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza,*

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

*- effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;*

*- effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.*

*Effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.*

*Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.*

*Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.*

*Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisicomeccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluidamenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.*

*Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.”*

## 10.4 Scenari di pericolosità sismica locale

L'analisi del rischio sismico locale è stata condotta adottando la procedura di I livello che, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base, consente l'individuazione di ambiti areali caratterizzati da specifici scenari di pericolosità sismica locale in cui gli effetti della sollecitazione sismica sono prevedibili con sufficiente approssimazione, ma la cui quantificazione dovrà essere oggetto di specifici studi di approfondimento.

Con riferimento alla tabella 1 dell'allegato 5 dei "Criteri attuativi della L.R. 12/05", nel territorio in esame sono stati riconosciuti i seguenti scenari di pericolosità sismica locale (PSL).

### **Scenario Z1c: Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana**

Sono state inserite in questa categoria le aree in cui è stata riscontrata la presenza di movimenti di instabilità potenziali, riconducibile a movimenti superficiali ad erosione accelerata. Tale scenario interessa alcune valleciole presso la fraz. Sesona, e piccole aree di minore importanza ed estensione sul versante collinare presso il confine con Varano Borghi.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di instabilità, a cui corrisponde una classe di pericolosità sismica H2.

Il livello di approfondimento richiesto in fase progettuale per tali aree è il III°, solo per edifici strategici e rilevanti di nuova edificazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) di cui all'elenco tipologico secondo la d.d.u.o. n. 19904/03.

### **Scenario Z2a: Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)**

In questa categoria rientrano quelle aree con scarsa capacità portante, con terreni a comportamento variabile da incoerente a coesivo corrispondenti alle aree paludose, con ristagni permanenti e occasionali e aventi falda superficiale, settori localizzati nelle fraz. Cimbro, Cuirone e Corgeno, oltre alle aree ritombate, e alla discarica di Rsu chiusa.

Tali aree sono contraddistinte da scadenti caratteristiche geotecniche, legate alla presenza di litotipi generalmente fini (argille, limi, sabbie, torbe), e per la discarica, da rifiuti.

In caso di evento sismico l'effetto di amplificazione prevedibile è quello di insorgenza di cedimenti e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Sarà obbligatorio in fase progettuale l'approfondimento di III° livello per edifici strategici e rilevanti di cui all'elenco tipologico secondo la d.d.u.o. n. 19904/03 di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento di tali strutture se già esistenti) qualora non sussistono già prescrizioni di inedificabilità relativi alla Classe IV di Fattibilità Geologica.

### **Scenario Z2b: Zone con depositi granulari fini saturi**

Si tratta di aree localizzate lungo la costa del Lago di Comabbio. in diretta alimentazione con lo stesso, caratterizzate dalla presenza di terreni sabbiosi e sabbioso limosi molto sciolti, con falda idrica prossima al piano campagna e quindi in condizioni di completa saturazione.

Le zone sono, per le peculiari caratteristiche geotecniche, idrogeologiche ed idrauliche, assolutamente incompatibili con l'edificazione, e non sono possibili oggettivamente interventi di riassetto idrogeologico.

In caso di evento sismico l'effetto di amplificazione prevedibile è quello di insorgenza di liquefazioni e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2 e il livello di approfondimento richiesto è il III°.

**Scenario Z3a: Zona di ciglio H>10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)**

In questa categoria sono compresi quei settori di versante ad acclività discreta e relativi orli di scarpata, aventi altezza superiore ai 10 metri e pendenza media maggiore di 10°. In cartografia viene segnalato da una linea spessa di colore verde localizzati lungo l'allineamento a quote superiori delle scarpate principali.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni topografiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

**Scenario Z3b: Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appiattite – arrotondate**

Con questa categoria sono stati identificati, mediante una linea di colore marrone, le morene morfologicamente più significative e le creste delle dorsali (di origine morenica).

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni topografiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Nelle zone Z3a e Z3b è richiesto l'approfondimento di II° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova realizzazione (o anche in caso di ampliamento degli stessi se già esistenti) di cui all'elenco tipologico secondo la d.d.u.o. n. 19904/03, e l'approfondimento di III° livello nelle aree indagate con il II livello, qualora il fattore di amplificazione (Fa) calcolato risultasse superiore del valore soglia comunale.

**Scenario Z4a: Zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali, fluvioglaciali, fluviolacustri granulari e/o coesivi**

Sono state attribuite a questa categorie le aree corrispondenti alle piane fluviali e fluvioglaciali presenti su di un'ampia porzione della parte centro-orientale e centro meridionale del territorio studiato, oltre il terrazzo fluvioglaciale di Corgeno, e le aree intramoreniche di Cuirone. La litologia predominante è data da ghiaie e sabbie con ciottoli e localmente limi.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni litologiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Nelle zone Z4a è richiesto l'approfondimento di II° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova costruzione (o anche in caso di ampliamento degli stessi se già esistenti) di cui all'elenco tipologico secondo la d.d.u.o. n. 19904/03 e l'approfondimento di III° livello nelle aree indagate con il II° livello qualora il fattore di amplificazione (Fa) calcolato risultasse superiore al valore soglia comunale.

**Scenario Z4c: Zone moreniche con presenza di depositi granulari e/o coesivi**

Lo scenario corrisponde alle aree per cui è stata rilevata la presenza di morfologie moreniche sostenute da litologie mediamente grossolane a comportamento granulare, con discontinue coperture loessiche limoso-sabbiose.

Sono compresi in questo scenario tutte le aree di dorsale collinare disposte trasversalmente da NE a SW del territorio, talora con presenza di depositi glaciali sormontanti il substrato gonfolitico.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni litologiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

Nelle zone Z4c è richiesto l'approfondimento di II° livello solo per edifici strategici e rilevanti di nuova costruzione (o anche in caso di ampliamento degli stessi se già esistenti) di cui all'elenco tipologico secondo la d.d.u.o. n. 19904/03 e l'approfondimento di III° livello nelle aree indagate con il II° livello, qualora il fattore di amplificazione (Fa) calcolato risultasse superiore al valore soglia comunale.

Secondo la seguente tabella riportata nella DGR IX/2616, i livelli di analisi superiore, per i comuni ricadenti in Zona 4, devono essere applicati nei seguenti casi:

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

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Per il Comune di Vergiate quindi:

- in fase di pianificazione, tutte le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto (come elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003), la cui edificazione è prevista nelle aree PSL Z3a e Z3b, PSL Z4a e Z4c , devono essere soggette all'analisi di 2° livello, (che prevede il confronto tra un fattore di amplificazione sismica locale Fa e un valore soglia stabilito per ciascun comune

- devono essere soggetti all'analisi di 3° livello: i progetti in cui il valore Fa misurato risulta maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale secondo i valori riportato nella tabella sottostante, differenziati per suoli di fondazione e per periodi), oltre alle zone Z1c, Z2a e Z2b.

COMUNE DI VERGIATE			
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s			
Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
<b>1.4</b>	<b>1.8</b>	<b>2.2</b>	<b>2.0</b>
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s			
Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
<b>1.7</b>	<b>2.4</b>	<b>4.2</b>	<b>3.1</b>

## 10.5 Cenni sulla modalità di approfondimento del 2° e 3° livello

Si riporta di seguito un ampio stralcio della D.G.R. 8/7374 relativamente alle modalità di approfondimento relative al 2° e 3° livello.

### 2° LIVELLO

*Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4). La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa.*

*Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.*

*La procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di Fa per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s: questa limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno, che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0.5-1.5 s.*

#### **Effetti morfologici**

##### **Zona di scarpata (Scenario Z3a)**

*Lo scenario di zona di scarpata rocciosa (Z3a) è caratterizzato da irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione (a) del fronte principale uguale o superiore ai 10°.*

*Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una Vs maggiore o uguale ad 800 m/s.*

*In funzione della tipologia del fronte superiore si distinguono:*

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.

*Sono da considerare scarpate solo quelle situazioni che presentano:*

- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m;
- inclinazione del fronte superiore inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione del fronte principale, nel caso delle scarpate in pendenza
- il dislivello altimetrico minimo minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (//), nel caso di scarpate in contropendenza.

*All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione dell'inclinazione a il valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s.*

*Il valore di Fa determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato al ciglio del fronte principale, mentre all'interno della relativa area di influenza (fronte superiore) il valore è scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario. Lungo il fronte principale tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base del fronte stesso. I valori di Fa così ottenuti dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.*

##### **Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Scenario Z3b)**

*La procedura semplificata è valida per lo scenario di zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b), caratterizzata da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 10°.*

*Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una Vs maggiore o uguale ad 800 m/s.*

*Nell'ambito delle creste si distinguono due situazioni:*

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (cresta appuntita);
- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno 1/3 della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a 10° (cresta arrotondata).



All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, la curva più appropriata per la valutazione del valore di  $F_a$  nell'intervallo 0.1-0.5 s, in base al valore del coefficiente di forma  $H/L$ .

La valutazione del grado di protezione, per ambedue gli scenari (zona di scarpata e zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo), viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando i valori di  $F_a$  ottenuti dalle Schede di valutazione con il valore di  $St$  delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Tale valore  $St$  rappresenta il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede, pertanto, di valutare il valore di  $F_a$  con la scheda di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di  $F_a$  ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare, quindi, due situazioni:

- il valore di  $F_a$  è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.

### **Effetti litologici**

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

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

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento.

Attualmente sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2);
- una scheda per le litologie prevalentemente sabbiose.

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di  $V_s$  con la profondità; in particolare si dovrà verificare l'andamento delle  $V_s$  con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di  $V_s$  inferiori ai 600 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2.

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della profondità e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale, utilizzando la matrice della scheda di valutazione, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di  $F_a$  nell'intervallo 0.1-0.5 s e nell'intervallo 0.5-1.5 s, in base al valore del periodo proprio del sito  $T$ .

Il periodo proprio del sito  $T$  necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s.

Il valore di  $F_a$  determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di  $F_a$  ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo (Norme Tecniche per le Costruzioni) soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale

amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di  $F_a$  con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di  $F_a$  ottenuto.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di  $F_a$  è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello)

### **3° LIVELLO**

Il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Zib e Zie), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di  $F_a$  superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello.

I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

#### **Effetti di instabilità**

L'analisi prevede, a seguito della caratterizzazione ed identificazione dei movimenti franosi, la quantificazione della loro instabilità intesa come la valutazione degli indici di stabilità in condizioni statiche, pseudostatiche e dinamiche e prevede un approccio di tipo puntuale, finalizzato cioè alla quantificazione della instabilità di singoli movimenti franosi.

Le fasi, i dati e le metodologie necessario per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni sono distinte per tipologia di movimenti franosi, in particolare per i movimenti franosi tipo scivolamenti (rotazionali e traslazionali) possono essere così schematizzate:

- individuazione delle sezioni geologiche e geomorfologiche che caratterizzano il corpo franoso, le sue geometrie, gli andamenti delle superfici di scivolamento, dei livelli di falda, finalizzati alla ricostruzione di un modello geologico interpretativo del movimento franoso;
- individuazione dei parametri geotecnici necessari all'analisi: il peso di volume, l'angolo di attrito nei suoi valori di picco e residuo, la coesione ( $e$ ) nei suoi valori di picco e residuo (nel caso si adotti il criterio di rottura di Mohr-Coulomb);
- individuazione degli accelerogrammi di input nel caso di analisi dinamiche;
- analisi numeriche che forniscono la risposta in termini di valori del fattore di sicurezza ( $F_s$ ) in condizioni statiche, in termini di valori del coefficiente di accelerazione orizzontale critica ( $K_c$ ) in condizioni pseudostatiche ed in termini di spostamento atteso in condizioni dinamiche. L'applicazione dei diversi modelli dipenderà chiaramente dalle condizioni geologiche del sito in analisi e dal tipo di analisi che si intende effettuare.

I risultati forniranno i livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame: in particolare i valori del fattore di sicurezza forniscono indicazioni sulla stabilità dell'area considerando un ben preciso stato del sito di analisi non tenendo in conto la contemporanea variazione di alcuni parametri quali contenuto d'acqua e carichi agenti (pioggia, terremoto, azioni antropiche, ecc); il coefficiente di accelerazione orizzontale critica fornisce invece la soglia di accelerazione al suolo superata la quale l'area stabile diviene instabile in occasione di un terremoto; infine lo spostamento atteso fornisce indicazioni e sull'area di influenza del movimento franoso e una misura di quanto l'accadimento di un evento sismico può modificare la situazione esistente.

Per quanto riguarda i movimenti tipo crolli e ribaltamenti le analisi che possono essere effettuate sono di tipo statico e pseudostatico. Le fasi, i dati e le metodologie necessario per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni possono essere così schematizzate:

- inquadramento geologico e esecuzione di sezioni geologiche e topografiche;
- individuazione dei parametri dell'input sismico (quali valore del picco di accelerazione, valore del picco di velocità);
- rilievi geomeccanici per la classificazione degli ammassi rocciosi sorgenti dei distacchi
- prelievo di campioni per esecuzione di Point Load Test e di prove di scivolamento Tilt Test);

- *identificazione dei principali cinematismi di rottura degli ammassi rocciosi su sezioni tipo e, per situazioni particolarmente significative, analisi di stabilità in condizioni statiche e pseudostatiche di singoli blocchi;*
- *descrizione e rilievo della pista di discesa e della zona di arrivo, rilievo geologico e, ove possibile, statistica dei massi al piede (dimensioni e distribuzione);*
- *costruzione del modello numerico della/e pista/e di discesa e verifiche di caduta massi con vari metodi e statistiche arrivi.*

*I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniscono livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame, in particolare, vengono individuate le possibili piste di discesa, le relative aree di influenza e la statistica degli arrivi.*

#### **Effetti di cedimenti e/o liquefazioni**

*L'analisi prevede la valutazione quantitativa delle aree soggette a fenomeni di cedimenti e liquefazioni.*

*Per il calcolo del potenziale di liquefazione si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura. Anche per il calcolo di possibili cedimenti che possono verificarsi sia in presenza di sabbie sature sia in presenza di sabbie asciutte, si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.*

#### **Effetti di amplificazione morfologica e litologica**

*L'analisi prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie che possono essere classificate come strumentali o numeriche.*

*La metodologia strumentale richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in sito con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione scelto (velocimetri ed accelerometri).*

*L'analisi sperimentale può presentare diversi gradi di approfondimento ed affidabilità, in funzione del tipo di strumentazione impiegata, del tipo di elaborazione del dato di registrazione e, soprattutto, in funzione dell'intervallo di tempo dedicato alle misurazioni in sito. I metodi di analisi strumentale più diffusi ed utilizzati sono il metodo di Nakamura (1989)<sup>3</sup> e il metodo dei rapporti spettrali (Kanai e Tanaka, 1981).*

*La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati (modelli monodimensionali 1D, bidimensionali 2D e tridimensionali 3D), basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema, necessarie ma comunque di influenza abbastanza trascurabile sul risultato finale.*

*I concetti fondamentali su cui si basano i codici di calcolo numerico riguardano la teoria della propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo e la teoria del comportamento non lineare e dissipativo dei terreni in condizioni dinamiche. La valutazione della risposta sismica deve tener conto non solo delle variazioni di ampiezza massima del moto sismico di riferimento, ma anche dell'effetto di filtraggio esercitato su di esso dal terreno, cioè delle modifiche nel contenuto in frequenza.*

*L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo, tramite rilievi specifici, una caratterizzazione geofisica e una caratterizzazione meccanica, tramite accurate indagini geologiche e geotecniche, in grado di determinare i parametri geotecnici statici e dinamici specifici su campioni indisturbati o comunque di alta qualità e in condizioni tali per cui vengano simulate il meglio possibile le condizioni di sito del terreno durante i terremoti attesi. Perciò viene richiesto un programma di indagini geotecniche specifico, i cui risultati saranno da aggiungere a quelli esistenti (1° e 2° livello). E' inoltre necessaria l'individuazione di più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.*

## 11. VINCOLI

Nella cartografia dei vincoli si individuano, per tutto il territorio comunale, quelle aree soggette a limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di carattere prettamente geologico.

Sulla base dei criteri attuativi e successive modifiche alla L.R. 12/05 i principali elementi di vincolo alla pianificazione urbanistica locale sono:

- *vincoli derivati dalla pianificazione di bacino ai sensi della Legge 183/89;*
- *vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni;*
- *aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;*
- *geositi.*

Il territorio di Vergiate è soggetto ai soli vincoli di polizia idraulica e ad aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.

### 11.1 Vincoli di polizia idraulica

Con la D.G.R. 01 Agosto 2003 n. 7/13950 di modifica alla D.G.R. 25 Gennaio 2002 n. 7/7868 vengono trasferite ai comuni le funzioni di definire il reticolo idrico superficiale appartenente al Reticolo Idrico Minore di propria competenza. Il comune dovrà provvedere alla sua manutenzione, adottandosi di provvedimenti di polizia idraulica.

In questo senso si riprendono i termini definiti nello studio redatto per l'individuazione del Reticolo Idrografico Minore ai sensi della D.G.R. VII/7868 del 25/01/2002, modificata dalle successive D.G.R. VII/13959 del 01/08/2003 e IX/2762 del 22/11/2012, riportando le relative fasce di rispetto ai fini della tutela ambientale e della pubblica sicurezza.

### 11.2 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

I pozzi utilizzati attualmente dal Comune di Vergiate per il prelievo di acque sotterranee da destinarsi al consumo idropotabile sono: *Pozzi Fontanone 1-2-3, pozzo Strona*, ubicati al confine sud-orientale del territorio comunale, i pozzi Passerini e Ex-Tematex situati tra Corgeno e il capoluogo. Sul territorio insistono inoltre 4 pozzi del Comune di Varano Borghi, in località Ighetto Mon Cheri.

Infine anche la sorgente di loc. Pissirota, in frazione Corgeno, alimenta l'acquedotto comunale.

Per questi pozzi e la sorgente, sono state perimetrate:

#### **Zona di tutela assoluta**

Circonda ogni captazione con un'estensione di raggio non inferiore a 10 metri. Tale area deve essere adibita esclusivamente alle opere di captazione o presa e alle infrastrutture di servizio. Per tutti i pozzi comunali di Vergiate e Varano Borghi, la zona di tutela assoluta è adeguatamente protetta, delimitata da recinzione metallica con accesso lucchettato.

## Zona di rispetto

Si assume quale zona di rispetto una superficie di raggio non inferiore a 200 metri intorno alla captazione (metodo geometrico); tale area è sottoposta a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare la risorsa idrica captata.

Le aree di rispetto sono state determinate, per quanto riguarda la sorgente "Pissirota", il pozzo "Strona" e i pozzi comunali di Varano Borghi, con il criterio "geometrico" e quindi perimetrando una zona di raggio 200 metri attorno all'opera di captazione.

Sulla base della situazione idrogeologica del sottosuolo dell'area, e con riferimento all'ubicazione dei filtri, tutti i pozzi comunali emungono da acquiferi non protetti superiormente da strati argillosi di spessore ed estensione areale sufficienti e pertanto gli acquiferi superficiali in questione sono da considerarsi "vulnerabile".

Per quanto riguarda i 3 pozzi di località Fontanone (pozzi comunali 1-2-3) e i pozzi Passerini e Ex-Tematex sono state definite quindi le fasce di rispetto con riferimento al criterio "temporale", ovvero individuando l'involuppo dei punti isocroni attorno alla zona di captazione dai quali l'acqua, alla portata stabilita (di utilizzo attuale o previsto), impiega un predeterminato "*tempo di sicurezza*" (assunto in 60 giorni) per arrivare al punto di captazione.

Rispetto all'area circoscritta con il criterio geometrico pari a 200 mt. di raggio, le nuove aree sono più ridotte, e di forma ellittica, inclinate secondo la direzione di scorrimento della falda.

Le norme che regola le attività all'interno delle fasce di rispetto devono essere adeguate alle disposizioni previste dalla D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693 "*Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto*" e dal D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "*Norme in materia ambientale*" art. 94 "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano".

In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività (comma 4):

- dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- gestione di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pozzi perdenti;
- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività di cui sopra, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

Nella direttiva D.G.R. 10/04/2003 n. 7/12693 sono descritti i criteri e gli indirizzi in merito alla realizzazione di strutture e all'esecuzione di attività ex novo nelle zone di rispetto delle opere di captazione esistenti; in particolare, all'interno dell'All. 1 – punto 3 della detta delibera, sono elencate le direttive per la disciplina delle seguenti attività all'interno delle zone di rispetto:

- realizzazione di fognature;
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione.

Per quanto riguarda la realizzazione di fognature (punto 3.1) la delibera cita le seguenti disposizioni:

i nuovi tratti di fognatura da situare nelle zone di rispetto devono:

costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall'interno verso l'esterno e viceversa, e recapitare esternamente all'area medesima;

essere realizzati evitando, ove possibile, la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali i sifoni e opere di sollevamento.

nella Zona di Rispetto di una captazione da acquifero non protetto:

non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti, bacini di accumulo di liquami e impianti di depurazione;

è in generale opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia.

per tutte le fognature nuove (principali, secondarie, allacciamenti) insediate nella Zona di Rispetto sono richieste le verifiche di collaudo.

Per quanto riguarda la realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione (punto 3.2), nelle zone di rispetto la delibera dispone:

- per la progettazione e la costruzione degli edifici e delle infrastrutture di pertinenza non possono essere eseguiti sondaggi e indagini di sottosuolo che comportino la creazione di vie preferenziali di possibile inquinamento della falda;
- le nuove edificazioni possono prevedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata [...].

In tali zone, inoltre, non è consentito:

- la realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi, anche in serbatoi di piccolo volume a tenuta, sia sul suolo sia nel sottosuolo;
- l'insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose;
- l'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini [...].

Nelle zone di rispetto è consentito l'insediamento di nuove infrastrutture viarie e ferroviarie, fermo restando che:

- le infrastrutture viarie a elevata densità di traffico (autostrade, strade statali, provinciali, urbane a forte transito) devono essere progettate e realizzate in modo da garantire condizioni di sicurezza dallo sversamento ed infiltrazione di sostanze pericolose in falda [...];
- lungo tali infrastrutture non possono essere previsti piazzali per la sosta, per il lavaggio di mezzi di trasporto o per il deposito, sia sul suolo sia nel sottosuolo, di sostanze pericolose non gassose;
- lungo gli assi ferroviari non possono essere realizzati binari morti adibiti alla sosta di convogli che trasportano sostanze pericolose.

Nei tratti viari o ferroviari che attraversano la Zona di Rispetto è vietato il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.

Per le opere viarie o ferroviarie da realizzare in sottosuolo deve essere garantita la perfetta impermeabilizzazione delle strutture di rivestimento e le stesse non dovranno interferire con l'acquifero captato.

Nelle zone di rispetto è inoltre vietato lo spandimento di liquami e la stabulazione, l'utilizzo di fertilizzanti di sintesi e di fanghi di origine urbana o industriale (punto 3.4).

## 12. SINTESI

Al fine di raccogliere, in un unico elaborato, le informazioni più significative per la pianificazione territoriale è stata aggiornata la Carta di Sintesi, alla scala 1:5.000, in conformità alle specifiche tecniche di cui alla DGR n. IX/2616 del 30 novembre 2011 aggiornamento dei “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art.57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12*”, evidenziando i differenti aspetti del territorio oggetto di studio.

L'elaborato risulta essere il documento finalizzato al gruppo interdisciplinare di progettazione del piano ed ha lo scopo di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio al fine di procedere a valutazioni diagnostiche.

Ricavata dalla sovrapposizione dei singoli tematismi individuati nelle fasi precedenti (analisi geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica), la carta di sintesi riporta una zonizzazione del territorio comunale, che consente di visualizzare la pericolosità geologica intrinseca dei vari settori e di tradurla in termini d'idoneità all'utilizzazione urbanistica.

La tabella seguente, riporta l'elenco delle criticità per quanto riguarda i versanti, la vulnerabilità idrogeologica e idraulica, e le problematiche di carattere geotecnico, e le indicazioni relative alle classi di ingresso per la redazione della carta finale della fattibilità.

### 12.1 Ambiti di pericolosità e vulnerabilità

#### 3.2 Indicazioni per l'attribuzione delle classi di fattibilità

*Tabella 1 – classi di ingresso*

<b>Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti</b>	
Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo). Da definire in base all'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)	<b>4</b>
Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)	<b>4</b>
Aree di frana attiva (scivolamenti; colate ed espansioni laterali)	<b>4</b>
Aree di frana quiescente (scivolamenti; colate ed espansioni laterali)	<b>4</b>
Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)	<b>4</b>
Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse (comprehensive di aree di distacco ed accumulo)	<b>4</b>
Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)	<b>4</b>
Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide	<b>4*</b>
Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza	<b>4</b>
Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di influenza	<b>3</b>
Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno	<b>3</b>



valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni	
Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno	4*
Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo (aree di influenza)	3
Aree interessate da valanghe già avvenute	4
Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali	4
Aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti	3
Aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate, comprendendo una fascia di rispetto da valutare in base alle condizioni di stabilità dell'area	3
<b>Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico</b>	
Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero	3
Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti, aree con emergenza della falda)	4
Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese	3
Aree interessate da carsismo profondo (caratterizzate da inghiottitoi e doline)	4
<b>Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico</b>	
Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido	4
Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche	3
Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità ecc.	4
Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali nelle quali non siano state realizzate opere di difesa e quando non è stato possibile definire un tempo di ritorno	4
Aree soggette ad esondazioni lacuali	3
Aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni efficaci ed efficienti, dei quali sia stato verificato il corretto dimensionamento secondo l'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale)	3
Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	4
aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura	3
<b>Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche</b>	
aree di possibile ristagno, torbose e paludose	3
aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante (riportare gli spessori)	3
aree con consistenti disomogeneità tessiture verticali e laterali (indicare le ampiezze)	3
aree con riporti di materiale, aree colmate	3

\*classe di fattibilità non modificabile



Le aree che non rientrano in nessuna delle classi di sintesi in tabella, sono state inserite in una ulteriore classe, ulteriormente suddivisa basandosi su diversi gradi di vulnerabilità idrogeologica, e definibili come “aree senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici”,

Gli ambiti di pericolosità e vulnerabilità rinvenuti sul territorio sono i seguenti:

## **12.2 Pericolosità dal punto di vista dell'instabilità dei versanti**

### **Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali e rocce deboli)**

Processi geomorfologici di erosione accelerata interessano alcune vallecole del versante collinare a tergo di Sesona, e sponde delle valli del torrente Lento. Il fenomeno erosivo interessa le coperture colluviali di alterazione e in parte i depositi glaciali dell'Allogruppo di Besnate. Locali aree in erosione si rinvengono sui versanti presso il confine con Varano Borghi.

### **Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di fenomeni di versante valutati in base alla pendenza, a evidenze morfologiche e alle caratteristiche geotecniche dei terreni**

Si tratta di quelle aree in cui non sono state riscontrate chiare evidenze di dinamica geomorfologica se non locali e isolati fenomeni di erosione concentrata, ma che in base all'acclività e alla presenza di coperture superficiali eluvio-colluviali, si possono innescare processi erosivi soprattutto in relazione ad intensi fenomeni meteorologici.

## **12.3 Vulnerabilità da punto di vista idrogeologico**

### **Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero**

L'acquifero sfruttato dai pozzi comunali Fontanone 1-2-3 e dal pozzo Strona, è ad elevata vulnerabilità, in relazione alla sua ridottissima soggiacenza, che è solo di qualche metro.

Nel medesimo ambito di pericolosità è stata classificata l'area in cui sono ubicati gli altri due pozzi di alimentazione dell'acquedotto comunale, (pozzi Passerini e Ex.Tematex), in quanto sebbene l'acquifero sia mediamente profondo (30 mt.), la vulnerabilità dello stesso deve essere definita medio-alta in relazione all'orizzonte insaturo costituito esclusivamente da ciottoli, ghiaie e sabbie permeabili, che consente una agevole l'infiltrazione dalla superficie.

### **Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti, aree precedentemente scavate)**

In alcune circoscritte aree ai piedi dei terrazzi morfologici, della dorsale collinare che si estende a nord del centro abitato di Vergiate, si rinvengono importanti aree con emergenze idriche, con portate generalmente riconducibili agli eventi meteorici. Le stesse poi determinano piccoli rii e numerose piccole rogge di drenaggio e scolo dei terreni agricoli, che tendono a formare impaludamenti e ristagni idrici permanenti e stagionali, e laghetti (di origine antropica).

### **Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese**

Su di una discreta porzione del territorio comunale, la falda si rinviene in genere a profondità non superiori ai 2-3 metri fino a sub affiorante.

Falde molto superficiali sono presenti a Nord di Cuirone, all'estremo settentrionale (confine con Varano Borghi), a SE dell'abitato di Cimbro, in una zona in cui sono inoltre presenti risorgive e ristagni temporanei e permanenti di acque superficiali.

Si rinviene una falda a poca profondità anche in corrispondenza di un settore stretto e allungato situato tra le colline moreniche di Vergiate e loc. Piattè, e nella zona d'influenza del T. Strona, ove è presente una falda freatica continua da superficiale a subaffiorante (0 - 3 metri) di subalveo.

Tutte le falde superficiali sopra menzionate sono caratterizzate mediamente da uno spessore acquifero ridotto e sono correlabili con l'acquifero di tipo "superficiale" presente nelle zone fluvioglaciali e limitrofe al t. Strona.

La vulnerabilità all'inquinamento di dette falde superficiali è molto elevata, risultando troppo esiguo lo strato di terreno soprastante. Questa situazione non consente infatti una serie di processi chimici, fisici e biologici (quali diluizione, filtrazione, assorbimento, scambio ionico, soluzione, precipitazione, idrolisi, ossidazione, riduzione, ecc. ) noti come "capacità autodepurativa" del terreno, che determinano una depurazione naturale di eventuali versamenti veicolati dalle acque meteoriche.

Settori con falda poco profonda, sono le aree limitrofe al Lago di Comabbio, con livello della falda in progressivo approfondimento dal piano campagna dal lago verso la collina, e inizialmente correlato all'andamento delle quote del terreno.

### **12.4 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**

Rientrano in questa categoria di sintesi quelle porzioni di territorio che, per le evidenze geolitologiche e idrogeologiche, presentano scarsi valori di capacità portante con la possibilità di discreti cedimenti nel caso di strutture poggianti direttamente nei primi strati di terreno. In particolare si riconoscono:

#### **Aree di possibile ristagno, torbose e paludose**

Sono presenti, in corrispondenza di depressioni e avvallamenti intramorenici, e nelle zone interne alla dorsale collinare a tergo di Vergiate e Cuirone, aree dalla tipica morfologia "a conca" subpianeggiante o blandamente ondulate, che sono il recapito di acque superficiali provenienti dalle zone limitrofe e unitamente alla bassa soggiacenza della falda fratica e di risorgive, e posseggono una consistente presenza di acque raccolte da rii, fossetti, canali di bonifica che tendono ad formare ristagni d'acqua e impaludamenti per la scarsa infiltrazione e drenaggio.

Per la loro estensione, alcune di queste sono da considerarsi aree umide a tutti gli effetti e quindi di particolare interesse naturalistico per la fauna e flora presenti. Tali zone sono da considerarsi interessate da dissesti di tipo idraulico, in quanto la scarsa possibilità di infiltrazione delle acque, la presenza della falda e le difficoltà di regimazione delle acque superficiali per le limitate pendenze del suolo, rappresentano condizioni sfavorevoli alla trasformazione urbanistica.

#### **Aree paludose direttamente collegate al lago**

In tale ambito, sono state classificate le zone umide in diretta comunicazione con il lago, in condizione di permanente alluvionabilità e con presenza di vegetazione palustre (canneto) e che costituiscono aree di transizione terraferma-lago. Esse sono caratterizzate litologicamente da terreni a granulometria fine e medio-fine, con proprietà geotecniche molto scadenti

### **Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante**

Spesso in diretta correlazione con la geomorfologia dei luoghi, si rinvengono, nelle zone altimetricamente depresse e dalla tipica morfologia “a conca “ e quindi recapito di acque superficiali provenienti dalle zone limitrofe più rilevate, sedimenti di età recente limoso-torboso, di scarsa coesione e addensamento, e di scadenti proprietà geotecniche.

Tali zone sono inoltre interessate da falda freatiche poco profonde o da risorgive, che determinano rii, fossetti, canali di bonifica e talora ristagni d'acqua e impaludamenti per la scarsa infiltrazione e drenaggio.

### **Aree con riporti di materiale, aree colmate**

In tale ambito sono state inserite le aree di ampiezza limitata e generalmente di forma poligonale, e localizzate principalmente nella piana fluvioglaciale tra Vergiate e Cimbro, che rappresentano il residuo di attività di estrazione di sabbia e ghiaia. Sono “cavi” generalmente a limitata profondità (5-8 mt.) e sono zone a rischio geotecnico e anche in relazione alla vulnerabilità della falda.

### **Area della discarica chiusa di RSU**

In carta è inoltre riportata la zona, pesantemente modificata anche geomorfologicamente, della ex-discarica controllata, che si eleva sulle aree circostanti per 15 mt. circa ed è, per la sue intrinseche caratteristiche, un'area di grave problematicità geotecnica oltre che ambientale.

## **12.5 Aree senza particolari fenomeni geologici, geomorfologici e idrogeologici**

### **Aree collinari a media e bassa acclività senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici e idrogeologici**

**Aree collinari a media e bassa acclività, con media soggiacenza (5-15 mt.) della falda, a alta vulnerabilità (5-15 mt.), senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici**

**Aree delle piane fluvioglaciali a media-alta soggiacenza (-15/-30 mt) della falda, a medio-alta vulnerabilità, senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici**

Appartengono a queste categorie di sintesi tutte le aree dove non si è riscontrata la presenza di particolari fenomeni geologici, e di dinamica geomorfologica tali da definire ambiti di particolare pericolosità e/o vulnerabilità. Nelle due sottoclassi finali si rileva però la presenza di acquiferi a media-alta soggiacenza, di alta e medio-alta vulnerabilità.

### 13. FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Gli studi e le indagini eseguite nell'ambito della fase di analisi (geologica, geomorfologica, idrologica, idrogeologica, geotecnica e sismica) conducono alla elaborazione, dopo la Carta di Sintesi, di una "Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano", elaborato che rappresenta la valutazione della pericolosità del territorio esaminato e che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

La carta di fattibilità è, oltre che una carta di pericolosità, uno strumento di supporto alla pianificazione del territorio con finalità di salvaguardia, tutela e valorizzazione delle risorse ambientali.

Essa deve essere utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di attuazione" (di cui al Piano delle Regole), che riporta la relativa normativa d'uso riguardo a 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 carta della fattibilità geologica delle azioni di piano riguardanti gli ambiti omogenei, viene desunta dalla carta di sintesi. Ad ogni poligono individuato viene attribuita una classe di fattibilità geologica definita sulla base della pericolosità geologica e geotecnica, della vulnerabilità idraulica e idrogeologica, secondo modalità standardizzate di assegnazione indicate dalla normativa di riferimento, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

L'attribuzione della classe di fattibilità avviene con un automatismo specificato nella Tabella 1, di cui ai criteri attuativi della L.R. 12/05. Tale valore potrà poi essere modificato riclassificando l'area in base a valutazione tecniche specifiche.

Alle classi di fattibilità individuate sono poi stati sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (*cap. 10 – Analisi della pericolosità sismica locale*) che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.

Le quattro attuali classi di fattibilità, univocamente individuate attraverso un colore di riferimento, possono essere sinteticamente così definite:

- Classe I (bianca) : "Fattibilità senza particolari limitazioni", che comprende aree in cui non sono stati rilevati particolare elementi di limitazione alle opere di piano previste;
- Classe II (gialla) : "Fattibilità con modeste limitazioni", in cui sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica della destinazione d'uso per cui dovranno essere realizzate indagini geologico-tecniche e idrogeologiche finalizzate alla mitigazione dei rischi;
- Classe III (arancione): "Fattibilità con consistenti limitazioni" comprende aree in cui sono state evidenziate problematiche geologico-tecniche e idrogeologiche tali da limitare gli interventi sul territorio. L'utilizzo di tali zone sarà subordinata alla realizzazione di indagini e monitoraggi approfonditi su tematiche specifiche di varia natura (idrogeologiche, ambientali, pedologiche, ecc). di supporto alla predisposizione di eventuali opere di sistemazione, bonifica;
- Classe IV (rossa): "Fattibilità con gravi limitazioni", ove la natura e l'entità dei rischi individuati esclude interventi urbanistici di qualsiasi tipologia, se non opere ed interventi per il controllo e la mitigazione dei problemi riscontrati.

### 13.1 Suddivisione del territorio in classi di fattibilità geologica

Il territorio comunale è stato suddiviso in tre classi di fattibilità geologica e in specifiche sottoclassi in base a valutazioni incrociate dei fattori di maggior incidenza sulle modificazioni del territorio e dell'ambiente, e rappresenta la diretta conseguenza della carta di sintesi, dalla quale sono state ricavate le tematiche e le proposte di perimetrazione.

Nell'elaborato grafico, la sigla di identificazione delle varie aree, si compone di un numero che definisce la classe di fattibilità geologica, mentre le lettere specificano il tipo di problematica esistente.

Durante l'analisi tecnica del territorio comunale non sono state rinvenute aree che presentassero assenza di pericolosità tali da poter essere inserite nella Classe di Fattibilità 1.

Le zone limite tra le differenti classi di fattibilità geologica vanno necessariamente intese come «fasce di transizione», sia per i limiti grafici delle basi topografiche utilizzate, che per i possibili mutamenti naturali del territorio; in queste zone dovrà essere prestata particolare attenzione all'intorno dei limiti, considerando l'eventualità che essi possano subire rettifiche in base ad indagini geologiche specifiche di approfondimento.

### 13.2 CLASSE II – Fattibilità con modeste limitazioni

Ricadono in questa classe di fattibilità geologica quelle aree in cui sono emerse modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e alla modifica della destinazione d'uso.

In queste aree dovranno essere applicate le indicazioni riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”.

In considerazione di specifici ambiti geologici sono state identificate incluse le seguenti tre classi:

#### **Classe 2A - Aree collinari a media e bassa acclività senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici e idrogeologici**

Tale sottoclasse comprende parte delle dorsali collinari presenti sul territorio comunale (aree M.te Gennaio, M.te Valli Rosse e M.te Bertone), aree attualmente quasi totalmente inedificate o caratterizzate da una rada edificazione (case isolate). Inoltre il vincolo idrogeologico e ambientale si estende su buona parte della zona con funzione di difesa del suolo.

Vi rientrano settori di versante complessivamente stabili, con acclività media e morfologia articolata, e con bassa propensione al dissesto, che pertanto necessitano modesti accorgimenti tecnici per renderli idonei alla localizzazioni di insediamenti. Si rilevano brevi incisioni dovuti a ruscellamenti a carattere temporaneo, sedi di deflusso solo in occasione di eventi piovosi di una certa entità, ma che non determinano particolari problemi.

Poiché l'attuale condizione di equilibrio gravitativo, idraulico e idrogeologico potrebbe essere modificata dagli interventi antropici previsti o dalla semplice denudazione, è comunque necessaria un'analisi di dettaglio sull'area di intervento (studio geotecnico e idrogeologico), in grado di valutare l'impatto sui luoghi e gli accorgimenti che dovranno essere adottati in particolare per la regimazione e drenaggio di acque superficiali e sotterranee.

Si dovranno prevedere, ai fini del mantenimento della stabilità generale delle zone, le opere di consolidamento e di contenimento dei terreni in pendio e delle scarpate, e gli interventi necessari alla stabilità dei versanti e della copertura pedologica superficiale, evitando l'innesco e/o l'aggravio di fenomeni erosivi. Possono essere ammesse lievi modifiche delle pendenze del suolo ma dovranno essere ridotti al minimo sbancamenti e riporti di materiale, mantenuta ed assicurata la copertura vegetale, al fine di non alterare l'equilibrio naturale del pendio e lo scorrimento superficiale delle acque.

Si dovrà fare attenzione a non favorire lo scorrimento incontrollato delle acque con susseguente erosione lungo il versante e a non realizzare opere che impediscano l'assorbimento naturale nel suolo.

Per le eventuali modifiche nella regimazione delle acque superficiali e sotterranee, dovrà essere presentata relazione geologico-tecnica, che attesti le nuove sistemazioni previste, compresi i sistemi di collettamento e smaltimento.

La relazione geologica allegata ad ogni intervento in progetto deve quindi comprendere comunque indagini geognostiche-geotecniche, in sito (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.), in caso di interventi su scarpate sbancamenti, la valutazione della stabilità dei versanti, in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”.

**Classe 2B - Aree collinari a media e bassa acclività, con media soggiacenza (5-15 mt.) della falda, ad alta vulnerabilità, senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici**

Tale sottoclasse comprende parte delle dorsali collinari presenti sul territorio comunale (aree M.Viganò-S.Giacomo, M.te Vermatte), aree attualmente quasi totalmente inedificate o caratterizzate da una rada edificazione (case isolate). Inoltre il vincolo idrogeologico e ambientale si estende su buona parte della zona con funzione di difesa del suolo.

Vi rientrano settori di versante complessivamente stabili, con acclività media e morfologia articolata, e con bassa propensione al dissesto, che pertanto necessitano modesti accorgimenti tecnici per renderli idonei alla localizzazioni di insediamenti. Si rilevano brevi incisioni dovuti a ruscellamenti a carattere temporaneo, sedi di deflusso solo in occasione di eventi piovosi di una certa entità, ma che non determinano particolari problemi.

Poiché l'attuale condizione di equilibrio gravitativo, idraulico e idrogeologico potrebbe essere modificata dagli interventi antropici previsti o dalla semplice denudazione, è comunque necessaria un'analisi di dettaglio sull'area di intervento (studio geotecnico e idrogeologico), in grado di valutare l'impatto sui luoghi e gli accorgimenti che dovranno essere adottati in particolare per la regimazione e drenaggio di acque superficiali e sotterranee.

In ragione anche del valore naturalistico, ecologico e paesaggistico dei versanti in oggetto, si ritiene quindi che all'interno di questa classe, gli interventi devono essere subordinati all'esecuzione di indagini geognostiche-geotecniche, in sito (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.), che valutino la compatibilità dell'intervento previsto con le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche del sito, per la verifica preventiva della compatibilità degli interventi e dei rischi indotti con riferimento all'assetto geomorfologico e idrogeologico (influenze sul deflusso superficiale e sotterraneo delle acque e verifiche di stabilità del versante).

La relazione geologica allegata ad ogni intervento in progetto (in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”), deve indicare il grado di interferenza dell'intervento stesso con le acque sotterranee. In queste aree ogni intervento sull'esistente e ogni nuova opera devono assicurare e garantire il mantenimento e/o il miglioramento delle caratteristiche chimico fisiche delle acque della falda superficiale. Gli studi dovranno accertare la compatibilità dell'intervento con lo stato di locale potenziale vulnerabilità del territorio e dei rischi indotti con riferimento all'assetto idrogeologico, gli eventuali interventi di salvaguardia e regimazione (sistemi di raccolta e smaltimento) e i recapiti finali e con particolare attenzione alla modalità di smaltimento delle acque nel sottosuolo.

Si dovranno prevedere, ai fini del mantenimento della stabilità generale delle zone, le opere di consolidamento e di contenimento dei terreni in pendio e delle scarpate, e gli interventi necessari alla stabilità dei versanti e della copertura pedologica superficiale, evitando l'innescio e/o l'aggravio di fenomeni erosivi. Possono essere ammesse lievi modifiche delle pendenze del suolo ma dovranno essere ridotti al minimo sbancamenti e riporti di materiale, mantenuta ed assicurata la copertura vegetale, al fine di non alterare l'equilibrio naturale del pendio e lo scorrimento superficiale delle acque.

**Classe 2C - Aree delle piane fluvioglaciali a media-alta soggiacenza (-15/-30 mt) della falda, a medio-alta vulnerabilità, senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici**

La zona comprende aree pianeggianti-subpianeggianti, occupate da depositi fluvioglaciali terrazzati, in cui sono state rilevate buone condizioni di stabilità generale e nessuna tipologia di dissesto.

Queste aree sono caratterizzate da problematiche idrauliche e gravitative pressochè nulle (idrografia assente, falda mediamente profonda che non interferisce con il primo sottosuolo), e da terreni di buona qualità geotecnica con possibilità molto limitata di incontrare lenti e/o livelli di materiale con caratteristiche mediocri.

L'eventuale edificazione o modifica d'uso del suolo dovrà comunque prevedere accorgimenti e soluzioni tecniche progettuali che consentano comunque di ridurre ai minimi termini l'impatto sulle risorse idriche sotterranee.

Per tali zone si devono prevedere indagini conoscitive della situazione idrogeologica (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.), che illustrino le modalità della circolazione idrica superficiale e sotterranea, e gli eventuali interventi di salvaguardia e regimazione (sistemi di raccolta e smaltimento) in rapporto all'assetto dei deflussi superficiali e/o sotterranei e i recapiti finali.

La relazione geologica allegata ad ogni intervento in progetto (in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"), deve indicare il grado di interferenza dell'intervento stesso con le acque sotterranee; In queste aree ogni intervento sull'esistente e ogni nuova opera devono assicurare e garantire il mantenimento e/o il miglioramento delle caratteristiche chimico fisiche delle acque della falda superficiale e profonda.

Sarà quindi necessario produrre un'apposita relazione geologica-idrogeologica che accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di locale potenziale vulnerabilità del territorio e fornisca apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

### **13.3 CLASSE III – Fattibilità con consistenti limitazioni**

Sono qui comprese le aree che presentano consistenti limitazioni alla variazione di destinazione d'uso, per peculiari condizioni di pericolosità e vulnerabilità del territorio, in ordine a problematiche di tipo geomorfologico, geotecnico, idraulico e idrogeologico, presenti singolarmente o concomitanti.

Per le zone di classe III occorrerà pertanto definire e realizzare dei supplementi di indagine per acquisire le idonee conoscenze dell'area di intervento e del suo intorno, mediante studi tematici specifici di varia natura (geotecnici, idrogeologici, idraulici, ambientali, ecc.), che dovranno precisare le opere di sistemazione e bonifica.

In queste aree dovranno essere applicate le indicazioni riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

#### **Classe 3A - Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di fenomeni di versante valutati in base alla pendenza, a evidenze morfologiche e alle caratteristiche geotecniche**

Queste aree sono principalmente localizzate nell'area collinare si protende verso Varano Borghi, e ridotte porzioni a nord-ovest dell'abitato di Vergiate, nel versante Ovest del M.te Vermatte, a est di Cuirone, e del versante nord del M.te Valli Rosse di Sesona.

L'acclività alta e elevata rappresenta generalmente un fattore sfavorevole agli interventi edificatori. Le caratteristiche di tale classe sono la presenza di versanti di discreta pendenza (superiore al 40 %), con settori sporadicamente più acclivi, che unitamente alla erodibilità dei terreni di copertura, potrebbe determinare erosioni accelerate con possibilità di dissesti.

Si rilevano in particolare brevi incisioni dovuti a ruscellamenti a carattere temporaneo, sedi di deflusso solo in occasione di eventi piovosi di una certa entità e che tendono a instabilizzare moderatamente gli impluvi.

La zona presenta comunque attualmente pendii stabili e in condizioni idrogeologiche discrete, anche per la presenza stabilizzatrice svolta dalla vegetazione, ma l'attuale condizione di equilibrio potrebbe essere modificata dagli interventi.

Questi dovranno quindi essere subordinati all'esecuzione di uno studio geologico-geomorfologico di dettaglio, al fine di valutare il grado di pericolosità e conseguente rischio per le nuove edificazioni, e di relazioni geologico-tecniche supportate da indagini e prove geognostiche specifiche e puntuali atte ad accertare, nel dettaglio del singolo lotto edificatorio, le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni. In particolare nelle aree di pendio le verifiche geologiche e geotecniche, (in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni") dovranno definire:

- la stratigrafia del sito e l'assetto idrogeologico con particolare riferimento all'individuazione dei processi morfodinamici potenzialmente attivi;
- la caratterizzazione geotecnica delle terre e/o ammassi rocciosi mediante indagini in sito e/o laboratorio,

- (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.);
- l'analisi di stabilità globale opera-versante con verifica di un settore areale di pendio, soprastante l'intervento, ritenuto adeguato;
  - la verifica dell'assetto di evoluzione morfologica delle aree;
  - interazione con la dinamica territoriale relativa allo stato di degrado dei versanti;
  - definizione dei presidi temporanei e/o definitivi attinenti sia alla fase di cantiere sia all'opera finita;

Si dovranno prevedere, ai fini del mantenimento della stabilità generale delle zone, opere di consolidamento e di contenimento dei terreni in pendio e delle scarpate, opere per la difesa del suolo, contenimento e stabilizzazione dei versanti evitando l'innescio e/o l'aggravio di fenomeni erosivi.

Per le eventuali modifiche nella regimazione delle acque superficiali e sotterranee, dovrà essere presentata relazione geologico-tecnica, che attesti che le nuove sistemazioni previste, compresi i sistemi di collettamento e smaltimento, non alterino l'equilibrio naturale dei pendii.

### **Classe 3B - Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero. Aree di tutela idrogeologica**

*Le due zone cartografate riguardano settori comunali in cui sono presenti pozzi di alimentazione dell'acquedotto comunale e pertanto sono da considerarsi "aree di tutela idrogeologica" a tutti gli effetti e che devono quindi essere normate con finalità di assoluta salvaguardia delle acque sotterranee. La tutela idrogeologica delle aree si estende comprendendo le zone di potenziale alimentazione della falda.*

La prima zona è situata al margine orientale del territorio comunale, e con sviluppo parallelo al T.Strona, comprende un'area in cui è presente un acquifero superficiale ad elevata vulnerabilità, attualmente sfruttato dai pozzi comunali di località Fontanone, e al pozzo Strona.

La seconda area è situata a sud della Frazione Corgeno, ove è presente un acquifero molto produttivo a grado di vulnerabilità medio-alta, con soggiacenza della falda a circa 30 mt dal p.c., e ove sono localizzati i pozzi comunali Passerini e ex-Tematex.

Nella relazione geologica allegata ad ogni intervento in progetto (in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"), dovranno quindi essere eseguiti, oltre alle indagini geognostiche-geotecniche, in sito (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.) , studi di compatibilità idrogeologica e valutazione tecniche dell'opera in progetto relative alla presenza di acque sotterranee captate ad uso idropotabile, fino eventualmente prevedere, commisurate all'entità dell'intervento da realizzare, il monitoraggio chimico delle acque sotterranee.

L'eventuale edificazione o modifica d'uso del suolo dovrà prevedere obbligatoriamente indagini conoscitive della situazione idrogeologica e geotecnica, che illustrino le modalità della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

In queste aree ogni intervento sull'esistente e ogni nuova opera devono assicurare e garantire il mantenimento e/o il miglioramento delle caratteristiche chimico fisiche delle acque della falda superficiale. Gli studi dovranno accertare la compatibilità dell'intervento con lo stato di locale potenziale vulnerabilità del territorio e dei rischi indotti con riferimento all'assetto idrogeologico (influenze sul deflusso superficiale e sotterraneo delle acque), gli eventuali interventi di salvaguardia e regimazione (sistemi di raccolta e smaltimento) e i recapiti finali e con particolare attenzione alla modalità di smaltimento delle acque nel sottosuolo.

Dovranno essere previsti accorgimenti e soluzioni tecniche progettuali che garantiscano, attraverso specifiche indicazioni progettuali, la tutela della falda da ogni rischio di contaminazione sia durante la fase costruttiva dell'opera, sia successivamente.



### **Classe 3C - Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese**

La sottoclasse include una estesa porzione dell'area comunale, un ampio settore della fraz. Corgeno prossimo al lago, aree dei pianori terrazzati di Vergiate e Cimbro, le aree al margine della zone intramoreniche, ed una stretta fascia compresa tra Vergiate e Sesona.

Si tratta di aree subpianeggianti a volte debolmente depresse o blandamente ondulate, costituite da depositi fluvioglaciali e fluvio-lacustri a granulometria media (sabbie, limi e ghiaie, mediamente addensati e con medie caratteristiche di portanza), in cui si rinviene una falda freatica discontinua e superficiale, a vulnerabilità elevata, che può influire negativamente sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione.

In tale classe, le relazioni geologiche e geotecniche, (in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*"), dovranno esaminare prioritariamente le condizioni di stabilità con particolare riferimento alle opere di scavo e di fondazione, soprattutto in relazione alla possibile presenza di terreni a mediocri caratteristiche geotecniche e di falde freatiche superficiali.

Sebbene tali falde superficiali non vengano captate a scopo potabile, svolgono comunque un'importante funzione di ricarica dell'acquifero principale profondo, e di alimentazione di alcune risorgive di interesse ambientale ed ecologico.

L'eventuale edificazione o modifica d'uso del suolo dovrà comunque prevedere accorgimenti e soluzioni tecniche progettuali che consentano di ridurre ai minimi termini l'impatto sulle risorse idriche sotterranee.

Ogni intervento sull'esistente e ogni nuova opera devono assicurare e garantire il mantenimento e/o il miglioramento delle caratteristiche chimico fisiche delle acque della falda superficiale, la tutela della falda da ogni rischio di contaminazione sia durante la fase costruttiva dell'opera, sia successivamente.

La relazione geologica allegata ad ogni intervento in progetto deve indicare il grado di interferenza dell'intervento stesso con le acque sotterranee; inoltre deve essere confrontata la profondità massima raggiunta da scavi e opere, con la soggiacenza minima della falda e con il trend di evoluzione della stessa in un arco di tempo sufficientemente lungo.

Per tali zone si devono prevedere quindi indagini conoscitive della situazione idrogeologica e geotecnica, (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.) che illustrino le modalità della circolazione idrica superficiale e sotterranea, e gli eventuali interventi di salvaguardia e regimazione (sistemi di raccolta e smaltimento) in rapporto al nuovo assetto dei deflussi superficiali e/o sotterranei, e i recapiti finali.

### **Classe 3D - Aree di possibile ristagno, torbose e paludose**

Le peculiari caratteristiche idrografiche, litologiche e geomorfologiche delle zone pianeggianti circumlacuali e intramoreniche, determinano la presenza di più o meno estese zone di alluvionamento e ristagno, con impaludamenti di tipo occasionale e semipermanente. Per la loro estensione, alcune di queste sono da considerarsi aree umide a tutti gli effetti e quindi di particolare interesse naturalistico per la fauna e flora presenti. Tali zone sono da considerarsi interessate da dissesti di tipo idraulico, in quanto la scarsa possibilità di infiltrazione delle acque, la presenza della falda e le difficoltà di regimazione delle acque superficiali per le limitate pendenze del suolo, rappresentano condizioni sfavorevoli alla trasformazione urbanistica.

Tali ambiti presentano oggettive problematiche geotecniche e idrogeologiche (sedimenti di granulometria fine con infiltrazione e drenaggio difficoltosi dovuti alla bassa permeabilità, falda freatica molto superficiale e subaffiorante, terreni di scadenti caratteristiche geotecniche, ecc.). In tali aree in generale non sarebbero possibili interventi di riassetto idrogeologico.

Il cambio di destinazione su tutte queste zone dovrà essere supportato da indagini geotecniche e idrogeologica per una approfondita valutazione delle mutazioni ambientali che l'operazione potrebbe innescare e conseguentemente delle contromisure tecniche che dovranno essere adottate per garantire la conservazione dell'attuale assetto geomorfologico, idrogeologico ed ecologico.

Gli interventi in queste aree devono essere preceduti da relazione geologica - geotecnica ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*", dove in dettaglio si dovrà:

- ricostruire la stratigrafia del sottosuolo a mezzo di indagini (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.), spinte fino alla profondità massima raggiungibile dai carichi previsti e per un intorno significativo;
- definire l'interazione strutture-terreno;

- analizzare eventuali fronti di scavo relativamente alla stabilità a breve e lungo termine, con verifica delle possibili interazioni areali;
- eseguire specifiche indagini volte alla definizione delle condizioni idrogeologiche (influenze sul deflusso superficiale e sotterraneo delle acque), gli eventuali interventi di salvaguardia e regimazione (sistemi di raccolta e smaltimento) e i recapiti finali, e con particolare attenzione alla problematiche di smaltimento delle acque nel sottosuolo dovuto alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti.

### **Classe 3E - Aree prevalentemente limo argillose con limitata capacità portante.**

Sono così classificate tutte quelle aree in cui è emersa la presenza, per spessori anche delle decine di metri, di litologie prevalentemente fini con caratteristiche di portanza da mediocri a scarse, in cui la bassa permeabilità superficiale favorisce spesso anche il formarsi di ristagni d'acqua. Le condizioni di saturazione comportano inoltre un drenaggio piuttosto difficoltoso.

Tale ambito si rinviene in particolare nelle zone ubicate a SW di Cimbro, nelle aree intramoreniche a Nord di Cuirone, all'estremo settentrionale (confine con Varano Borghi), in corrispondenza di un settore stretto e allungato situato tra le colline moreniche di Vergiate e loc. Piattè, a Corgeno nelle zone prossime al Lago di Comabbio.

Anche in relazione alle caratteristiche ambientali e paesaggistiche delle zone, l'attuale prevalente utilizzazione agricolo-forestale dei luoghi rappresenta, in relazione alle problematiche geotecniche e idrogeologiche emerse, la migliore destinazione dei luoghi.

Al fine di non interferire negativamente sulle condizioni preesistenti, le indagini e la relazione geologico-geotecnica (in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*"), precedenti gli interventi, dovranno essere rivolte allo studio della situazione idrogeologica, alla salvaguardia della falda ad alta-elevata vulnerabilità, alla regimazione e drenaggio delle acque superficiali allo scopo di garantire il rispetto delle condizioni idrogeologiche.

Sebbene tali falde superficiali non vengano localmente captate a scopo potabile, svolgono comunque un'importante funzione di ricarica dell'acquifero superficiale e profondo, e di alimentazione di alcune risorgive di interesse ambientale ed ecologico.

Per quanto riguarda gli aspetti geotecnici, sono necessari approfondimenti per la valutazione della portanza e dei cedimenti dei terreni, che dovranno consistere in prove geognostiche puntuali (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.), nell'analisi di eventuali fronti di scavo relativamente alla stabilità a breve e lungo termine, nella verifica delle possibili interazioni areali, in specifiche indagini volte alla definizione della regimazione dei deflussi idrici superficiali, e delle opere di raccolta e smaltimento e recapito delle acque meteoriche.

### **Classe 3F - Aree con riporti di materiale, aree colmate**

Aree di ampiezza limitata e generalmente di forma poligonale, e localizzate principalmente nella piana fluvioglaciale tra Vergiate e Cimbro, rappresentano il residuo di attività di estrazione locale di sabbia e ghiaia, "cavi" generalmente a limitata profondità (5-8 mt.).

Dal punto di vista geotecnico, i terreni presenti, da poco a mediamente addensati, possiedono variabili caratteristiche di portanza.

In tale sottoclasse le relazioni geologiche e geotecniche (in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*"), dovranno esaminare prioritariamente le condizioni di stabilità con particolare riferimento alle opere di scavo e di fondazione, soprattutto in relazione alla eventuale presenza di terreni a mediocri caratteristiche geotecniche e alla vulnerabilità alta della falda.

Le particolari condizioni geotecniche di tali aree rendono necessarie prove geognostiche puntuali (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.), per la valutazione della portanza e dei cedimenti dei terreni, studi per il recupero morfologico e di ripristino ambientale, analisi di stabilità dei fronti di scavo, e per gli eventuali interventi di regimazione idraulica, lo studio delle opere per lo smaltimento delle acque meteoriche e di scarico (che non potrà avvenire entro le aree colmate).

#### 13.4 CLASSE IV – Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe sono individuate le aree ove l'alto rischio geologico comporta gravi limitazioni per la modifica alla destinazione d'uso del territorio. Rientrano in questa classe le aree legate alle dinamiche di versante, le aree di risorgive e sorgenti, le zone paludose a diretta contermini al lago, le aree ad elevato impatto antropico.

In tali ambiti è esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non interventi volti al consolidamento e/o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente:

- gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo così come previsti dall'art. 31, lettere a) b) e c) della L. 457/1978; 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 insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Inoltre, eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita e particolareggiata relazione geologica e geotecnica (in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*"), che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico, geomorfologico e geotecnico.

Per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Di seguito vengono descritte le zone ricadenti in classe 4, con l'indicazione dei fattori che generano la pericolosità.

#### **Classe 4A - Aree molto acclivi soggette ad erosione accelerata da parte di scorrimenti idrici superficiali di tipo torrentizio**

Tale sottoclasse include le aree attualmente interessate da fenomeni di dissesto gravitativo determinate sia da caratteristiche di acclività, che geolitologiche e di erodibilità dei terreni presenti, ed innescate da deflussi idrici temporanei che si originano durante i periodi di intense e prolungate precipitazioni.

Si dovrà evitare l'innescò e/o l'aggravio di fenomeni erosivi ai fini del mantenimento della stabilità del versante

Nel complesso, anche in relazione alle caratteristiche e alla valenza ambientale della zona, i rischi di potenziale dissesto sarebbero tali da sconsigliare qualsiasi tipo di intervento ad di fuori di una corretta e prudente utilizzazione forestale. Gli unici interventi consentiti sono quelli attinenti alle sistemazioni idrogeologiche con finalità di difesa e protezione del suolo, e la stabilizzazione dei versanti mediante bonifica e consolidamento.

In caso di interventi in queste aree le verifiche geologiche e geotecniche dovranno definire:

- la stratigrafia del sito e l'assetto idrogeologico con particolare riferimento all'individuazione dei processi morfodinamici potenzialmente attivi;
- la caratterizzazione geotecnica delle terre e/o ammassi rocciosi mediante indagini in sito e/o laboratorio, (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.);
- l'analisi di stabilità globale opera-versante con verifica di un settore areale di pendio, soprastante l'intervento, ritenuto adeguato;
- la verifica dell'assetto di evoluzione morfologica delle aree;
- interazione con la dinamica territoriale relativa allo stato di degrado dei versanti;
- definizione dei presidi temporanei e/o definitivi attinenti sia alla fase di cantiere sia all'opera finita;

Si dovranno prevedere, ai fini del mantenimento della stabilità generale delle zone, opere di consolidamento e di contenimento dei terreni in pendio e delle scarpate, opere per la difesa del suolo, contenimento e stabilizzazione dei versanti, evitando l'insacco e/o l'aggravio di fenomeni erosivi.

Per le eventuali modifiche nella regimazione delle acque superficiali e sotterranee, dovrà essere presentata relazione geologico-tecnica, che attesti che le nuove sistemazioni previste, compresi i sistemi di collettamento e smaltimento, non alterino l'equilibrio naturale dei pendii.

#### **Classe 4B - Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti)**

In alcune circoscritte aree ai piedi dei terrazzi morfologici (Vergiate, Corgeno, Cimbro) e all'interno o prossime alla dorsale collinare che si estende a nord del centro abitato di Vergiate, nelle zone intramontane a nord di Cuirone, si rinvennero importanti aree con emergenze idriche, con portate direttamente riconducibili agli eventi meteorici.

Queste poi determinano piccoli rii e numerose piccole rogge di drenaggio e scolo dei terreni agricoli, che tendono a formare impaludamenti e ristagni idrici permanenti e stagionali, e laghetti di origine antropica.

Per tutte le sorgenti non captate o utilizzate a fini idropotabili presenti sul territorio comunale, si deve prevedere un'area di salvaguardia minima cui non devono essere assolutamente eseguiti interventi sul suolo e sul sottosuolo di alcun tipo.

In particolare qualsiasi intervento previsto in zona, deve essere subordinato all'esecuzione di indagini geotecniche e idrogeologiche che valutino la compatibilità con le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche del sito, per la verifica di impatti, influenze ed effetti sul deflusso superficiale e sotterraneo delle acque. Non saranno ammesse modifiche delle pendenze del suolo, sbancamenti e riporti di materiale, al fine di non alterare lo scorrimento superficiale e sotterraneo delle acque.

Nella relazione geologica allegata ad ogni eventuale intervento in loco, in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*", dovranno quindi essere eseguite, oltre alle indagini geognostiche-geotecniche, in sito (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.), studi di compatibilità idrogeologica e valutazione tecniche dell'opera in progetto con la presenza di acque sotterranee idropotabili, fino eventualmente prevedere, commisurate all'entità dell'intervento da realizzare, il monitoraggio chimico delle acque sotterranee.

L'eventuale edificazione o modifica d'uso del suolo dovrà prevedere obbligatoriamente indagini conoscitive della situazione idrogeologica e geotecnica, che illustrino le modalità della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

In queste aree ogni intervento sull'esistente e ogni nuova opera devono assicurare e garantire il mantenimento e/o il miglioramento delle caratteristiche chimico fisiche delle acque della falda superficiale. Gli studi dovranno accertare la compatibilità dell'intervento con lo stato di locale potenziale vulnerabilità del territorio e dei rischi indotti con riferimento all'assetto idrogeologico (influenze sul deflusso superficiale e sotterraneo delle acque), gli eventuali interventi di salvaguardia e regimazione (sistemi di raccolta e smaltimento) e i recapiti finali e con particolare attenzione alla modalità di smaltimento delle acque nel sottosuolo.

Dovranno essere previsti accorgimenti e soluzioni tecniche progettuali che garantiscano, attraverso specifiche indicazioni progettuali, la tutela della falda da ogni rischio di contaminazione sia durante la fase costruttiva dell'opera, sia successivamente.

#### **Classe 4C - Aree paludose direttamente collegate al lago**

Tali zone, limitrofe al lago, sono costituite da aree umide in diretta alimentazione con lo stesso, che sono, per le peculiari caratteristiche geotecniche, idrogeologiche ed idrauliche, assolutamente incompatibili con l'edificazione. In tali aree non sono possibili oggettivamente interventi di riassetto idrogeologico.

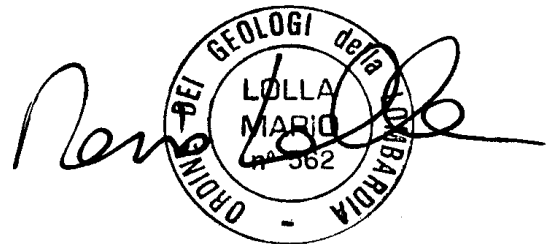
Gli interventi in queste aree devono essere preceduti da relazione geologica - geotecnica ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”, dove in dettaglio si dovrà:

- ricostruire la stratigrafia del sottosuolo a mezzo di indagini (scavi di ispezione diretta dei terreni, prove penetrometriche, sondaggi ecc.); spinte fino alla profondità massima raggiungibile dai carichi previsti e per un intorno significativo;
- definire l'interazione strutture-terreno;
- analizzare eventuali fronti di scavo relativamente alla stabilità a breve e lungo termine, con verifica delle possibili interazioni areali;
- eseguire specifiche indagini volte alla definizione delle condizioni idrogeologiche (influenze sul deflusso superficiale e sotterraneo delle acque), gli eventuali interventi di salvaguardia e regimazione (sistemi di raccolta e smaltimento) e i recapiti finali, e con particolare attenzione alla problematiche di smaltimento delle acque nel sottosuolo dovuto alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti.

#### **Classe 4D – Area della ex-discarica comunale**

Tale zona è stata sede di attività controllate pregresse di smaltimento rifiuti urbani e pertanto possiede intrinsecamente problematiche di rischio ambientale tale da impedirne l'utilizzo, richiedendo viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale e recupero.

Eventuali interventi devono essere volti solo alla gestione ambientale del sito e relativi al recupero morfologico e paesistico-ambientale. Questi dovranno essere necessariamente compatibili con lo stato dei terreni e rifiuti presenti, e dei suoli superficiali e si rendono necessarie approfondite indagini ambientali comprendenti l'esecuzione di prove geotecniche in sito, lo studio delle opere di regimazione idraulica e di smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, le opere per la difesa del suolo da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva di qualunque intervento.



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be 'Mario Lolla'. To the right of the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text 'ORDINE DEI GEOLOGI della PROV. SONDRIO' around the perimeter. In the center of the stamp, it reads 'Lolla MARIO' and 'n. 562' below it.