

*Progetto:*

**VARIANTE GENERALE AL PIANO  
DI GOVERNO DEL TERRITORIO IN  
ATTUAZIONE L.R. 11/03/2005, N. 12**

*Attività:*

**ANALISI DELLE COMPONENTI  
GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA  
E SISMICA EX D.G.R. IX/2616/11**

*Committente:*

**AMMINISTRAZIONE COMUNALE  
DI CARATE BRIANZA (MB)**

*Contenuti:*

**RELAZIONE GEOLOGICA**

*Rif. e data:*

**C17/578/17 – Febbraio 2018**

<i>Committente:</i>	<i>Progettisti:</i>  
---------------------	--

## CONTENUTI

---

### PARTE I - INTRODUZIONE

---

1. INTRODUZIONE
  - 1.1. Premessa
  - 1.2. Obiettivi del lavoro
  - 1.3. Attività svolte e risultati prodotti
  - 1.4. La normativa

### PARTE II - ANALISI DEL QUADRO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

---

2. RAPPORTI TRA L.R. 12/2005 E PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA
  - 2.1. Ricerca storica
  - 2.2. Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)
  - 2.3. Il Piano Territoriale Regionale (PTR)
  - 2.4. La Rete Ecologica Regionale (RER)
  - 2.5. Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR)
  - 2.6. Il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA)
  - 2.7. Variante alle Norme di Attuazione del PAI
3. CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA
  - 3.1. Geologia generale
  - 3.2. Caratteri litologici
  - 3.3. Il fenomeno degli "occhi pollini"
4. GEOMORFOLOGIA
  - 4.1. Metodologia di studio
  - 4.2. Caratteri geomorfologici dell'area
  - 4.3. Beni geologici
5. CENNI SULLA PEDOLOGIA DELL'AREA
  - 5.1. Inquadramento ed unità pedologiche
  - 5.2. Zonizzazione e sintesi
6. SISTEMA IDROGRAFICO E IDROGEOLOGIA
  - 6.1. Sistema idrografico
  - 6.2. La stratigrafia del sottosuolo
  - 6.3. Gli acquiferi
  - 6.4. Caratteristiche delle falde
    - 6.4.1. La piezometria
    - 6.4.2. La soggiacenza
  - 6.5. L'approvvigionamento idrico
  - 6.6. Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi
  - 6.7. Stato qualitativo delle falde
7. CLIMATOLOGIA, IDROGRAFIA E IDROLOGIA
  - 7.1. Regime pluviometrico e termico
  - 7.2. Cenni di idrografia
  - 7.3. Dissesto idrogeologico in atto sulle sponde del Fiume Lambro
  - 7.4. Cenni di idrologia in relazione alla determinazione delle fasce fluviali

8. CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DELL'AREA
  - 8.1. Indagine geognostica: sondaggio stratigrafico
  - 8.2. Prova sismica in foro (down-hole)
  - 8.3. Indagini geotecniche: prove penetrometriche
  - 8.4. Indagini geofisiche: prove sismiche Masw attive

### **PARTE III - DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA**

9. RISPOSTA SISMICA LOCALE
  - 9.1. Inquadramento metodologico
  - 9.2. Individuazione della pericolosità sismica
  - 9.3. 1° livello di approfondimento
  - 9.4. 2° livello di approfondimento
    - 9.4.1. Aree - Z4a
    - 9.4.2. Aree - Z3a
    - 9.4.3. Aree - Z3b
  - 9.5. Aree Z4a: risultati
    - 9.5.1. Prova sismica in foro (down-hole)
    - 9.5.2. Prospezioni sismiche MASW
    - 9.5.3. Prove penetrometriche dinamiche
    - 9.5.4. Sintesi dei risultati ottenuti
  - 9.6. Aree Z3a-Z3b: risultati

### **PARTE IV - CONCLUSIONI**

10. LA FATTIBILITÀ GEOLOGICA
  - 10.1. Ambiti di pericolosità
  - 10.2. Valutazioni
  - 10.3. Ulteriori indicazioni in merito all'aspetto sismico

#### **APPENDICI**

N°	Titolo
1	Normativa Geologica di Attuazione
2	Stratigrafie pozzi per acqua (estratto dati forniti da Brianzacque)

#### **ALLEGATI (Tavole)**

N°	Titolo	Scala
A	Carta Geologica	1:10.000
B	Carta Geomorfologica	1:10.000
C	Carta Idrogeologica	1:10.000
D	Carta PAI - PGRA	1:10.000
1	Carta dei Vincoli	1:5.000
2	Carta di Sintesi	1:5.000
3	Carta di Fattibilità Geologica	1:5.000
4	Carta di Pericolosità Sismica Locale	1:5.000

## PARTE I INTRODUZIONE

---

### 1. INTRODUZIONE

#### 1.1. Premessa

La presente Relazione illustrativa:

- è stata redatta, su incarico conferito dall'Amministrazione comunale di Carate Brianza (MB), ai sensi della Legge Regione Lombardia n° 12/2005;
- rappresenta uno studio geologico ai sensi della Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “*Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*”, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012;
- provvede all’aggiornamento dello studio geologico precedente, realizzato nel 2009 dalla scrivente Società ai sensi della D.G.R. 28 maggio 2008 n° VIII/7374/08 (pubblicata su 2° Suppl. Straord. N° 24 al B.U.R.L., il 12 giugno 2008) “*Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12»*”.

Sulla scorta dei dati geologici, geomorfologici e idrogeologici descritti è stato possibile predisporre:

- la seguente Cartografia di Analisi, in scala 1:10.000 sull’intero territorio comunale:  
**Tav. A – Carta Geologica;**  
**Tav. B – Carta Geomorfologica;**  
**Tav. C – Carta Idrogeologica;**  
**Tav. D – Carta PAI / PGRA,**
- nonché la seguente ulteriore cartografia, in scala 1:5.000 sull’intero territorio comunale:  
**Tav. 1 – Carta dei vincoli**, riporta le limitazioni d’uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico;  
**Tav. 2 – Carta di sintesi**, finalizzata al riconoscimento dello stato di fatto del territorio, riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità;  
**Tav. 3 – Carta di fattibilità geologica**, attribuisce un valore di classe di fattibilità all’intero territorio comunale;  
**Tav. 4 – Carta della pericolosità sismica locale**, riporta la perimetrazione delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a Pericolosità Sismica Locale – PSL), nonché le tipologie di suolo presenti sul territorio comunale.

Nel seguito della Relazione si forniranno:

- la definizione del quadro normativo in materia di relazioni tra interventi urbanistici ed aspetti geologici, idrogeologici e sismici;

- un quadro geologico, idrogeologico e geotecnico del settore urbano nel quale ricade l'area in oggetto al Piano;
- un'analisi della componente sismica finalizzata alla valutazione della pericolosità sismica locale;
- le relative conclusioni, che forniscono valutazioni e prescrizioni inerenti gli interventi sull'area.

Ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d della L.R. 12/05 e della D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011, fanno parte integrante del Piano delle Regole i seguenti elaborati:

1. Carta dei vincoli
2. Carta di sintesi
3. Carta di fattibilità
4. Norme geologiche di Piano

I restanti elaborati fanno parte del Documento di Piano.

Nell'**Appendice 1** alla presente Relazione è riportata la Normativa Geologica di Attuazione.

Nell'**Appendice 2** è infine riportato un estratto dei dati stratigrafici relativi ai pozzi per acqua presenti sul territorio comunale, forniti da Brianzacque S.r.l., locale gestore del Servizio Idrico Integrato (nel seguito del testo indicato come Brianzacque).

Il presente documento costituisce lo studio geologico completo, da inserire integralmente nel Documento di Piano del Piano di Governo del Territorio ai sensi dell'art. 8 comma 1, lettera c) della L.R. 12/05 e nel Piano delle Regole (art. 10, comma 1, lettera d) per le parti relative alla Carta di sintesi, Carta dei vincoli, Carta di fattibilità geologica, Norme geologiche di Piano.

## 1.2. Obiettivi del lavoro

Lo studio ha avuto come obiettivo quello di definire la componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio e di fornire, in raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata (PTCP e PAI), le prescrizioni e le norme d'uso di prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici e di fornire all'Amministrazione comunale gli strumenti più adatti per l'esercizio del governo del territorio.

Le attività svolte hanno permesso la formulazione di un giudizio di sostenibilità geologica e l'obiettivo è stato inoltre identificato nella necessità di fornire indicazioni concernenti le misure da adottare, nonché le indagini da effettuare successivamente, onde adeguare l'uso del territorio alle norme di prevenzione del dissesto potenziale, di mitigazione dei possibili impatti e di salvaguardia delle risorse.

Lo studio qualitativo, nonché la classificazione finale dell'intero territorio comunale, tengono conto di tutte le conoscenze attualmente disponibili in merito alle componenti geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche.

Il Committente ha provveduto a fornire tutta la documentazione cartografica di base, quella tematica, gli studi affini effettuati sulle aree o su aree e problematiche assimilabili, i dati e le informazioni utili alla redazione del rapporto finale e di cui era in possesso.

Per ciò che concerne la relazione, le attività hanno avuto inizio con la fase di raccolta di dati e documentazione esistente, concernente le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrologiche e idrogeologiche dell'area comunale. Per la ricostruzione delle caratteristiche del territorio si è considerato oltre al contributo derivante dall'analisi di foto aeree, anche quello fornito dagli studi ed indagini effettuate in precedenza, sia dallo scrivente che da altri professionisti, e dalle pubblicazioni a carattere scientifico, che nell'insieme hanno costituito la base di lavoro.

Dall'insieme di queste attività è stato possibile elaborare la presente Relazione illustrativa, i cui contenuti sono conformi alla Normativa regionale in materia (D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616).

L'area oggetto dello studio è estesa all'intero territorio comunale e ad alcune aree limitrofe, laddove imposto da esigenze di completamento del quadro territoriale. Le valutazioni sintetiche finali relative alla fattibilità geologica sono espresse dall'allegato cartografico corrispondente redatto in scala 1:5.000.

Per l'inquadramento del territorio sono stati utilizzati i dati già contenuti nello studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio vigente (2009), opportunamente verificati ed eventualmente aggiornati.

### 1.3. Attività svolte e risultati prodotti

La metodologia proposta per l'analisi della componente geologica dei P.G.T. si fonda, in linea con quanto previsto delle vigenti norme regionali, su quattro distinte fasi di lavoro: fase di analisi, comprendente la ricerca storica e bibliografica e la compilazione della cartografia di inquadramento, fase di approfondimento/integrazione, fase di sintesi/valutazione e fase di proposta, fasi che vengono più in dettaglio descritte nel seguito.

#### Fase di analisi

La fase di analisi prevede:

- ricerca storica e bibliografica;
- realizzazione di una cartografia di inquadramento finalizzata alla caratterizzazione del territorio comunale dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrologico ed idrogeologico;
- identificazione degli elementi litologici, geologico-tecnici e pedologici ricavate da carte ufficiali pubblicate e/o dalla letteratura scientifica;
- identificazione degli elementi geomorfologici e di dinamica geomorfologica;
- identificazione degli elementi idrografici, idrologici e idraulici;
- identificazione degli elementi idrogeologici.

#### Fase di approfondimento/integrazione

La fase di approfondimento e integrazione, a partire dalla documentazione di cui alla fase precedente, costituisce il valore aggiunto operato dal professionista e deve comprendere anche l'analisi della sismicità del territorio. La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e della D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008, si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale. La procedura di valutazione prevede tre livelli di approfondimento:

- *1° Livello*: consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.
- *2° Livello*: si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche e riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza.
- *3° Livello*: si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni, nonché per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche che sono caratterizzate da un valore di  $F_a$  superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello. Il livello 3° si applica anche nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

### **Fase di sintesi/valutazione**

La fase di sintesi/valutazione è definita tramite la carta dei vincoli, che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico, e la carta di sintesi, che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

### **Fase di proposta**

La fase di proposta è definita attraverso la redazione della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano e delle norme geologiche di attuazione. Tale fase prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico. Alle classi di fattibilità individuate devono essere sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale, che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali é associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.

#### 1.4. La normativa

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

- O.P.C.M. 20.03.03 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*”;
- Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 21 ottobre 2003 “*Disposizioni attuative dell’art. 2, commi 2, 3 e 4, dell’ordinanza del presidente 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*” (pubblicato sulla G.U. n. 252 del 29 ottobre 2003);
- D.G.R. 8/1566 del 22.12.05 “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio in attuazione art. 57 L.R. 12/05*”, pubblicata il 19 gennaio 2006;
- O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 “*Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*”, pubblicata il 11 maggio 2006 su Gazzetta Ufficiale n° 108;
- D.M. 14 gennaio 2008 «*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*»;
- D.G.R. 8/7374 del 28.05.08 “*Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12», approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566*”, pubblicata il 12 giugno 2008;
- D.G.R. IX/2616 del 30.11.2011 “*Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*”, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012;
- D.G.R. X/2129 del 11.07.2014 “*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*”, pubblicata sul BURL n. 29 Serie ordinaria del 16 luglio 2014;
- L.R. 33/2015 “*Disposizioni in materia di costruzioni in zona sismica*”;
- D.G.R. 30 marzo 2016, n° X/5001 “*Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)*”.
- D.G.R. 19 giugno 2017, n° X/6738 “*Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del Piano Stralcio per l’assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po*”.

Con l’Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105, 8 maggio 2003, Supplemento Ordinario n. 72, sono state individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, nonché fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse. L’entrata in vigore di tale Ordinanza è stata più volte prorogata sino al 23 ottobre 2005, data coincidente con l’entrata in vigore delle “*Norme tecniche per le costruzioni*” di cui al D.M. 14 settembre 2005, pubblicato sulla

Gazzetta Ufficiale n. 222, 23 settembre 2005, Supplemento Ordinario n. 159. A far tempo da tale data è in vigore la classificazione sismica del territorio nazionale così come deliberato dalle singole regioni (D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003 - Presa d'atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03). Da tale data entrano in vigore le “*Norme tecniche per le costruzioni*”, che prevedono comunque un periodo di 18 mesi, da leggersi verosimilmente come di “regime transitorio”, nel quale si può ritenere ancora applicabile la normativa previgente in materia, ossia le norme di attuazione della legge n. 1086 del 5 novembre 1971 e della legge n. 64 del 2 febbraio 1974, tra cui D.M. 11 marzo 1988, D.M. 9 gennaio 1996, D.M. 16 gennaio 1996.

A seguito dell'approvazione del D.M. 14 gennaio 2008 «*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*», entrato in vigore il 6 marzo 2008, e della legge 28 febbraio 2008, n. 31 «*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248*», recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria, si è modificata la sostanza dell'approccio alla tematica della difesa sismica e le relative modalità e tempistiche di applicazione. A partire dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008.

La Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12, così come modificata ed integrata dalla Legge Regionale 14 luglio 2006 n.12, dalla Legge Regionale 3 ottobre 2007 n. 24 e dalla Legge Regionale 14 marzo 2008 n. 4, definisce le regole per il governo del territorio lombardo; la Regione garantisce lo sviluppo sostenibile e la sostenibilità ambientale negli indirizzi di pianificazione e verifica la compatibilità di ogni Piano di Governo del Territorio con i piani a scala sovracomunale quali il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale ed il Piano Territoriale Regionale, di cui si occupa direttamente (articolo 1, comma 3, LR 12/05 e s. m. e i.).

Per ciò che concerne il quadro relativo a ogni territorio comunale:

- ogni Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) dovrà in ogni caso essere accompagnato da studio conforme ai criteri di cui alla D.G.R. IX/2616 e successive;
- per ciò che concerne le relazioni tra P.G.T. e Studio Geologico, la D.G.R. regionale indicata in apertura specifica che:
  - ✓ tutti i comuni sono comunque tenuti ad aggiornare i propri studi geologici ai sensi della più recente D.G.R. relativamente alla componente sismica (in linea con le disposizioni nazionali introdotte dall'O.P.C.M. 3274, da cui scaturiscono le nuove classificazioni sismiche del territorio su base comunale) ed all'eventuale aggiornamento delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità,
  - ✓ ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera c) della L.R. 12/05, nel Documento di Piano del P.G.T. deve essere definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio ai sensi dell'art. 57, comma 1, lettera a); considerato l'iter di approvazione previsto dall'art. 13 della stessa L.R. 12/05, al fine di consentire alle Province la verifica di compatibilità della componente geologica del P.G.T. con il proprio P.T.C.P., il Documento di Piano deve contenere lo studio geologico nel suo complesso,
  - ✓ le fasi di sintesi/valutazione e di proposta (rappresentate dalle Carte di sintesi, dei vincoli, di fattibilità geologica e dalle relative prescrizioni) costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole nel quale, ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d) della L.R. 12/05, devono essere individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate,
  - ✓ allo scopo di migliorare la fruibilità della documentazione dello Studio Geologico, sarebbe possibile ed utile programmare la predisposizione di elaborati unitari,

- comprensivi sia degli elementi presenti nel precedente studio e già conformi ai nuovi criteri, sia di quelli aggiornati;
- relativamente alla già citata O.P.C.M. 3519, con la quale è stata approvata una nuova classificazione di pericolosità del territorio nazionale, è necessario tenere conto della possibile parziale riclassificazione sismica da parte delle regioni, prevedibile in un arco di tempo di alcuni mesi, e della possibili conseguenze sulla pianificazione comunale.

Per ciò che concerne più specificatamente il quadro regionale, la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico e con le condizioni di sismicità del territorio a scala comunale viene attuata in Regione Lombardia dal 1993. Le deliberazioni n. 5/36147 del 18 maggio 1993, n. 6/37918 del 6 agosto 1998 e n. 7/6645 del 29 ottobre 2001 hanno costituito gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei comuni, secondo quanto stabilito dalla L.R. 24 novembre 1997 n. 41, abrogata dalla L.R. 11 marzo 2005, n. 12 «*Legge per il governo del territorio*».

In conclusione, l'entrata in vigore della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 «*Legge per il governo del territorio*», modifica profondamente l'approccio culturale ispiratore in materia urbanistica e il passaggio dalla pianificazione al governo del territorio; la conseguente variazione degli atti costituenti lo strumento urbanistico comunale (Piano di Governo del Territorio – P.G.T.), impone una ridefinizione dei criteri tecnici volti alla prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici, e sismici del nuovo strumento urbanistico generale a scala comunale.

Scopi della più recente direttiva regionale sono:

- fornire indirizzi, metodologie e linee guida da seguire per l'analisi dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale, per l'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità idrogeologica e per l'assegnazione delle relative norme d'uso e prescrizioni; in particolare vengono in questo atto forniti i nuovi criteri per la definizione della vulnerabilità e del rischio sismico, a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sulle più recenti metodologie messe a punto dalla comunità scientifica;
- fornire indicazioni per l'aggiornamento del quadro delle conoscenze geologiche per i comuni che hanno già realizzato uno studio geologico del proprio territorio a supporto della pianificazione;
- rendere coerenti e confrontabili i contenuti degli strumenti di pianificazione comunali con gli atti di pianificazione sovraordinata (P.T.C.P. e P.A.I.), definirne le modalità e le possibilità di aggiornamento.

## PARTE II

# ANALISI DEL QUADRO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

---

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

In sede di analisi dei vincoli, si sono considerati nel corso dello studio e nella relativa cartografia le principali limitazioni d'uso del territorio derivanti dalle normative in vigore di contenuto prettamente geologico, in conformità con la D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011:

- vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89:
  - ✓ Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001 (Elaborato n. 8 – Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali);
  - ✓ Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con D.P.C.M. 24 luglio 1998 (in particolare per quanto riguarda la perimetrazione delle fasce fluviali del Fiume Po);
  - ✓ quadro del dissesto PAI vigente o proposto;
- vincoli di polizia idraulica, ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni, e dell'art. 96, lettera f), del Regio Decreto 25 luglio 1904, n. 523;
- aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e di rispetto, comprese le porzioni di aree di salvaguardia relative a pozzi e sorgenti dei comuni limitrofi, qualora ricadano all'interno del comune), ai sensi del D.Lgs. 258/2000, art. 5, comma 4;
- vincoli derivanti dal PTR;
- geositi.

Nella Carta dei vincoli, come prevede l'art. 2.1 della D.G.R. IX/2616-2011, sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, limitatamente ed esclusivamente agli aspetti di tutela e salvaguardia del territorio sotto il profilo geologico, idrogeologico ed idraulico.

Sulla base di quanto esposto ai paragrafi successivi, per quanto attiene la pianificazione sovraordinata, si è verificata la coerenza della Variante con le previsioni del PTCP (in modo particolare, con i principi e gli obiettivi indicati dall'art. 31, comma 3 della normativa vigente), con gli indirizzi del PPR e del PTR sotto il profilo paesaggistico, del PTUA e infine con le disposizioni del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio sotto il profilo culturale.

## 2.1. Ricerca storica

Nel presente capitolo viene esposta la ricerca relativa ad eventi del passato (dissesto e/o esondazioni) che hanno colpito il territorio comunale di Carate. Le ricerche condotte presso diverse fonti hanno evidenziato il fatto che i principali fattori di criticità sono connessi alle dinamiche geomorfologiche del Lambro.

Sulla base delle informazioni recuperate vengono segnalati danni dovuti all'esondazione del Lambro durante la piena dell'ottobre 1976 nella zona del Molino Bistorgio (Archivio Servizio Geologico Regione Lombardia). In data non molto anteriore al settembre 1987 (data indicata sul documento reperito presso l'archivio del Serv. Geol. Reg. Lomb.), si riferisce di un sopralluogo effettuato dai tecnici regionali per analizzare il grado di stabilità di una parete rocciosa, impostata nella Formazione del Ceppo, alta 30 m circa e lunga 150 m sovrastante via Leonardo da Vinci, interessata da caduta di massi aventi volume compreso tra pochi dmc e qualche mc.

Altri documenti recuperati presso diverse fonti (Archivio Serv. Geol. Reg. Lomb., Comune di Carate Brianza) indicano che in data 4 ottobre 1993 si verificò in sponda sinistra del Lambro in corrispondenza di via Monte Rosa (zona Molino Bistorgio) un piccolo movimento franoso su di un fronte di circa 10-15 m di lunghezza e di circa 7-10 m di altezza. Si trattò di uno scivolamento superficiale di materiale ghiaioso e sabbio-limoso misto a copertura vegetale. Questo fenomeno franoso fu innescato da fenomeni di erosione spondale esercitati dal Lambro durante la piena dell'autunno 1993.

In un recente studio, commissionato dalla Regione Lombardia e realizzato dallo Studio Paoletti Ingegneri associati, dal titolo "Progetto preliminare di sistemazione del Lambro a monte di Villasanta" (luglio 1998), si segnala il verificarsi di non ben precisati fenomeni erosivi, avvenuti lungo le sponde del Lambro a valle del ponte di Realdino durante l'alluvione del novembre 1996.

Segnalazioni fatte all'Amministrazione comunale e personalmente allo scrivente hanno evidenziato il manifestarsi di fenomeni di caduta massi, nella zona delle grotte di Realdino ove si sviluppa una parete rocciosa impostata nella Formazione del Ceppo, alta circa 35-40 m.

Dall'analisi della documentazione storica in possesso risulta pertanto chiaro che i principali problemi di carattere geologico-tecnico ed idraulico (esondazione) nel territorio comunale di Carate sono concentrati lungo la valle del Lambro. Il pericolo di gran lunga più importante è costituito dall'esondazione di alcune porzioni di territorio, mentre di più limitate dimensioni appare il problema della stabilità delle scarpate fluviali. Ulteriore documentazione messa a disposizione dall'Amministrazione comunale riguarda una perizia geologico tecnica del 2014, ove si segnalano zone di ruscellamento concentrato e un'area frequentemente allagata e sovralluvionata lungo via Garibaldi e a monte della stessa, al confine con il Comune di Verano Brianza.

## 2.2. Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Il PTCP della Provincia di Monza e Brianza è stato adottato con Delibera Consiliare n. 31/2011 del 22 dicembre 2011; l'avviso di adozione e deposito è stato pubblicato il 18 gennaio 2012 sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 3.

Il PTCP è lo strumento di pianificazione che delinea gli obiettivi e gli elementi fondamentali dell'assetto del territorio provinciale in coerenza con gli indirizzi per lo sviluppo socio-economico provinciale, con riguardo alle prevalenti vocazioni, alle sue caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, paesaggistiche ed ambientali.

Il PTCP è stato orientato da alcuni "principi base", che possono essere così sintetizzati:

- realizzazione di un piano "leggero", semplice, con poche prescrizioni chiare e condivise;
- controllo del consumo di suolo, in primo luogo attraverso l'individuazione di vaste aree del territorio provinciale da assoggettare a tutela attraverso le varie forme previste dalla normativa vigente;
- attenzione allo spazio aperto, ai suoi ruoli e significati, che comporta, accanto alle necessarie salvaguardie, l'assunzione di logiche "progettuali" volte a implementare le qualità ecologiche e paesaggistiche, a valorizzare gli elementi di forza o le specificità locali presenti, a incrementarne l'accessibilità e costruire nuove occasioni di fruizione;
- riordino e razionalizzazione dell'assetto insediativo attraverso operazioni di riqualificazione degli spazi edificati esistenti, delle aree produttive o di altri spazi interessati da evidenti "distorsioni" (degrado, congestione, sottoutilizzo, ecc.);
- rilancio della vitalità economica e della vocazione produttiva locale, favorendo e irrobustendo la rete di interconnessioni tra imprese, società e territorio (la "Brianza che fa sistema").

Riordino / razionalizzazione dell'assetto insediativo e tutela / valorizzazione degli spazi aperti rappresentano dunque gli assi centrali della strategia di piano.

In questo quadro, tre sono le principali mosse che compie il PTCP per rilanciare i processi di sviluppo a partire da un utilizzo più razionale, ordinato e consapevole delle risorse territoriali disponibili.

### Sistema insediativo

Il Piano si incarica di promuovere/orientare lo sviluppo urbanistico/territoriale per scongiurare fenomeni di dispersione e sfrangiamento, recuperando le aree dismesse, compattando e densificando, quando possibile, la trama insediativa. In questo quadro, le nuove espansioni residenziali dovranno essere realizzate entro ambiti di accessibilità sostenibile o a contatto con essi (entro il tessuto urbano consolidato o in un ambito accessibile dal trasporto collettivo), mentre i nuovi insediamenti produttivi dovranno essere localizzati secondo condizioni di compatibilità urbanistica/logistica (accesso alla rete stradale primaria e alle piattaforme logistiche intermodali, senza attraversare centri abitati e zone residenziali), oltre che ambientale-paesaggistica. Innovazione, infine, per le previsioni relative alle grandi strutture di vendita: si stabilisce che non ne è consentita la realizzazione salvo che il Piano di settore per il commercio ne dimostri la necessità.

### Infrastrutture per la mobilità

Viene posta particolare attenzione:

- alla gerarchizzazione della rete esistente per un suo migliore e più efficiente utilizzo, attribuendo importanza strategica anche ai legami che sussistono tra sistema infrastrutturale e

sistema insediativo: uno degli obiettivi principali è infatti quello di “decongestionare progressivamente la Brianza dal traffico, che rappresenta un costo aggiuntivo rilevante, oltre che un grave disagio, per famiglie e imprese”;

- alla costruzione di un’efficiente rete di trasporto pubblico, in grado di garantire un servizio capillare interno alla Brianza e le necessarie interazioni con gli ambiti esterni;
- all’organizzazione di centri di interscambio, che consentano l’integrazione delle reti e dei servizi e favoriscano il trasferimento modale verso il trasporto pubblico, coerentemente con gli obiettivi di scala regionale e nazionale.

### Verde, agricoltura e paesaggio

L’approccio di fondo è quello di non esaurire la manovra attraverso l’apposizione di “vincoli quantitativi”, per quanto rilevanti (l’insieme delle tutele determinate dai parchi, dagli ambiti agricoli strategici e dalla rete verde di ricomposizione paesaggistica, nonché dagli ambiti soggetti a salvaguardie di diversa natura, copre circa l’85% delle aree oggi ancora libere), ma di procedere con una serie di azioni concrete e condivise. Esse comprendono, tra l’altro, le previsioni relative a:

1. la rete verde di ricomposizione paesaggistica, entro cui non possono essere realizzate nuove edificazioni e opere che comportino l’impermeabilizzazione dei suoli;
2. gli ambiti di azione paesaggistica, concepiti per ridare un nuovo senso agli spazi aperti altrimenti residuali, visti come un bene comune da sottrarre alle aree degradate;
3. l’individuazione degli ambiti destinati all’attività agricola di interesse strategico, svolta di concerto ai comuni, nella consapevolezza che l’agricoltura riveste un ruolo fondamentale dal punto di vista produttivo ma anche paesaggistico e ambientale;
4. la riscoperta della bellezza del territorio e la tutela e la costruzione del paesaggio, attraverso la diffusione della conoscenza dei valori paesaggistici del territorio, la promozione della qualità progettuale, l’individuazione e la salvaguardia di ambiti e percorsi di fruizione paesaggistica del territorio.

Nel seguito si riassumono gli elementi di maggiore interesse individuati nel territorio esaminato.

### **Unità tipologiche di Paesaggio**

Tra le tipologie di Paesaggio, il PTCP individua in territorio di Carate le seguenti unità:

#### 1) *Colline della Brianza*

Il territorio brianteo, sotteso dalle due estremità del Lago di Como, è stato coinvolto nel periodo Quaternario da vari cicli di espansione glaciale. La massima estensione avvenne approssimativamente 18.000 anni fa, ma fu durante i periodi interglaciali, ovvero di regressione dei ghiacci, che si verificarono i maggiori fenomeni di modellamento superficiale. Tali depositi si presentano in forma di cordoni o dossi arcuati variamente boscati o ridotti a coltura con caratteristiche sistemazioni agrarie a ‘ronco’, come la collina di Riverio in Comune di Carate.

#### 2) *Pianura asciutta*

- Ambito Valassina

In esso si individua la direttrice Cusano Milanino-Carate Brianza, di probabile impianto romano.

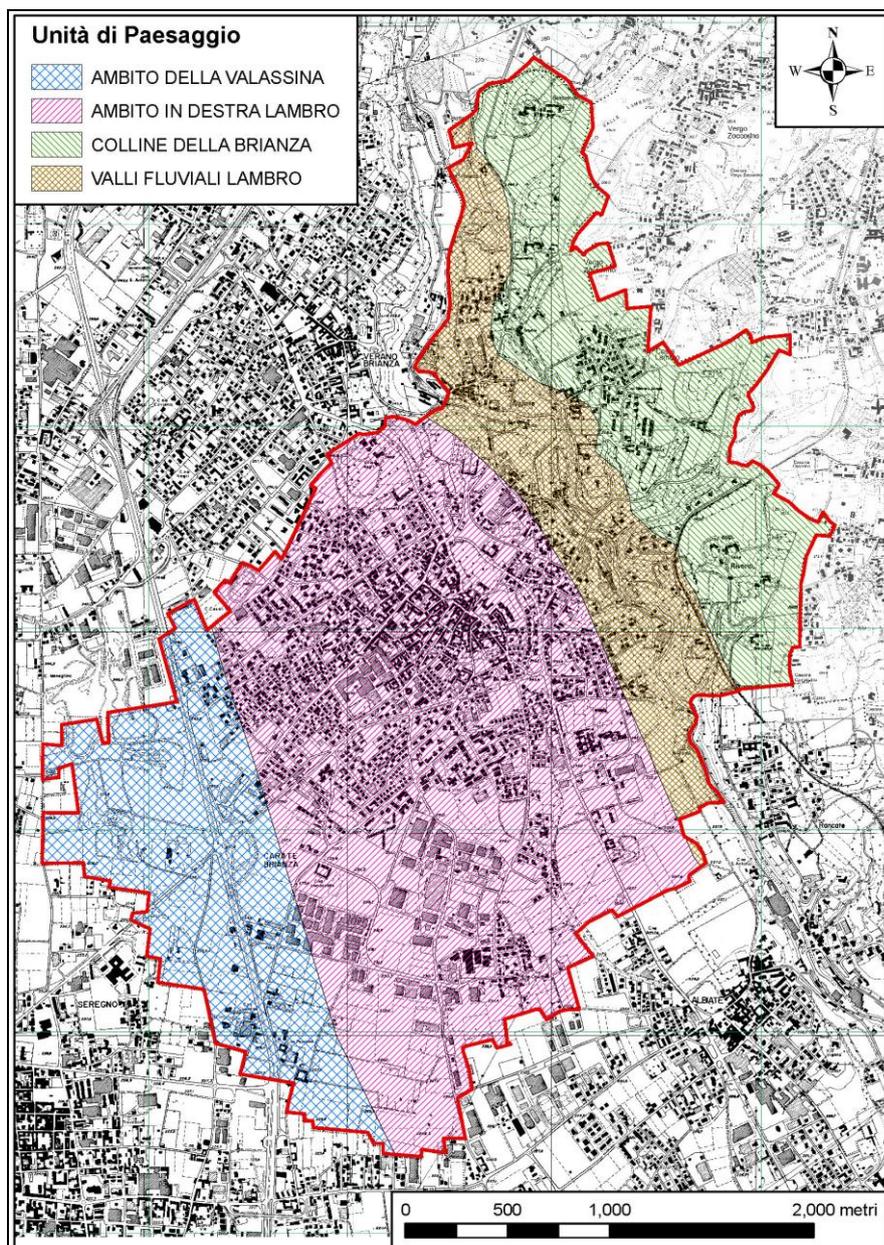
- Ambito destra Lambro

Tale ambito non è soggetto a interventi di protezione ambientale, salvo l’inserimento di alcuni spazi aperti nel perimetro del Parco regionale della valle del Lambro. Prioritaria, nel territorio in esame, risulta infatti la salvaguardia del varco libero fra gli abitati di Albiate e Carate, classificato dal PTCP

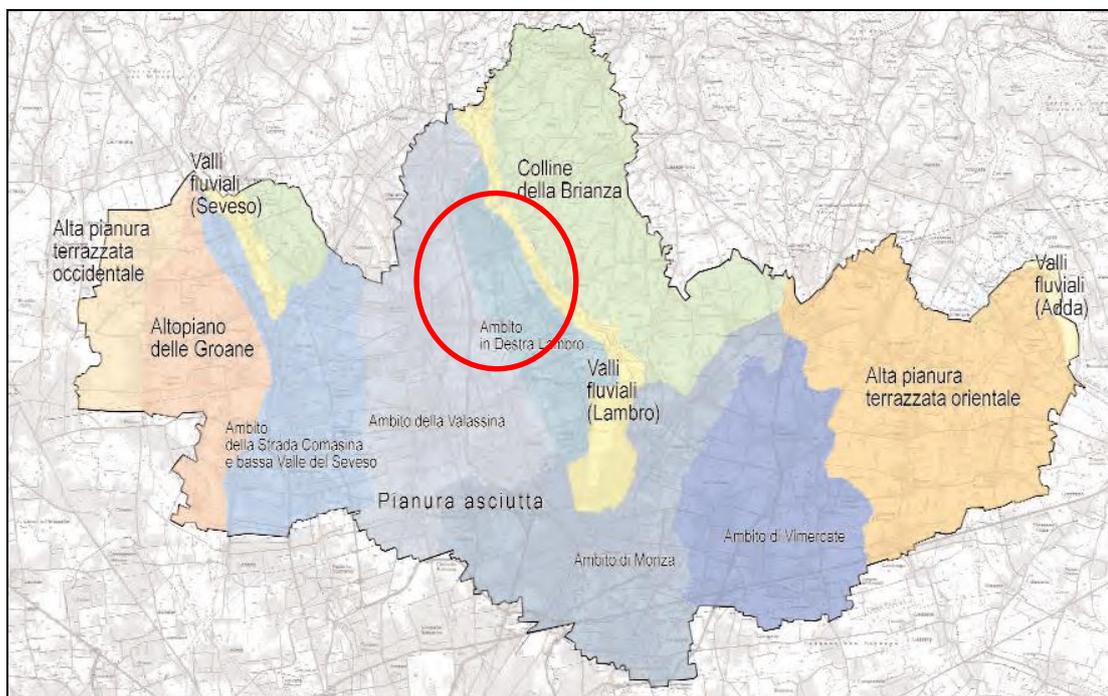
come Corridoio della Rete Verde di ricomposizione paesaggistica. Nel Comune di Carate sono presenti diversi vincoli per bellezze d'insieme e individue (v. D.Lgs. 42/04, art.136). Il centro storico di Carate, per la sua ubicazione lievemente sopraelevata e la maggiore articolazione delle corti rurali originarie, si distingue dagli altri centri dell'alta pianura. Pur tuttavia si segnala anche la presenza di un grosso comparto produttivo a sud-ovest del territorio comunale.

### 3) *Valle Fluviale del Lambro*

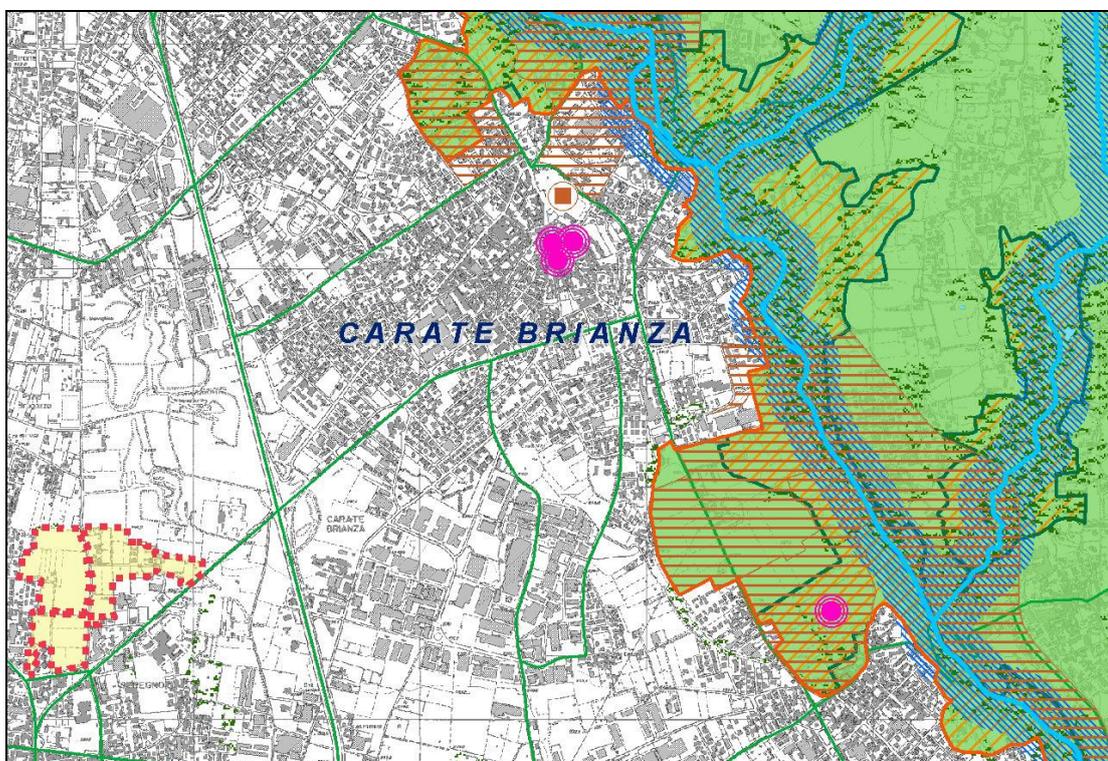
In questa tipologia di paesaggio si segnalano, sul fianco della valle e in posizione precipita, i depositi di 'ceppo' delle grotte di Realdino, un duro conglomerato di sabbie, ghiaie e argille sovente adoperato per opere edilizie e monumentali.



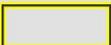
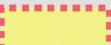
**Gli Ambiti del P.T.C.P.**



**Le Unità tipologiche di paesaggio della Provincia di Monza e della Brianza.**



**Stralcio Tav. 5a del PTCP: "Sistema dei vincoli e delle tutele paesaggistico-ambientali".**

<b>AMBITI, AREE, SISTEMI ED ELEMENTI ASSOGGETTATI A SPECIFICA TUTELA DAL CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO (DLgs. 42/04)</b>	
	beni di interesse storico-architettonico <i>DLgs. 42/04 artt. 10 e 116; già L. 1089/39</i>
	beni di interesse archeologico <i>DLgs. 42/04 artt. 10 e 116; già L. 1089/39</i>
	bellezze individue <i>DLgs. 42/04 art. 136, comma 1 lettere a) e b); già L. 1497/39</i>
	bellezze di insieme <i>DLgs. 42/04 art. 136, comma 1 lettere c) e d) e art. 157; già L.1497/39</i>
	territori contermini ai laghi <i>DLgs. 42/04 art. 142, comma 1 lettera b); già L.431/85.</i>
	fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde <i>DLgs. 42/04 art. 142, comma 1 lettera c) già L.431/85</i>
	parchi regionali <i>DLgs. 42/04 art. 142, comma 1 lettera f) già L.431/85</i>
	foreste e boschi (PIF Vigente) <i>DLgs. 42/04 art. 142, comma 1, lettera g)</i>
	usi civici <i>DLgs. 42/04 art. 142, comma 1 lettera h); già L. 431/85</i>
<b>AMBITI, AREE, SISTEMI ED ELEMENTI ASSOGGETTATI A SPECIFICA TUTELA DALLA RETE NATURA</b>	
	Siti di Importanza Comunitaria (SIC) <i>Direttiva 92/43/CEE 'Habitat'</i>
<b>SISTEMA DELLE AREE PROTETTE</b>	
	parchi naturali <i>(L.394/91)</i>
	monumenti naturali <i>(L.86/83)</i>
	Parchi Locali di Interesse Sovracomunale riconosciuti (PLIS) <i>(L.86/83)</i>

**Legenda Tav. 5a del PTCP: "Sistema dei vincoli e delle tutele paesaggistico-ambientali"**

## **Aree di valore paesaggistico e ambientale a spiccata connotazione geologica: i Geositi**

La Provincia di Monza e della Brianza è situata poco a sud del Lario, a cavallo tra le ultime propaggini delle colline moreniche (Alta Brianza) e l'Alta Pianura. Essa si colloca quindi in una posizione privilegiata da un punto di vista geologico in quanto, attraversando il territorio brianteo, si possono osservare le testimonianze dei molteplici processi che hanno costruito il territorio lombardo negli ultimi milioni di anni.

Tuttavia il territorio della provincia è particolarmente urbanizzato e industrializzato; conseguenza di ciò è che testimonianze geologiche anche importanti rischiano di essere obliterate dall'avanzare dell'urbanizzazione o di passare inosservate in quanto relegate in angoli del territorio a cui, normalmente, non si associa una possibile valenza naturalistica. La Regione Lombardia ha aderito al progetto di Conservazione del patrimonio Geologico Nazionale segnalando le singolarità geologiche di interesse regionale, anche attraverso il coinvolgimento dell'attività delle province. Il Piano Territoriale Regionale e il Piano Paesaggistico Regionale indicano questa categoria tra le zone di preservazione e salvaguardia ambientale e indicano i geositi di rilevanza regionale sul territorio della Provincia di Monza e Brianza.

La Tavola 3a del PTCP individua, quali sistemi di particolare rilevanza geomorfologica, le Grotte di Agliate, che sono state classificate come geosito e rappresentate anche nella Tavola 9 del Piano "Sistema geologico e idrogeologico". Con il termine di geosito si intende una parte di territorio di limitata estensione dotata di particolare importanza geologica, perché rappresentativa di processi geologici o geomorfologici che hanno caratterizzato l'evoluzione del territorio stesso. I geositi si differenziano rispetto ai più comuni elementi geomorfologici per la loro rappresentatività o rarità e rappresentano una "finestra" sulla storia geologica del territorio, pertanto risultano meritevoli di tutela e conservazione per il loro interesse scientifico oltre che per il valore paesaggistico. Ad essi si applica la disciplina di cui all'art. 22 del PPR ai fini della loro conservazione e valorizzazione, nonché dell'art. 11 delle Norme del PTCP, che si riporta nel seguito.

### Norme del Piano

#### *Art. 11 - Elementi geomorfologici*

*1. La tavola 9 individua i principali elementi geomorfologici distinguendo gli ambiti vallivi dei corsi d'acqua, gli orli di terrazzo, le creste di morena e i geositi di rilevanza regionale e provinciale. Ai geositi di rilevanza provinciale si applica la disciplina prevista dal Piano paesaggistico regionale per i geositi di rilevanza regionale.*

*2. Obiettivi: obiettivo 7.3 del documento degli obiettivi.*

*3. Indirizzi:*

*a. nelle aree incluse negli ambiti vallivi dei corsi d'acqua:*

*1. deve essere favorito il naturale scorrimento delle acque fluviali, l'evoluzione delle relative dinamiche geomorfologiche ed ecosistemiche e la permeabilità dei terreni;*

*2. è favorita l'attività agricola purché la stessa non produca modifiche all'assetto morfologico dei luoghi; sono fatti salvi gli interventi di miglioramento fondiario atti al buon governo delle acque meteoriche e irrigue ad esclusione di scavi e riporti di terreno la cui entità introduce un evidente grado di artificialità e di incoerenza rispetto al naturale assetto dei luoghi;*

*3. deve essere favorita la delocalizzazione delle edificazioni esistenti;*

*b. l'altezza delle nuove edificazioni da realizzarsi in prossimità degli orli di terrazzo, al di fuori della fascia di cui al successivo comma 4.b, non deve occluderne la vista;*

*c. l'altezza delle nuove edificazioni da realizzarsi sui fianchi delle creste di morena, non deve superare la quota del relativo culmine impedendone la vista.*

*4. Previsioni prescrittive e prevalenti:*

*a. non sono ammesse nuove edificazioni nelle aree incluse negli ambiti vallivi dei corsi d'acqua;*

*b. non sono ammesse nuove edificazioni nella porzione di territorio che comprende l'orlo di terrazzo, la sua scarpata morfologica, nonché una fascia di profondità di dieci metri a partire dall'orlo di terrazzo verso il ripiano superiore e dal piede della scarpata verso il ripiano inferiore;*

*c. non sono ammesse nuove edificazioni sul culmine delle creste di morena.*

*5. Contenuti minimi degli atti di PGT:*

*a. verifica e individuazione puntuale degli elementi geomorfologici;*

*b. riconoscimento di ulteriori - rispetto a quelli individuati dal PTCP - elementi geomorfologici che caratterizzano la struttura morfologica locale applicando una specifica disciplina di conservazione e valorizzazione;*

*c. attribuzione di un'adeguata classe di fattibilità geologica agli elementi geomorfologici.*

### **Aree protette: la Rete verde di ricomposizione paesaggistica**

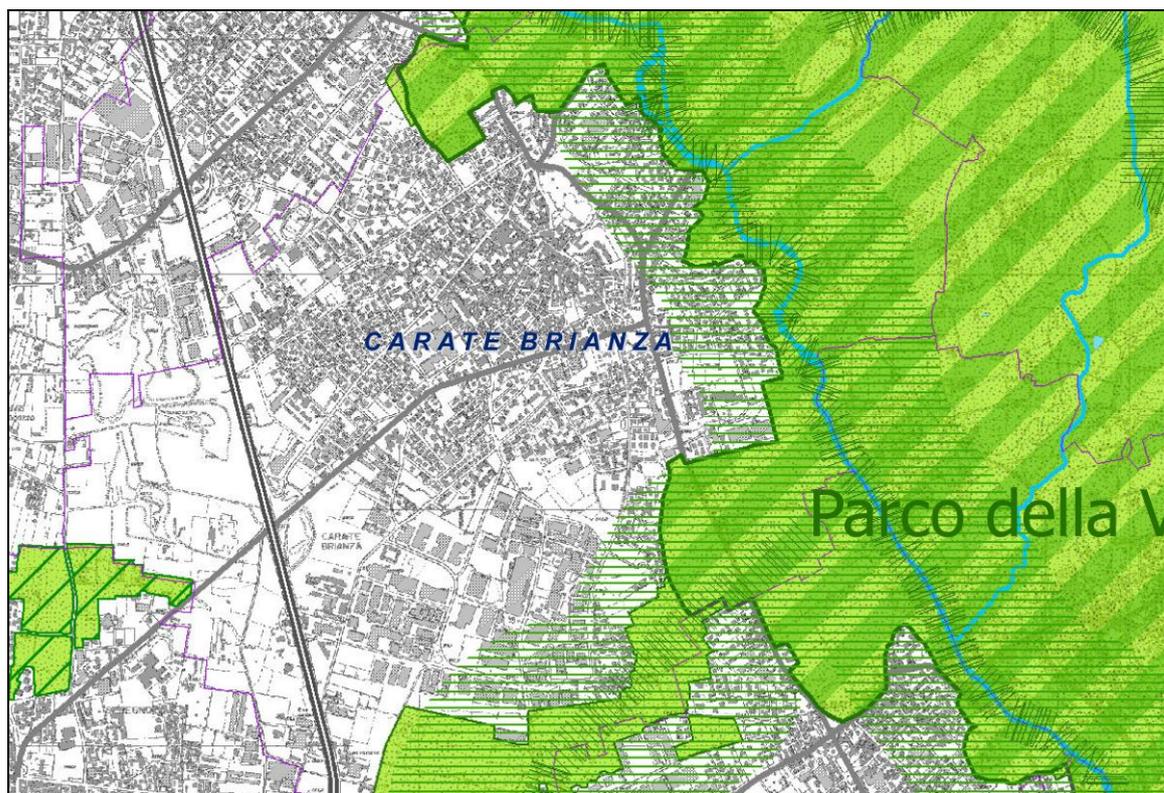
Il territorio della Brianza, pur presentando connotati insediativi e paesaggistici comuni, appare articolato in sub-ambiti, dotati di caratteristiche proprie, anche molto differenti le une dalle altre. Molti sono gli elementi di criticità presenti, quali l'elevata densità insediativa, la frammentazione dell'urbanizzato, la caotica rete viaria, la riduzione delle aree agricole ad aree residue che stentano a sopravvivere e, infine, la presenza di vaste aree di degrado ambientale. In particolare, al di fuori del sistema degli ambiti a parco, ci troviamo di fronte a situazioni molto diversificate per articolazione e composizione (aree agricole, parchi, aree verdi attrezzate). Mentre nel quadrante orientale la dotazione di aree libere risulta soddisfacente da un punto di vista quantitativo, ma anche qualitativo, nel settore occidentale la disponibilità di spazi aperti risulta decisamente inferiore alla media, con alcune situazioni che possono essere definite residuali di un processo di quasi totale saturazione. Questa elevata frammentazione non è, però, un problema che riguarda solo la conservazione della natura, ma anche la vivibilità dei luoghi da parte dell'uomo e la qualità urbana in generale. Dall'analisi del rapporto tra aree urbane ed extraurbane emerge, paradossalmente, una discreta presenza di suoli liberi, poiché, diversamente all'area milanese, il sistema delle aree protette non penetra negli interstizi delle strutture urbane. Gli spazi liberi, in assenza di logiche di pianificazione unitaria, risultano ulteriormente frammentati dalla presenza delle grandi infrastrutture di mobilità e, con la progressiva scomparsa dell'attività agricola, non sono più in grado di costituire paesaggio di contesto alle aree urbane. Solamente interventi di ricostruzione paesaggistica e ambientale, affidati a programmazione concordata tra le amministrazioni locali (PLIS e altre), la realizzazione della rete verde o un adeguato utilizzo delle opere di mitigazione e compensazione delle nuove infrastrutture, appaiono oggi in grado di incidere in modo significativo sui paesaggi esistenti.

Nel Piano della Provincia di Monza e della Brianza la rete verde provinciale di ricomposizione paesaggistica, rappresentata nella Tavola 6a.1 "Progetto di tutela e valorizzazione del paesaggio", identifica un sistema integrato di spazi aperti di varia natura e qualificazione, ambiti boschivi e alberati. In quanto tale essa assume un valore strategico nell'insieme delle proposte del PTCP proponendosi di riqualificare i paesaggi rurali, urbani e periurbani, di valorizzare le loro componenti ecologiche, naturali e storico-culturali, di contenere il consumo di suolo e la sua eccessiva impermeabilizzazione, di promuovere la fruizione del paesaggio. La rete verde provinciale discende da indicazioni contenute in diversi documenti pianificatori regionali e, in particolar modo, interpreta alcuni degli obiettivi del Piano Territoriale Regionale e del relativo Piano Paesaggistico con

riferimento al contenimento dell'uso di suolo e all'impiego dei sistemi verdi e agro-forestali per la ricomposizione paesaggistica e la rinaturalizzazione del territorio.

Alla costruzione della rete verde provinciale hanno contribuito, e assumono in tal senso specifico valore paesaggistico, i Piani di Indirizzo Forestale, i Parchi Locali di Interesse Sovracomunale e, più in generale, il Sistema regionale delle Aree protette, i progetti di Sistemi Verdi locali, le aree di compensazione e di mitigazione delle fasce contermini ai principali corridoi della mobilità o delle reti tecnologiche, le greenways. In tal senso la rete verde si relaziona con la Rete Ecologica Regionale, acquisendo in tal modo valenza anche di Rete Ecologica Provinciale. Tra i corridoi della Rete Verde, il PTCP individua, nel territorio in esame, il Parco Regionale della valle del Lambro, attraverso i residui spazi liberi tra Albate e Carate Brianza. Tali aree sono disciplinate dagli strumenti di pianificazione del Parco, che sono stati recepiti dal PTCP medesimo (D.Lgs. 42/04 art. 142, comma 1 lettera f); già L.431/85).

Con riferimento alla Tavola 6a.1, sono previsti gli obiettivi atti ad assicurare il mantenimento degli spazi non costruiti esistenti, il potenziamento e il recupero del verde forestale e delle attività agricole e la conservazione delle visuali aperte, nonché, attraverso la conservazione di tali spazi, assicurare la funzione di ricarica della falda acquifera sotterranea evitando una eccessiva impermeabilizzazione dei suoli.



**Stralcio Tav. 6a.1 del PTCP - "Progetto di tutela e valorizzazione del paesaggio":  
il Parco regionale della valle del Lambro.**

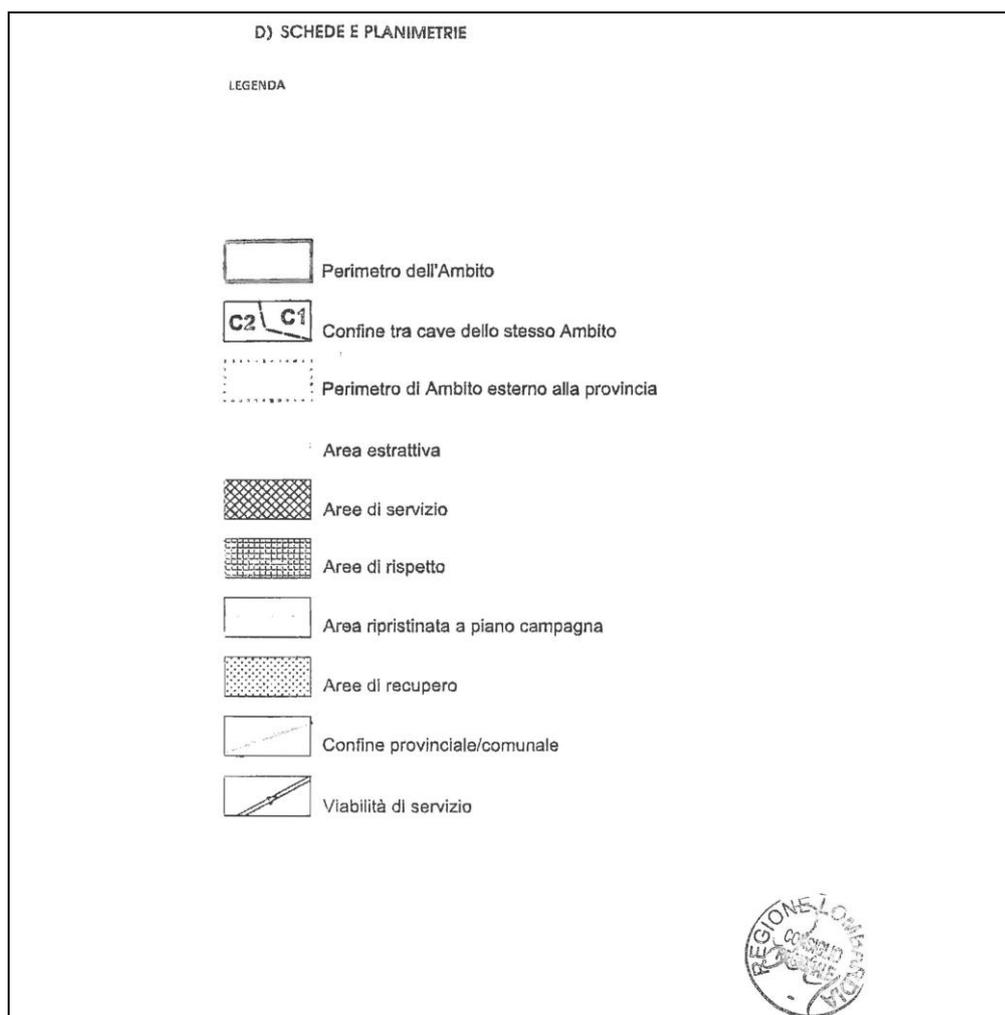
## Attività estrattive

Con Deliberazione del Consiglio Regionale n. X/1316 del 22/11/2016, pubblicata sul BURL n. 50 - serie ordinaria - del 13/12/2016, è divenuto vigente il Piano Cave della Provincia di Monza e della Brianza.

Sul territorio di competenza comunale sono presenti le seguenti aree estrattive:

1. Ambito territoriale estrattivo ATEg12 - settore merceologico ghiaia e sabbia, con un volume estraibile pari a 1.841.000 mc per la cava c1 (che interessa anche il Comune di Verano Brianza) e 972.000 mc per la cava c2 (che interessa anche il Comune di Giuszano);
2. Cava di Recupero Rg1, che interessa anche il Comune di Briosco, con un volume disponibile di 300.000 mc;
3. Cava di Recupero Rg2, che interessa il solo Comune di Carate Brianza, con un volume disponibile di 300.000 mc.

Alle pagine seguenti si riportano le schede e le planimetrie delle aree estrattive di cui sopra.



Ambito territoriale estrattivo	<b>ATE g 12 c1</b>	Carate Brianza/Verano Brianza
--------------------------------	--------------------	-------------------------------

**DATI GENERALI**

Settore merceologico	Sabbia e ghiaia
Cava	Traversera
Comuni interessati	Carate Brianza – Verano Brianza
Località	Via Comasina – S.P. 110
Sezione CTR	B5C3

**CARATTERISTICHE DELL'AMBITO**

Nuovo inserimento	No
Ambito preesistente	Si
Area complessiva dell'ambito (mq)	100.980mq (Verano B.) - 418.600mq in Carate B.e Giussano
Area estrattiva (mq)	125.825 mq in Carate (C1)
Quota media piano campagna (m slm)	241m s.l.m.
Quota massima prevedibile della falda (m slm)	191m s.l.m.
Vincoli	area di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano
Contesto	

**PREVISIONI DI PIANO**

Volumi disponibili nell'ambito (mc)	1.841.000mc (Cava C1)
Produzione prevista nel decennio (mc)	
Riserve residue (mc)	

**MODALITA' DI COLTIVAZIONE**

Tipologia di coltivazione	Scavo a fossa, a secco
Quota massima di scavo (m slm)	211m s.l.m.
Quota minima di scavo (m slm)	
Note	

**MODALITA' DI RECUPERO FINALE**

Destinazione finale	secondo progetto art.11 L.R. 14/98- riempimento parziale a piano campagna
Recupero scarpate	rimodellamento con pendenze 25%
Recupero fondo cava	inerbimento
Altre prescrizioni per il recupero finale	misure di compensazione come da PIF vigente, in caso di mutamento d'uso di superficie boscata

**PRESCRIZIONI DELLA GIUNTA REGIONALE**

L'escavazione in area di rispetto è vietata nel raggio di 200 m dal punto di captazione dei pozzi per l'approvvigionamento di acqua potabile; i comuni interessati potranno individuare nuove zone di rispetto come previsto dalle dd.g.r. n. 6/15137 del 27 giugno 1996 e n. 7/12693 del 10 aprile 2003, in cui sono previste le modalità per procedere alla riduzione delle zone di rispetto.

Il volume disponibile è da intendersi al lordo della quota parte risultante dall'estrazione nella zona di salvaguardia delle acque per il consumo umano.

Destinazione finale a uso agricolo, fatti salvi eventuali diritti acquisiti per differente destinazione





Ambito territoriale estrattivo	<b>ATE g 12 c2</b>	Carate Brianza/Giussano
--------------------------------	--------------------	-------------------------

## DATI GENERALI

Settore merceologico	Sabbia e ghiaia
Cava	Campo dell'oca
Comuni interessati	Carate Brianza – Giussano
Località	Via dell'oca
Sezione CTR	B5C3

## CARATTERISTICHE DELL'AMBITO

Nuovo inserimento	No
Ambito preesistente	Si
Area complessiva dell'ambito (mq)	100.980 mq (Verano) e 418.600mq (Carate-Giussano)
Area estrattiva (mq)	113.710 mq in Carate (C2)
Quota media piano campagna (m slm)	240 m s.l.m.
Quota massima prevedibile della falda (m slm)	191 m s.l.m.
Vincoli	area di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano
Contesto	

## PREVISIONI DI PIANO

Volumi disponibili nell'ambito (mc)	972.000 mc (Cava C2)
Produzione prevista nel decennio (mc)	
Riserve residue (mc)	

## MODALITA' DI COLTIVAZIONE

Tipologia di coltivazione	Scavo a fossa, a secco
Quota massima di scavo (m slm)	216 m s.l.m.
Quota minima di scavo (m slm)	
Note	

## MODALITA' DI RECUPERO FINALE

Destinazione finale	secondo progetto art.11 L.R. 14/98- riempimento parziale a piano campagna
Recupero scarpate	
Recupero fondo cava	
Altre prescrizioni per il recupero finale	misure di compensazione come da PIF vigente, in caso di mutamento d'uso di superficie boscata

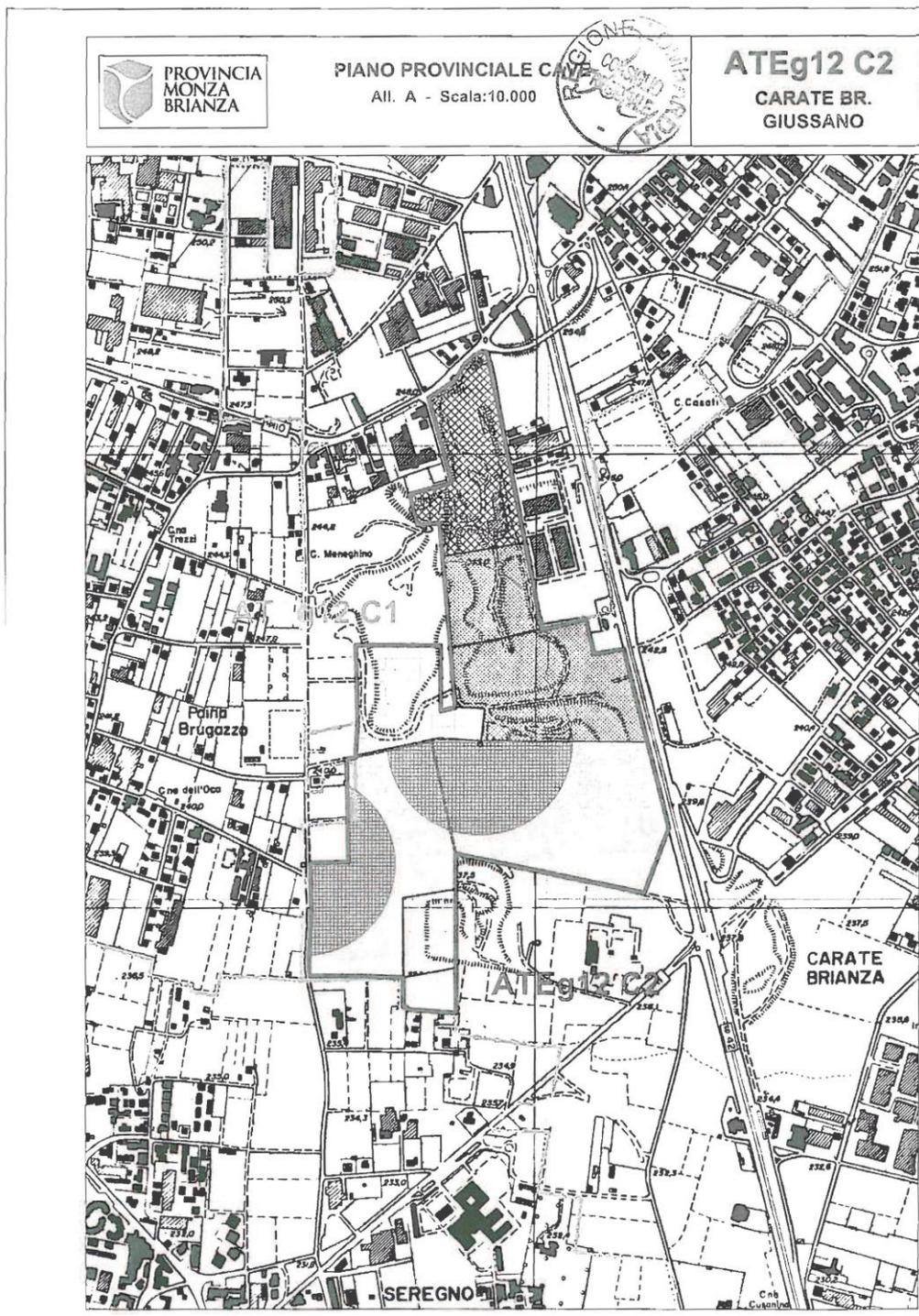
## PRESCRIZIONI DELLA GIUNTA REGIONALE

L'escavazione in area di rispetto è vietata nel raggio di 200 m dal punto di captazione dei pozzi per l'approvvigionamento di acqua potabile; i comuni interessati potranno individuare nuove zone di rispetto come previsto dalle dd.g.r. n. 6/15137 del 27 giugno 1996 e n. 7/12693 del 10 aprile 2003, in cui sono previste le modalità per procedere alla riduzione delle zone di rispetto.

Il volume disponibile è da intendersi al lordo della quota parte risultante dall'estrazione nella zona di salvaguardia delle acque per il consumo umano.

Destinazione finale a uso agricolo, fatti salvi eventuali diritti acquisiti per differente destinazione





Cava di recupero		Briosco/Carate Brianza
------------------	--	------------------------

**DATI GENERALI**

Settore merceologico	Sabbia e ghiaia
Cava	Bottarello
Comuni interessati	Briosco/Carate Brianza
Località	Beldosso
Sezione CTR	B5C2 - B5C3

**CARATTERISTICHE DELL'AMBITO**

Nuovo inserimento	Si
Cava preesistente	No
Area complessiva dell'ambito (mq)	56.000 mq
Area estrattiva (mq)	47.600 mq
Quota media piano campagna (m slm)	250 m s.l.m.
Quota massima prevedibile della falda (m slm)	218 m s.l.m.
Vincoli	paesaggistico, Parco regionale, Fasce PAI, ambientali
Contesto	

**PREVISIONI DI PIANO**

Volumi disponibili nell'ambito (mc)	300.000 mc
Produzione prevista nel decennio (mc)	
Riserve residue (mc)	

**MODALITA' DI COLTIVAZIONE**

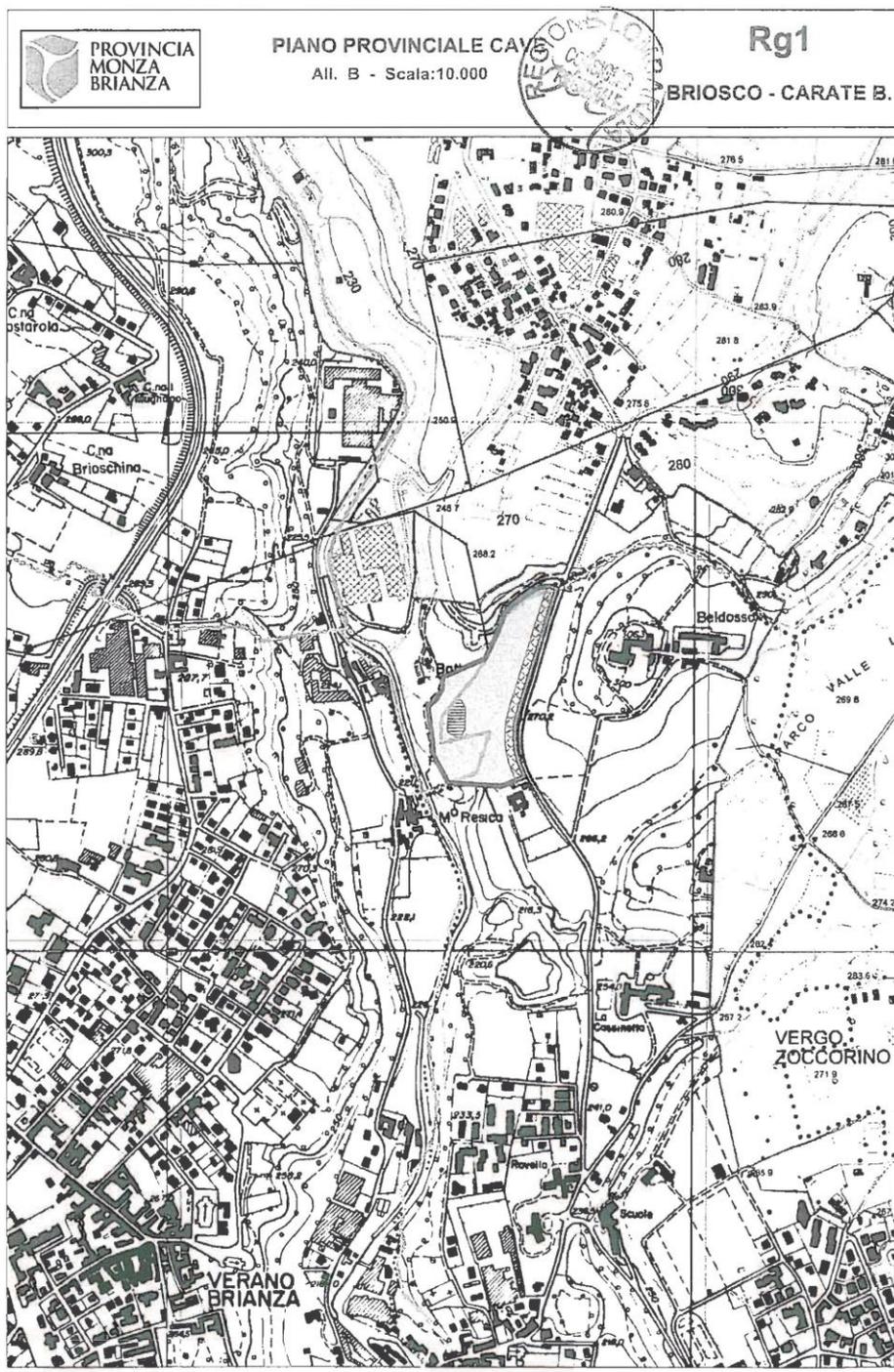
Tipologia di coltivazione	a fossa di scarpata
Quota massima di scavo (m slm)	
Quota minima di scavo (m slm)	220 m s.l.m.
Note	il progetto di ambito dovrà essere coordinato, in accordo con il Parco Regionale della Valle Lambro, con quello dell'attiguo Rg2, e contenere uno studio di compatibilità idraulico - ambientale secondo gli artt. 22 e 41 del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

**MODALITA' DI RECUPERO FINALE**

Destinazione finale	secondo progetto art. 11 L.R.14/98, coordinato con l'attiguo Rg2, finalizzata ad un uso naturalistico ed almeno in parte ad uso fruitivo pubblico, compatibile con Art. 19 delle NTA del Parco Regionale Valle Lambro nella realizzazione degli interventi di recupero ambientale dovranno essere rispettate le disposizioni di cui all'art. 50 della Normativa Tecnica di Piano (Allegato 3)
Recupero scarpate	
Recupero fondo cava	
Altre prescrizioni per il recupero finale	nella realizzazione degli interventi di recupero ambientale dovranno essere rispettate le disposizioni di cui all'art. 50 della Normativa Tecnica di Piano - Allegato 3)

**PRESCRIZIONI DELLA GIUNTA REGIONALE**

--



Cava di recupero	<b>Rg2</b>	Carate Brianza
------------------	------------	----------------

## DATI GENERALI

Settore merceologico	Sabbia e ghiaia
Cava	La Cassinetta
Comuni interessati	Carate Brianza
Località	Agliate
Sezione CTR	B5C2 - B5C3

## CARATTERISTICHE DELL'AMBITO

Nuovo inserimento	No
Ambito preesistente	Si
Area complessiva dell'ambito (mq)	64.000 mq
Area estrattiva (mq)	60.000 mq
Quota media piano campagna (m slm)	245 m s.l.m.
Quota massima prevedibile della falda (m slm)	220 m s.l.m.
Vincoli	paesaggistico, Parco regionale, Fasce PAI, ambientali
Contesto	

## PREVISIONI DI PIANO

Volumi disponibili nell'ambito (mc)	300.000 mc
Produzione prevista nel decennio (mc)	
Riserve residue (mc)	

## MODALITA' DI COLTIVAZIONE

Tipologia di coltivazione	a fossa di scarpata
Quota massima di scavo (m slm)	
Quota minima di scavo (m slm)	220 m s.l.m.
Note	il progetto di ambito dovrà essere coordinato, in accordo con il Parco Regionale della Valle Lambro, con quello dell'attiguo Rg1, e contenere uno studio di compatibilità idraulico-ambientale secondo gli artt. 22 e 41 del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

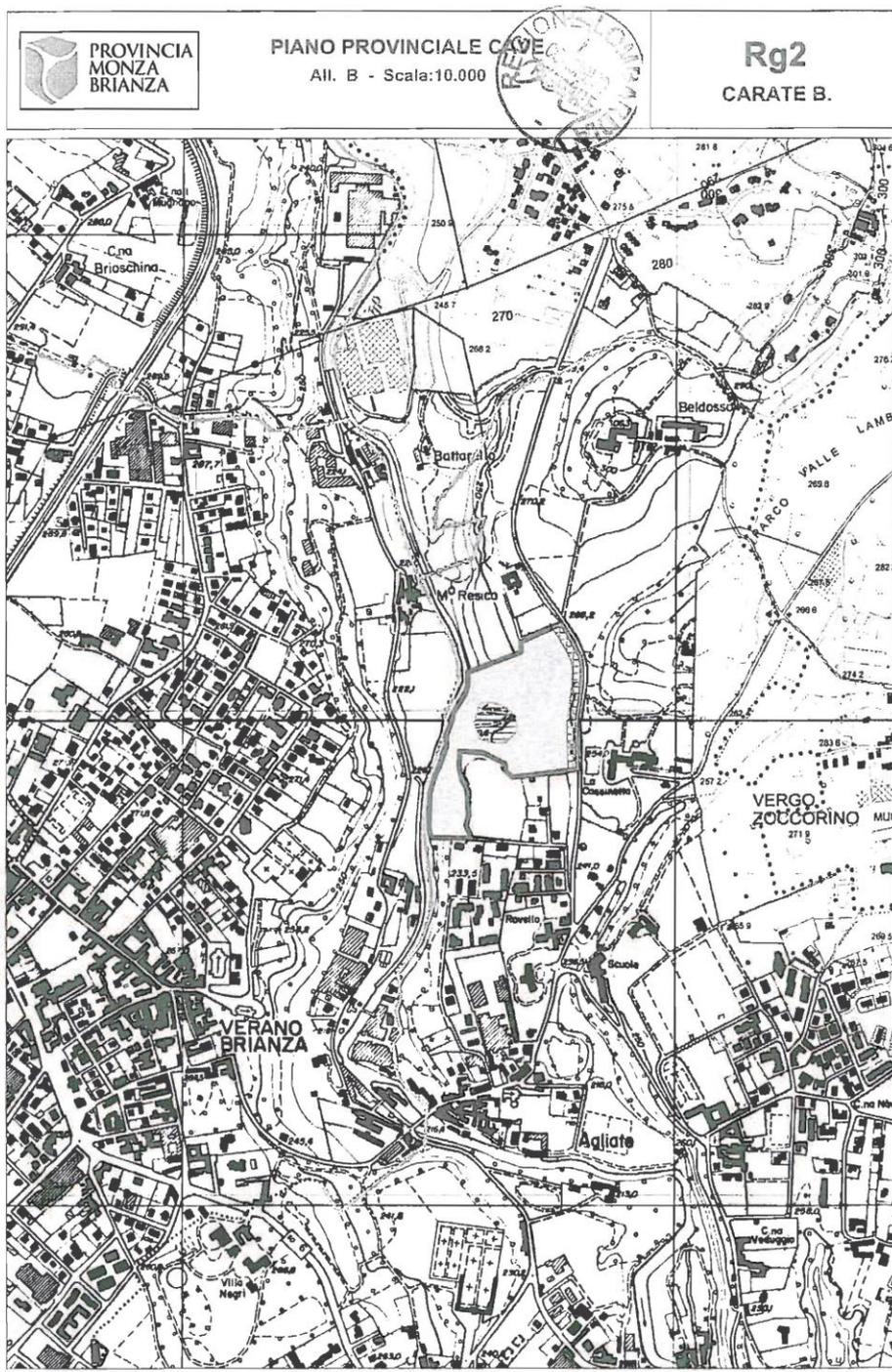
## MODALITA' DI RECUPERO FINALE

Destinazione finale	secondo progetto art. 11 L.R.14/98, coordinato con l'attiguo Rg1, finalizzata ad un uso naturalistico ed almeno in parte ad uso fruitivo pubblico, compatibile con Art. 19 delle NTA del Parco Regionale Valle Lambro
Recupero scarpate	
Recupero fondo cava	
Altre prescrizioni per il recupero finale	nella realizzazione degli interventi di recupero ambientale dovranno essere rispettate le disposizioni di cui all'art. 50 della Normativa Tecnica di Piano (Allegato 3)

## PRESCRIZIONI DELLA GIUNTA REGIONALE

--





### **Beni di interesse storico-architettonico (D.Lgs. 42/04 artt. 10 e 116; già L. 1089/39)**

Per quanto concerne il repertorio dei beni storico-architettonici, in Comune di Carate il PTCP individua diverse categorie di opere. Per esse gli indirizzi contenuti nel PTCP di Monza e della Brianza prevedono la conservazione dei caratteri architettonici, morfologici e materici dei beni individuati (gli interventi edilizi dovranno essere indirizzati al mantenimento delle componenti architettoniche storiche e alla riqualificazione di quelle degradate e/o incongrue), ed il rispetto dei caratteri architettonici dell'edificato negli adeguamenti tecnologici che si rendano necessari.

### **Beni di interesse archeologico (D.Lgs. 42/04 artt. 10 e 116; già L. 1089/39)**

Nel repertorio dei beni archeologici, il PTCP individua, per il Comune di Carate Brianza, un affioramento di selci di età protostorica, pietre cupelliformi con limiti cronologici non precisabili, aree funerarie ed epigrafi di età romana/tardoromana, una palificazione lignea con limiti cronologici non precisabili, ritrovamenti sporadici di età medievale/rinascimentale, urne cinerarie di età romana.

### **Aree assoggettate a specifica tutela di legge: boschi e fasce boscate**

Il PTCP individua, all'interno del territorio comunale di Carate, diversi territori coperti da foreste e boschi. Ad essi si applicano le norme dell'art. 142, comma 1, lett. g) del D.Lgs. 42/04 e l'art. 12 delle Norme del PTCP, che si riporta nel seguito.

#### Norme del Piano

##### *Art. 12 - Boschi e fasce boscate*

*1. La tavola 3a individua i boschi e le fasce boscate. Il PIF - Piano d'indirizzo forestale aggiorna la ricognizione delle aree aventi connotazione di bosco ai sensi delle vigenti normative; l'identificazione nel PTCP non ha carattere di cogenza individuando esclusivamente un rilievo temporaneo su una consistenza che ha forte carattere evolutivo.*

##### *2. Obiettivi:*

*obiettivi 5.2.11, 5.4.9 del documento degli obiettivi.*

##### *3. Indirizzi:*

*a. promuovere l'incremento delle aree boscate, soprattutto con finalità di barriera visuale e acustica o per la realizzazione di corridoi verdi di accompagnamento alla realizzazione di infrastrutture viabilistiche anche in funzione di misure compensative;*

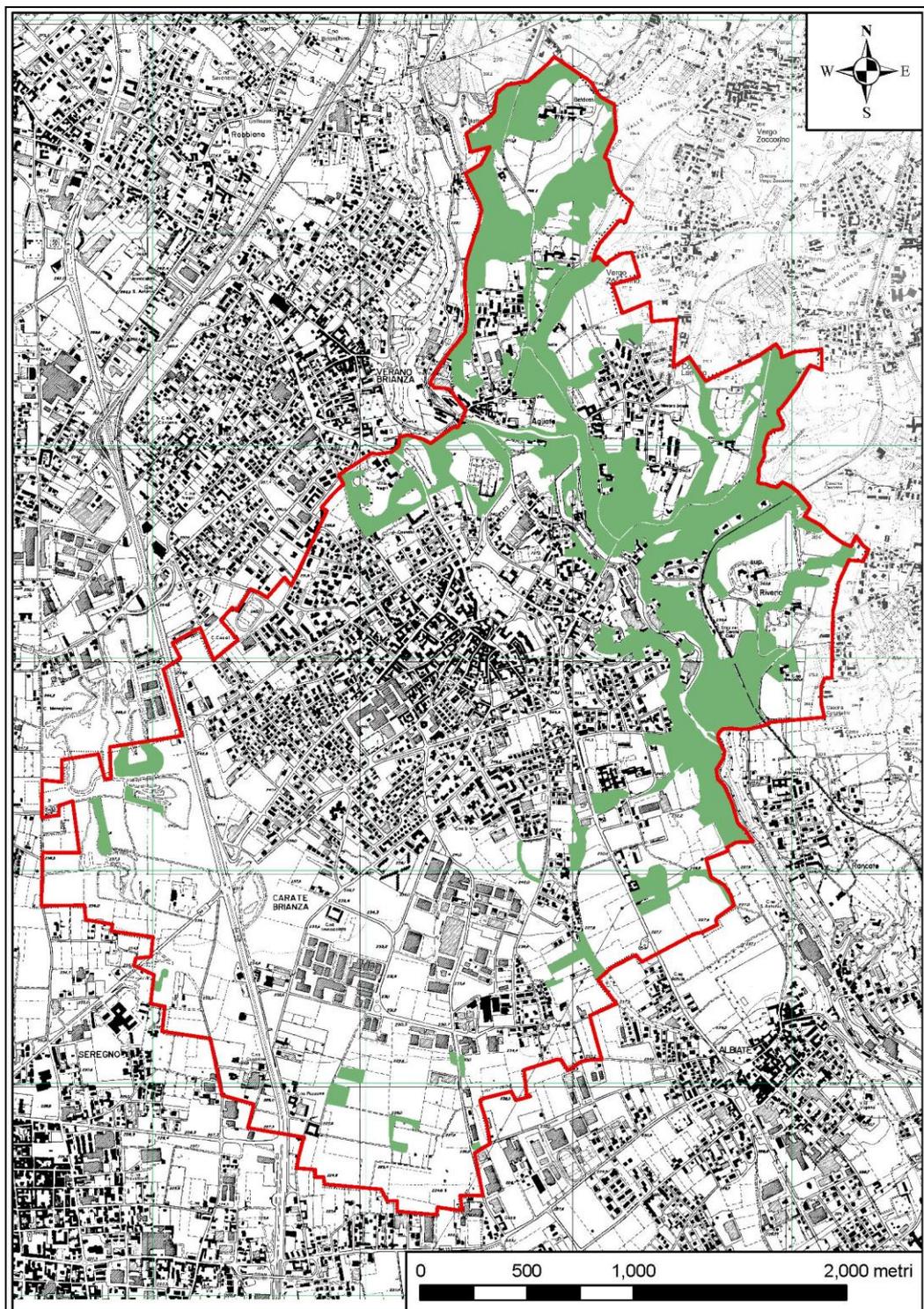
*b. escludere la frammentazione delle aree boscate esistenti a seguito di interventi edificatori; l'attuazione di progetti infrastrutturali dovrà produrre azioni compensative a risarcimento della sottrazione di aree boscate;*

*c. promuovere la connessione con le aree a verde attrezzato e i percorsi ciclo pedonali esistenti;*

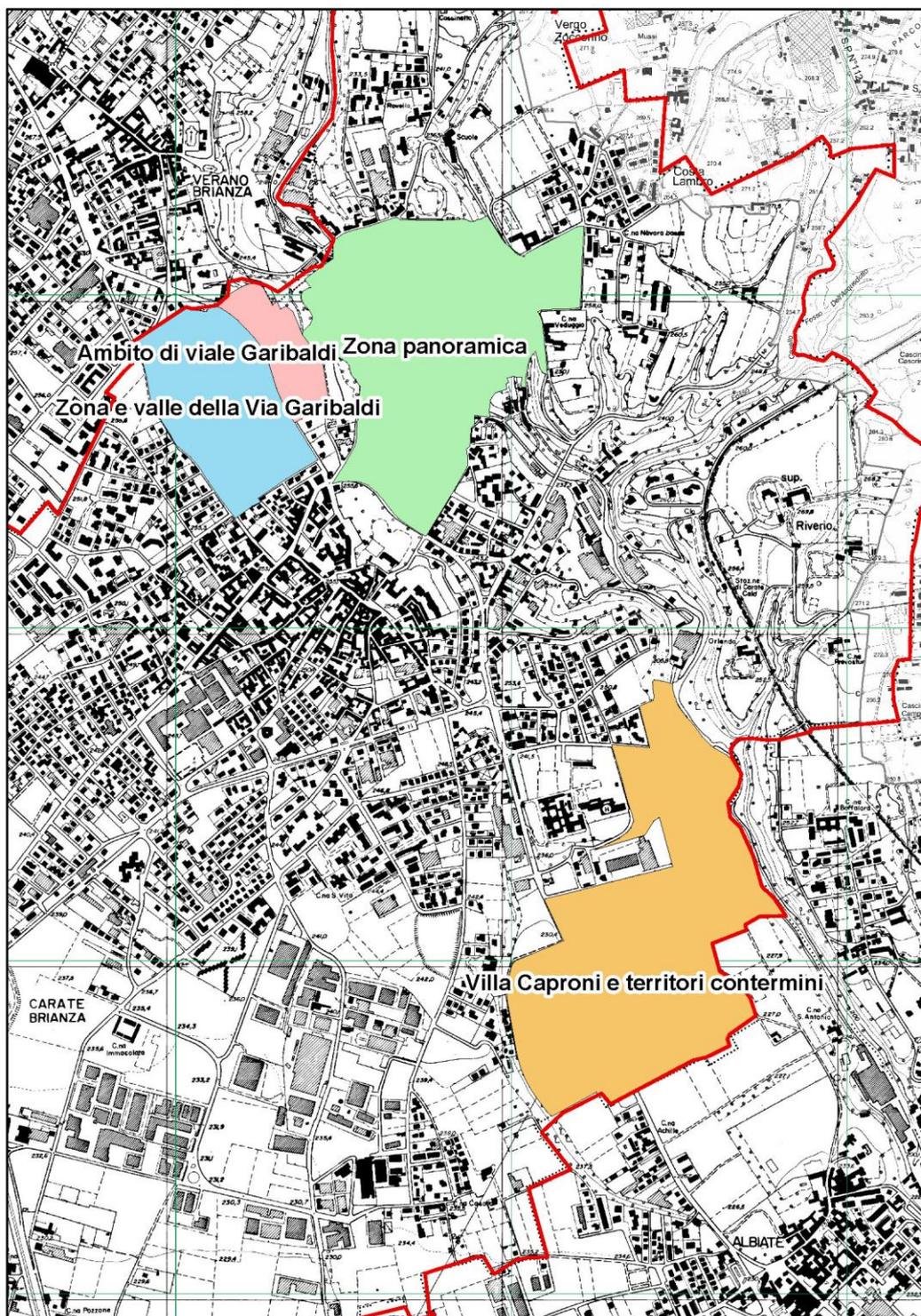
*d. controllare ed eliminare le specie estranee ed infestanti;*

*e. prevedere, nel caso di tagli di elementi arborei che compromettano l'integrità dell'area boscata, nuovi impianti atti a consolidare il ruolo paesaggistico-ambientale dell'area stessa.*

*Le azioni devono essere attuate nel rispetto delle vigenti disposizioni in materia forestale.*



**Aree assoggettate a specifica tutela di legge: boschi e fasce boscate.**



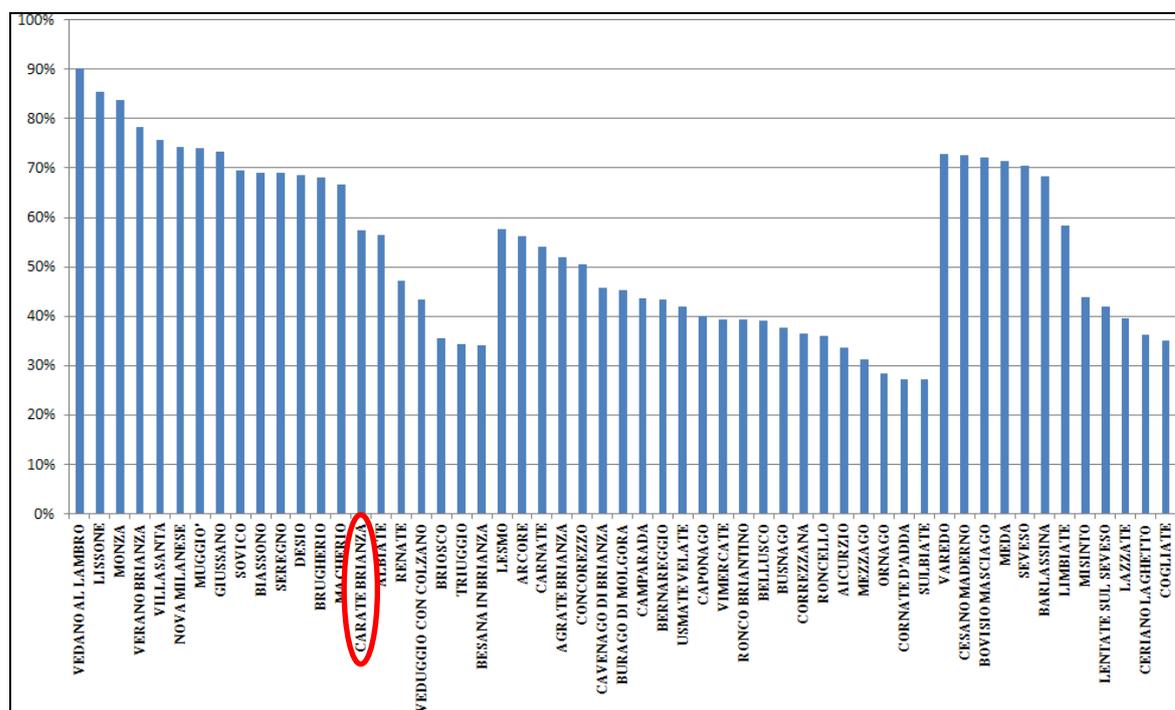
**Vincoli paesaggistici individuati dal PTCP: aree di notevole interesse pubblico.**

## Suolo

Gli interventi che comportano la trasformazione del suolo da “non-urbanizzato” a “urbanizzato” sono da considerarsi “interventi a consumo di suolo”. Gli obiettivi specifici posti dal PTCP di Monza e della Brianza per il contenimento del consumo di suolo sono:

- controllo delle previsioni insediative:
  - ✓ quantitativo: minore espansione dei tessuti urbani e produttivi;
  - ✓ qualitativo: tutela delle aree agricole più produttive e della permeabilità ecologica del territorio;
  - ✓ localizzativo: mantenere la compattezza degli insediamenti, evitare le urbanizzazioni lineari lungo le strade;
- definizione di una metodologia praticabile e condivisa di misurazione dell'uso del suolo a scala comunale, allo scopo di valutare la possibilità di prevedere l'utilizzo di una simile procedura di compatibilità ai fini del monitoraggio della sostenibilità delle politiche territoriali dei PGT.

Il PTCP definisce le condizioni minime per l’attuazione degli interventi, inclusi gli aspetti ed i contenuti di compensazione atti a garantire il bilancio quantitativo delle aree non-urbanizzate, come definite dalle “*Linee guida per la determinazione del consumo di suolo alla scala comunale*” contenute nell’allegato A, e di riqualificazione territoriale e paesaggistica.



Utilizzazione del suolo (elaborazione su dati DUSAF).

### 2.3. Il Piano Territoriale Regionale (PTR)

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), approvato nel 2010 dal Consiglio regionale e modificato dagli aggiornamenti annuali, nonché dall'Integrazione ai sensi della L.R. 31/2014 (dicembre 2015), costituisce atto fondamentale di indirizzo, agli effetti territoriali, della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province, come previsto dall'art. 19, comma 1, della l.r. n. 12 del 2005, Legge per il governo del territorio.

La Regione, con il PTR, sulla base dei contenuti del programma regionale di sviluppo e della propria programmazione generale e di settore, indica elementi essenziali del proprio assetto territoriale e definisce altresì, in coerenza con quest'ultimo, i criteri e gli indirizzi per la redazione degli atti di programmazione territoriale di province e comuni.

La nuova legislatura regionale, con la D.g.r. n. 367 del 4 luglio 2013, ha dato avvio ad un percorso di revisione del PTR. I documenti ad oggi approvati per avviare tale processo di revisione sono i seguenti:

- Allegato A - "*Piano Territoriale Regionale - Un'occasione di rilancio in tempo di crisi*", nel quale sono individuati primi elementi di indirizzo;
- Allegato B - "*Avviso di avvio del percorso di revisione del PTR*", pubblicato sul BURL, Serie Avvisi e Concorsi, n. 28 del 10 luglio 2013, nel quale sono indicate le modalità di presentazione delle proposte preventive.

Per quanto attiene agli aspetti paesaggistici, il PTR ha natura ed effetti di piano territoriale paesistico. Le prescrizioni attinenti alla tutela del paesaggio contenute nel PTR sono cogenti per gli strumenti di pianificazione dei comuni, delle città metropolitane, delle province e delle aree protette e sono immediatamente prevalenti sulle disposizioni difformi eventualmente contenute negli strumenti di pianificazione.

Le disposizioni dei piani urbanistici generali comunali assumono specifica valenza paesistica qualora l'organo preposto all'approvazione o all'espressione di parere riconosca l'effettiva capacità dello strumento urbanistico di garantire un adeguato grado di riconoscimento e tutela dei valori paesistici, articolando e meglio specificando la disciplina paesistica vigente.

Il compito di certificare la valenza paesistica del PGT, in sede di approvazione dello stesso, dovrebbe comportare le seguenti verifiche:

- accertare la rispondenza al Piano del Paesaggio, disponendo le modifiche eventualmente necessarie;
- certificare il livello di definizione delle valutazioni e indicazioni di natura paesistica contenute nel PGT, in particolare dichiarando se questo attenga a un livello di definizione maggiore del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia, o quanto meno equivalga a questo, e conseguentemente diventi o meno il riferimento normativo per la valutazione dei progetti anche sotto il profilo paesistico;
- eventualmente aggiornare ed integrare il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia, per la parte paesistica, accogliendovi le indicazioni a specifica valenza paesistica del PGT stesso (ovvero disponendo il rinvio a quest'ultimo).

Il PTR costituisce atto fondamentale di indirizzo della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province. Inoltre, in applicazione dell'art. 19, comma 2 lett. b della l.r. 12/2005 sul governo del territorio, ha natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico, in linea con la "Convenzione Europea del paesaggio" e con il D.Lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio".

In merito al primo aspetto, il Documento di Piano del PTR definisce gli obiettivi di sviluppo socio economico della Lombardia, individuando i tre seguenti macro-obiettivi per la sostenibilità:

- rafforzare la competitività dei territori della Lombardia, dove la competitività è intesa quale capacità di una regione di migliorare la produttività relativa dei fattori di produzione, aumentando in maniera contestuale la qualità della vita dei cittadini. La competitività di una regione è connessa alla localizzazione di competenze specifiche ed alla valorizzazione delle peculiarità del contesto locale, ovvero dalla presenza di risorse di qualità in grado di attrarre e trattenere altre risorse;
- riequilibrare il territorio lombardo, attraverso la riduzione dei disequilibri territoriali e la valorizzazione dei punti di forza del territorio, a compensazione dei punti di debolezza;
- proteggere e valorizzare le risorse della Regione, considerando l'insieme delle risorse ambientali, paesaggistiche, economiche, culturali e sociali che costituiscono la ricchezza della Regione e che devono essere preservate e valorizzate, anche quali fattori di sviluppo.

Nei confronti dei PGT comunali, il PTR assume la stessa valenza prevista per i piani provinciali. La presenza di previsioni del PTR prevalenti sulla strumentazione urbanistica di province e comuni, comporta per tali Enti effetti procedurali rilevanti relativamente all'approvazione dei rispettivi piani (PTCP o PGT), che devono essere adeguati a tali previsioni come condizione di legittimità degli stessi, in particolare i PGT interessati sono assoggettati ad una verifica regionale di corretto recepimento delle previsioni del PTR (l.r. 12/05, art 13, comma 8).

Secondo il Comunicato Regionale n. 29 del 25 febbraio 2010, i comuni sono tenuti a trasmettere in Regione, ai termini dell'art. 13 comma 8 della l.r.12/2005, il PGT adottato (o sua variante) qualora interessati da obiettivi prioritari di interesse regionale e sovraregionale.

Analizzando i documenti allegati alle varie sezioni del PTR (relazioni e cartografie), si ritiene che gli elementi con ricaduta geologica ed idrogeologica affrontati dal PTR siano stati considerati in maniera sufficientemente dettagliata all'interno del presente studio.

Il Comune di Carate fa parte del Sistema Paesistico della Brianza: il suo territorio afferrisce alla valle fluviale del Lambro e il paesaggio è quello tipico dei ripiani diluviali e dell'alta pianura asciutta, con una forte urbanizzazione che è andata erodendo le aree agricole libere e i loro connotati originari.

Per quanto concerne gli elementi identificativi ed i percorsi di interesse paesaggistico, non vi sono indicazioni particolari e prescrittive. Dal punto di vista della tutela della natura, è presente il vincolo ambientale-paesaggistico del Parco regionale della valle del Lambro.

In territorio comunale non sono presenti vincoli derivanti dai perimetri delle infrastrutture strategiche di interesse regionale (vasche di laminazione) contenute nella Tab. "Progetti di riferimento per le previsioni di infrastrutture per la difesa del suolo" dell'elaborato SO1 "Obiettivi prioritari di interesse regionale e sovra regionale - Obiettivi prioritari per la difesa del suolo" del PTR.

## **2.4. La Rete Ecologica Regionale (RER)**

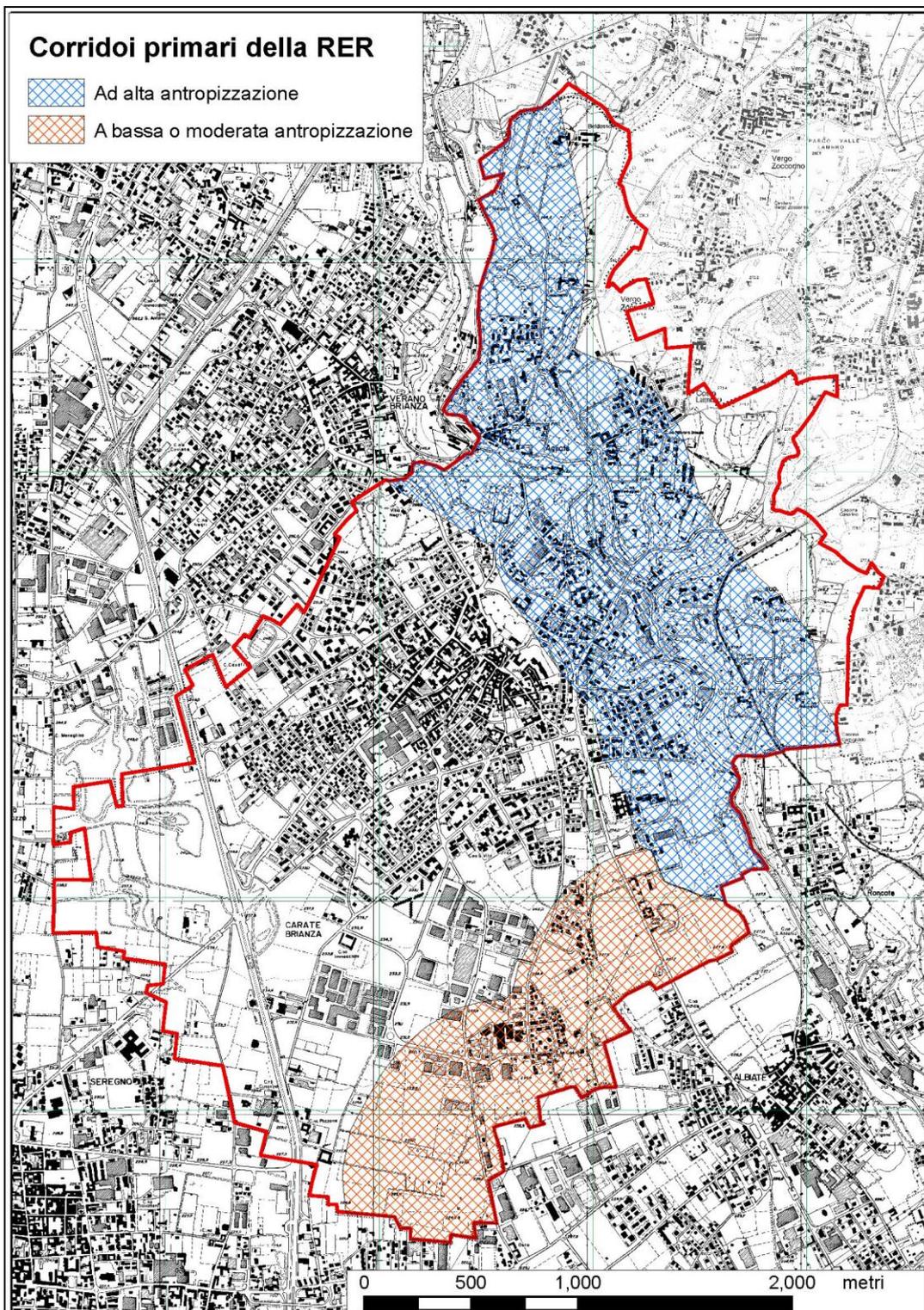
La RER è riconosciuta come infrastruttura prioritaria del PTR e costituisce strumento orientativo per la pianificazione regionale e locale. I criteri per la sua implementazione forniscono al PTR il quadro delle sensibilità prioritarie naturalistiche esistenti e un disegno degli elementi portanti dell'ecosistema di riferimento per la valutazione di punti di forza e debolezza, di opportunità e minacce presenti sul territorio regionale; aiuta il PTR a svolgere una funzione di indirizzo per il PTCP e i PGT comunali; aiuta il PTR a svolgere una funzione di coordinamento rispetto a piani e programmi regionali di settore, e ad individuare le sensibilità prioritarie e fissare i target specifici in modo che possano tener conto delle esigenze di riequilibrio ecologico. Anche per quanto riguarda le pianificazioni regionali di settore, può fornire un quadro orientativo di natura naturalistica ed ecosistemica, e delle opportunità per individuare azioni di piano compatibili; fornire agli uffici deputati all'assegnazione di contributi per misure di tipo agroambientale e indicazioni di priorità spaziali per un miglioramento complessivo del sistema.

Nella figura alla pagina successiva sono riportati i corridoi regionale primari che la RER individua all'interno del territorio comunale di Carate (buffer di 500 m a lato di linee primarie di connettività). Gli indirizzi della RER prevedono che all'interno dei corridoi regionali primari si evitino come criterio ordinario nuove trasformazioni. In caso di trasformazioni strategiche per esigenze territoriali, bisogna mantenere in ogni caso almeno il 50% della sezione prevista dalla RER (500 m).

## **2.5. Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR)**

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) individua all'art. 16 della Normativa di Piano l'intero territorio regionale come ambito di valenza paesaggistica, pertanto lo stesso è interamente soggetto alla disciplina normativa del Piano, a prescindere dall'esistenza di provvedimenti espliciti di tutela paesaggistica ex art. 136 del D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 e s.m.i. o di aree tutelate ex art. 142 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio.

A tale scopo, si rimanda agli artt. 16 bis (Prescrizioni generali per la disciplina dei beni paesaggistici), 20 (Rete idrografica naturale), 24 (Rete verde regionale), 25 (Individuazione e tutela dei Centri, Nuclei e Insediamenti Storici), 26 (Riconoscimento e tutela della viabilità storica e d'interesse paesaggistico), 27 (Belvedere, visuali sensibili e punti di osservazione del paesaggio lombardo), 28 (Riqualificazione paesaggistica di aree ed ambiti degradati o compromessi e contenimento dei processi di degrado).



## 2.6. Il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA)

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) è stato approvato dalla Regione Lombardia, ai sensi del D.Lgs. 152/99 e della L.R. n. 26 del 12 dicembre 2003, con Delibera di Giunta Regionale n. 2244 del 29 marzo 2006. Esso costituisce un atto comprensivo delle diverse discipline attinenti al tema della tutela e dell'uso della risorsa idrica e dell'ambiente ad essa interconnessa; rappresenta altresì lo strumento di riferimento a disposizione della Regione e delle altre amministrazioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici fissati dalle Direttive Europee, consentendo di attivare un'azione di governance nell'articolato settore delle acque. Il PTUA prevede infatti la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi dei corpi idrici individuati come "significativi" (All. 1 del D.Lgs. 152/99) per raggiungere o mantenere gli obiettivi minimi di qualità ambientale e gli obiettivi di qualità per i corpi idrici a specifica destinazione funzionale:

- una prima componente descrittivo-ricognitiva costituita da una descrizione generale delle caratteristiche del bacino idrografico (recependo e integrando, per quanto riguarda le infrastrutture idriche del settore acquedottistico e depurativo, i risultati dell'attività di ricognizione delle opere e degli schemi depurativi realizzate nel PRRA, aggiornandoli in conformità agli approfondimenti nel frattempo intercorsi per la verifica delle situazioni di incongruenza tra i dati di ricognizione e le previsioni del PRRA), da una sintesi delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica sulle acque superficiali e sotterranee e dall'individuazione delle aree sensibili, vulnerabili e di salvaguardia;
- una seconda fase propositiva in cui vengono indicati gli obiettivi e le misure di intervento da perseguire.

Il Programma è costituito dai seguenti elaborati:

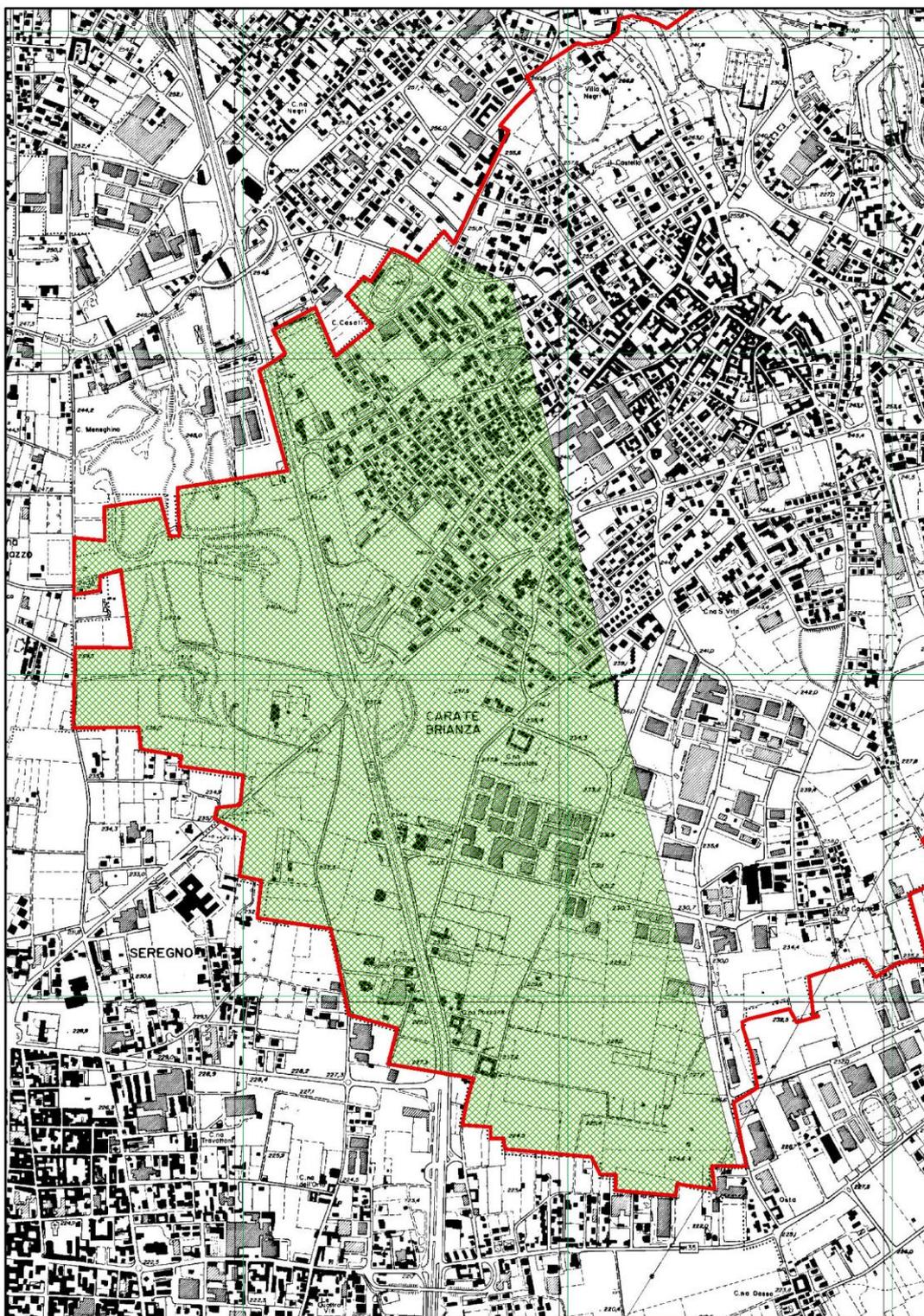
- Relazione generale,
- Allegati alla Relazione generale,
- Relazione di sintesi,
- Norme Tecniche di Attuazione (e relative appendici),
- Cartografia di Piano,
- Rapporto ambientale (VAS),
- Studio di incidenza.

Nell'Allegato 11 "*Definizione delle aree di ricarica e di riserva delle zone di pianura*" alla Relazione generale, il PTUA evidenzia l'utilità e la necessità dell'istituzione di una zona di riserva nella pianura lombarda secondo le indicazioni della normativa vigente, tra cui il D.Lgs. 152/99.

Nelle considerazioni svolte sugli aspetti quantitativi del bilancio, si è più volte sottolineata l'importanza dell'entità della ricarica, proporzionale alla permeabilità dei terreni superficiali e alla fittezza e importanza della rete idrica di superficie, naturale e irrigua. In base a tali considerazioni, è risultato di particolare evidenza come un'ampia regione che occupa una parte importante dell'alta pianura presenti una specifica predisposizione a favorire l'alimentazione delle falde acquifere fino a notevole profondità, tanto che ne trattengono le loro risorse gli acquiferi e quelli profondi.

Il territorio comunale di Carate Brianza:

- non ricade in area di riserva integrativa,
- non ricade in area di riserva ottimale,
- non ricade in macroarea di riserva dei bacini di pianura,
- ricade parzialmente in area di ricarica degli acquiferi profondi (nella porzione sud occidentale).



**Programma di Tutela e Uso delle Acque: area di ricarica degli acquiferi profondi.**

## 2.7. Variante alle Norme di Attuazione del PAI

Nell'ambito della redazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del bacino del Po (PGR), l'Autorità di Bacino del fiume Po ha condotto una specifica attività rivolta a verificare le esigenze di aggiornamento degli strumenti di pianificazione per l'assetto idrogeologico vigenti nel bacino padano, allo scopo di armonizzarli con il PGR (approvato con D.P.C.M. del 27 ottobre 2016 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30, Serie Generale, del 6 febbraio 2017). Da questa attività è emersa la necessità di aggiornare e integrare le Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, per tener conto e recepire i nuovi quadri conoscitivi del PGR. La variante normativa al PAI, adottata dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po il 7 dicembre 2016, ha a sua volta determinato la necessità di emanare disposizioni concernenti l'attuazione della stessa e del PGR nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, come previsto dall'art. 65 del D.Lgs. n. 152 del 2006.

Le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGR nel settore urbanistico contengono le indicazioni relative alla verifica e all'eventuale aggiornamento dei Piani di Governo del Territorio, nonché la normativa definitiva da applicare alle aree allagabili individuate dal PGR. Tali disposizioni sono state approvate con Delibera n. 6738 del 19 giugno 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale Regione Lombardia n. 25, Serie Ordinaria, del 21 giugno 2017; esse aggiornano e integrano quelle approvate con D.G.R. n. 2616 del 2011, relative alla componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT. Il Comune di Carate Brianza:

- comprende l'ambito territoriale RP (reticolo principale di pianura e di fondovalle) con "*presenza di porzioni di territorio interessate dalle nuove aree allagabili e dalle fasce fluviali PAI vigenti*";
- è ricompreso nell'elenco dei comuni con "*aree allagabili in ambito RSCM*" (reticolo secondario collinare e montano);
- è ricompreso nell'elenco dei comuni con "*aree allagabili corrispondenti alle aree a rischio idrogeologico molto elevato di tipo idraulico già presenti nel PAI (Norme Titolo IV)*".

All'interno del territorio comunale relativamente alle Aree a Rischio Significativo (ARS) distrettuali e regionali come individuate nel PGR si segnala che il corso del fiume Lambro è interessato dall'ARS distrettuale di bacino "Città di Milano", per la quale esiste specifica monografia sul portale regionale.

In **Appendice 1** alla presente Relazione è riportato il testo integrale delle norme di salvaguardia imposte dall'adozione dell'aggiornamento al PAI.

Nelle pagine seguenti si riportano le mappe di pericolosità e rischio (per ulteriori elementi v. anche **cartografia di analisi: Tavola D – Carta PAI-PGR**) con la rappresentazione cartografica delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, secondo i seguenti scenari:

- alluvioni frequenti (H) = TR 30 – 50 anni;
- alluvioni poco frequenti (M) = TR 100 – 200 anni;
- alluvioni rare (L) = TR fino a 500 anni.

I livelli informativi presenti derivano dai metadati della Regione Lombardia, che sono aggiornati in continuo ed implementano con nuovi e più recenti dati, sia riferiti alla pericolosità che al rischio, le informazioni contenute nella Direttiva alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015. Le aree vengono individuate per ambiti territoriali: reticolo idrografico principale (RP), reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM), reticolo idrografico secondario di pianura (RSP), aree costiere lacuali (ACL). Gli ambiti territoriali RSP e ACL, come detto, non interessano il Comune di Carate Brianza.

Direttiva alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015

Pericolosità RP scenario frequente - H



Pericolosità RSCM scenario frequente - H



Pericolosità RSP scenario frequente - H



Pericolosità ACL scenario frequente - H



Pericolosità RP scenario poco frequente - M



Pericolosità RSCM scenario poco frequente - M



Pericolosità RSP scenario poco frequente - M



Pericolosità ACL scenario poco frequente - M



Pericolosità RP scenario raro - L



Pericolosità RSCM scenario raro - L



Pericolosità ACL scenario raro - L



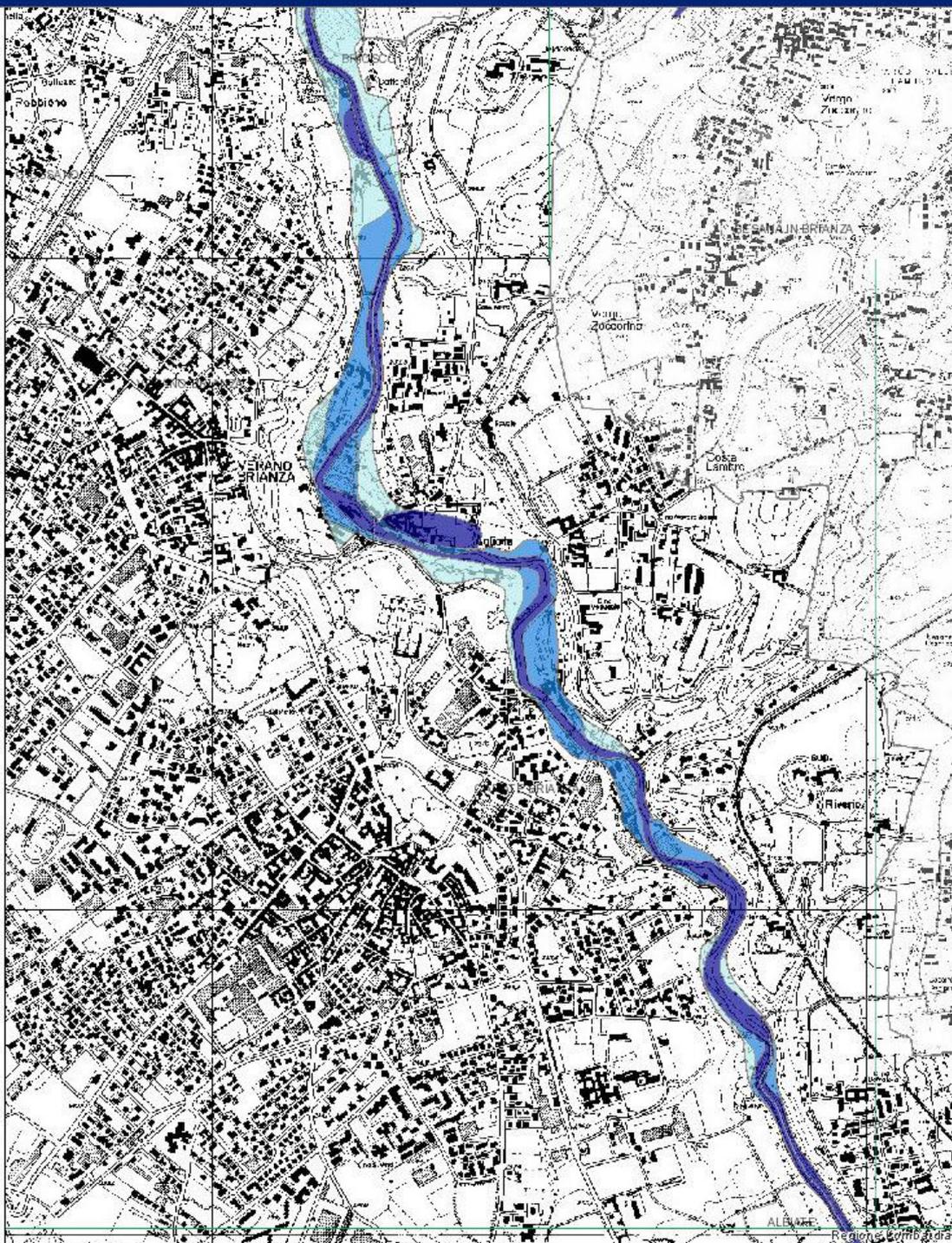
Aree a rischio significativo - ARS



ARS regionale



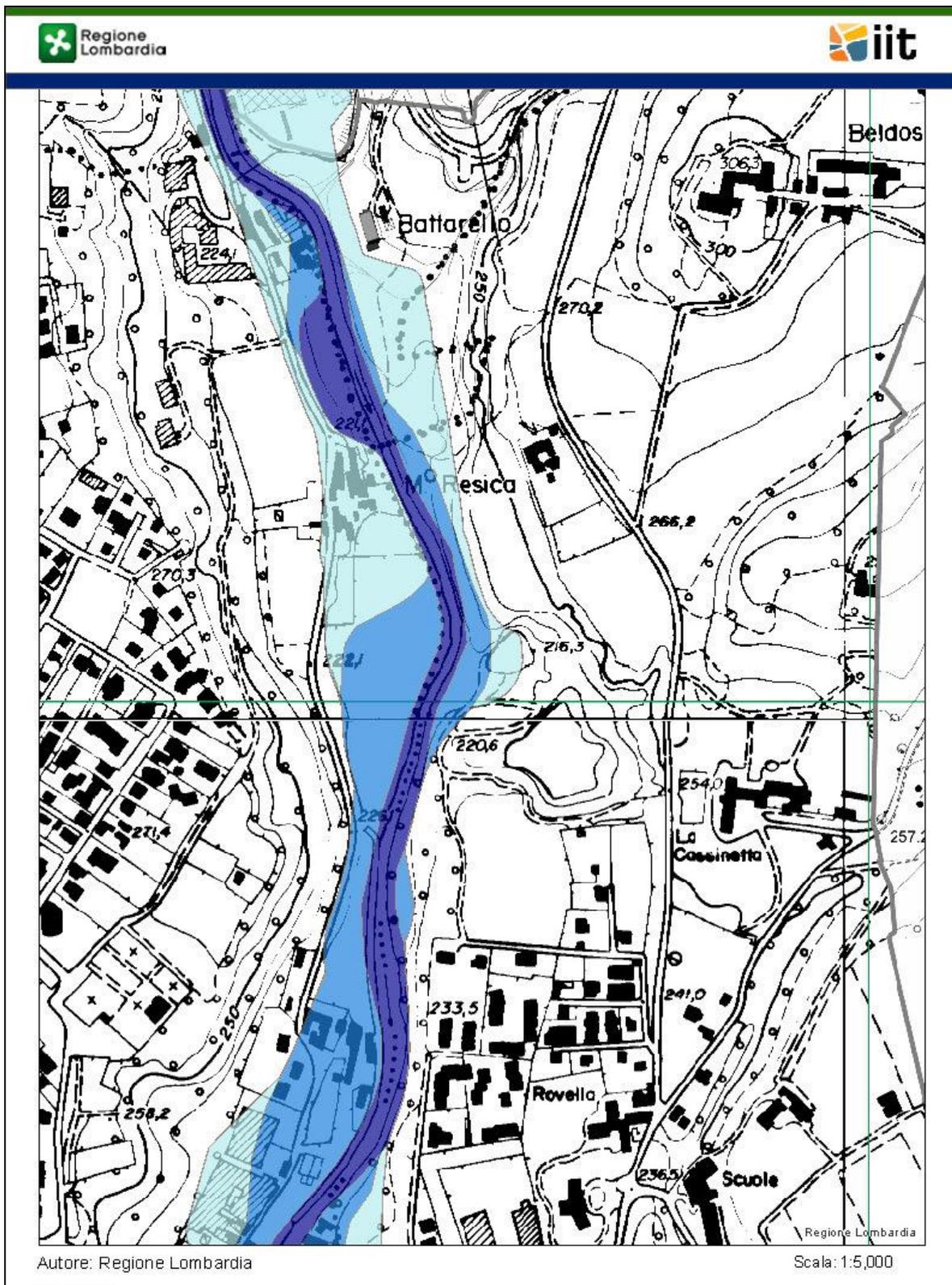
ARS di bacino



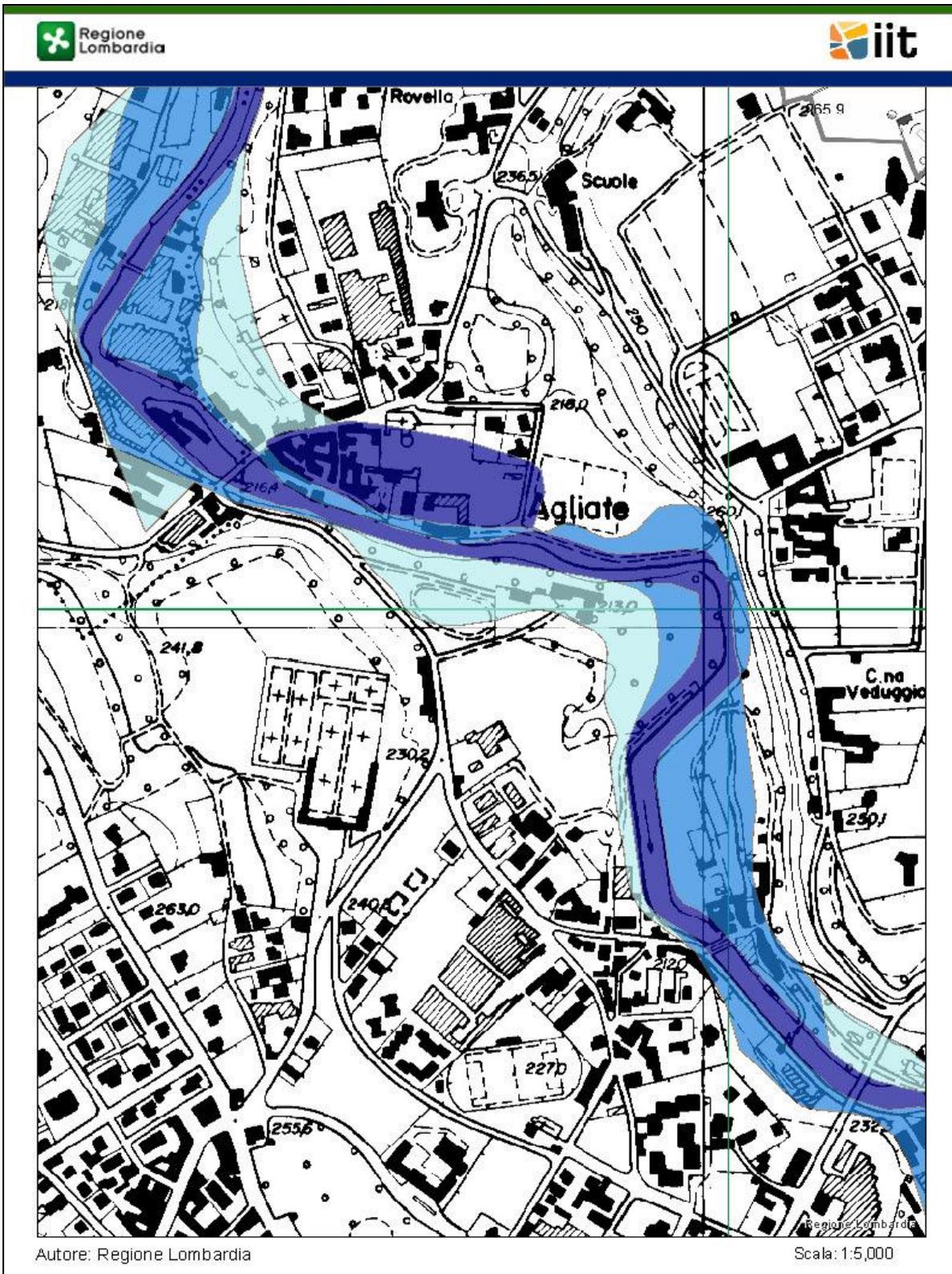
Autore: Regione Lombardia

Scala: 1:15.000

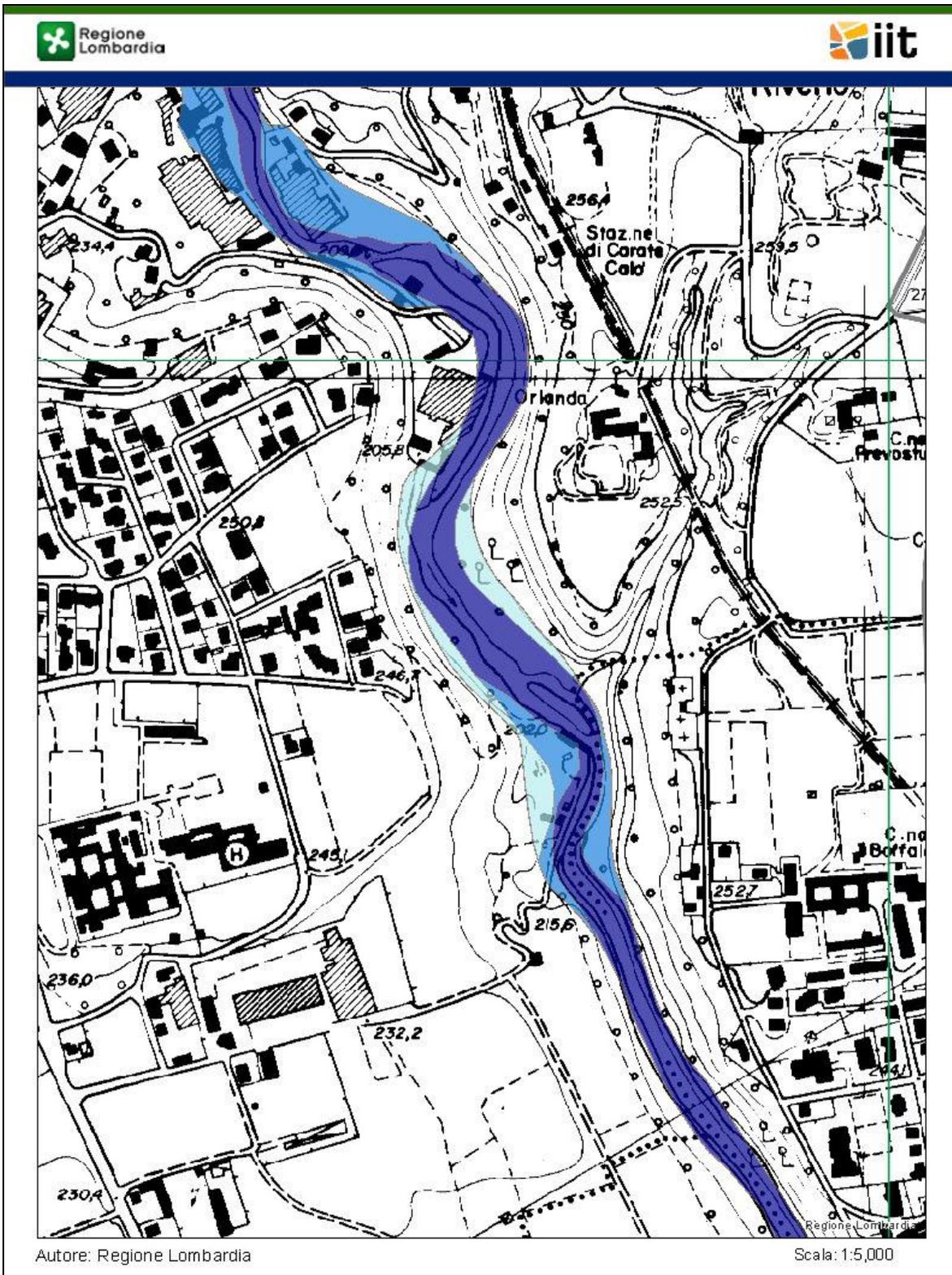
Comune di Carate Brianza: area NORD



Comune di Carate Brianza: area CENTRO



Comune di Carate Brianza: area SUD



### 3. CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA

#### 3.1. Geologia generale

La consultazione del SIT – Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia (Geoportale) ha permesso di raccogliere alcune informazioni legate ai tematismi “Basi Ambientali della Pianura” relative al territorio di Carate Brianza, per quello che riguarda le caratteristiche geomorfologiche e litologiche del territorio.

La raccolta dei dati che sono stati utilizzati nella fase di analisi è avvenuta tramite il Servizio di Download di Dati Geografici della Regione Lombardia.

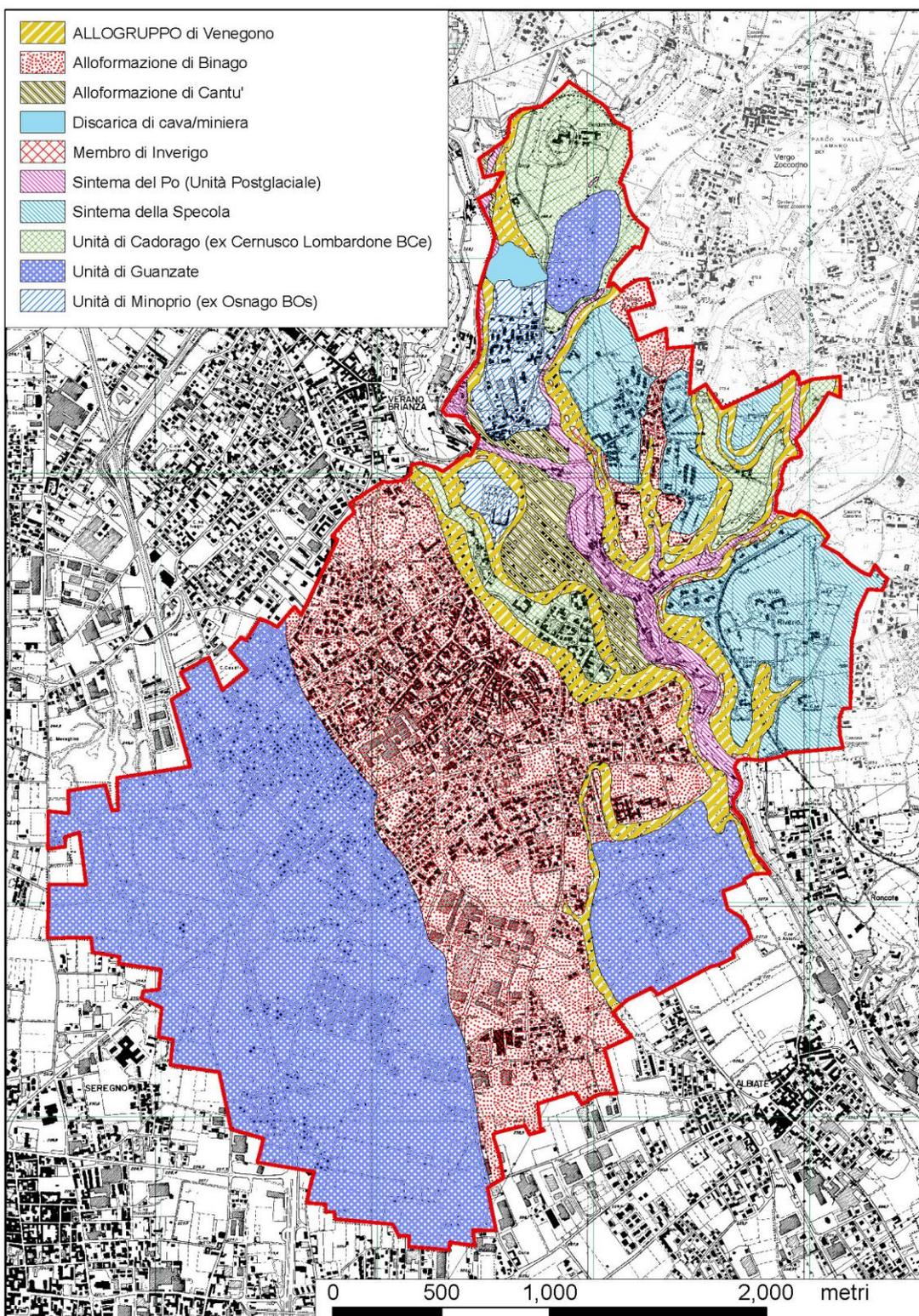
L'area in oggetto è costituita quasi interamente da formazioni continentali Pleistoceniche ed Oloceniche, che compongono l'alta e media pianura lombarda. Al gruppo delle formazioni costituenti la coltre continentale, appartengono depositi glaciali s.s., fluvioglaciali, fluviali e localmente lacustri.

Il ciclo continentale quaternario è suddivisibile in due grandi fasi:

- fase pleistocenica pluviale-fluviale, legata a fenomeni glaciali e fluvioglaciali,
- fase olocenica postglaciale (alluvioni).

Esso è caratterizzato dall'alternarsi di fasi glaciali e fluvioglaciali che hanno rielaborato gli accumuli detritici presenti nell'area, ha portato alla formazione di depositi che possono essere suddivisi (a partire dal più antico) nelle unità litostratigrafiche riportate nel sottostante paragrafo 3.2.

Nella cartografia di analisi (*Carta Geologica - Tavola A*) compaiono le unità di carattere litologico già rappresentate nelle precedenti fasi di studio geologico (e che costituiscono la base per le successive sintesi e valutazioni – es.: *Tavola 3 - Carta di fattibilità*), per le quali in legenda viene fornita una schematica corrispondenza con le unità geologiche individuate dalla cartografia del progetto CARG, rappresentate anche nella figura alla pagina successiva.



Carta Geologica redatta secondo le unità formazionali di superficie inserite nel "Foglio 096 – Seregno" della Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG Lombardia – **Cartografia in scala 1:X0.000**).

### 3.2. Caratteri litologici

Le unità litologiche che si ritrovano nell'area e nel relativo sottosuolo corrispondono a quanto di seguito elencato.

#### **"Villafranchiano" o "Argille sotto il Ceppo"**

Depositi argillosi grigio-cenere con torbe, caratterizzato da laminazione subparallela, di ambiente lagunare e deltizio. Essi si rinvengono in corrispondenza di alcune zone del territorio comunale ed in particolare a NW del Cimitero del capoluogo e in corrispondenza del settore centrale del comune. Quest'unità assume inoltre una notevole importanza dal punto di vista idrogeologico, poiché viene fatta coincidere con il substrato impermeabile degli acquiferi convenzionali.

#### **"Ceppo"**

Costituisce la più antica formazione continentale affiorante nell'area e nelle incisioni più profonde. Il Ceppo compare lungo l'asta dei principali corsi d'acqua. Sul Lambro affiora tra Albate e Carate con continuità. Trattasi di un conglomerato poligenico con ciottoli inglobati in una matrice sabbioso-limosa a cemento calcareo. Il grado di cementazione è in funzione dell'entità della circolazione idrica sotterranea. La configurazione morfologica degli affioramenti di Ceppo è caratteristica; la sua notevole compattezza gli permette di mantenersi facilmente in pareti verticali, come sono quelle vere e proprie muraglie che fiancheggiano il Lambro all'altezza di Realdino.

Si tratta di litotipi dotati di un discreto grado di permeabilità, con circolazione delle acque che avviene per fessurazione.

#### **Depositi morenici Mindeliani**

Trattasi di clasti inglobati caoticamente in una matrice argillosa, soggetti a profonda alterazione a tal punto che riesce difficile riconoscerli. La matrice è di natura prevalentemente argillosa di colore rossastro. Tutto il deposito è ricoperto da uno strato di alterazione noto come "ferretto"; si tratta di una sostanza argillosa tipo caolino, plastica, di spessore variabile sino ai 3 metri. I depositi associabili alle morene del mindel, risultano pertanto, caratterizzati da bassa permeabilità, in particolare nei livelli più superficiali ed alterati a "ferretto". Tale caratteristica influenza l'idrografia superficiale nelle aree di affioramento, ostacolando l'infiltrazione delle acque e instaurando un sistema di piccoli corsi d'acqua a carattere stagionale.

I depositi ascrivibili a questa formazione interessano marginalmente il territorio comunale di Carate Brianza. All'estremità sud-orientale del territorio comunale, al confine con il Comune di Triuggio, si rinvengono infatti un corpo di limitata estensione nei pressi della linea ferroviaria.

#### **Depositi morenici Rissiani**

I depositi morenici rissiani compaiono in larghe plaghe all'interno delle cerchie morene mindeliane. Sono formati da clasti grossolani inglobati caoticamente in una matrice argilloso-limosa. I ciottoli, di natura prevalentemente calcarea, appaiono molto alterati; i prodotti dell'alterazione, di colore giallo-rossiccio, ricoprono in maniera discontinua il deposito. Gli affioramenti sono poco sviluppati in senso verticale. All'interno del territorio comunale di Carate depositi ascrivibili a questa formazione si rinvengono in sponda sinistra del Lambro al margine nord-orientale del comune e in sponda destra del Lambro nel settore centro-settentrionale dell'area investigata. Dal punto di vista idrogeologico, così come i depositi mindeliani, rivestono scarso interesse.

#### **Fluvioglaciale Riss**

Con tale denominazione si indicano i terreni costituenti i ripiani terrazzati piuttosto piatti ed uniformi,

che si estendono con direzione nord-sud assottigliandosi verso la pianura. Essi occupano altimetricamente, una posizione intermedia tra i più alti depositi mindeliani a nord, ed il livello fondamentale della pianura; sono separati l'uno dall'altro, da una scarpata morfologica ripida, soprattutto nella parte settentrionale dell'area. Verso la pianura, il raccordo con il livello della pianura si realizza spesso mediante un piano inclinato talora impercettibile. Il fluvioglaciale rissiano è formato da ghiaie coperte da uno strato superficiale, con un contatto di tipo erosionale, limoso-argilloso di origine eolica. I ciottoli, provenienti in massima parte dallo smantellamento di rocce cristalline, sono immersi in una matrice limoso-argillosa trasportata dalla superficie dalle acque di percolazione. Nel territorio in esame questi depositi si rinvengono lungo una fascia allungata di terreni, avente direzione NNW-SSE, su cui sorge una parte del centro di Carate.

### **Depositi morenici Wurmiani**

È una delle formazioni arealmente meno estese dell'area. È presente in plaghe limitate e discontinue nell'estremità settentrionale del territorio comunale, costituite prevalentemente da argille grigio-giallastre con inglobanti ciottoli e massi calcarei ed arenacei, inalterati.

### **Fluvioglaciale Wurm**

Denominato diluvium recente, comprende depositi di natura ghiaioso-sabbiosa-argillosa che costituiscono il livello centrale della pianura. Litologicamente è più vario dei depositi fluvioglaciali descritti in precedenza; è quasi costantemente presente uno strato di alterazione superficiale, di 30-70 cm di spessore, sovrastante la porzione inferiore costituita da ghiaia, argille e sabbia. Le ghiaie, più o meno sabbiose, prevalgono nella porzione settentrionale della Pianura Padana, cui fa parte l'area oggetto del presente studio, mentre procedendo verso sud si passa gradualmente ad una granulometria più fine sino ad arrivare a sabbie e limi con argille. La zona a ghiaie prevalenti è formata da ciottoli arrotondati di medie e grosse dimensioni mescolati con notevoli quantità di sabbia. Lo spessore dei depositi è estremamente variabile nella litozona a ghiaie, caratterizzata da rapporti di tipo erosionale; in corrispondenza dei paleovalvi si raggiungono i 60-70 m, mentre spostandosi di poche decine di m si torna su valori medi di 20-30 metri.

Questa formazione si rinviene in corrispondenza:

- del settore occidentale del territorio comunale,
- di alcuni lembi di varia estensione ubicati nei settori settentrionale e meridionale del comune.

### **Alluvioni recenti ed attuali**

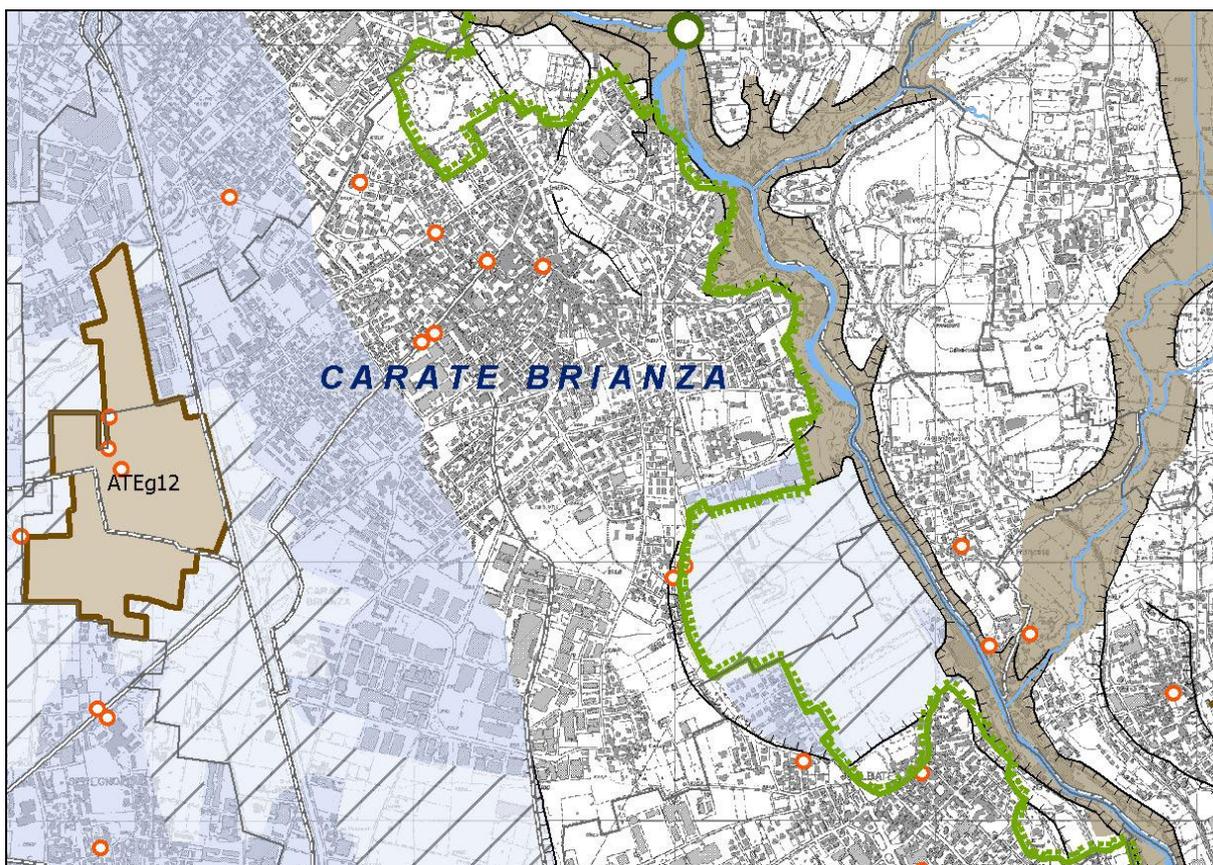
Si tratta dei depositi osservabili sul fondo dell'incisione del Lambro e di un suo affluente di sinistra, in lembi discontinui. Sono composti da sabbie, limi, ghiaie, con locali banchi torbosi. La pedogenesi è allo stadio iniziale ed il conseguente processo di brunificazione interessa uno strato di pochi centimetri.

Una più recente classificazione territoriale in accordo con le unità formazionali di superficie è stata adottata dal progetto **Carta Geologica d'Italia** alla scala 1:50.000, e nella fattispecie dal "**Foglio 096 – Seregno**" del progetto **CARG** Lombardia.

In particolare, all'interno dell'area comunale si possono riscontrare i seguenti depositi (Fonte: ISPRA – Servizio Geologico d'Italia – Note Illustrative della Carta geologica d'Italia "Foglio 096 – Seregno"):

- *Unità postglaciale* - Ghiaie a supporto clastico e di matrice con matrice sabbiosa.
- *Alloformazione di Cantù* – Depositi alluvionali a ghiaie prevalenti, a supporto prevalentemente clastico, massive. Clasti da subarrotondati a ben arrotondati.

- *Allogruppo di Venegono* - Limi debolmente argillosi con clasti debolmente alterati sparsi. Comprende essenzialmente depositi colluviali di versante appartenenti a vari eventi sedimentari non definibili e di età molto differente.
- *Unità di Minoprio* - Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose massive a supporto sia clastico sia di matrice.
- *Unità di Cadorago* - Diamicton massivi a supporto di matrice: till di ablazione. Ghiaie medio grossolane massive, debolmente stratificate a supporto sia di matrice sia clastico, sabbie medio fini massive con clasti: depositi fluvioglaciali.
- *Unità di Guanzate* - Ambito della piana principale legato a dinamiche fluvioglaciali, caratterizzato da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie medio grossolane a supporto di matrice sabbiosa grossolana. Profilo di alterazione poco evoluto. Presente la copertura loessica.
- *Alloformazione di Binago* - Depositi alluvionali s.s. e till indifferenziati. Ghiaie prevalenti a supporto prevalentemente clastico, massive. Clasti da subarrotondati a ben arrotondati.
- *Sintema della Specola* - Depositi glaciali e fluvioglaciali costituiti da ghiaie massive a supporto di matrice con clasti isorientati e locali intercalazioni sabbiose. Corrisponde in parte al Riss degli autori precedenti e in parte al “ferretto”. Per posizione stratigrafica, il sintema della Specola è attribuibile al Pleistocene medio
- *Membro di Inverigo* – Depositi alluvionali costituiti da conglomerati con tessitura dalle sabbie alle ghiaie medie, riconducibili ad un paleo-Lambro. Affiora nella valle del Lambro, dove forma alte e ripide pareti. Corrisponde al Ceppo degli Autori precedenti. Per posizione stratigrafica, è attribuibile all’inizio del Piacenziano.



Stralcio Tav. 9 del PTCP: "Sistema geologico e idrogeologico".

<b>SISTEMA DELLE ACQUE SUPERFICIALI art.10</b>		
	Reticolo idrografico naturale	
	Reticolo idrografico artificiale	
<b>SISTEMA DELLE ACQUE SOTTERRANEE art.9</b>		
	Pozzi pubblici	
	Area di ricarica degli acquiferi	
	Aree di ricarica diretta degli acquiferi	
<b>ELEMENTI GEOMORFOLOGICI art.11</b>		
	Ambiti vallivi dei corsi d'acqua	
	Orli di terrazzo	
	Creste di morena	
	Geositi di rilevanza regionale	
	Geositi di rilevanza provinciale	
<b>ELEMENTI DI DEGRADO E DI POTENZIALE COMPROMISSIONE PAESAGGISTICO-AMBIENTALE</b>		
	Ambiti Territoriali Estrattivi - Argilla (ATEa)	
	Ambiti Territoriali Estrattivi - Ghiaia e sabbia (ATEg)	
	Cave di recupero (Rg)	
	Cave di prestito L.R. 14/98 art.38	
	Tratti tombinati del reticolo idrografico	
	Industrie a Rischio d'Incidente Rilevante (Fonte Regione Lombardia - marzo 2011)	
<b>SISTEMA DI COLLETTAMENTO/DEPURAZIONE</b>		
	Collettori	
	Impianti di depurazione esistenti	
	Confine provinciale	
	Confini comunali	
	Autostrada Pedemontana e Teem	
	Perimetrazione Parchi regionali	

**Legenda Tav. 9 del PTCP: "Sistema geologico e idrogeologico".**

### 3.3. Il fenomeno degli “occhi pollini”

Particolarmente diffuso nel territorio provinciale, il fenomeno degli “occhi pollini” interessa parzialmente anche alcuni settori del territorio comunale, come indicato nelle cartografie del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Monza e Brianza (Tav. 8 – “Assetto idrogeologico”, ove vengono individuati gli areali suscettibili a tale fenomeno).

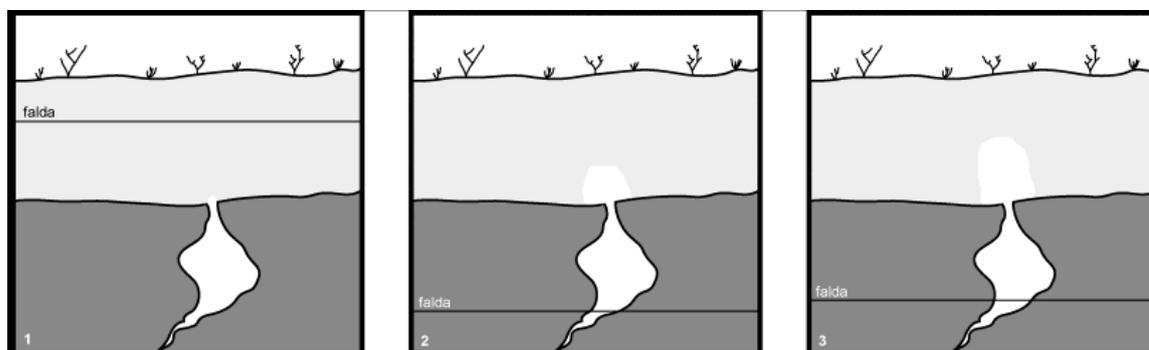
“Occhio pollino” è un termine informale che indica una serie di fenomeni, non sempre visibili in superficie, che determinano un problema geotecnico peculiare e che possono provocare cedimenti nel terreno. Tra gli operatori del settore è inoltre invalso l'uso di identificare con il termine "occhio pollino" qualunque situazione in cui vi siano, nel sottosuolo, sedimenti molto soffici e con scadenti caratteristiche geotecniche. Tipicamente, rientrano in questa categoria terreni con risposta  $N(30) < 3$  alle prove penetrometriche dinamiche, mentre negli occhi pollini veri e propri, che portano allo sviluppo di cavità vuote, o di volumi “cariati”, si può assistere all'affondamento libero delle aste.

Gli occhi polini si presentano sotto forma di cavità di dimensioni e a profondità variabile, entro poche decine di metri (20/30) dal piano campagna, sempre sopra la falda, nei sedimenti non cementati, e si originano principalmente per dissoluzione carsica della componente carbonatica della matrice e dei ciottoli, quindi per alterazione in situ del conglomerato, e per successiva asportazione (per *piping*) del materiale fine non calcareo. La frazione argillosa residuale derivante dall'alterazione, invece, fornisce la coesione necessaria al mantenimento della cavità.

Il contesto geologico in cui si sviluppano principalmente gli occhi pollini è caratterizzato dalla presenza di conglomerati a forte componente carbonatica, alterato nella porzione più superficiale (“*ceppo s.l.*”), o da una successione di sedimenti fluvioglaciali anche molto alterati, nonché dalla presenza di un reticolo idrografico sepolto, che testimonia numerose fasi di riempimento ed escavazione di valli.

Il più ampio spettro di contesti in cui tuttavia gli occhi pollini possono generarsi fa sì che sia difficile determinare, a priori, dove essi siano presenti; si possono cioè individuare su base probabilistica solo zone in cui è possibile che siano presenti occhi pollini, ma non indicare il sito esatto. Nel caso di Carate, maggiormente soggetti sono i settori del comune posti sul terrazzo fluviale del Lambro.

Nelle aree in cui risulta esserci un'alta probabilità al fenomeno degli occhi pollini deve essere prestata la massima attenzione anche nello smaltimento delle acque nel terreno. In queste zone deve essere evitato l'uso dei pozzi perdenti in quanto l'immissione di acqua a seguito di precipitazioni può innescare il fenomeno e/o contribuire in modo sostanziale alla sua accentuazione, aumentando quindi la probabilità di avere danni alle opere sovrastanti. È assolutamente da evitare di usare gli “occhi pollini” come pozzi perdenti naturali in cui convogliare le acque di scarico, infatti gli “occhi pollini” si ingrandiscono a ogni nuova venuta d'acqua e quindi questa tecnica porterebbe ad una evoluzione molto rapida delle cavità con seri pericoli per le opere.



**Meccanismo di innesco e sviluppo nel caso di cavità in terreni legate alla presenza di conglomerato. Nella situazione iniziale (1) si ha un conglomerato sottostante (grigio scuro) con cavità carsiche o fratture allargate che funge da livello permeabile, coperto da sedimenti alterati poco permeabili (grigio chiaro). Quando la falda si abbassa (2) si generano fenomeni di piping al contatto tra i due sedimenti con formazione di piccole cavità. Una volta formatasi, la cavità si evolve (3) per piping in occasione di ogni successiva venuta d'acqua e per crolli successivi.**

## 4. GEOMORFOLOGIA

Nel presente capitolo verranno descritti gli elementi principali che determinano i tratti salienti del paesaggio di Carate Brianza; verranno cioè descritte le forme e i depositi connessi ai principali processi geomorfici riconosciuti nell'area.

Nel sottostante paragrafo 4.1 si esporrà la metodologia di studio seguita e nel successivo paragrafo 4.2 si descriveranno i caratteri geomorfologici dell'area.

### 4.1. Metodologia di studio

Lo studio morfologico del territorio comunale di Carate è stato sviluppato secondo diverse linee fra loro complementari:

- fase preliminare: mediante l'analisi delle foto aeree con visione stereoscopica delle stesse;
- fase di analisi del materiale esistente in bibliografia, consistente principalmente nel Foglio B5 Brianza 1:50.000 della Carta tematica regionale "Morfologia", Regione Lombardia 1983;
- fase operativa: rilevamento geomorfologico in scala 1:10.000 avente anche lo scopo di verificare la corrispondenza tra quanto osservato dalle foto aeree e reperito in bibliografia e la situazione di fatto del territorio.

Per quanto attiene alla geopedologia dell'area si veda il successivo capitolo 5, in cui vengono presentati gli elementi pedologici caratteristici dell'area in esame. Oltre ai succitati elementi pedologici, si possono distinguere diverse forme, che possono essere ricondotte a cinque differenti processi:

- a) processi gravitativi;
- b) processi per acque correnti superficiali;
- c) processi carsici
- d) processi glaciali;
- e) processi antropici.

Nello specifico del territorio comunale di Carate sono state riconosciute ed evidenziate le varie forme e depositi di processi geomorfici qui di seguito elencati:

#### Processi gravitativi:

- orlo di scarpata di degradazione e/o di frana;
- corpo di frana per crollo.

#### Processi legati alla dinamica delle acque correnti superficiali:

- orlo di scarpata di erosione fluviale;
- rapida;
- vallecola a fondo piatto;
- vallecola a V.

#### Processi carsici:

- grotta.

Processi glaciali:

- orlo di scarpata di erosione e/o gradino di valle glaciale.

Processi antropici:

- orlo di scarpata artificiale;
- discarica di RSU;
- discarica di inerti;
- area interessata da attività estrattiva;
- superficie da riporto;
- terrazzamento agrario.

L'analisi degli elementi geomorfologici comprende inoltre i seguenti elementi geomorfologici, cosiccome riportati nel PTCP:

- orli di terrazzo;
- creste di morena.

Infine, sono stati evidenziati gli elementi idrografici più importanti nel contesto dell'area in esame e cioè:

- i corsi d'acqua;
- gli specchi d'acqua;
- le tracce di paleoalveo.

## 4.2. Caratteri geomorfologici dell'area

In relazione alla sua vicinanza ai rilievi alpini, il settore della Pianura Padana nel quale si trova il territorio comunale di Carate Brianza, coincide con quello dell'Alta Pianura.

Questa porzione del Bacino Padano, risulta costituita da depositi assai diversi dal punto di vista genetico e a cui corrispondono forme diverse del paesaggio.

Procedendo da nord verso sud si possono riconoscere a grandi linee:

- una prima zona caratterizzata da depositi glaciali;
- una fascia intermedia, nella quale si colloca l'agglomerato urbano di Carate, nella quale sono ampiamente diffusi i depositi fluvioglaciali;
- una ultima area, piatta, impostata su sedimenti fluviali (bassa pianura).

Tale distinzione deve tuttavia ritenersi indicativa, poiché, a seguito degli avanzamenti ed arretramenti delle lingue glaciali, la linea di demarcazione tra depositi glaciali e fluvioglaciali, nonché tra questi ultimi ed i depositi fluviali, ha subito ampie escursioni consentendo una sovrapposizione di sedimenti di diversa origine.

Ulteriori complicazioni nei rapporti spaziali tra depositi, sono legate all'azione di alluvionamento ed erosione esercitata dai corsi d'acqua in rapporto all'andamento delle fasi glaciali. Queste condizioni hanno contribuito alla formazione di paleoalvei successivamente colmati, formati dai corsi d'acqua sfocianti dalle vallate alpine e/o dagli scaricatori, temporanei, degli apparati morenici. Tracce di paleoalvei sono parzialmente riconoscibili in corrispondenza del margine meridionale del territorio comunale.

A tali elementi, legati a fattori dinamici, bisogna aggiungerne altri, frutto del controllo esercitato dalle forme del terreno sugli ambienti, locali, di sedimentazione. In quest'ottica si può fare riferimento alle conche, all'interno delle quali si formarono specchi d'acqua sedi di una tipica sedimentazione lacustre in eteropia con facies glaciali e fluvioglaciali.

Le differenziazioni genetiche dei sedimenti nei quali è modellata l'alta pianura, si ripercuotono anche sulla morfologia, che da pianeggiante nella parte occidentale e meridionale, diviene ondulata nella porzione nord-orientale, zona dei pianalti fluvioglaciali. Qui sono riconoscibili orli di scarpate di erosione e/o gradini di valli glaciali.

La continuità morfologica dell'area in studio è interrotta dal Lambro e da alcuni suoi affluenti minori che, nella porzione orientale del territorio, scorrono all'interno di solchi vallivi profondamente incisi e bordati da alte scarpate, il cui orlo è rappresentato nella carta geomorfologica con apposito grafismo. Queste incisioni presentano per lo più fondo piatto essendo stata rinvenuta una sola valletta con profilo trasversale a V.

Nel territorio comunale di Carate sono stati inoltre censiti alcuni movimenti franosi reali o potenziali, che si rinvencono lungo la scarpata fluviale del Lambro.

Nella zona di Realdino, lungo il corso del Lambro, è stata inoltre individuata un'area in cui si rinvencono alcune grotte di piccole dimensioni impostate nei depositi conglomeratici della formazione del Ceppo.

Infine non vanno dimenticate le forme e i depositi legati alle attività antropiche. Sono stati infatti riconosciuti numerosi orli di scarpata artificiale aventi altezze differenti (comprese tra 1 e 10 m circa) variamente distribuite sul territorio comunale.

Altri elementi significativi sono le aree interessate da attività estrattiva con cave sia dismesse che in attività, ubicate, per lo più, al margine occidentale del territorio comunale

Vanno inoltre segnalate le discariche di RSU non più attive e quelle di inerti (inattive ed attive), situate al margine sud-orientale del territorio comunale.

Tra gli elementi “minori” vanno segnalati i terrazzamenti agrari lungo le pendici di alcuni rilievi collinari situati in sponda sinistra del Lambro.

Relativamente alla geomorfologia sepolta, alla fine del Miocene, durante il Messiniano, il disseccamento del Mar Mediterraneo ha causato l'approfondimento delle valli di tutti i fiumi tributari del bacino. Anche i fiumi sudalpini, come l'Adda, hanno scavato profonde valli che attualmente sono occupate dai laghi prealpini.

Nel caso dell'Adda, il fiume ha formato, in tempi diversi, due valli distinte, che sono ben individuabili in corrispondenza dei due rami del Lario, ma il cui decorso, verso sud, deve essere ricostruito con metodi geofisici o con sondaggi. Una delle due valli è riconoscibile con le stratigrafie dei pozzi per acqua in corrispondenza del lago di Montorfano e ha un decorso diretto verso sud-est sino ad Alzate Brianza, dove devia verso sud passando per Brenna, Giussano e Carate Brianza.

### 4.3. Beni geologici

A seguito dei rilievi condotti nel territorio comunale di Carate Brianza è stata individuata un'area in località Realdino, che, per le caratteristiche di rappresentatività e l'elevato valore scenico, può essere considerata un "bene geologico". L'attribuzione di quest'area ai "beni geologici" è avvenuta secondo le indicazioni riportate nella D.G.R. del 6 agosto 1998, n. 6/37918.

L'area inventariata come "bene geologico" corrisponde ad una marcata incisione valliva che si sviluppa in corrispondenza del ponte di Realdino. Essa è alta circa 15 m in sponda destra e 40 m circa in sponda sinistra ed ha pareti molto ripide. Questa forra è stata scavata dal Lambro durante l'attraversamento dei depositi conglomeratici della Formazione del Ceppo.

Lungo le scarpate fluviali, in conseguenza del diverso grado di cementazione dei conglomerati del Ceppo e dell'intensa circolazione idrica sotterranea, si sono inoltre sviluppate, specialmente in sponda sinistra, numerose cavità, aventi altezza di 1-2 m circa ed estese lungo il versante per 30 m circa. In quest'area si rinvengono inoltre numerose sorgenti puntiformi e le pareti delle grotte sono interessate da un intenso stillicidio.

Questo tratto di corso d'acqua, in particolar modo, ma più in generale l'intero corso del Lambro nel suo attraversamento del territorio comunale di Carate, assume pertanto un forte valore scenico che determina un suggestivo risalto nel contesto paesaggistico. Il valore scientifico di questa zona risiede per lo più nel fatto che questa forma segna una tappa della storia morfoevolutiva del settore di raccordo tra l'alta Pianura Padana e i rilievi.

In tutto questo settore del Bacino Padano infatti i corsi d'acqua defluenti dai rilievi alpini (Adda, Lambro ecc.) ad un certo punto della loro storia evolutiva hanno cominciato ad incidere i depositi conglomeratici di ambiente continentale della formazione del Ceppo, che per la loro compattezza hanno determinato la formazione di una serie di forre più o meno accentuate.

Inoltre, la presenza di numerose piccole grotte, sviluppate quasi esclusivamente in sponda sinistra, riveste una certa importanza poiché, oltre all'indiscutibile valore scenico, lungo le pareti di queste cavità si è sviluppata una ricca vegetazione con muschi.

## 5. CENNI SULLA PEDOLOGIA DELL'AREA

### 5.1. Inquadramento ed unità pedologiche

L'intensa antropizzazione dell'area fa sì che l'agricoltura non assuma una importanza fondamentale nella pianificazione del territorio.

Per questo motivo si è ritenuto, ai fini della presente relazione, di esporre in maniera schematica e sintetica i tratti più salienti della geopedologia del territorio di Carate, fornendo delle note pedopaesaggistiche.

A questo proposito si è fatto riferimento agli studi recentemente condotti nell'area dall'ERSAL "Ente regionale di sviluppo agricolo della Lombardia", i cui dati sono stati recentemente pubblicati dall'ERSAL stesso.

Il Comune di Carate Brianza si colloca, come detto, nell'ambito più settentrionale dell'alta pianura padana a nord di Milano arrivando a comprendere anche parte degli apparati morenici più esterni che delimitano l'ambito pianeggiante.

Inoltre la porzione più occidentale e settentrionale include anche un tratto della valle del Lambro, ribassata di circa 30-50 m rispetto al livello delle altre superfici.

Su questo quadro geologico e geomorfologico articolato si sono successivamente impostati una nutrita serie di tipi di suolo impostati su differenti sistemi "fisico-paesaggistici", descritti di seguito e sintetizzati nello schema riportato oltre.

#### *I suoli degli apparati glaciali e fluvioglaciali più antichi (Rissiano)*

Nelle parti geolitologicamente più antiche del territorio comunale si rinvengono suoli appartenenti agli ordini degli Alfisols o degli Ultisols. Entrambe le categorie sono caratterizzate da un'orizzontazione generale del tipo Ap-(BA)-Bt-2CB. Si tratta di suoli illuviali che presentano sotto lo strato arato (Ap) una serie di orizzonti dove si registra il massimo accumulo di argilla traslocata dai livelli più superficiali in profondità (BA-Bt). Oltre si riscontra un orizzonte (2CB) caratterizzato da una composizione granulometrica sensibilmente differente (generalmente più ciottolosa ghiaiosa e grossolana nella componente fine) dal materiale soprastante ad indicare un precedente ciclo di pedogenesi che ha interessato materiali diversi erosi nel corso della storia geologica e di cui si è conservata solamente la porzione più profonda. Talvolta l'incremento di argilla è talmente graduale da non mostrare sensibili variazioni percentuali relative entro il primo metro e mezzo di suolo ad indicare un intenso e una più prolungata continuità dell'illuviazione per un grande spessore (Paleudalfs); altrimenti un analogo processo pedogenetico, meno sviluppato, tende a determinare solo l'accumulo di argilla ad una specifica profondità, con variazioni relative tra gli orizzonti più accentuate (Hapludalfs, Hapludults). A conferma del differente grado di evoluzione tra queste due tipologie è il tendenziale maggior contenuto di argilla negli orizzonti illuviali dei Paleudalfs la cui famiglia granulometrica più rappresentativa è quella dei franchi fini (argilla >18%) a differenza di quella più grossolana degli altri tipi di suolo sviluppatasi nell'analogo contesto ambientale (morenico). I suoli sono di norma caratterizzati da un contenuto di scheletro (diametro >2mm) abbondante negli orizzonti più profondi (2CB) generalmente da scarso a frequente in quelli soprastanti. Specialmente nell'ambito degli

apparati glaciali la percentuale tende ad essere più consistente mentre nell'ambito della pianura, nella parte indagata, si verifica in generale una sostanziale assenza di scheletro sino a oltre 120cm, sebbene si a livello più generale, dalla carta regionale, sia segnata come più frequente la situazione in cui il materiale più grossolano si rinviene molto più in superficie.

Chimicamente queste tipologie presentano reazione subacida e sono caratterizzate da saturazioni in basi piuttosto basse tendenzialmente più elevate in profondità. Soprattutto nell'ambito di pianura quest'ultimo carattere sembra essere particolarmente accentuato al punto da riscontrare valori del tasso di saturazione frequentemente inferiori al 35% (Hapludults) per tutto lo spessore del suolo.

In quest'ultimo contesto la principale limitazione all'uso agricolo di questi suoli è costituita proprio dalla loro fertilità potenziale mediocre (III<sup>s</sup>)<sup>1</sup> ulteriormente aggravata dalla eventuale superficialità del substrato grossolano e ghiaioso che facilitando la percolazione dell'acqua e delle soluzioni del suolo tende non solo ad incentivare l'impoverimento in nutrienti ma anche a rendere il suolo meno protettivo nei confronti del trasporto di eventuali inquinanti idrosolubili verso le falde acquifere. A tale proposito i caratteri chimici riportati indicano comunque una capacità non ottimale di esercitare, per lo meno potenzialmente, quella azione depurativa che il suolo può agire nei confronti degli eventuali inquinanti idrosolubili. Nell'ambito morenico invece la limitazione principale, seppure moderata, è rappresentata oltre che dalla fertilità non ottimale, dal rischio di erosione connesso principalmente al grado di energia del rilievo sintetizzato dall'acclività delle superfici (III<sup>e</sup>). A queste si somma localmente, ma principalmente nelle parti sommitali o comunque più rilevate caratterizzate da una tendenziale minor pendenza, una difficoltà interna al suolo allo sgrondo delle acque e la possibile insorgenza di fenomeni di idromorfia in profondità (III<sup>ew</sup>).

#### *I suoli degli apparati glaciali e fluvioglaciali più recenti (Wurmiano)*

Differentemente dal contesto precedente, relativamente più antico, sui rilievi morenici la variabilità tipologica dei suoli appare essere inferiore. Si tratta diffusamente di tipologie con spessori minori e con orizzontazione di tipo Ap-Bw-CB (BC) in cui i processi pedogenetici prevalenti sono quelli dell'alterazione dei materiali parentali e della brunificazione piuttosto che della neoformazione e dell'illuviazione delle argille. Si vengono così a differenziare in profondità orizzonti (Bw) caratterizzati da una moderata strutturazione e da una colorazione meno arrossata, più gialla brunastra dovuto alla formazione di composti umoargillosi e da una minore alterazione dei minerali ferrosi (Inceptisols). L'alterazione dei minerali, sebbene non intensa come nelle tipologie più evolute, è comunque tale da aver mobilitato e lisciviato gran parte dei sali più solubili, tipicamente i carbonati che si riscontrano ancora nel materiale parentale poco o non alterato alla base del suolo (BC o CB), pur garantendo ancora un elevato grado di saturazioni in basi del complesso di scambio (Eutrochrepts). In questi suoli inoltre il contenuto di scheletro è di norma frequente anche nella parte più superficiale, abbondante o molto abbondante in profondità; le tessiture sono generalmente più grossolane, ricche di sabbia e di norma con un contenuto di argilla inferiore al 18%. In questo ambito assume particolare importanza la dinamica erosiva lungo i versanti che, verso il loro piede, presentano frequentemente una coltre di materiali colluviali nella quale si sviluppano suoli più profondi, tendenzialmente meno scheletrici talora caratterizzati dalla ricopertura di orizzonti A precedentemente superficiali.

Per l'insieme di questi suoli le limitazioni principali sono proprio dovute al moderato spessore e alla

<sup>1</sup>

in parentesi il numero romano indica la classe e di seguito la sottoclasse di capacità d'uso

grossolanità tessiturale e granulometrica (III<sub>s</sub>) cui si aggiunge, nelle aree più acclivi, una dinamica erosiva che tende ad assottigliare ulteriormente il volume del suolo (III<sub>es</sub>). Localmente tra i vari rilievi si riscontrano aree ribassate, più pianeggianti in cui si possono verificare difficoltà di sgrondo delle acque con formazione di suoli sostanzialmente analoghi ai precedenti ma idromorfi in profondità, limitati dalla scarsa ossigenazione dovuta alla saturazione idrica (III<sub>w</sub>).

Nell'ambito di pianura invece si riscontra una maggiore differenziazione: a fianco di suoli molto simili a quelle descritti sui rilievi morenici (Inceptisols), si rinvengono tipologie poco più evolute caratterizzate dalla presenza di orizzonti illuviali, tendenzialmente arrossati, e da un epipedon iscurito e con un contenuto di sostanza organica tendenzialmente maggiore dei precedenti (Mollic Hapludalfs). Inoltre questi ultimi presentano tessiture medie in superficie e moderatamente grossolane in profondità, talora con contenuti di argilla prossimi al 18-20%. Entrambe le categorie sono caratterizzate dalla notevole quantità di scheletro: abbondante attorno al metro di profondità, occupa un consistente volume anche negli orizzonti superficiali. Inoltre mentre gli Hapludalfs presentano tessiture medie in superficie e moderatamente grossolane in profondità, talora con contenuti di argilla prossimi al 18-20%, gli Inceptisols mostrano una tessitura da moderatamente grossolana a grossolana in profondità. Per questi ultimi le caratteristiche granulometriche tendono a conferire al suolo una permeabilità moderatamente elevata e favoriscono una più intensa lisciviazione dei sali più solubili che connessa alla scarsa quantità di colloidali (minerali e organici), soprattutto in profondità, porta al verificarsi di tassi di saturazione molto bassi (Dystrachrepts) e conseguentemente a una reazione che da acida in superficie passa di norma a subacida in profondità. Queste caratteristiche chimiche infatti non si riscontrano negli Hapludalfs che a fronte di capacità di scambio cationico più elevate presentano una reazione subacida lungo l'intero profilo del suolo e tassi di saturazione da bassi a medi (dal 35 al 70%).

La principale limitazione di queste tipologie è costituita dall'elevato contenuto di scheletro nel primo metro di spessore cui si aggiunge secondariamente la non ottimale fertilità (III<sub>s</sub>) che come già accennato tende anche a ridurre la capacità protettiva dei suoli soprattutto per i Dystrachrepts per i quali la permeabilità moderatamente elevata costituisce un ulteriore elemento di rischio.

#### *I suoli dei fondovalle e della scarpate morfologiche*

La carta dei suoli regionale riporta per il fondovalle del Lambro un complesso di due suoli che non possono cioè essere facilmente cartografabili in quanto non direttamente riconducibili a specifiche caratteristiche paesaggistiche che ne giustificano la diversità. Si tratta di suoli variamente ancora influenzati dalle dinamiche fluviali che caratterizzano l'evoluzione di questi ambiti fisiografici. Entrambe le categorie presentano un grado evolutivo modesto mostrando una debole modificazione delle caratteristiche strutturali, chimiche e fisiche dell'alternanza dei materiali parentali (le alluvioni attuali) da cui si sono sviluppati.

La principale caratteristica distintiva con questi ultimi è il più o meno accentuato grado di lisciviazione dei sali solubili, cioè dei carbonati che nei casi dove sono stati asportati in quantità minore determinano una completa saturazione del complesso di scambio e influenzano la dinamica evolutiva della sostanza organica la cui umificazione ed incorporazione con la fase minerale nell'orizzonte superficiale (epipedon mollico) arriva a determinare un cospicuo iscurimento (Hapludolls). Altrimenti dove la lisciviazione dei carbonati è sufficientemente intensa da non lasciarne di liberi nel suolo, si riscontra oltre ad una diversa organizzazione dei materiali che non presentano più la strutturazione a strati ma bensì un'aggregazione specifica conferita dai pur iniziali

processi di pedogenesi, anche una irregolare distribuzione della sostanza organica che non diminuisce costantemente con la profondità a seguito dell'incompleta alterazione della componente organica generalmente presente nei sedimenti fluviali (Dystric Fluventic Eutrochrepts).

Principali limitazioni di questi suoli sono da ricondurre al drenaggio non sempre ottimale e secondariamente alla possibile evenienza di condizioni microclimatiche (inversioni termiche e minore assolazione) dovute alla particolare conformazione altimetrica dei fondovalle.

Complessa si presenta anche la situazione lungo i versanti molto acclivi che delimitano la valle del Lambro o le profonde valli dei corsi d'acqua minori che incidono i rilievi orientali prima di affluire nel fiume. Nonostante la variabilità del substrato (conglomerati, argille o sedimenti glaciali, fluvioglaciali o fluviali di varie epoche) la pedogenesi in questo ambito è fortemente influenzata dalla elevata energia del rilievo e dalla conseguente intensità dell'erosione suiperficiale. A fronte della diffusa presenza di ampi affioramenti del substrato, soprattutto in concomitanza con le formazioni conglomeratiche, fanno riscontro i suoli sviluppati sui materiali colluviali accumulatisi alla base dei versanti.

I suoli pertanto, spesso rappresentati dal solo orizzonte A giacente sulla roccia compatta, variano dall'essere molto sottili all'essere sottili nei casi in cui arrivano a differenziare un piccolo orizzonte di alterazione (Bw) o si sviluppano sulle coltri colluviali (Dystrochrepts). Generalmente molto scheletrici anche in superficie hanno tessitura media o moderatamente grossolana. La reazione è acida talora molto acida in superficie in relazione all'intensa umificazione della sostanza organica (in genere molto abbondante per la copertura boschiva che tipicamente copre queste aree) e all'intenso dilavamento dei carbonati da parte delle acque superficiali e la saturazione in basi da molto bassa a media.

Le principali limitazioni sono inevitabilmente connesse all'elevata pendenza dei versanti e ai processi erosivi: nelle parti più acclivi le aree non sono adatte alla coltivazione e presentano spesso anche severe limitazioni all'uso forestale (VIIes) e che localmente può persino essere del tutto impraticabile (VIII). Alla base dei versanti dove le pendenze sono meno aspre, la migliore condizione morfologica e pedologica è spesso contrastata dalle già citate limitazioni climatiche imputabili principalmente alla minore assolazione che limita qualsiasi pratica di coltivazione intensiva a favore delle attività forestali o nelle migliori condizioni prative (VIc).

## 5.2. Zonizzazione e sintesi

Una prima sintesi che fa riferimento principalmente alla legenda della carta dei suoli regionale, evidenzia come l'area del Comune di Carate si caratterizza per una sequenza di tipologie strettamente connessa alla geologia della zona.

La zonizzazione cartografica regionale concorda infatti ampiamente con i limiti delle formazioni riportate dalla carta geologica. Di seguito si riporta lo schema di definizione delle principali Unità di Paesaggio, rinvenute nel territorio comunale di Carate Brianza e le tipologie di suolo ad esse corrispondenti.

Dalla lettura di questo schema, inoltre, si nota anche una consequenziale concordanza sostanziale tra la sequenza cronologica litostratigrafica e il grado di evoluzione pedogenetica dei suoli.

In corrispondenza delle formazioni più antiche (morenico e fluvioglaciale Riss) si sviluppano preferenzialmente suoli appartenenti agli ordini degli Alfisols e Ultisols (Paleudalfs, Hapludalfs e Hapludults) che presentano un maggior sviluppo pedogenetico rispetto agli Inceptisols (Eutrochrepts e Dystrochrepts) e ai Mollisols (Hapludolls) che caratterizzano in proporzione maggiore le formazioni via via più recenti.

Unica incongruenza rispetto a questo schema generale è costituita dalle tipologie di suolo sviluppatesi lungo i versanti molto acclivi in cui affiorano le formazioni conglomeratiche o argillose più antiche.

In questo ambito infatti il fattore pedogenetico che maggiormente influenza lo sviluppo dei suoli è l'elevata energia del rilievo che si sostanzia in una accentuata erosione superficiale che progressivamente tende a rimuovere i materiali pedogenizzati e a ringiovanire lo sviluppo del suolo.

I suoli più evoluti, presentano una orizzontazione e strutturazione ben espressa, un grado di alterazione più accentuato evidenziato dalla colorazione più arrossata ed intensa, una maggiore evidenza dei processi pedogenetici principalmente quelli di neoformazione dell'argilla e della sua illuviazione dagli orizzonti più superficiali a quelli più profondi.

UNITA' PEDO-PAESAGGISTICHE						
Sistema	Unità	Sottounità	N°U.C. ERSAL	USDA (94)	Descrizione	Land cap. class.
Anfiteatro degli apparati glaciali pleistocenici di età intermedia (Riss) organizzati in cordoni morenici e depositi di fondo variamente modellati dalle successive dinamiche erosive post glaciali. Depositi glaciali e fluvio-glaciali mediamente alterati spesso ricoperti da una coltre di materiale eolico e talora colluviale	rilievi morenici stondati, in cordoni o dossi organizzati secondo una morfologia ondulata caratterizzata da pendenze di norma da basse a moderate; moderato il rischio di erosione superficiale e di accumulo colluviale; uso agricolo a seminativi non irrigui e prati stabili o avvicendati	aree somitali o comunque rilevate dei rilievi morenici ad acclività da bassa a moderata; ciottoli in matrice sabbioso limosa di norma non calcarei da poco a moderatamente alterati; moderata pietrosità superficiale piccola	4 ALO1	Oxyaquic Paleudalfs fine loamy, mixed, mesic	Suoli molto profondi su substrato sabbioso o ghiaioso sabbioso moderatamente alterati tessitura media con scheletro da scarso a frequente, reazione subacida e saturazioni in basi bassa o media, drenaggio mediocre	Ilew
		versanti moderatamente acclivi e superficiali debolmente ondulate di norma ribassate rispetto alle precedenti aree; ghiaie sabbiose localmente in matrice limosa; moderata pietrosità superficiale piccola; possibile presenza di livelli sospesi saturi d'acqua;	5 LUC1	Ultic Hapludalfs coarse loamy, mixed, mesic	Suoli molto profondi o profondi su substrato ghiaioso sabbioso moderatamente alterato, tessitura media o moderatamente grossolana con scheletro da scarso a frequente, reazione subacida e saturazioni in basi bassa o media, drenaggio da buono a mediocre	IIIe
		aree variamente ondulate di raccordo con i rilievi più antichi; depositi glaciali ricoprenti suoli erosi e materiale molto alterato dei complessi glaciali più antichi; scarsa pietrosità superficiale.	6 TRG1	Oxyaquic Fragiudalfs fine loamy, mixed, mesic	Suoli profondi su orizzonti molto argillosi o molto densi di paleosuoli, tessitura media con scheletro comune in superficie scarso in profondità, reazione subacida, saturazione in basi bassa, drenaggio da buono a mediocre.	IIIes
Anfiteatro degli apparati glaciali del pleistocene più recente (Würm), dossi e cordoni morenici poco arrotondati intervallati da superfici debolmente ondulate o subpianeggianti; depositi glaciali secondariamente fluvio-glaciali non o poco alterati di norma non ricoperti da materiali eolici, frequente pietrosità superficiale	rilievi morenici poco stondati con pendenze da basse a elevate costituiti da depositi glaciali poco alterati e scarsamente classati in matrice sabbioso limosa; uso agricolo a seminativi asciutti e prati stabili e avvicendati	dossi a rilievo poco stonato con versanti moderatamente acclivi o acclivi e sommità pendenti o debolmente pendenti, con substrati ghiosi sabbiosi con clasti anche calcarei poco alterati, localmente idromorfi per la presenza di piccole falde sospese	7 BED3	Dystric Eutrochrepts coarse loamy, mixed, mesic	Suoli profondi o molto profondi su substrati ciottolosi ghiaiosi in matrice talora limosa, tessitura moderatamente grossolana con scheletro comune localmente frequente in profondità, reazione neutra saturazioni in basi alta, drenaggio buono	IIIs
		superfici di raccordo tra i rilievi morenici e le piane fluvio-glaciali, generalmente con	parti ribassate di cordoni morenici secondari a pendenze basse con substrati sabbioso-ghiaiosi	8 MTS2	Fluventic Dystrochrept coarse loamy, mixed, mesic	Suoli molto profondi su sabbie ghiaiose poco alterate, scheletro da scarso a frequente, tessitura media o grossolana, reazione subacida in superficie, subacida o

	pendenze basse o moderate.	talvolta idromorfi; pietrosità scarsa o nulla			neutra in profondità, saturazione media, drenaggio buono	
	aree subpianeggianti o debolmente acclivi con substrati fluvio-glaciali interposte tra vari rilievi talvolta intersecanti anche le morene più antiche e relative superfici di raccordo anche moderatamente acclivi interessate da fenomeni colluviali.	pie di versanti moderatamente acclivi e aree subpianeggianti più ribassate con relativi superfici di raccordo; substrati sabbiosi o ghiaioso sabbiosi, saturi d'acqua nelle parti più infossate; scarsa pietrosità superficiale piccola.	9 BED1	Dystric Eutrochrepts coarse loamy, mixed, mesic	Suoli profondi o molto profondi su substrati ciottolosi ghiaiosi in matrice talora limosa localmente nelle parti più basse saturi d'acqua, tessitura moderatamente grossolana con scheletro comune talvolta frequente in profondità, reazione neutra, saturazioni	III s
Conoidi e terrazzi di origine fluvio-glaciale costituiti da sedimenti grossolani mediamente alterati attribuiti al Pleistocene medio, coperti da una coltre di materiali eolici interessati localmente da fenomeni di colluvionamento	superfici modali pianeggianti altimetricamente rilevate rispetto al livello fondamentale della pianura di 3-5 m ad ovest e di più di 10 m ad est; uso del suolo seminativi non irrigui	aree a substrato ghiaioso sabbioso moderatamente alterato a circa 100 cm	26 CDO1	Typic Hapludults loamy skeletal, mixed, mesic	Suoli profondi o molto profondi su ghiaie sabbiose ciottolose mediamente alterate, tessitura media con scarso scheletro, da media a moderatamente grossolana con scheletro da frequente ad abbondante in profondità, reazione subacida-acida neutra in profondi	III s
Conoidi e terrazzi di origine fluvio-glaciale costituenti il livello fondamentale della pianura costituite da sedimenti ciottolosi ghiaiosi poco alterati attribuiti al Pleistocene più recente (Würmiano)	superfici modali subpianeggianti (alta pianura ghiaiosa)	aree a substrato ghiaioso con fronte di decarbonatazione oltre 120cm; comune pietrosità superficiale piccola.	36 MOO1	Typic Dystrochrepts loamy skeletal, mixed, mesic	Suoli molto profondi su substrati ghiaiosi ciottolosi, tessitura media con scheletro frequente in superficie, moderatamente grossolana con scheletro abbondante in profondità, reazione da acida in superficie subacida in profondità, saturazione in basi molto	III s
			37 TCC1	Typic Hapludalfs loamy skeletal, mixed, mesic	Suoli poco profondi su substrato ciottoloso ghiaioso calcareo, tessitura media con scheletro frequente in superficie, reazione subacida, saturazione in basi bassa, drenaggio buono.	III s
Valli alluvionali del Lambro e dei suoi affluenti	terrazzi fluviali e piane alluvionali rilevate sul letto del corso d'acqua o dalle aree più frequentemente inondabili; uso agricolo seminativi e prati	aree con substrati ghiaioso sabbiosi localmente ciottolosi, calcarei	63 MIC1 e FGA1	Oxyaquic Hapludolls coarse loamy, mixed, mesic e Dystric Fluventic Eutrochrepts coarse loamy, mixed, mesic	Suoli moderatamente profondi limitati da orizzonti idromorfi sabbioso ghiaiosi con falda temporanea, tessitura moderatamente grossolana con scheletro frequente; reazione subacida o neutra, saturazioni in basi alta, calcarei; drenaggio mediocre	II w
	valli intramoreniche profondamente incise, attive o parzialmente tali, con fondo da acuto a pianeggiante, talora con piccoli terrazzi fluviali e versanti molto acclivi generalmente coperti da boschi.	superfici con substrati ciottolosi ghiaiosi, conglomeratici, localmente argillosi caratterizzate da moderati fenomeni di erosione superficiale e da apporti colluviali lungo i versanti	68 TPE1	Typic Dystrochrepts loamy skeletal, mixed, mesic	Suoli sottili limitati dal substrato ciottoloso o conglomeratico, tessitura media, reazione acida, saturazione in basi da molto bassa a media, drenaggio buono.	IV c - VI/VII e s - VIII

## 6. SISTEMA IDROGRAFICO E IDROGEOLOGIA

Nel presente capitolo verranno accennati gli elementi principali del sistema idrografico di Carate Brianza, mentre si tratterà più approfonditamente della situazione idrogeologica nel territorio comunale.

### 6.1. Sistema idrografico

Lo studio del sistema idrografico del territorio comunale di Carate è stato sviluppato secondo diverse linee fra loro complementari:

- fase preliminare: mediante l'analisi delle foto aeree con visione stereoscopica delle stesse;
- fase di analisi del materiale esistente in bibliografia;
- fase operativa: rilevamento in scala 1 :10.000 lungo la rete idrografica principale avente anche lo scopo di verificare la corrispondenza tra quanto osservato dalle foto aeree e reperito in bibliografia e la situazione di fatto del territorio.

Nello specifico del territorio comunale di Carate sono stati riconosciuti ed evidenziati i seguenti elementi di natura più strettamente idrografica qui di seguito elencati:

- alveo scavato in roccia ma coperto in gran parte da accumuli di ciottoli lasciati alla fine di ogni piena, in cui il rapporto tra profondità e larghezza dell'alveo appare variabile lungo il proprio percorso all'interno del territorio comunale, ma avendosi sempre una prevalenza della prima grandezza (profondità) rispetto alla seconda (larghezza);
- vecchi canali derivatori a servizio dei mulini in disuso;
- diverse tipologie di difesa spondali quali:
  - ✓ muro in cls
  - ✓ scogliera in massi ciclopici
  - ✓ muro in pietrame e malta
- aree di divagazione dei corsi d'acqua su base geomorfologica;
- aree di esondazione delimitate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po;
- aree di esondazione delimitate dallo Studio Paoletti;
- situazioni di criticità idraulica quali:
  - ✓ strettoie
  - ✓ ponti o passerelle

Per una descrizione degli aspetti idrografici del territorio di Carate si vedano i successivi paragrafi 7.2, 7.2.1 e 7.4, ove questi elementi sono trattati più diffusamente. Il quadro idrogeologico del territorio di Carate è invece esposto nei successivi paragrafi.

## 6.2. La stratigrafia del sottosuolo

La successione verticale di terreni che costituisce i depositi nel sottosuolo può facilmente essere ricostruita, per l'area in esame, dalla osservazione delle stratigrafie di pozzi per acqua presenti nella zona.

Al di là della presenza di depositi sciolti a diversa granulometria e di livelli conglomeratici talvolta di notevole potenza, è importante sottolineare l'importanza della presenza di livelli argillosi oltre una certa profondità.

Questi, oltre a fornire il necessario substrato impermeabile alle falde ad essi sovrapposte, potrebbero costituire una seconda litozona, in termini idrogeologici, interessante anche per scopi di approvvigionamento idrico.

La profondità cui si spingono i pozzi di Carate Brianza non consente di valutare la potenza e la continuità di tali livelli argillosi; tuttavia, perforazioni eseguite in aree adiacenti, verso sud-ovest, hanno individuato, al di sotto di essi, corpi a granulometria sabbioso-ghiaiosa, sui quali è tuttavia impossibile fornire valutazioni di produttività, data la scarsità delle informazioni disponibili relativamente al sottosuolo di Carate; per questo, non verranno citati nei paragrafi seguenti.

### 6.3. Gli acquiferi

Dall'analisi della stratigrafia del sottosuolo si può facilmente verificare l'elevata variabilità delle caratteristiche litologiche da punto a punto, e soprattutto la abbondanza di orizzonti conglomeratici quasi ovunque.

All'interno delle alternanze osservabili sulle stratigrafie, è facile individuare i livelli che si possono considerare acquiferi, essendo costituiti da litotipi essenzialmente ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici.

Questi, pur con una geometria variabile, alla scala del territorio comunale possono essere considerati parte di uno stesso sistema acquifero, non essendo ipotizzabile un isolamento dei livelli grossolani alle diverse profondità da parte degli intercalati livelli argillosi.

Tale valutazione è sostenuta anche da quanto rilevabile dai caratteri idrochimici delle acque sotterranee, cioè dall'estrema omogeneità idrochimica delle acque campionate nei diversi pozzi del comune.

È importante sottolineare come la circolazione sotterranea assuma un diverso significato, tanto ai fini dell'approvvigionamento idrico, quanto a quelli della vulnerabilità delle risorse, a seconda che essa si verifichi all'interno degli orizzonti sabbioso-ghiaiosi, piuttosto che di quelli conglomeratici: nei primi infatti la circolazione è resa possibile dalla permeabilità primaria dovuta alla porosità del terreno sciolto, che consente buone produttività; nel secondo caso la circolazione avviene per fratturazione, fatto che, in ragione dell'elevata velocità reale di flusso sotterraneo, rende altamente vulnerabili opere di presa che dovessero filtrare tali orizzonti conglomeratici.

Le unità idrogeologiche individuate, la cui distribuzione in profondità è stata confrontata con i dati della pubblicazione ENI-REGIONE LOMBARDIA, si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo il seguente schema.

#### **Gruppo Acquifero A**

L'unità è costituita da depositi di ambiente continentale in facies fluvioglaciale/fluviatile di tipo braided ad alta energia. Dal punto di vista litologico è presente una netta predominanza di litotipi ghiaioso-sabbiosi con ciottoli, solo localmente parzialmente cementati, con subordinate intercalazioni di livelli sabbiosi e limoso-argillosi privi di continuità laterale.

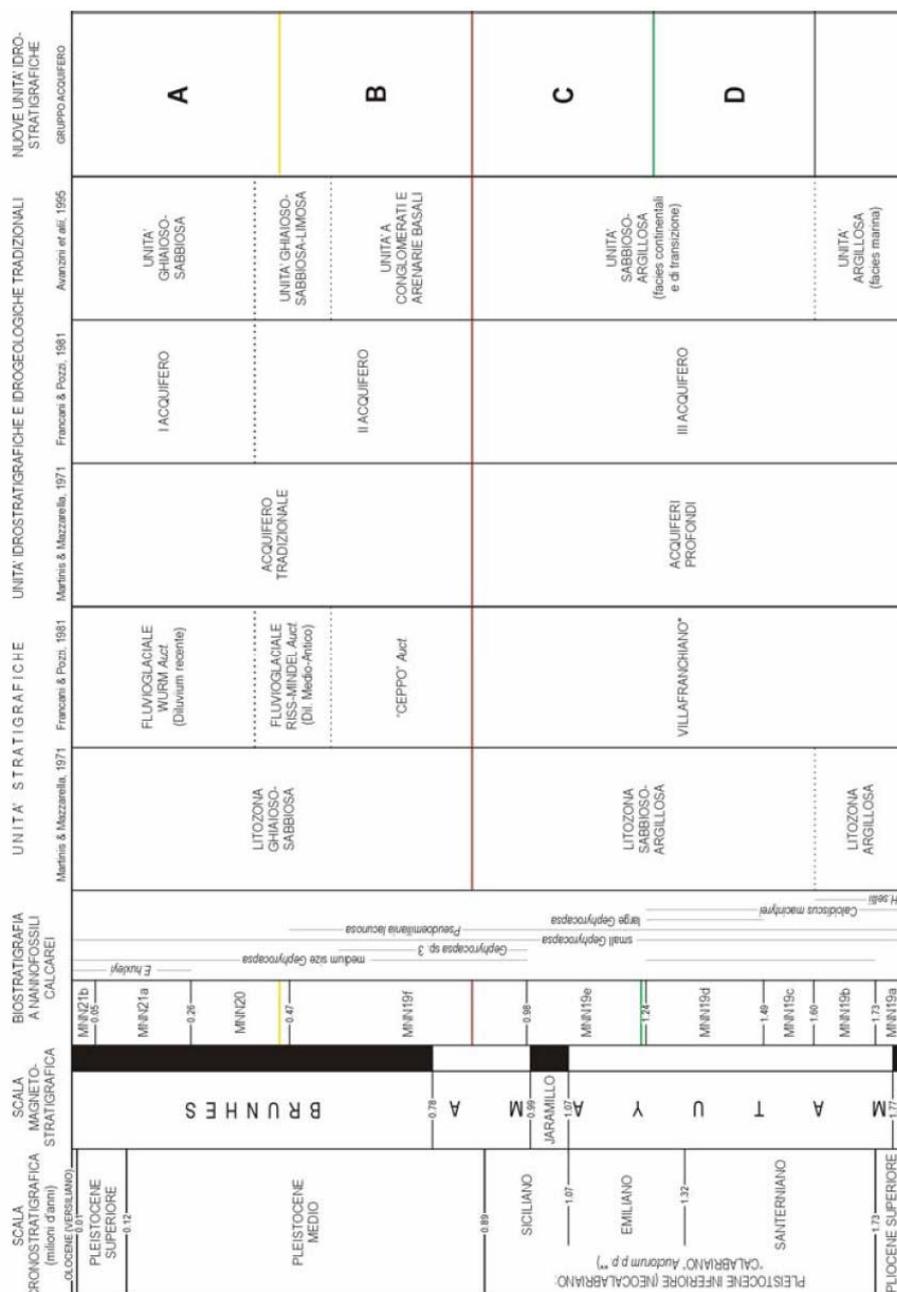
#### **Gruppo Acquifero B**

È costituito da depositi di ambiente continentale in facies fluvioglaciale/fluviatile di tipo braided, prevalentemente a ghiaie, sabbie con ciottoli e conglomerati a diverso grado di cementazione. All'interno dell'unità sono localmente presenti orizzonti a bassa permeabilità rappresentati da sabbie limose, limi e argille, generalmente caratterizzati da una limitata estensione laterale. Il gruppo, di spessore variabile da 60 a 80 m, è sede dell'acquifero superiore di tipo libero e localmente semiconfinato, caratterizzato da una elevata permeabilità data dalla porosità, dalla fratturazione e dal carsismo. L'elevata vulnerabilità intrinseca di tale acquifero è generalmente testimoniata dalle scadenti caratteristiche qualitative delle acque, che presentano talora elevati valori di nitrati.

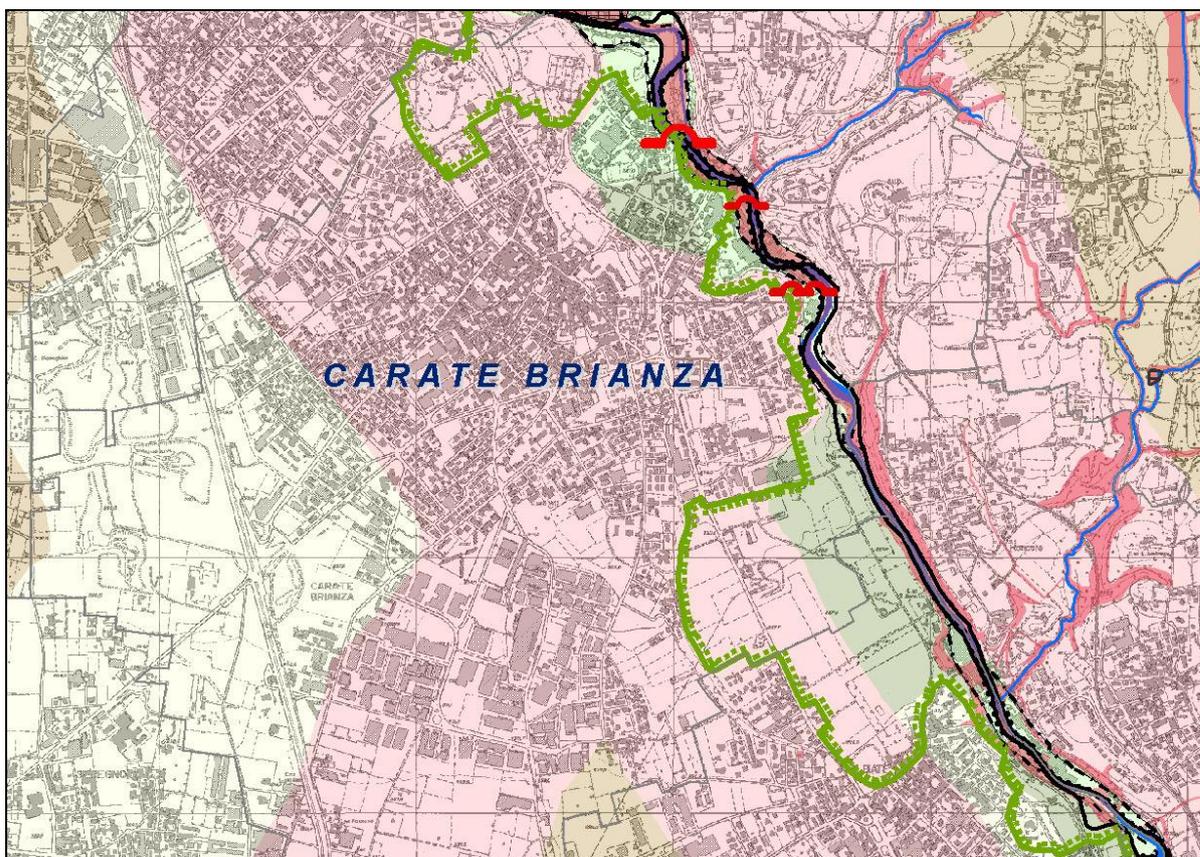
#### **Gruppi Acquiferi C e D**

Sono costituiti da depositi in facies continentale/transizionale deltizia litologicamente caratterizzati da argille limose grigie/gialle (gruppo acquifero C) e azzurre (gruppo acquifero D) a cui si intercalano

livelli di sabbie fini e ghiaie sabbiose ad alto contenuto argilloso. Si riscontra la presenza di livelli torbosi e di fossili in aumento con la profondità. Nei livelli più grossolani e permeabili sono presenti falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato, la cui vulnerabilità è mitigata dalla presenza a tetto di strati argillosi arealmente continui, ma non sono da escludere collegamenti ed alimentazione da parte dell'acquifero libero superiore ad alta vulnerabilità.



Schema dei rapporti stratigrafici (modificata da Carcano C. & Piccin A., Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia. Regione Lombardia & Eni Divisione Agip, Firenze, 2002).



Stralcio Tav. 8 del PTCP: "Assetto idrogeologico".

PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO-PAI art.8	
<b>Fasce fluviali</b>	
	Limite tra la Fascia A e la Fascia B
	Limite tra la Fascia B e la Fascia C
	Limite esterno della Fascia C
	Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C
	Area di laminazione controllata
<b>Aree a rischio idrogeologico molto elevato</b>	
	Zona I
	Zona B-PR
<b>Aggiornamento al quadro del dissesto</b>	
	Aree di frana attiva (Fa)
	Aree di frana quiescente (Fq)
	Aree con pericolosità molto elevata o elevata (Ee)
<b>RICOGNIZIONE ULTERIORI CRITICITA' IDROGEOLOGICHE</b>	
	Aree allagabili con tempo di ritorno 100 anni*
	Opere interferenti - alta criticità*
	Opere interferenti - media criticità*
	Aree di fattibilità geologica classe 4 - gravi limitazioni
<b>Grado di suscettività al fenomeno degli "occhi pollini"</b>	
	Molto alto
	Alto
	Moderato
	Basso
	Molto basso-nullo
<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO</b>	
	Interventi di laminazione esistenti
	Interventi di laminazione programmati
	Interventi di laminazione indicati da Autorità di Bacino del Po*
<b>ALTRI TEMATISMI</b>	
	Confine provinciale
	Confini comunali
	Reticolo idrografico
	Autostrada Pedemontana e Teem
	Perimetrazione Parchi regionali
	Stazioni di rilevamento idro-meteorologiche

**Legenda Tav. 8 del PTCP: "Assetto idrogeologico"**

Valutazioni quantitative dei parametri idraulici degli acquiferi sono necessarie per considerazioni relative a:

- delimitazione delle aree di salvaguardia delle captazioni
- vulnerabilità degli acquiferi,
- influenza del pompaggio sulla piezometria locale,
- valutazioni sulla potenzialità degli acquiferi,
- ottimizzazione dei calcoli per l'ubicazione di nuove opere di presa,
- progettazione e dimensionamento delle stesse opere.

Il calcolo di tali parametri idraulici si affida di volta in volta alla disponibilità di dati provenienti da prove di portata effettuate sui pozzi, ove possibile a metodologie di analisi quantitativa della superficie piezometrica, a procedimenti di identificazione parametrica propri dell'analisi numerica mediante applicazione di modelli matematici, alla elaborazione di dati relativi alla portata specifica dei pozzi, alla esecuzione di prove di laboratorio su materiali campionati nel corso di una perforazione.

Nel nostro caso, rispetto ad alcuni dei metodi sopra elencati, si sono rilevate le seguenti controindicazioni:

- le conoscenze delle caratteristiche morfologiche della superficie piezometrica sono tali da rendere inutilizzabili le metodologie esistenti per una sua analisi quantitativa;
- l'applicazione di un modello matematico di tipo numerico al caso in studio è stato approntato tenendo presente le limitazioni legate alla quantità nonché alla qualità dei dati disponibili. Questo non esclude che tale applicazione possa essere ritenuta indicativa di una situazione idrogeologica sufficientemente rappresentativa della realtà locale nell'ambito dell'acquifero in studio.

<i>Pozzo</i>	<i>quota p.c.</i> <i>m s.l.m.</i>	<i>diam.</i> <i>m</i>	<i>perf.</i> <i>m</i>	<i>LS</i> <i>m</i>	<i>LD</i> <i>m</i>	<i>Lfiltri</i> <i>m</i>	<i>H acq</i> <i>m</i>	<i>Q</i> <i>l/s</i>	<i>Qs</i> <i>l/s/m</i>
Valassina 1	241	0,60	0,80	51	76,5	19,0	59,50	28,67	1,12
Valassina 2	239,5	0,35	1,00	52	76	23,5	47,00	33,41	1,39
Valassina 3				49	58,75			37,56	3,85
Corteselle	253,7	0,25	0,80	44	64	9,0	64,50	7,22	0,36
Gibellini	238	-----	0,30	63,5	70,3	8,0	62,20	11,14	1,64
Gen.Cantore	238	0,70	1,18	60,0	68,00	11,0	73,50	18,0	2,25
Via Grandi / Battisti								10,0	

**diam. = diametro pozzo (colonna di produzione)**

**perf. = diametro della perforazione**

**LS = profondità del livello statico**

**LD = profondità del livello dinamico**

**L filtri = lunghezza cumulativa dei filtri nel pozzo**

**Ha = spessore dell'acquifero (da livello statico a base del filtro più profondo)**

**Q = portata esercitata al collaudo**

**Qs = portata specifica misurata al collaudo**

La valutazione quantitativa dei parametri idraulici si è dunque affidata alla disponibilità di dati forniti dall'esecuzione di alcuni test idraulici sui pozzi dell'acquedotto ed alla elaborazione dei valori relativi alle portate specifiche dei pozzi. I risultati sono stati poi confrontati con quelli forniti dagli studi precedenti.

Pozzo	$K(1)$ m/sec	$K(2)$ m/sec	$Ka(3)$ m/sec	$K(4)$ m/sec	$K(5)$ m/sec
Valassina 1	2,3 E-5	7,86 E-3	3,62 E-3	1,00 E-4	
Valassina 2	3,6 E-5	2,81 E-2	-----	2,00 E-4	
Valassina 3					
Corteselle	6,8 E-6	1,36 E-2	1,79 E-3	9,00 E-5	1,4 E-4
Gen,Cantore	3,22 E-5	8,85 E-3	-----	6,00 E-5	

**(1) Dato calcolato da Qs, secondo Thiem-Dupuit (1963)**

**(2) Dato calcolato da Qs, secondo Bradbury-Rothschild (1985)**

**(3) Valore ricavato da curva in abbassamento (Studio idrogeologico Ecoter 1993)**

**(4) Valore fornito dallo studio idrogeologico del 1986**

**(5) Valore calcolato dalla prova di portata eseguita da Ronchi il 25.03.97**

Per i risultati forniti dalle metodologie sopra citate è opportuno considerare che i risultati dei test idraulici sono condizionati dalle modalità di rilevazione dei livelli mediante sistema di telecontrollo dell'acquedotto di Carate Brianza; la scarsa risoluzione delle letture e l'impossibilità di protrarre per un intervallo di tempo sufficientemente esteso la rilevazione fornisce misure che, in sede di interpretazione, portano a calcolare valori approssimati, presumibilmente per difetto, e che non è possibile depurare dall'influenza delle perdite idrauliche di carico. Tale supposizione è suffragata dai valori calcolati per i pozzi Corteselle e Valassina 1.

È stato effettuato un calcolo di valori di parametri idraulici a partire dai dati di portata specifica: la portata specifica di un pozzo è data dal rapporto tra portata emunta e relativo abbassamento del livello causato nel pozzo stesso. Dimensionalmente, la portata specifica ( $Q_s$ ), essendo espressa da mc/sec/m (=mq/sec) è confrontabile con la trasmissività (T) di un acquifero. Tale possibilità viene sfruttata per il calcolo dei valori di permeabilità (K), dividendo la T per lo spessore dell'acquifero.

Esistono diverse espressioni analitiche in letteratura per tale calcolo: in questa sede ne sono state utilizzate due differenti. La prima (*Thiem-Dupuit*), basata sull'espressione di una relazione empirica ( $T=1,22*Q_s$ ), ha fornito valori di permeabilità eccessivamente bassi, se confrontati con l'evidenza delle definizioni litologiche e sembra quindi confermare l'esistenza di un rilevante effetto dovuto a perdite di carico in pozzo. Tali perdite di carico sono addebitabili in genere a diversi fattori, tra cui le caratteristiche costruttive del pozzo, la ridotta estensione dei filtri in rapporto allo spessore dell'acquifero, un pompaggio eccessivo in rapporto alla ubicazione dei filtri stessi e della pompa.

Nel tentativo di verificarne l'esistenza e di verificare al contempo i calcoli relativi ai parametri idraulici sopra esposti, si è proceduto ad un ulteriore calcolo, utilizzando la metodologia *Bradbury-Rothschild*: è possibile con essa calcolare il valore di T, e di conseguenza quello di K, utilizzando ancora una volta i valori di  $Q_s$ , corretti sulla base delle caratteristiche del pozzo.

I risultati esposti mostrano che i valori di K ottenuti con questo metodo sono i più alti, evidenziando come l'opera di presa non sfrutti adeguatamente le potenzialità dell'acquifero. È doveroso aggiungere che i valori di K in tal modo ottenuti non sono necessariamente i più rappresentativi di una caratteristica media dell'acquifero, ma sono quelli che descrivono la situazione riferita allo sfruttamento ottimale dell'acquifero ed alla completa assenza di perdite di carico.

## **6.4. Caratteristiche delle falde**

Per ciò che concerne le ricostruzioni relative all'idrodinamica sotterranea, si sono utilizzati dati forniti da una parte dalla rete di monitoraggio piezometrico del Consorzio per l'Acqua Potabile ai comuni della Provincia di Milano, che effettua per proprio conto letture di livello piezometrico con frequenza mensile su una rete che dispone mediamente di 1-2 punti di osservazione su ciascun territorio comunale, dall'altra dall'Acquedotto comunale di Carate Brianza. Questi stessi dati sono stati elaborati e confrontati con quanto proposto dagli studi precedenti.

Le elaborazioni originali effettuate, di cui si tratta nei successivi paragrafi, riguardano:

- la piezometria dell'area ed il flusso idrico sotterraneo,
- la soggiacenza della falda.

### **6.4.1. La piezometria**

La ricostruzione del livello piezometrico della falda nell'area di studio (v. Tavola C – Carta Idrogeologica) si basa su dati Brianzacque, che prende in considerazione una porzione di territorio ben più ampia di quella di Carate Brianza. Dalla carta delle isopiezometriche si rilevano alcune caratteristiche costanti ed altre variabili nel tempo: la falda presenta una direzione di flusso prevalentemente NE-SO con modeste deviazioni da questa direzione principale e un gradiente variabile tra 0,8% e 1%. Dall'analisi dell'andamento della curvatura delle linee isopiezometriche si osserva come il deflusso delle acque risulti influenzato dalla presenza del Lambro nel settore nordorientale. Va sottolineato come la presenza di un solo punto di controllo della piezometria ad est del Lambro e per di più a ridosso dello stesso costituisca un fattore limitativo per una corretta ricostruzione della superficie della falda in questo settore, che si è deciso quindi di non interpretare. L'assenza di un'adeguata rete di controllo nel settore ad est del Lambro e nelle immediate vicinanze dello stesso ad ovest non consente di valutare, se non qualitativamente, i rapporti tra fiume e falda.

### **6.4.2. La soggiacenza**

Anche la rappresentazione della soggiacenza della falda (v. Tavola C) si basa su dati Brianzacque; se si eccettua la tendenza alla diminuzione evidente nel settore nord-orientale, ma dovuta in parte alla presenza del Lambro e delle relative variazioni di quota topografica, decresce verso sud e verso ovest, seppur in misura ridotta. In sponda destra del Lambro si sviluppa, in conseguenza della tipologia di depositi presenti, un classico acquifero multifalda, tipico delle zone di pianura s.s., con acquiferi dotati di una buona continuità laterale. Nella zona collinare che si apre in sponda sinistra del Lambro, in relazione ai depositi ed ai litotipi presenti, si sviluppa una struttura idrogeologica caratterizzata dalla mancanza di sistemi porosi continui.

La soggiacenza, corrispondendo alla distanza che un inquinante proveniente dalla superficie deve percorrere per giungere in falda, è il primo parametro che le metodologie riconosciute per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi utilizzano, esplicitate nei successivi paragrafi.

Per una valutazione delle ricostruzioni inserite in Tavola C e per il relativo confronto con dati piezometrici storici, si riportano qui sotto i dati che erano già stati inseriti nel primo studio redatto a supporto della redazione dello strumento urbanistico comunale di Carate Brianza.

<b>COMUNE</b> <b>(Località)</b>	<b>CODICE</b> <b>POZZO</b>	<b>Quota falda</b> <b>(nov.1995)</b>	<b>Quota falda</b> <b>(apr.1996)</b>
<b>CARATE</b>			
<b>Gibellini</b>	48.007	185.56	-
<b>Corteselle</b>	48.006	185.42	-
<b>Gen. Cantore</b>	48.005	185.87	-
<b>via all'Isola</b>	48.015	212.75	213.15
<b>VERANO BR.</b>			
<b>via Marconi</b>	235.002	189.9	-
<b>via Comasina</b>	235.003	185.12	-
<b>P.zza Repubblica</b>	235.010	191.47	-
<b>via Sabbionette</b>	235.016	187.01	187.01
<b>GIUSSANO</b>			
<b>Tonale-Gagetto</b>	107.012	194.5	-
<b>SEREGNO</b>			
<b>via Edison</b>	208.006	164.3	-
<b>A.Lambro-Macalè</b>	208.008	164.1	163.95
<b>TRIUGGIO</b>			
<b>via Kennedy</b>	224.007	184.17	184.07
<b>BRIOSCO</b>			
<b>via Peregallo</b>	33.008	194.31	191.21
<b>SOVICO</b>			
<b>Beta Spa via Volta</b>	216.005	176.76	177.56

**Dati piezometrici relativi ai mesi di nov. 95 e apr. 96**

## 6.5. L'approvvigionamento idrico

L'acquedotto di Carate Brianza dispone di diversi pozzi per acqua, ubicati all'interno del territorio comunale e che provvedono a soddisfare il fabbisogno idrico comunale. I pozzi sono definiti come:

1. Valassina 1, all'interno della Cava Borgonovo;
2. Valassina 2, all'interno della Cava Borgonovo;
3. Valassina 3, all'interno della Cava Borgonovo;
4. Valassina (NP2), in via Tommaso Grossi;
5. via Grandi/Battisti;
6. Corteselle, in via Corteselle;
7. Gibellini nuovo (NP4), in via Bosco Pascoli;
8. IV Novembre, in P.za IV Novembre;
9. General Cantore, in via G. Cantore.

Quest'ultimo è attualmente inattivo, mentre per ciò che riguarda la resa degli altri, va sottolineato come i tre pozzi Valassina siano in grado di erogare circa il 65% del fabbisogno idrico, avendo una resa mediamente doppia rispetto a quella dei pozzi Corteselle, Gibellini e IV Novembre.

Nel prospetto alla pagina successiva si riporta un estratto da DB SIF provinciale relativo a tutti i pozzi di Carate.

<i>Indirizzo_</i>	<i>Prof_escav</i>	<i>Proprietario</i>	<i>Proprieta</i>	<i>Quota_pc_m</i>	<i>Stato</i>	<i>CodSIF</i>
P.ZZA IV NOVEMBRE	115	N/D	Pubblico	254	Attivo	150480001
VIA CUSANI	76	N/D	Pubblico	253	Disuso	150480002
VIA MILANO	117	N/D	Pubblico	248	Disuso	150480003
VIA CRISTO RE	120	N/D	Pubblico	249	Disuso	150480004
VIA GENERAL CANTORE	133	N/D	Pubblico	255	Disuso	150480005
VIA CORTESELLE	170	N/D	Pubblico	253	Disuso	150480006
LOC. VILLA GIBELLINI	116	N/D	Pubblico	237	Attivo	150480007
VALASSINA I	110	N/D	Pubblico	243	Attivo	150480008
VALASSINA II	105	N/D	Pubblico	241	Attivo	150480009
P.ZZA RISORGIMENTO 1	73	N/D	Privato	248	Cementato	150480011
VIALE GARIBALDI 37	91	N/D	Privato	265	Attivo	150480012
LOC. BELDOSSO	0	N/D	Privato	294	Attivo	150480014
VIA PRIVATA ALL'ISOLA	25	N/D	Privato	216	Attivo	150480015
FIUMEE17	0	N/D	Privato	237	Attivo	150480019
VIAuPozzone	70	N/D	Privato	227	Attivo	150480021
VALASSINA III	110	N/D	Pubblico	242	Attivo	150480025
VIA CLAUDIO CESANA 28	20	N/D	Privato	253	Cementato	150480027
VIA CAVOUR 25	8	N/D	Privato	222	Disuso	150480028
VIA PASUBIO	8	N/D	Privato	277	Disuso	150480029
VIA BOSCO DEI PASSERINI - NUOVO POZZO GIBELLINI	136	N/D	Pubblico		Attivo	150480039
VIA RIVERA 115	61	N/D	Privato	227	Attivo	150480040
NUOVO POZZO VALASSINA NP2	148	N/D	Pubblico	237	Attivo	150480042
VIALE BRIANZA 71	80	Autolavaggio Villa	Privato	237	Attivo	1080150052
VIA RIVERIO SUPERIORE, 5	118	Sugarmusic Spa	Privato	264	Attivo	150480047
	130	GAN Immobiliare	Privato	265	Attivo	1080150053
VIA lombardia 24	75	L'italiana Aromi Spa	Privato	241	Attivo	1080150054
VIA lombardia 24	90	L'italiana Aromi Spa	Privato	241	Attivo	1080150055
VIA lombardia 24	53	L'italiana Aromi Spa	Privato	241	Attivo	1080150056
VIA Grandi	140	AEB	Pubblico	256	Attivo	1080150057

**Estratto da DB SIF provinciale relativo a tutti i pozzi di Carate**

## 6.6. Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

Si intende con questo termine l'insieme "delle caratteristiche dei complessi idrogeologici che costituiscono la suscettibilità specifica di essi ad ingerire e diffondere un inquinante liquido o idroveicolato" (CIVITA, 1988).

Queste caratteristiche sono legate ai diversi processi in grado di modificare, accelerandolo o mitigandolo, l'effetto del decorso di un fenomeno di inquinamento di una certa intensità.

Tale definizione si riferisce al sistema naturale e comprende diversi parametri, ciascuno con diverso peso.

Le valutazioni di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi non prendono in considerazione le caratteristiche dell'inquinante, assimilandone il comportamento a quello dell'acqua.

Comunemente si considera che questo criterio deponga a favore della sicurezza. Ciò è corretto nella stragrande maggioranza dei casi, in quanto l'interazione liquido-liquido o liquido-solido comporta fenomeni di decadimento, adsorbimento e diluizione.

Inoltre, le caratteristiche di diffusività del soluto, che teoricamente potrebbero conferirgli una velocità di propagazione assoluta maggiore di quella relativa al transfert della massa idrica, non vengono quasi mai inserite nei calcoli relativi ai fenomeni di trasporto, data la loro bassissima incidenza.

L'applicazione del termine vulnerabilità intrinseca degli acquiferi al sistema naturale esclude inoltre dal novero dei meccanismi, in prima istanza, qualunque interferenza di origine antropica, e come conseguenza, solo per fare un esempio, viene momentaneamente ignorata la possibilità che un acquifero venga vulnerato mediante immissione diretta in falda di inquinanti, come nel caso di pozzi perdenti. Un caso di questo genere viene fatto rientrare nel fattore pericolosità.

Si fa presente che il quadro idrogeologico locale vede, come detto in precedenza, in sponda destra e sinistra del Lambro poiché riferiti a due ambiti idrogeologici differenti. In sponda destra infatti si sviluppa, in conseguenza della tipologia di depositi presenti, un classico acquifero multifalda, tipico delle zone di pianura s.s., con acquiferi dotati di una buona continuità laterale.

Nella zona collinare che si apre in sponda sinistra del Lambro, in relazione ai depositi ed ai litotipi presenti, si sviluppa una struttura idrogeologica caratterizzata dalla mancanza di sistemi porosi continui.

Pertanto la valutazione sulla vulnerabilità degli acquiferi avverrà secondo metodi parametrici per la porzione di territorio caratese in sponda destra del Lambro.

Di contro la vulnerabilità del territorio comunale che si sviluppa in sponda sinistra del Lambro verrà stimata indirettamente attribuendo un diverso grado di vulnerabilità alle diverse unità litologiche.

Nel presente studio vengono effettuate valutazioni relative ad alcuni parametri che direttamente concorrono a determinare la vulnerabilità degli acquiferi, secondo la definizione di vulnerabilità che si è data nei paragrafi precedenti.

Tale procedimento di valutazione fa riferimento al sistema conosciuto come *DRASTIC*, proposto da Aller et al.(1985) ed utilizzato dall'EPA (*U.S. Environmental Protection Agency*).

Secondo tale metodologia, è possibile giungere ad una quantificazione della vulnerabilità del sistema naturale, mediante un complesso insieme di giudizi e di valutazioni quantitative separate per sette parametri, di cui nel presente studio si sono presi in considerazione solo quelli direttamente connessi alla situazione locale.

### **Profondità della falda dalla superficie topografica, o soggiacenza**

Questa corrisponde alla distanza minima che un inquinante deve percorrere provenendo dalla superficie; la soggiacenza, se si eccettua la tendenza alla diminuzione evidente nel settore nord-orientale, ma dovuta in parte alla presenza del Lambro e delle relative variazioni di quota topografica, decresce verso sud e verso ovest, seppur in misura ridotta.

### **Litologia del non saturo**

Viene valutata in questo caso la porzione di terreno che l'inquinante deve attraversare prima di giungere in falda. Si assume che il grado di protezione di un acquifero sia proporzionale alla presenza di frazione fine nella zona insatura, dato l'aumento delle capacità di scambio e di filtrazione e la diminuzione delle caratteristiche di permeabilità che ne derivano. Nello studio effettuato dalla Ecoter nel 1993 tale caratteristica è stata rilevata mediante prospezione geofisica. Secondo questo studio nel territorio di Carate si assiste ad una progressiva diminuzione della percentuale di argilla presente nei primi 10 m di sottosuolo, passando da valori elevati della frazione fine (80 – 70 % di argilla) nella zona (ad andamento circa NW-SE) che va dal Parco delle Fontanelle-Parco Cusani-Ospedale, alla nuova Valassina ove si rinvencono i tenori più bassi in argilla (0 – 10 % di argilla).

### **Potenzialità degli acquiferi**

Questo parametro fornisce una valutazione della produttività degli acquiferi e quindi fornisce indirettamente informazioni sulle caratteristiche idrauliche degli acquiferi. La potenzialità degli acquiferi è stata valutata nel già citato studio Studio Ecoter 1993, utilizzando il seguente approccio:

- si è selezionato l'intervallo di profondità a cui si è ritenuto corrispondano le migliori condizioni per lo sfruttamento idrico; tale intervallo corrisponde all'intervallo compreso tra 70 e 110 m dal p.c.;
- relativamente a quest'intervallo di profondità si è espressa la produttività potenziale facendo riferimento all'indagine geoelettrica condotta in sito, tenendo presente che a resistività maggiori corrispondono situazioni maggiormente favorevoli;
- sempre relativamente all'intervallo di profondità esaminato si è calcolata la distribuzione statistica dei conglomerati. La loro presenza costituisce un fattore sfavorevole all'approvvigionamento idrico, poiché non favorisce la circolazione delle acque sotterranee;
- dall'incrocio delle due elaborazioni precedenti, si è elaborata la carta della distribuzione relativa della produttività; cioè la presenza di litotipi resistivi, ma depurata della presenza di livelli conglomeratici.

### **Elaborazione dei dati**

Le informazioni disponibili relativi ai parametri sopracitati sono state riassunte nella tabella sotto riportata, nella quale sono indicati gli intervalli di valori di ciascun parametro rilevati nel territorio comunale.

Ad ognuno di questo intervallo di valori è stato quindi attribuito un diverso peso nella determinazione della vulnerabilità della falda. E' stato cioè attribuito ad ogni intervallo di valori un punteggio

variabile tra 1 e 3, in cui al valore maggiore (3) corrisponde una maggiore vulnerabilità e al valore minore (1), corrisponde di contro il valore più basso di vulnerabilità.

argilla 0 – 10 m da p.c.	0 - 20	20 – 50	> 50
soggiacenza	< 30	30 - 45	> 45
potenzialità acquiferi	> 20	0 – 20	< 0

Alla somma dei punteggi attribuiti a ciascun parametro corrisponde un diverso grado di vulnerabilità secondo la tabella sotto riportata.

Vulnerabilità	punteggio complessivo
alta	9 – 7
media	6 – 5
bassa	4 - 3

L'area dotata di un maggior grado di vulnerabilità è quella che si sviluppa al margine occidentale del territorio comunale.

Per quanto attiene la rimanente parte del territorio comunale, in sponda destra del Lambro esso appare dotato di un grado di vulnerabilità basso e localmente medio.

Relativamente alla porzione di territorio caratese in sinistra Lambro si fa presente, come già accennato, che la vulnerabilità verrà stimata indirettamente attribuendo un diverso grado di vulnerabilità alle diverse unità litologiche che sono state distinte nella carta geologica.

Più specificatamente ai depositi morenici è stato attribuito un grado di vulnerabilità basso, mentre ai depositi fluvioglaciali, alluvionali, in quanto possibili sedi di falde sospese di modesta entità e quindi potenzialmente vulnerabili, è stato attribuito un grado medio.

## 6.7. Stato qualitativo delle falde

La qualità delle acque sotterranee è un importante indicatore dell'entità della pressione antropica sugli acquiferi e dell'efficacia degli interventi di salvaguardia.

La valutazione delle caratteristiche idrochimiche delle acque di falda è basata sull'esame delle analisi dei pozzi pubblici e privati del territorio, provenienti dalla banca dati del Sistema Informativo Falda (SIF) gestito dal Servizio Gestione e Controllo Acque Sotterranee della Provincia di Milano.

Poiché i dati analitici disponibili si riferiscono a pozzi con profondità e caratteristiche differenti, captanti acquiferi con diverso grado di protezione dalle contaminazioni superficiali in funzione della continuità, numero e spessore degli orizzonti argillosi sovrastanti ai tratti fenestrati, e poiché le cause di contaminazioni sono collegate all'uso del suolo, i panorami ricostruiti mirano a rappresentare lo stato chimico degli orizzonti acquiferi più superficiali della falda tradizionale, eliminando i valori relativi all'acquifero profondo o protetto.

La selezione dei dati è stata quindi fatta alla luce della posizione dei filtri nei relativi pozzi in relazione agli spessori ed alla posizione dei livelli argillosi attraversati. Il criterio seguito comporta l'eliminazione dei dati riferiti ai pozzi i cui intervalli fenestrati si trovino tutti al di sotto del primo orizzonte argilloso con caratteristiche di spessore ed estensione areale tali da operare una protezione per gli orizzonti acquiferi immediatamente sottostanti.

Inoltre, al fine di limitare la disomogeneità dei dati legata alla profondità ed al tipo di degli acquiferi captati dai filtri sottostanti, dovuta a diversi gradi di miscelazione di acque superficiali con acque profonde, sono stati eliminati tutti i dati relativi a pozzi in cui lo spessore complessivo degli orizzonti argillosi attraversati tra il primo ed ultimo filtro fosse superiore a 10 m, inteso come indice di attraversamento di molteplici orizzonti acquiferi o di acquiferi confinati.

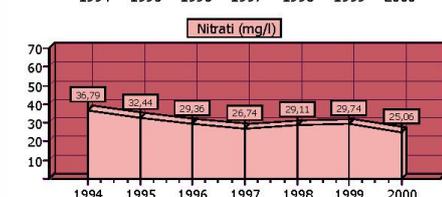
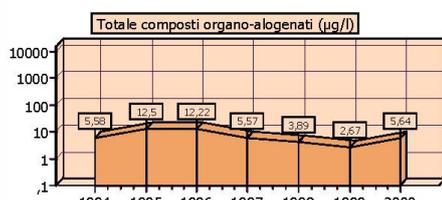
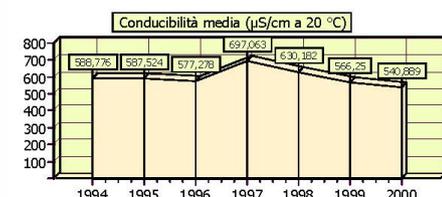
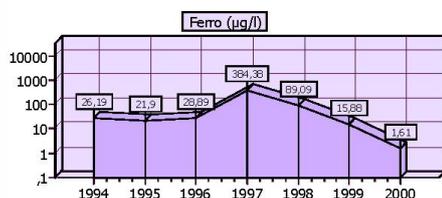
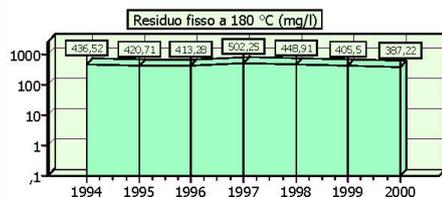
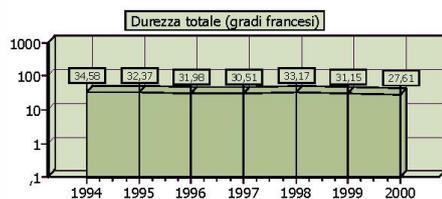
Nel seguito si riportano un estratto della Carta della concentrazione massima di nitrati nella falda tradizionale, nonché una scheda di riepilogo annuale, relativa al Comune di Carate, contenente i dati riguardanti la qualità delle acque emunte, i pozzi presenti sia pubblici che privati e la profondità della falda dal piano campagna. È importante sottolineare che i dati riguardano l'acqua di falda e non l'acqua distribuita dalle rete acquedottistica, che viene miscelata e trattata.

## Carate Brianza

Pozzi pubblici		Pozzi privati	
Attivi	6	Attivi	9
In disuso	5	In disuso	3
Cementati	0	Cementati	3
Stato non definito	0	Stato non definito	0
<b>Totale</b>	<b>11</b>	<b>Totale</b>	<b>15</b>
Attivati nel 2000	0	Attivati nel 2000	2
Posti in disuso nel 2000	0	In disuso nel 2000	0
Cementati nel 2000	0	Cementati nel 2000	0
<b>Piezometri (totale)</b>	<b>9</b>	Piezometri aperti nel 2000	2



### MEDIE ANNUALI DI ALCUNI DEI PRINCIPALI PARAMETRI IDROCHIMICI

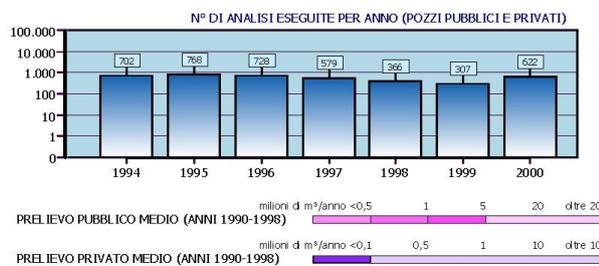


### PROFONDITÀ DELLA FALDA DAL PIANO CAMPAGNA, in metri



### Valori medi annui (2000) dei principali indicatori. Prelievi da falda, pozzi pubblici.

Alluminio	- mg/l (0,2)	Manganese	0 µg/l (50)
Ammoniacale	0 mg/l (0,5)	Mercurio	- µg/l (1)
Antimonio	- µg/l (10)	Nichel	- µg/l (50)
Argento	- µg/l (10)	Nitrati	25,8 mg/l (50)
Arsenico	0,46 µg/l (50)	Nitriti	0 mg/l (0,1)
Bario	- µg/l	Ossigeno disciolto	- % di sat.
Berillio	- µg/l	pH	7,51 gr. lioni
Boro	- µg/l	Piombo	0 µg/l (50)
Cadmio	0 µg/l (5)	Potassio	- mg/l
Calcio	76 mg/l	Rame	- µg/l (1000)
Cianuri	- µg/l (50)	Residuo fisso a 180 °C	383,2 mg/l (1500)
Cloruri	16,13 mg/l	Selenio	- µg/l (10)
Co2 libera	- mg/l	Silice	- mg/l
Conducibilità a 20 °C	535,27 µS/cm	Sodio	- mg/l (175)
Cromo esavalente	- µg/l (50)	Solfati	26,93 mg/l (250)
Cromo totale	0 µg/l (50)	Totale antiparassitari	0 µg/l (0,5)
Durezza totale	27,4 gradi franc. °F	Totale composti organoalogenati	6,1 µg/l (30)
Ferro	1,93 µg/l (200)	Totale idrocarburi aromatici	- µg/l
Fluoro	- µg/l (1500)	Totale idrocarburi policiclici aromatici	- µg/l (0,2)
Fosforo	0 µg/l (5000)	Zinco	- µg/l (3000)
Magnesio	20,27 mg/l (50)		



I dati presentati non si riferiscono all'acqua potabile distribuita ma ai prelievi da falda. In tabella, tra parentesi, sono indicate le CMA per i singoli parametri (Dpr n. 236 del 24 maggio 1988). Le oscillazioni delle medie annuali possono essere conseguenza della chiusura, o apertura, di punti di prelievo negli anni, o di effettive variazioni della composizione delle acque di falda.

Provincia di Milano. Servizio Gestione e Controllo Acque Sotterranee. Sistema Informativo Falda. Riepilogo annuale.

Pag. 41

## 7. CLIMATOLOGIA, IDROGRAFIA E IDROLOGIA

### 7.1. Regime pluviometrico e termico

Le principali caratteristiche fisiche del territorio comunale di Carate Brianza sono la spiccata continentalità, il debole regime di vento e la persistenza di condizioni di stabilità atmosferica. Dal punto di vista dinamico, la presenza della barriera alpina influenza in modo determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine nordica e atlantica, determinando la prevalenza di situazioni di occlusione e un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati e quelle degli strati superiori.

Il clima che caratterizza il Comune di Carate è di tipo continentale, contraddistinto da inverni piuttosto rigidi ed estati calde. Le precipitazioni, di norma, sono poco frequenti e concentrate in primavera e autunno. La ventilazione è scarsa in tutti i mesi dell'anno e l'umidità relativa dell'aria è sempre piuttosto elevata. La presenza della nebbia è concentrata durante i mesi più rigidi. Lo strato d'aria fredda, che determina la nebbia, persiste spesso tutto il giorno nel cuore dell'inverno, ma di regola si assottiglia in modo evidente nelle ore pomeridiane.

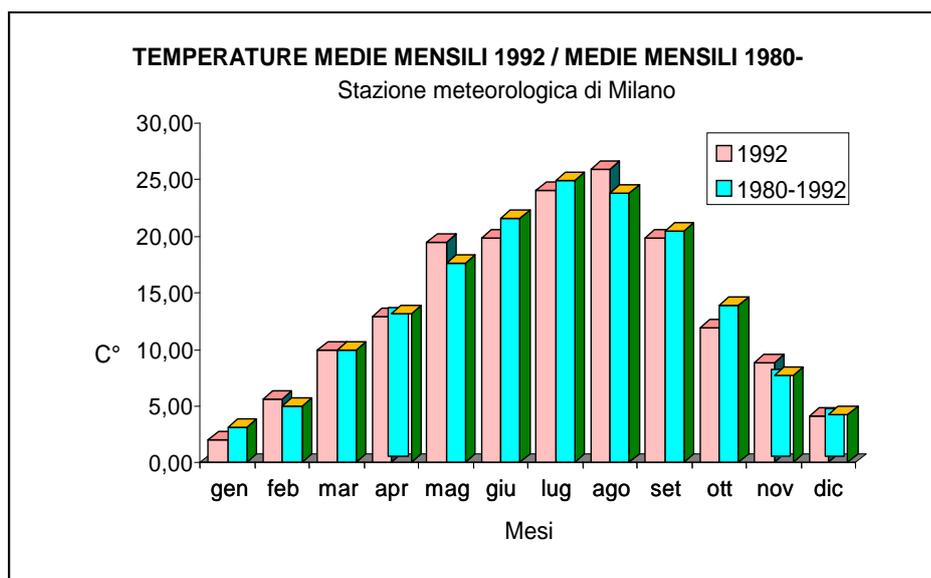
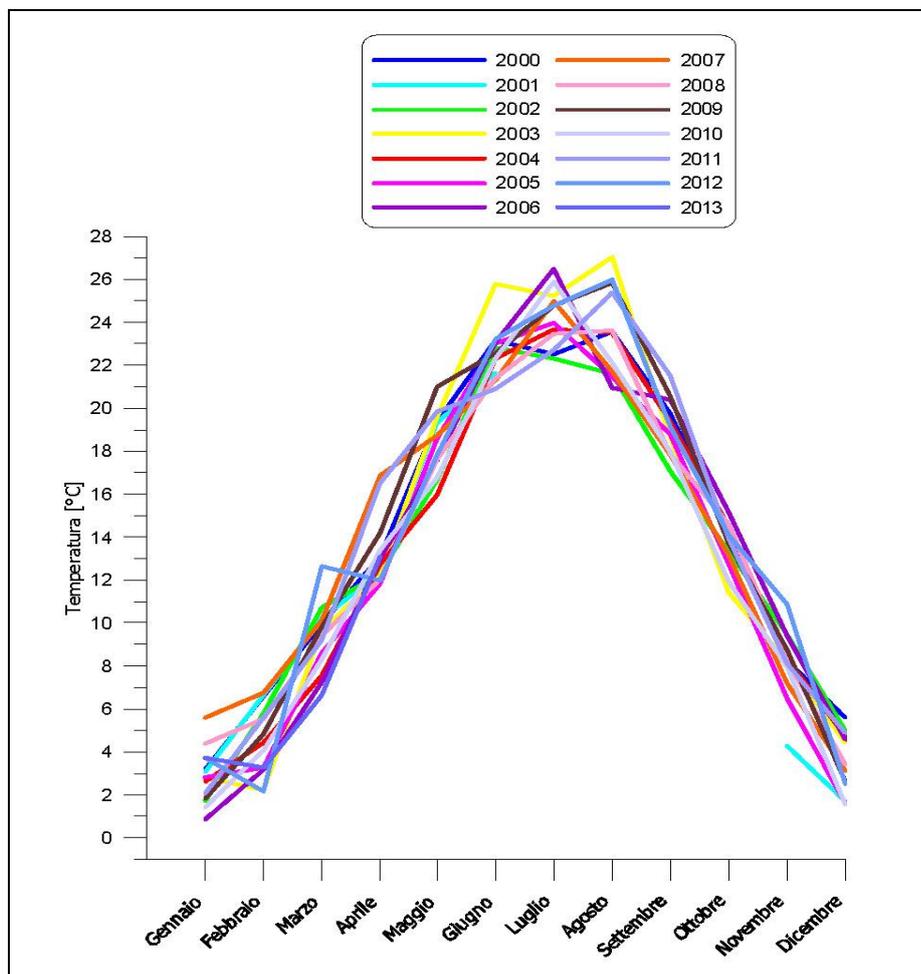
Al fine di inquadrare la situazione meteo-climatica dell'area di studio si sono considerati i parametri relativi alla temperatura dell'aria e alle precipitazioni, di cui sono disponibili i valori numerici, in serie storica, misurati nelle stazioni idrotermopluviometriche dislocate nel Comune di Carate Brianza. I dati utilizzati per le elaborazioni dei grafici e riportati nelle tabelle seguenti sono quelli contenuti nella banca dati di A.R.P.A. Lombardia (<http://www.arpalombardia.it/meteo>).

L'andamento della temperatura dell'aria mostra i tipici andamenti stagionali dell'area padana, con una marcata escursione termica stagionale:

- nella stagione estiva: temperatura media di circa 22 °C (trimestre giugno-luglio-agosto);
- nella stagione invernale: temperatura media di circa 2 °C nel mese di gennaio.

Per quanto riguarda il regime pluviometrico, le precipitazioni non sono molto abbondanti, con un dato di altezza di precipitazione totale annuale media di circa di 1000 mm. I valori annuali più frequenti oscillano tra 700 e 1000 mm, con dei picchi tra 1500 e 2000 mm circa negli anni 2000, 2002, 2008 e 2010.

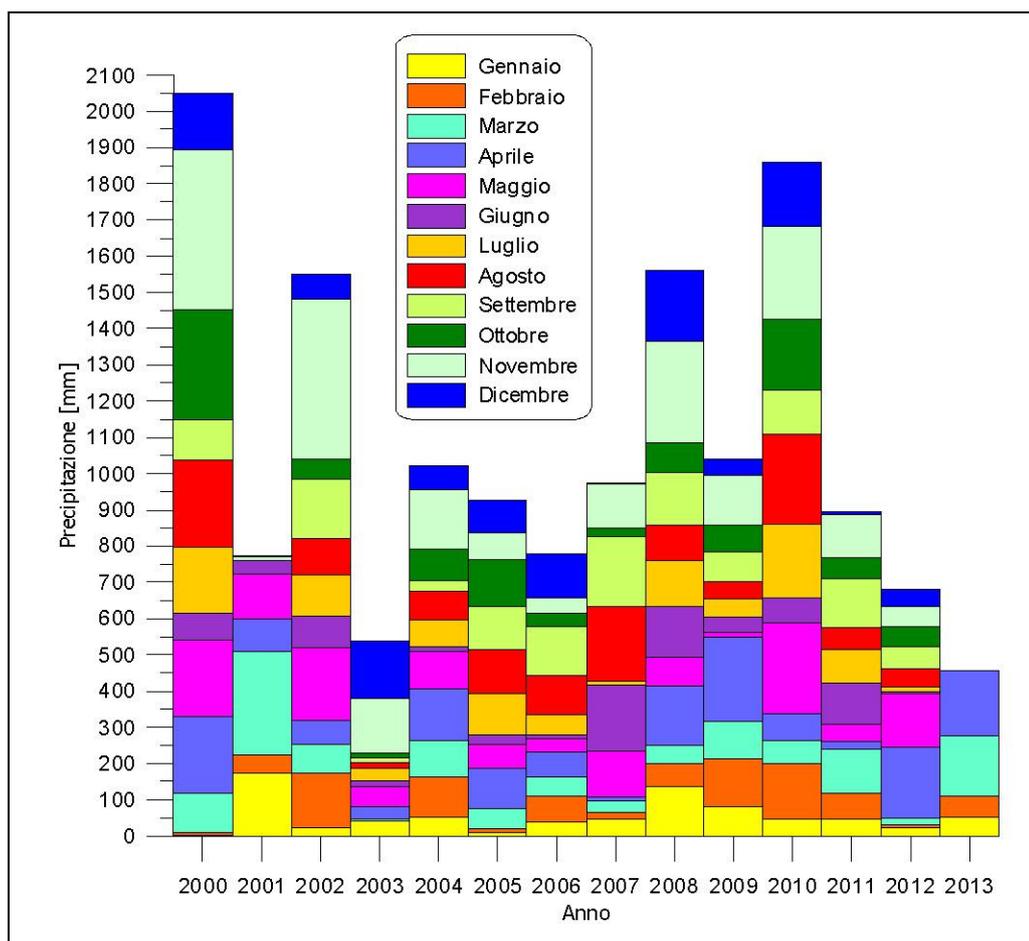
Per quanto riguarda la distribuzione annuale, le precipitazioni sono tendenzialmente concentrate nei mesi primaverili e autunnali, mentre presentano dei minimi nei mesi invernali, in particolar modo nei mesi di gennaio e febbraio.



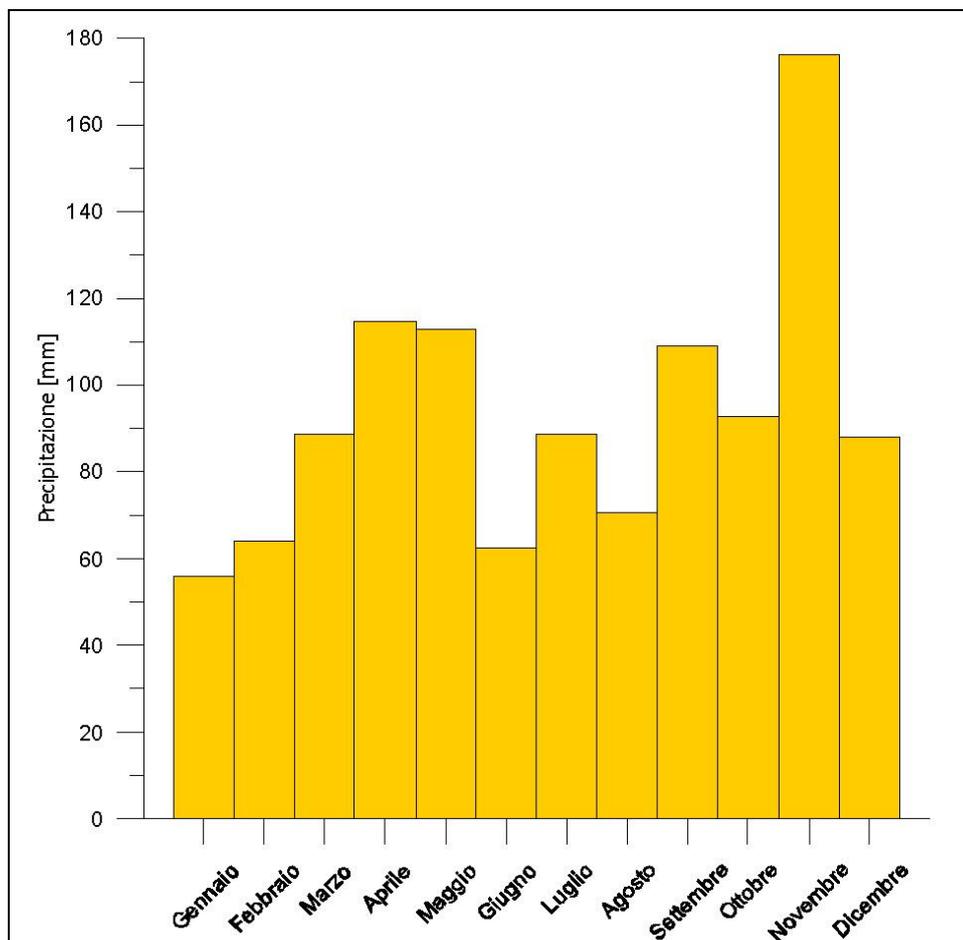
**Temperature mensili medie [°C] nel periodo 2000-2013.**

Anno	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Gennaio</b>	3,80	171,60	25,60	42,00	52,00	9,40	37,00	46,20	138,20	83,60	46,60	46,60	25,60	54,00
<b>Febbraio</b>	4,40	53,40	147,00	0,80	111,60	12,60	73,00	16,20	61,60	128,80	150,40	73,40	4,80	58,00
<b>Marzo</b>	111,60	282,40	82,20	4,80	101,80	53,40	52,80	33,80	51,60	102,40	66,20	119,20	18,20	161,80
<b>Aprile</b>	211,00	92,60	62,60	33,20	139,60	110,80	70,60	11,00	163,40	232,80	74,00	21,60	197,80	184,60
<b>Maggio</b>	209,20	125,20	200,60	55,40	103,40	68,40	36,40	128,00	78,80	14,60	251,00	48,20	146,40	
<b>Giugno</b>	75,00	34,60	87,80	17,00	14,00	24,00	9,80	183,40	138,20	42,00	71,00	110,80	7,00	
<b>Luglio</b>	182,40	0,00	114,00	33,80	73,20	114,80	53,60	11,40	127,60	48,60	201,60	94,60	8,80	
<b>Agosto</b>	239,00	0,00	101,60	14,20	81,20	123,80	110,80	203,60	99,40	49,80	247,20	58,80	51,00	
<b>Settembre</b>	112,80	0,00	163,60	15,60	28,20	114,20	134,40	191,40	146,20	81,20	121,20	136,60	63,60	
<b>Ottobre</b>	304,00	0,00	56,00	10,00	87,00	132,20	37,20	25,00	80,40	72,80	196,60	57,20	56,20	
<b>Novembre</b>	440,60	12,00	439,20	154,80	162,80	71,40	41,40	120,20	279,60	138,40	255,80	120,00	210,80	
<b>Dicembre</b>	156,40	2,20	70,00	155,20	68,00	91,80	121,20	4,20	194,80	45,40	178,80	7,40	49,20	

Precipitazioni mensili medie [mm].



Precipitazioni mensili medie [mm] nel periodo 2000-2013.



Distribuzione delle precipitazioni medie mensili.

## 7.2. Cenni di idrografia

L'elemento idrografico principale presente nell'area in esame è il Lambro, che attraversa il territorio di Carate nella parte nord-orientale, con direzione NO-SE. L'idrografia mostra un andamento tipico delle zone moreniche, infatti il corso principale solca pressoché da nord a sud gli allineamenti morenici con un tracciato assai incassato, entro ordini di terrazzi ben definiti, mentre i tributari sono caratterizzati da un andamento più irregolare. Fa parziale eccezione il torrente Brovedolo che confluisce nel Lambro poco a valle del ponte della S.P. n. 6, dopo aver percorso un tratto fortemente incassato e con andamento piuttosto regolare.

Un altro carattere evidente è l'asimmetria del bacino del Lambro; infatti la rete di tributari si estende in misura assai più rilevante lungo il versante orientale; ciò è dovuto alla posizione decentrata del fiume rispetto all'asse dei centri di curvatura degli apparati morenici e in tal modo l'area interna degli apparati stessi si affaccia quasi integralmente sulla sponda sinistra del fiume. Il bacino montano di origine risulta poco esteso e di altitudine modesta e le portate che transitano nel tratto di Lambro in Carate, e che in condizioni idrologiche statisticamente normali sono relativamente modeste, subiscono un incremento significativo allorché nel tratto più a valle ricevono i contributi delle acque provenienti artificialmente dalla zona del milanese, i quali incrementano i valori naturali di portata fino a livelli talvolta ragguardevoli. A tal proposito si veda il successivo paragrafo 7.4. Da segnalare, all'interno dell'infrastrutturazione idrografica artificiale, è la presenza del Ponte di Agliate, individuato anche negli elaborati ufficiali del PTCP, in particolare alla Tavola 2 - *“Ambiti, sistemi ed elementi di rilevanza paesaggistica (con particolare riferimento ai “Sistemi dell'idrografia artificiale”)”*.

In questo paragrafo verranno esposti brevemente anche alcuni elementi relativi al reticolo idrografico principale costituito, come detto, dal Lambro e dal suo principale affluente nel Comune di Carate (Torrente Brovedolo o Peschiera).

Relativamente a quest'ultimo corso d'acqua si fa presente che lungo il suo percorso in territorio di Carate non si rinvengono opere idrauliche significative o attraversamenti in grado di restringere notevolmente la sezione di deflusso. Non bisogna comunque sottovalutare le portate di piena di questo torrente poiché potrebbero generare fenomeni di erosione spondale in corrispondenza del punto di immissione nel Lambro.

Per quanto attiene il Lambro, i rilievi condotti hanno permesso di caratterizzare dal punto di vista geomorfologico l'alveo e le aree prospicienti. Da un punto di vista strettamente morfologico, l'alveo del Lambro nell'attraversamento di Carate e quello del Torrente Brovedolo si inquadrano tra gli alvei scavati in roccia ma coperti in gran parte da accumuli di ciottoli lasciati alla fine di ogni piena. Visto in sezione il rapporto tra profondità e larghezza dell'alveo appare variabile lungo il proprio percorso all'interno del territorio comunale, ma presentando sempre una prevalenza della prima grandezza (profondità) rispetto alla seconda (larghezza). Si sono inoltre individuati vecchi canali derivatori in disuso a servizio dei mulini, nonché le principali opere idrauliche lungo il suo corso, i punti critici (restringimenti dell'alveo o le diverse tipologie di ponti o passerelle). Si fa presente che sulla base dei rilievi condotti la quasi totalità delle opere idrauliche rilevate si presenta in condizioni di efficienza idraulica da discreta a buona, rinvenendosi solo localmente limitati tratti in non perfette condizioni.

### **7.3. Dissesto idrogeologico in atto sulle sponde del Fiume Lambro**

Quando un fiume, in un periodo di intense precipitazioni, non riesce più a convogliare nel suo letto tutta l'acqua di scorrimento superficiale, straripa invadendo la sua piana di inondazione.

Se, come accade lungo il corso del Lambro, la piana è soggetta ad un intenso utilizzo antropico, i danni che ne derivano sono ovviamente ingenti.

Inoltre la costruzione di case e di opere di difesa che costringano il fiume entro sedi troppo limitate e l'impermeabilizzazione di una grossa fetta di territorio col relativo aumento del deflusso superficiale verso il fiume, può causare un notevole irrigidimento del sistema idrografico e quindi anche una accentuazione degli eventi di piena che, a parità di precipitazioni, presentano portate al colmo sempre più elevate.

Occorre inoltre notare che la capacità di erosione in questi momenti può essere molto elevata.

Nel tratto del Lambro compreso nel territorio di Carate Brianza, le scarpate occidentale e meridionale sono state rimodellate dall'azione antropica per la realizzazione di due strade e pertanto non presentano più l'originario profilo morfometrico.

Le scarpate in sinistra del fiume invece, piuttosto ripide e con altezze variabili dai 15 ai 30 metri, sono state oggetto di movimenti franosi in diversi punti e in differenti periodi.

A partire dagli eventi alluvionali dell'ottobre 1976 in questo tratto di valle il Lambro è stato oggetto di consistenti interventi di difesa spondale (argini in cls, scogliere in massi ciclopici, rilevati interra), che se da un lato riducono il rischio di esondazioni nelle zone edificate, dall'altro hanno praticamente ridotto le dimensioni dell'alveo ed eliminato le residue aree di espansione naturale rimaste.

La totale canalizzazione dell'alveo in questo tratto di valle comporta un aumento della velocità di deflusso delle acque ed un conseguente aumento dei fenomeni erosivi.

L'evento idrologico del settembre-ottobre 1993 ha accentuato ulteriormente i fenomeni di erosione spondale uniti a piccoli movimenti franosi sulla scarpata sinistra della valle.

Tali movimenti franosi sono dovuti in parte allo scalzamento al piede della scarpata, in parte alla circolazione ed alle emergenze di acque sotterranee nonché alla presenza di vegetazione arborea ad alto fusto con rapido accrescimento in stato di degrado (principalmente robinie).

Per un'elencazione più esauriente dei fenomeni succedutisi lungo la valle del Lambro in territorio di Carate si veda il precedente capitolo dedicato alla ricerca storica (cap. 2).

#### 7.4. Cenni di idrologia in relazione alla determinazione delle fasce fluviali

Vista questa situazione di dissesto idrogeologico presente lungo il corso del Lambro, ma più in generale della maggior parte dei corsi d'acqua del bacino padano, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, rispondendo a precisi obblighi di legge (L. 183/89), ha provveduto alla delimitazione di una serie di aree lungo i principali corsi d'acqua, caratterizzate da un diverso grado di pericolo di esondazione.

Alla determinazione delle suddette fasce, denominate con le lettere A, B, C (v. oltre), si è giunti mediante la definizione dei seguenti elementi:

- portate di piena con diversi tempi di ritorno, ricavate tramite l'impiego di modelli probabilistici, di trasformazione afflussi-deflussi e di regionalizzazione dell'informazione idrologica;
- profili liquidi in condizioni di piena. Tali profili vengono individuati con modelli di calcolo opportunamente scelti tenendo conto del livello di dettaglio dei dati geometrici (sezioni trasversali e planimetrie) e idraulici (scabrezza) dell'alveo disponibili, nonché delle caratteristiche di opere e manufatti presenti nel corso d'acqua.

In questo modo, utilizzando come piena di riferimento quella con tempo di ritorno (TR) di 200 anni e determinato il livello idrico corrispondente, sono state, come detto, individuate, lungo l'alveo fluviale e parte del territorio limitrofo le seguenti fasce, così come definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po:

- **Fascia di deflusso della piena (Fascia A)**, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena. Fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione dove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali come è il Lambro nell'attraversamento di Carate).
- **Fascia di esondazione (Fascia B)**, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento (TR 200 anni) ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.
- **Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)**, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento, e cioè la massima piena storicamente registrata, se corrisponde a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

Si ricorda che nella fascia A sono, tra l'altro, vietate:

- le attività di trasformazione dello stato dei luoghi che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio;
- l'installazione di impianti di smaltimento rifiuti incluse qualsiasi discarica.

Sono di contro permesse quelle attività volte al miglioramento dell'efficienza idraulica, così come i depositi temporanei di materiali di cave autorizzate ed in genere le occupazioni temporanee che non

riducono la capacità di portata dell'alveo.

Nella fascia B sono, tra l'altro, vietati:

- interventi che comportino riduzione apprezzabili o parzializzazione della capacità di invaso,
- l'installazione di impianti di smaltimento rifiuti incluse qualsiasi discarica.

Sono di contro permesse quelle attività volte al miglioramento dell'efficienza idraulica (argini, casse di espansione ecc.), gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati, così come i depositi temporanei di materiali di cave autorizzate ed in genere le occupazioni temporanee che non riducono la capacità di portata dell'alveo.

Nella fascia C gli interventi sono invece volti ad integrare il livello di sicurezza delle popolazioni residenti, mediante la predisposizione da parte delle Autorità competenti di Programmi di previsione e prevenzione e di adeguati Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del territorio ricadente in questa fascia.

Infine, nell'Allegato 4.1 all'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici del PAI, è individuata un'area definita "*a rischio idrogeologico molto elevato nel reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura*" (**Zona B-Pr**). Essa è disciplinata dal Titolo IV delle N.d.A. e dall'Allegato 4.1 dell'Elaborato 2 del PAI e successivi aggiornamenti. Per tale zona, che è situata all'interno del centro consolidato di Carate, valgono le norme di cui all'art. 51, comma 3, delle N.d.A. del PAI.

## 8. CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DELL'AREA

Le indagini necessarie per la costruzione di edifici e opere sono normate da:

- D.M. 14 gennaio 2008 “*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.
- Circolare Cons. Sup. LL.PP. “*Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 – bozza aggiornata al 7 marzo 2008*”.
- Circolare Cons. Sup. LL.PP. n° 617/2009 “*Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*”.
- Eurocodice 7 “*Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali*”.
- Eurocodice 8 “*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici*”.

In relazione ai dati pregressi, si è proceduto ad una fase di raccolta ed analisi di quelli di carattere bibliografico e cartografico esistenti nell'area su cui insiste il territorio comunale di Carate Brianza, utilizzati per la ricostruzione del quadro geologico ed idrogeologico riportato nella Parte II, nonché di quelli inerenti ad indagini in sito, corrispondenti a:

- indagini geotecniche: prove penetrometriche dinamiche tipo S.C.P.T.,
- indagini geofisiche:
  - ✓ sondaggi elettrici verticali (S.E.V.),
  - ✓ prospezioni sismiche a rifrazione,
  - ✓ prove sismiche in foro (down-hole),
- indagini geognostiche: sondaggio stratigrafico.

Sono state nel passato realizzate le seguenti prove penetrometriche:

- n. 4 prove penetrometriche tipo S.C.P.T. eseguite in data 15/04/97,
- n. 4 prove penetrometriche tipo S.C.P.T. in data 14/12/98,
- n. 2 prove penetrometriche tipo S.C.P.T. in data 13/9/99,
- n. 3 prove penetrometriche tipo S.C.P.T. in data 17/11/99,
- n. 12 prove penetrometriche tipo S.C.P.T. in data 25/10/06 e 27/10/06,
- n. 20 prove penetrometriche tipo S.C.P.T. in data 17/07/08 e 18/07/08

Sono state inoltre effettuate le indagini sismiche di seguito elencate:

- n. 6 sondaggi elettrici verticali eseguiti nell'anno 1986,
- n. 3 sondaggi elettrici verticali nell'anno 1988,
- n. 18 sondaggi elettrici verticali nell'anno 1993,
- n. 8 sondaggi elettrici verticali nel mese di settembre 1995,
- indagini mediante prospezione sismica eseguite in data 14/4/97,
- indagini con georadar (G.P.R.) eseguite in data 7/1/2000,
- n. 1 prova sismica down-hole in foro di sondaggio nel mese di novembre 2006,
- n. 3 prove sismiche Masw attive in data 10/07/08.

### 8.1. Indagine geognostica: sondaggio stratigrafico

Si è eseguito n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (denominato S1, all'altezza di via Montessori) spinto sino ad una profondità investigata di 30 m, allo scopo di ricostruire un profilo litostratigrafico di dettaglio dei terreni indagati, nonché di rendere possibile la prova sismica in foro descritta al punto successivo. I materiali prelevati sono stati riposti in apposite cassette catalogatrici.

Si è potuto pertanto ricostruire la sequenza stratigrafica di seguito riportata:

0 – 1 m	terreni di riporto
1 – 2,5 m	argilla con rari ciottoli millimetrici
2,5 – 3 m	sabbia e ghiaia con ciottoli da millimetrici a centimetrici
3 – 11 m	sabbia e ghiaia con ciottoli da millimetrici a decimetrici
11 – 15 m	sabbia argillosa e ghiaia con ciottoli centimetrici
15 – 24 m	sabbia argillosa e ghiaia con ciottoli decimetrici
24 – 26 m	sabbia argillosa e ghiaia con ciottoli centimetrici
26 – 27 m	sabbia argillosa e ghiaia con ciottoli decimetrici
27 – 30 m	ghiaia e sabbia con ciottoli decimetrici.

## 8.2. Indagini geofisiche: prova sismica in foro (down-hole)

Il programma di indagine sismica è consistito nell'esecuzione di:

- strumentazione del foro di sondaggio di cui al punto sopra e cementazione finale,
- prova geofisica in foro di tipo down-hole (DH).

L'obiettivo della prova DH è stato quello di valutare la velocità di propagazione, in m/sec, delle onde di taglio ( $V_s$ ) e di compressione ( $V_p$ ) dei materiali indagati.

Si tratta di una procedura sperimentale per la determinazione delle velocità delle onde sismiche utilizzando, per lo scopo, un solo foro di sondaggio precedentemente realizzato; in pratica viene misurato il tempo necessario alle onde di volume per spostarsi tra due punti del terreno. Note le distanze, mediante i tempi di viaggio, vengono calcolate le velocità.

Le componenti indispensabili per una misura accurata consistono in:

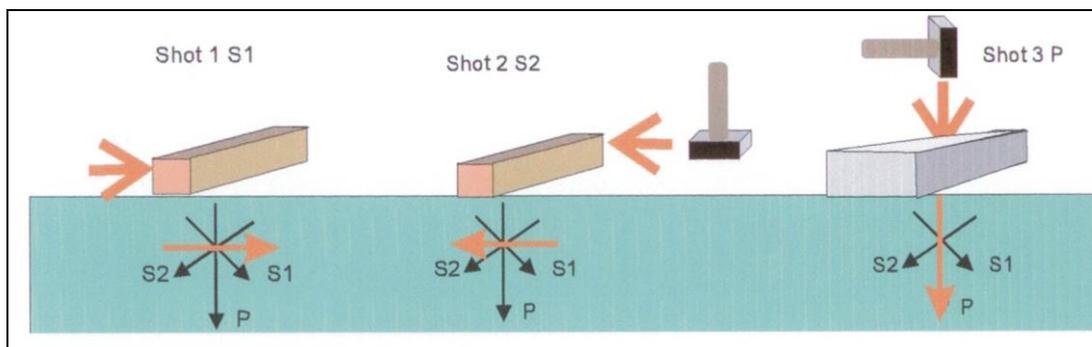
- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- almeno un ricevitore (geofono triassiale) con appropriata risposta in frequenza per l'acquisizione dell'impulso; in questo caso (down-hole ad un solo ricevitore) i valori di velocità determinati vengono detti di "pseudo intervallo", mentre nel caso di due o più ricevitori, si parlerà di velocità di "intervallo";
- un sistema di acquisizione multi canale, in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa;
- un trasduttore alloggiato nella sorgente (*trigger*) necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica.

Nel caso specifico è stata effettuata una prova down-hole utilizzando il foro di sondaggio di cui al paragrafo precedente, spinto alla profondità di 29 metri; la distanza della sorgente dall'asse del foro è risultata essere di 2.0 metri, mentre l'intervallo di misura è stato fissato in metri 1.

La procedura in sito si articola nelle seguenti fasi:

- dopo aver opportunamente predisposto il piano d'appoggio, la sorgente viene adagiata in superficie ad una distanza concordata;
- il ricevitore viene calato nel foro di sondaggio sino a raggiungere la profondità di prova;
- si procede ad assicurare alle pareti del foro rivestito il ricevitore mediante due piccoli pistoni, parti integranti del "blocco ricevitore", i quali spostandosi sotto l'azione dell'aria compressa si spingono sino alla parete del tubo;
- la sorgente viene colpita lateralmente utilizzando una mazza di battuta che percuote ad una estremità una trave di legno, nel caso specifico bloccata al suolo dalla ruota di un fuoristrada; contemporaneamente parte la registrazione del segnale trigger e del ricevitore; si generano così in superficie onde S.

Le onde P invece sono generate percuotendo in verticale una piastra di alluminio appoggiata al suolo; le registrazioni vengono acquisite da una batteria di idrofoni posizionati lungo il foro di sondaggio ad intervalli regolari.



Relativamente alle onde S, una volta eseguite tutte le registrazioni volute, il geofono triassiale, collegato al sismografo, viene spostato lungo l'asse del foro e la procedura sperimentale ripetuta ad intervalli regolari.

In merito all'interpretazione delle misure down-hole, la fase preliminare, dopo aver provveduto alla conversione dei file registrati in sito, si articola in:

- estrazione tracce P, S1, S2;
- somma S1 + S2 dopo inversione di polarità;
- *picking* primi arrivi.

Per l'analisi del down-hole i tempi di viaggio ( $t$ ) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore, vengono inizialmente corretti ( $t'$ ) per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. In tal modo la velocità media delle onde SH in strati omogenei di terreno è descritta dall'inclinazione rispetto all'asse dei tempi di segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali.

Detta  $H$  la distanza della sorgente dall'asse del foro, la trasformazione dei tempi  $t$  nei corrispondenti valori modificati  $t'$ , si ottiene mediante la semplice formula di conversione:

$$t' = z/d * t = (z / \sqrt{z^2 + H^2}) * t$$

Successivamente i tempi  $t'$  vengono diagrammati in funzione della profondità  $z$ .

### 8.3. Indagini geotecniche: prove penetrometriche

L'indagine effettuata nel 2008 è consistita nell'esecuzione di n. 20 prove penetrometriche dinamiche continue, a punta conica (S.C.P.T.), spinte sino ad una profondità massima di 15 m dal piano campagna. Le venti prove sono state ubicate all'interno della superficie comunale di intervento, onde investigare la natura e le caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti.

L'attrezzatura utilizzata è un penetrometro semovente TG63-200 della Pagani Geotechnical Equipment (PC), modello statico-dinamico, con massa battente a sganciamento automatico, avente le seguenti caratteristiche:

- diametro della punta: 50.8 mm
- diametro delle aste: 34 mm
- angolo di apertura: 60°
- peso del maglio: 73 kg
- altezza di caduta: 0.75 m
- penetrazione standard: 30 cm ( $N_{30}$ )

La prova consiste normalmente nell'infissione, mediante caduta del maglio sulle aste, di una batteria di aste con alla base una punta conica e nella contemporanea registrazione del numero di colpi necessario per avanzamenti successivi di 30 cm; lo stesso procedimento viene adottato per infiggere successivamente un rivestimento, che ha lo scopo di ridurre nella misura maggiore possibile l'effetto di attrito, o di "presa" laterale sulle aste. Tuttavia, nel caso in esame, considerate le limitate profondità di indagine, nonché il fatto che l'attrito laterale esercitato sulle aste non influenzava i valori di resistenza alla penetrazione, non è stata usata la tubazione di rivestimento.

Le aree in cui sono state ubicate le prove penetrometriche sono state scelte in funzione delle litologie presenti, nonché della logistica dei luoghi, intesa come possibilità di accesso con i mezzi e facilità di manovra. L'analisi dei risultati delle prove penetrometriche svolte ha consentito di poter parametrizzare il sottosuolo in termini di proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali.

Per quanto concerne la distribuzione verticale delle varie unità litologiche, viene qui considerata la profondità massima di 15 metri dal piano campagna, valore considerato come limite massimo della zona potenzialmente interessata da opere di fondazione sia superficiali che profonde, o comunque di più comune interesse dal punto di vista geologico tecnico.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei risultati delle prove eseguite nel luglio 2008, ottenuti considerando la media delle varie resistenze con la profondità in diverse porzioni del territorio comunale.

Zona	nord-est Loc. Veduggio	ovest via Fratelli Bandiera	centro via S. Michele al Carso	centro via Carducci	sud-est via Caravaggio	sud via Rivera	sud S.S. 36	sud-ovest via S. Salvatore
Unità	Morene rissiane		Argille sotto il Ceppo	Fluvioglaciale Riss		Fluvioglaciale Wurm		
Prof. (m)	N medio	N medio	N medio	N medio	N medio	N medio	N medio	N medio
0,30	2	4	2	3	2	3	4	4
0,60	3	6	1	6	2	3	3	3
0,90	7	6	1	5	1	3	3	2
1,20	10	5	1	2	1	6	2	3
1,50	11	3	1	2	1	5	1	2
1,80	11	3	1	2	4	4	4	5
2,10	12	2	2	2	3	4	7	9
2,40	15	3	2	3	3	2	10	14
2,70	19	5	2	5	5	2	18	20
3,00	22	4	2	3	5	2	20	28
3,30	24	6	2	3	5	5	32	22
3,60	23	8	2	3	5	10	32	16
3,90	25	9	5	4	4	10	42	19
4,20	27	9	8	4	6	11	30	23
4,50	30	18	4	5	5	11	R	30
4,80	33	13	4	6	8	10		42
5,10	31	10	4	7	6	9		39
5,40	33	14	4	10	4	10		37
5,70	28	16	4	12	4	8		34
6,00	32	18	4	14	5	9		27
6,30	23	19	3	20	6	11		34
6,60	32	12	4	15	4	11		R
6,90	41	9	4	19	4			
7,20	29	7	4	26	4			
7,50	24	7	4	21	6			
7,80	47	8	3	18	6			
8,10	30	10	4	22	4			
8,40	24	8	2	23	7			
8,70	31	9	2	R	6			
9,00	23	8	3		6			
9,30	22	8	2		9			
9,60	24	12	1		10			
9,90	20	8	1		9			
10,20	24	8	1		7			
10,50	24	10	7		12			
10,80	32	11	26		6			
11,10	22	7	5		5			
11,40	25	9	3		5			
11,70	25	9	3		7			
12,00	24	8	3		8			
12,30	27	6	2		8			
12,60	28	7	3		6			
12,90	25	8	1		4			
13,20	31	10	1		6			
13,50	30	6	2		5			
13,80	30	7	4		4			
14,10	33	6	3		8			
14,40	41	6	R		15			
14,70	42	8			19			

Nell'area indagata il terreno, al di sotto di riporti o ricoprimenti superficiali, presenta variazioni verticali, in termini di caratteristiche geologico-tecniche, piuttosto significative.

Nei terreni interessati dai **Depositi morenici "rissiani"** si è evidenziata la presenza, in sponda destra del Lambro all'altezza di via Caravaggio, di un livello più superficiale (dal piano campagna fino alla profondità media di 4 m) con  $N_{30} = 5$  colpi/piede, seguito da un orizzonte intermedio caratterizzato da depositi mediamente addensati ( $N_{30} = 15$  colpi/piede) ed un terzo livello sottostante caratterizzato da un numero di colpi decisamente minore ( $N_{30} < 10$ ).

Analizzando invece i risultati delle prove effettuate in sponda sinistra del Lambro in loc. Veduggio, si può osservare una marcata similitudine nella maggior parte dei grafici delle prove penetrometriche eseguite, da cui si può dedurre una relativa omogeneità della litologia del sottosuolo nell'area in esame. Le prove in quest'area hanno messo in luce la presenza di terreni omogenei e compatti con valori medi di  $N_{30}$  pari a 25.

Nella zona centrale del Comune di Carate, all'altezza di via San Michele al Carso, i terreni costituenti le **"Argille sotto il ceppo"** risultano sostanzialmente poco addensati e caratterizzati da scadenti proprietà geotecniche, con un primo livello (fino a 3,5 m) con valori medi di  $N_{30}$  pari a 2, un orizzonte intermedio con  $N_{30} = 4$  colpi (da 3,5 m fino a 8 m di profondità) ed un terzo livello sottostante (da 8 a 14 m) con  $N_{30} = 3$  colpi/piede.

I terreni del Diluvium medio ("Fluvioglaciale Riss") risultano costituiti da un primo strato (fino a 6 m) con valori medi di  $N_{30}$  pari a 4, quindi un orizzonte sottostante (fino a 15 m) con  $N_{30} > 10$  colpi/piede.

Analogamente ai precedenti, i terreni del Diluvium recente ("**Fluvioglaciale Wurm**") nel settore meridionale del territorio comunale, risultano sostanzialmente costituiti da un primo livello (fino a 2,50 m) con valori medi di  $N_{30}$  pari a 4, quindi un orizzonte sottostante (indagato fino alla profondità di 7 m) con  $N_{30} > 20$  colpi/piede.

Inoltre, dall'analisi delle prove penetrometriche eseguite nel 2006, si può osservare che:

- le prove eseguite nel 2006 nel settore nord del Comune di Carate hanno interessato i **Depositi morenici "wurmiani"**, con  $N_{30} = 4$  colpi nei primi 3 m di profondità e  $25 < N_{30} < 30$  colpi da 3 m fino a 5 m, quindi "rifiuto" ( $N_{30} > 50$ );
- nei depositi alluvionali della valle del Lambro (**Alluvioni recenti ed attuali**), infine, si hanno depositi poco addensati ( $N_{30} < 10$  colpi) dal piano campagna fino a 5 m di profondità e depositi ben addensati ( $N_{30} = 20$  colpi) fino alla quota di 7 m.

#### 8.4. Indagini geofisiche: prove sismiche MASW attive

Il giorno 10 luglio 2008 è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche presso tre siti, ubicati tutti nel comune di Carate Brianza. Lo scopo di queste indagini è stato quello di valutare la risposta sismica del suolo oggetto di studio, ai fini di una corretta microzonazione locale. L'indagine geofisica si è avvalsa di tre prove di caratterizzazione basate sulla propagazione di onde sismiche superficiali mediante prove sismiche Masw attive.

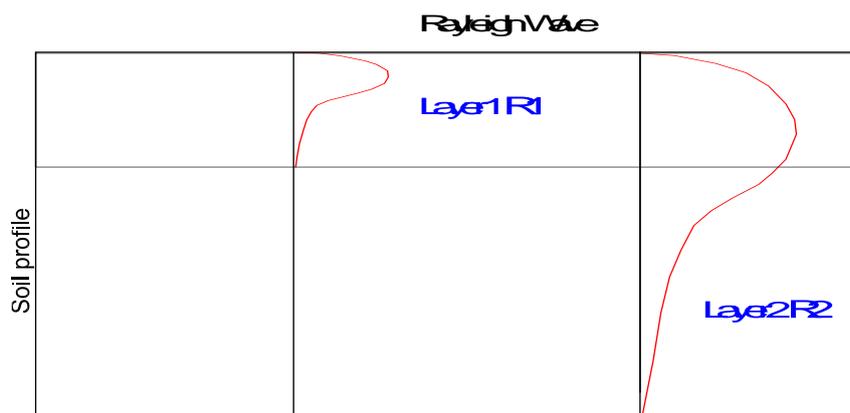
Nome sezione	Passo geofoni	n. geofoni	Località
MASW 1	2 metri	24	Via San Michele al Carso
MASW 2	2 metri	24	Via Bandiera
MASW 3	2 metri	24	Via Caravaggio

Le MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) sono una metodologia d'investigazione che permette di ricavare le velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  tramite la determinazione delle velocità delle onde superficiali.

La misura delle velocità delle onde superficiali viene calcolata grazie all'utilizzo di stendimenti di sensori, posti in genere a distanze regolari sulla superficie del suolo da indagare.

La porzione che predomina nelle onde superficiali è costituita dalle onde di Rayleigh la cui velocità è correlata alla rigidezza e ai parametri elastici dei suoli attraversati.

E' importante tenere presente che, nei mezzi stratificati, le onde di Rayleigh sono dispersive cioè, le alte frequenze e quindi con lunghezze d'onda corta, si propagano prevalentemente negli strati più superficiali del terreno, invece le onde con lunghezze maggiori tendono a coinvolgere gli strati più profondi così come di seguito illustrato.



La metodologia MASW può essere sia attiva che passiva o la combinazione di entrambe. Nel sistema attivo, le onde superficiali vengono generate in un punto noto in modo non casuale e vengono registrate da stendimenti lineari di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento di ricezione può essere sia lineare che circolare e si misura il rumore di fondo ambientale esistente.

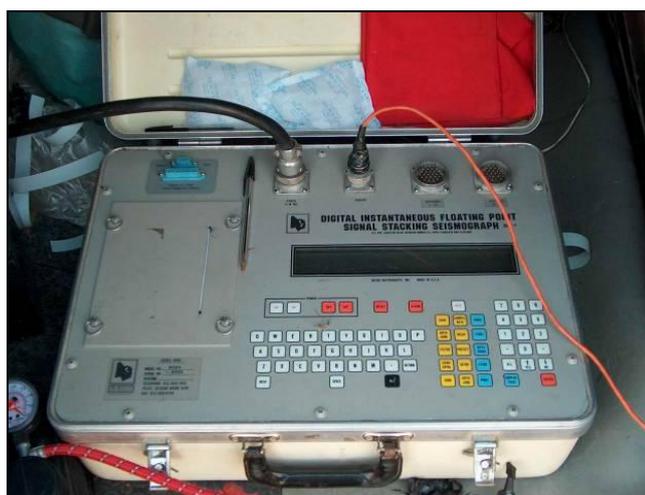
Il metodo attivo è quello che meglio permette la classificazione sismica dei suoli perchè fornisce con

un miglior dettaglio il profilo delle velocità sismiche nei primi 30 metri da piano campagna. Infatti si ottiene una curva dispersione per un range di frequenze normalmente comprese tra 5 e i 70 Hz la cui propagazione avviene prevalentemente nella parte più superficiale del suolo, in funzione anche delle sue caratteristiche elastiche.

Dall'utilizzo del metodo passivo invece si ottiene una maggiore investigazione in termini di profondità, ma una minore risoluzione delle velocità degli strati, soprattutto quelli più superficiali.

La strumentazione geosismica utilizzata nel caso specifico corrisponde a:

- Sismografo Bison 9024 DIFP, che consente la registrazione degli impulsi sismici, la relativa rappresentazione mediante stampa su carta termica e la visualizzazione su PC tramite un apposito programma;
- 24 geofoni, che consentono la registrazione simultanea delle onde, rendendo possibile sommare fra loro successivi impulsi sismici e quindi migliorare il rapporto fra segnale e rumore;
- geofoni 4,5 Hz del tipo elettromagnetico a bobina mobile che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno, e relativo cavo di collegamento a 24 fili;
- mazza battente e cannoncino sismico per la energizzazione.



**Sismografo Bison 9024 DIFP**

La procedura elaborativa è sinteticamente descrivibile nei passi seguenti:

- Acquisizione dei dati e trasformazione in formato compatibile
- Immissione delle geometrie di acquisizione dati (sorgente – ricettori)
- Generazione dell'immagine di dispersione (*Analysis Dispersion Overtone*)
- Estrazione della curva di dispersione (*Curve extraction*)
- Inversione (*Analysis inversion*)
- Estrazione del profilo delle velocità in onde S (*S-Velocity Vs Profile*)

In generale i sistemi di elaborazione dati prevedono una prima azione in cui si esegue il calcolo delle velocità di fase apparente sperimentale (curva di dispersione), al termine della quale si passa al calcolo della velocità di fase apparente numerica corrispondente al modello di suolo assegnato attraverso una procedura manuale o automatica.

## **PARTE III**

### **DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE SISMICA**

---

#### **9. RISPOSTA SISMICA LOCALE**

La D.G.R. IX/2616 del 30.11.2011 stabilisce l'indispensabilità, per i comuni, di dotarsi di uno studio geologico che affronti tutti gli aspetti legati al territorio, compreso quello della valutazione della pericolosità sismica locale.

Il Comune di Carate Brianza, secondo la classificazione dei comuni lombardi di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129, ricade in **Zona sismica 3**.

Per il successivo 2° livello di approfondimento, non essendo possibile condurre analisi e verifiche in ogni punto del territorio comunale, le indagini e valutazioni si sono limitate ad alcune zone campione, secondo criteri che hanno considerato i seguenti aspetti:

- zona sismica di appartenenza desunta dal primo livello di approfondimento ed eventuale raccordo con studi precedenti;
- conformazione geografica e caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area;
- attuali conoscenze geotecniche sulle aree esaminate (anche da precedenti indagini geognostiche);
- presenza di trasformazioni residenziali e produttive proposte dal P.G.T.

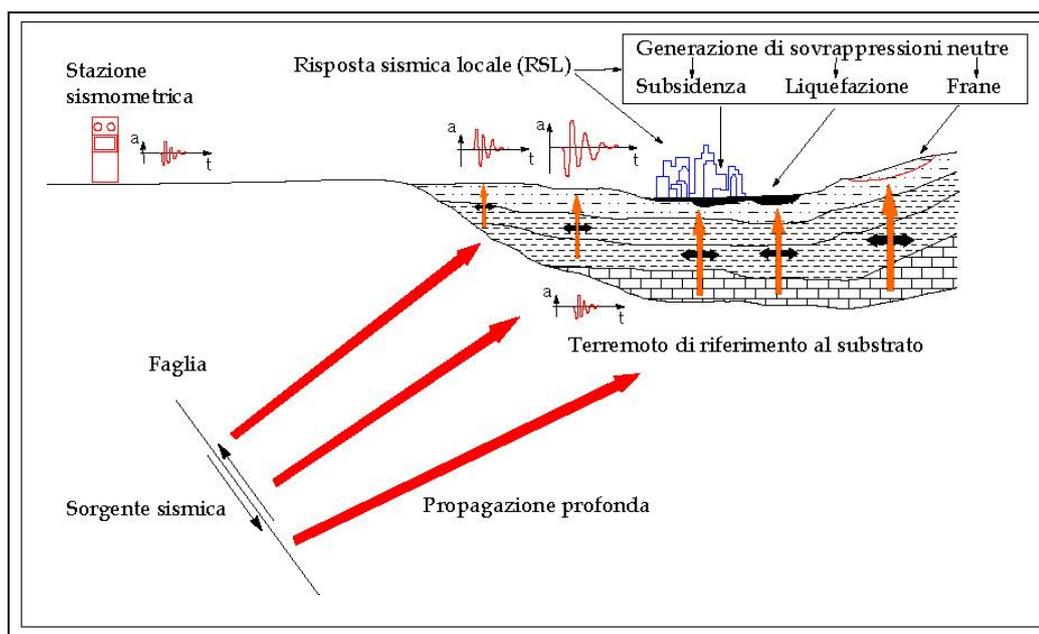
Si sottolinea che, in accordo alla D.G.R. n. IX/2616/2011, su tutto il territorio comunale gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, gli edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003", dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello, indipendentemente dalla presenza o meno di possibili scenari di amplificazione locale.

## 9.1. Inquadramento metodologico

Con il termine risposta sismica locale s'intende l'insieme delle modifiche che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base posta ad una certa profondità nel sottosuolo subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie.

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area. In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali:

- quelli di sito o di amplificazione sismica locale;
- quelli dovuti ad instabilità.



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

Nel seguito si riporta una descrizione della procedura definita nell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616, relativo alla "analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.".

### Effetti di sito o di amplificazione sismica locale

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione

rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- *effetti di amplificazione topografica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;
- *effetti di amplificazione litologica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

### Effetti di instabilità

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito. Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescò 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 fisico- meccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione. Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

In relazione alla *definizione della componente sismica e alla pericolosità sismica locale*, in Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616 è riportata la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, che prevede tre diversi livelli di approfondimento organizzati nel diagramma di flusso seguente e

successivamente sintetizzati.

1° livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti; questo livello, obbligatorio per tutti i comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

2° livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali); per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

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

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello.

Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

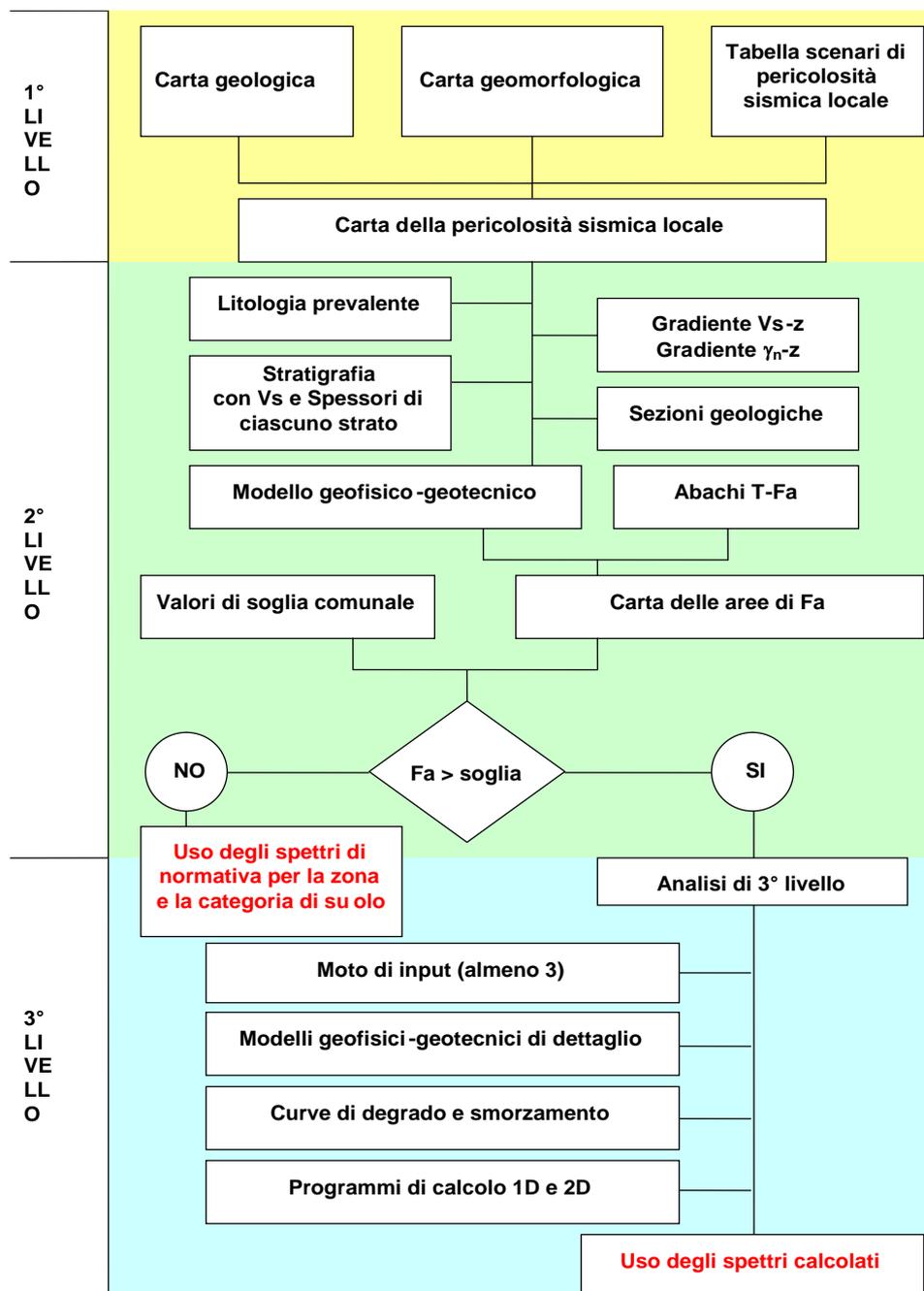
3° livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale, il cui utilizzo è dettagliato nell'Allegato 5. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2), nelle zone sismiche 2 e 3 per tutte le tipologie di edifici, mentre in zona sismica 4 nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Nel caso di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

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

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



## 9.2. Individuazione della pericolosità sismica

La pericolosità sismica è lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese in un certo sito su base probabilistica ed è funzione delle caratteristiche di sismicità regionali e del potenziale sismogenetico delle sorgenti sismiche; la sua valutazione deriva quindi dai dati sismologici disponibili e porta alla valutazione del rischio sismico di un sito in termini di danni attesi a cose e persone come prodotto degli effetti di un evento sismico. La pericolosità sismica valutata all'interno di un sito deve essere stimata come l'accelerazione orizzontale massima al suolo (scuotimento) in un dato periodo di tempo, definendo i requisiti progettuali antisismici per le nuove costruzioni nel sito stesso.

Nonostante l'apparente monotonia della pianura lombarda, la geometria del sottosuolo risulta molto complessa e interessata da sovrascorrimenti, duplicazioni, ondulazioni e pieghe, generate dalle stesse spinte orogenetiche che hanno determinato la formazione delle Alpi e degli Appennini.

In profondità sono infatti presenti tre serie di thrust sepolti, di cui due a sviluppo sequenziale frontale e uno a sviluppo sequenziale a ritroso, costituenti sistemi di grandi pieghe asimmetriche con andamento anticlinalico; essi si sono formati attraverso faglie inverse e sovrascorrimenti immergenti verso sud-ovest con inclinazioni comprese tra i 15° e i 30°.

In Letteratura queste zone di scollamento tettonico sono note “*External Thrust Front*” sull'allineamento Parma – Reggio Emilia – Ferrara, “*Pedeapenninic Thrust Front*” lungo il margine morfologico dell'Appennino Settentrionale, e “*Pedealpine Thrust Front*” sull'allineamento Lodi – Peschiera del Garda – Val d'Adige. Tali zone di scollamento tettonico si estendono su scala regionale in tutto il bacino padano da ovest ad est per convergere verso sud, all'altezza di Ravenna, seguendo l'allineamento Appennini – Mare Adriatico.

Nel complesso le strutture note come Pieghe Emiliane e Pieghe Ferraresi costituiscono delle dorsali sepolte (o alti strutturali) che separano o inglobano bacini satelliti subsidenti, nei quali si assiste ad un notevole ispessimento dei sedimenti marini e continentali; si tratta di strutture depresse profonde con andamento tipicamente sinclinalico.

In questi settori la subsidenza è instaurata da vari milioni di anni ed in maniera più accentuata dall'inizio del Pliocene con tasso di abbassamento di uno o più mm all'anno. Il tracciato del Po nell'area in esame è quindi impostato in corrispondenza della struttura sinclinalica della Monoclinale Pedealpina, compresa tra l'External Thrust Front e il Pedealpine Thrust Front.

Il territorio in esame è caratterizzato da bassa sismicità, con pochi terremoti di magnitudo da media a bassa, localizzati principalmente lungo il margine delle Alpi tra i laghi di Garda e Iseo, mentre verso ovest gli eventi si presentano più sparsi; in generale si osserva una diminuzione sia dell'energia rilasciata sia del numero di terremoti da est verso ovest, con la quasi assenza di terremoti a ovest di Milano.

Il territorio comunale di Carate Brianza non è interessato dalla presenza di sorgenti sismogenetiche composite e la sorgente ITCS010 denominata “*Western S-Alps internal thrust*” è esterna all'area e ad una distanza di ca. 10 km.

La sismicità crostale rappresenta la maggior parte dell'attività sismica registrata dalla Rete Sismica Nazionale Centralizzata gestita da INGV (Istituto Nazionale di Sismica e vulcanologia).

Consultando la zonizzazione della Carta sismogenetica ZS9 dell'INGV relativa al nord Italia si riesce a definire la “profondità efficace”, ovvero quella profondità alla quale avviene il maggior numero di eventi sismici che determinano la pericolosità della zona.

Il territorio comunale di Carate è posto ad est della Zona 907; essa include la parte più bassa delle province di Bergamo e Brescia ed è caratterizzata da una sismicità di energia normalmente medio – bassa, con la sola eccezione del terremoto di Soncino del 12 maggio 1802 con area epicentrale nella Valle dell'Oglio e  $M_w = 5.67$ , evento che si è sentito nel milanese con intensità ca. pari a 5 ma non a Carate Brianza e comuni limitrofi.

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani non riporta alcun terremoto con magnitudo momento  $M_w \geq 4.5$  e/o intensità epicentrale  $I_o \geq 5$ . Gli unici terremoti con  $M_w \geq 5.0$  localizzati nelle vicinanze del territorio comunale sono quelli del 26 novembre 1396 ( $M_w 5.37 \pm 0.30$ ) e del 9 febbraio 1979 ( $M_w 5.03 \pm 0.18$ ).

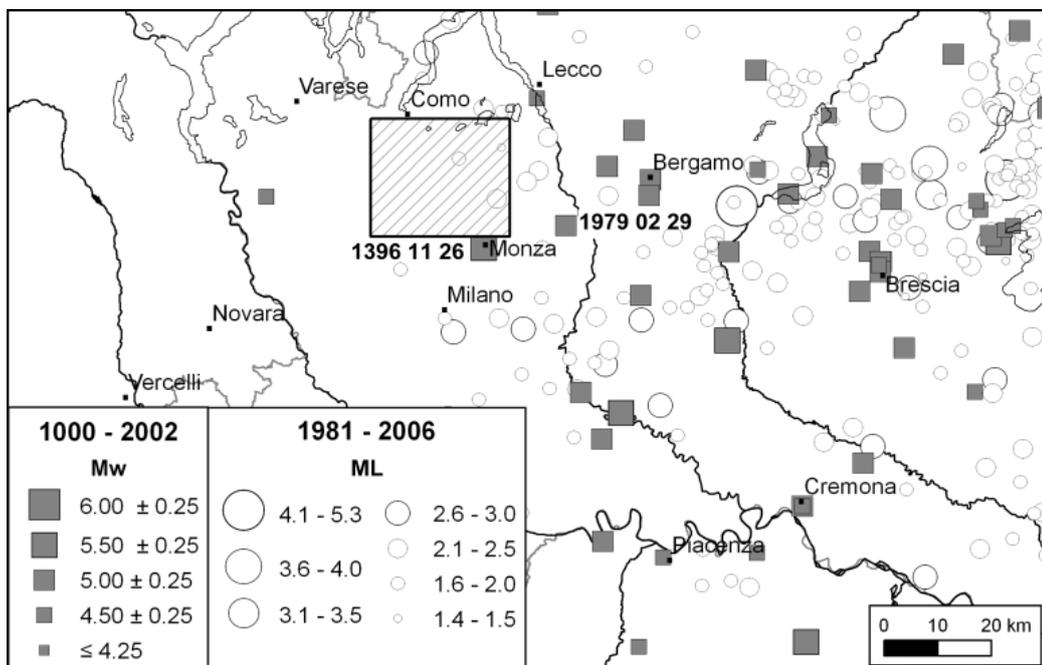
Il terremoto del 1396 è noto solamente attraverso la cronaca (1337-1517) della famiglia Mezzotti di Monza, pubblicata nel 1840. Sulla base di questa unica fonte, che riporta danni ad alcune case di Monza, vari studi (Stucchi *et alii*, 1993; Boschi *et alii*, 1997-2000; Guidoboni e Comastri, 2005) assegnano un'intensità di 7-8 MCS (scala Mercalli-Cancani-Sieberg, 1932) alla città. La localizzazione dell'epicentro, ottenuta da questo unico dato di intensità, è quindi da ritenersi molto incerta.

Il terremoto del 9 febbraio 1979 è localizzato qualche km a est di Vimercate; i risentimenti di questo terremoto non hanno superato  $I = 6$  MCS a est dell'Adda, e ha avuto effetti classificati come  $I = 5-6$  MCS a Besana in Brianza e  $I = 5$  MCS a Cantù, Seregno, Desio e Monticello Brianza.

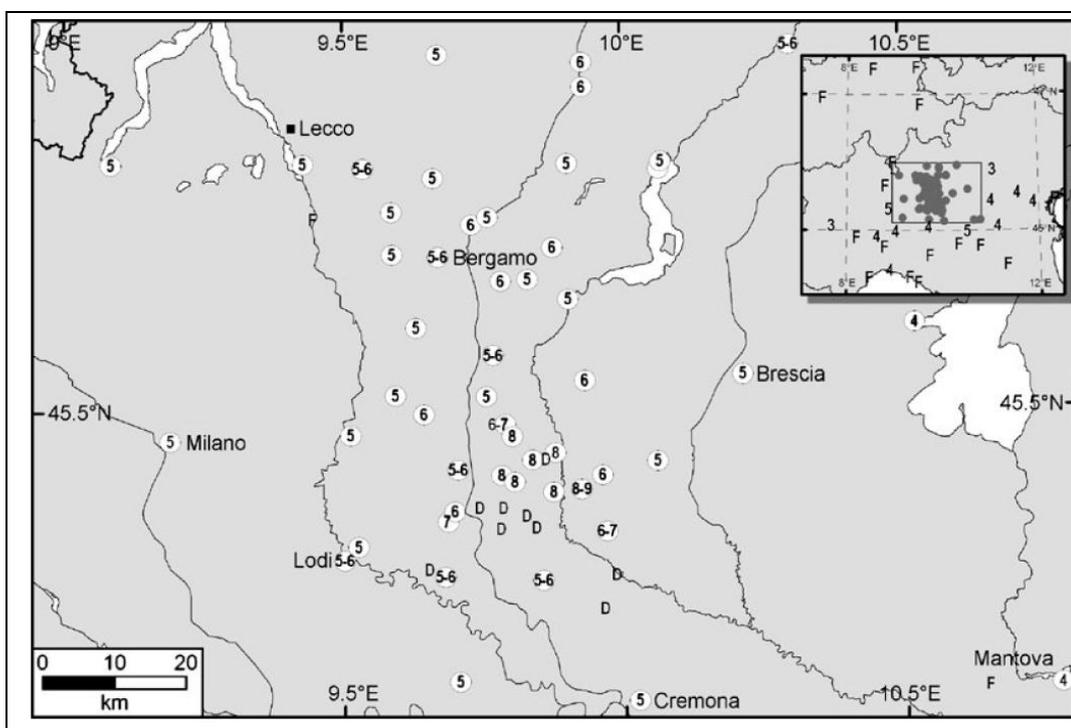
Più in generale, secondo i dati contenuti nel Database Macrosismico Italiano, i risentimenti nelle località limitrofe a Carate Brianza non superano  $I = 5$  MCS, riportata solamente a Biassono in seguito al terremoto del 20 novembre 1991. Altri risentimenti sono dovuti a terremoti con epicentro localizzato lontano dall'area in oggetto.

Inoltre, le storie sismiche di queste località sono disponibili a partire dal terremoto del 1887 della Liguria occidentale, che ebbe una vasta area di risentimento in tutta l'Italia settentrionale.

La storia sismica di Monza, pur cominciando nel 1276, conferma che i risentimenti sono sempre al di sotto della soglia del danno, ad eccezione del sopra citato terremoto del 1396 e del terremoto del 1951 del Lodigiano ( $I = 6$  MCS), e sono conseguenza di terremoti con epicentro lontano, ma anche di magnitudo non elevata.



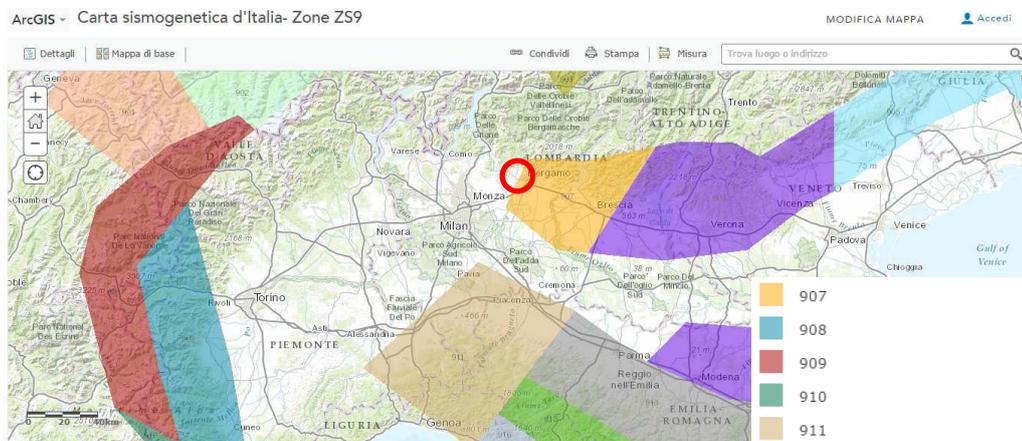
Sismicità 1000-2002 e 1981-2006 (Mw= magnitudo momento, ML=magnitudo locale).



Mappa delle intensità del sisma del 1802 (Mw = 5,67; 8-9 MCS).



In rosso, le principali sorgenti sismogenetiche per terremoti di magnitudo >5.5 (Catalogo DISS versione 3.2.0. dell'INGV).



Carta sismogenetica ZS9 dell'INGV relativa al nord Italia.

Is	Anno	Me	Gi	AE	Io	Mw
F	1276	07	28	Italia settentrionale	6	5.11
F	1295	09	03	Coira	8-9	5.79
5	1346	02	22	Ferrara	7-8	5.81
7-8	1396	11	26	Monza	7-8	5.37
4-5	1786	04	07	Piacenza	6-7	5.31
3	1873	06	29	Bellunese	9-10	6.33
2-3	1873	09	17	Liguria orientale	6-7	5.52
NF	1885	02	26	Scandiano	6	5.22
3-4	1887	02	23	Liguria occidentale	9	6.29
2	1889	12	08	Apricena	7	5.55
5	1891	06	07	Valle d'Ilasi	8-9	5.71
RS	1892	01	05	Garda occidentale	6-7	4.96
2	1894	11	27	Franciacorta	6-7	4.95
2	1898	03	04	Calestano	6-7	5.07
4-5	1901	10	30	Salo'	8	5.67
3-4	1905	04	29	Alta Savoia	7-8	5.79
4	1920	09	07	Garfagnana	9-10	6.48
6	1951	05	15	Lodigiano	6-7	5.24
4	1972	10	25	Passo Cisa	5	4.95
F	1976	05	06	Friuli	9-10	6.43
4	1983	11	09	Parmense	6-7	5.10
	2012	5	20	Finale Emilia		5.90
	2012	5	29	Medolla e Cavezzo		5.80

**Storia sismica:**

- **Is = Intensità macrosismica,**
- **AE = denominazione dell'area dei maggiori effetti,**
- **Io = Intensità epicentrale (MCS),**
- **Mw = Magnitudo momento,**
- **F = avvertito a Monza,**
- **NF = non avvertito a Monza,**
- **RS = registrazione strumentale (effetti non esprimibili in termini di intensità macrosismica).**

### 9.3. 1° livello di approfondimento

Come sopra indicato, il 1° livello di approfondimento consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti. Il 1° livello è obbligatorio per tutti i comuni della Lombardia ed è basato sul riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche sia di dati esistenti.

Nel caso specifico dell'area in oggetto, il primo livello di approfondimento ha comportato quanto descritto per fasi nel seguito.

#### Definizione della componente geologica ed idrogeologica

Per la ricostruzione del quadro geologico ed idrogeologico, si è fatto riferimento a quanto già ricostruito nel corso dello studio realizzato ai sensi della L.R. 41/97 e della D.G.R. VII/6645/01.

#### Raccolta di ulteriori dati disponibili

Si è proceduto ad una fase di ulteriore raccolta dei dati esistenti:

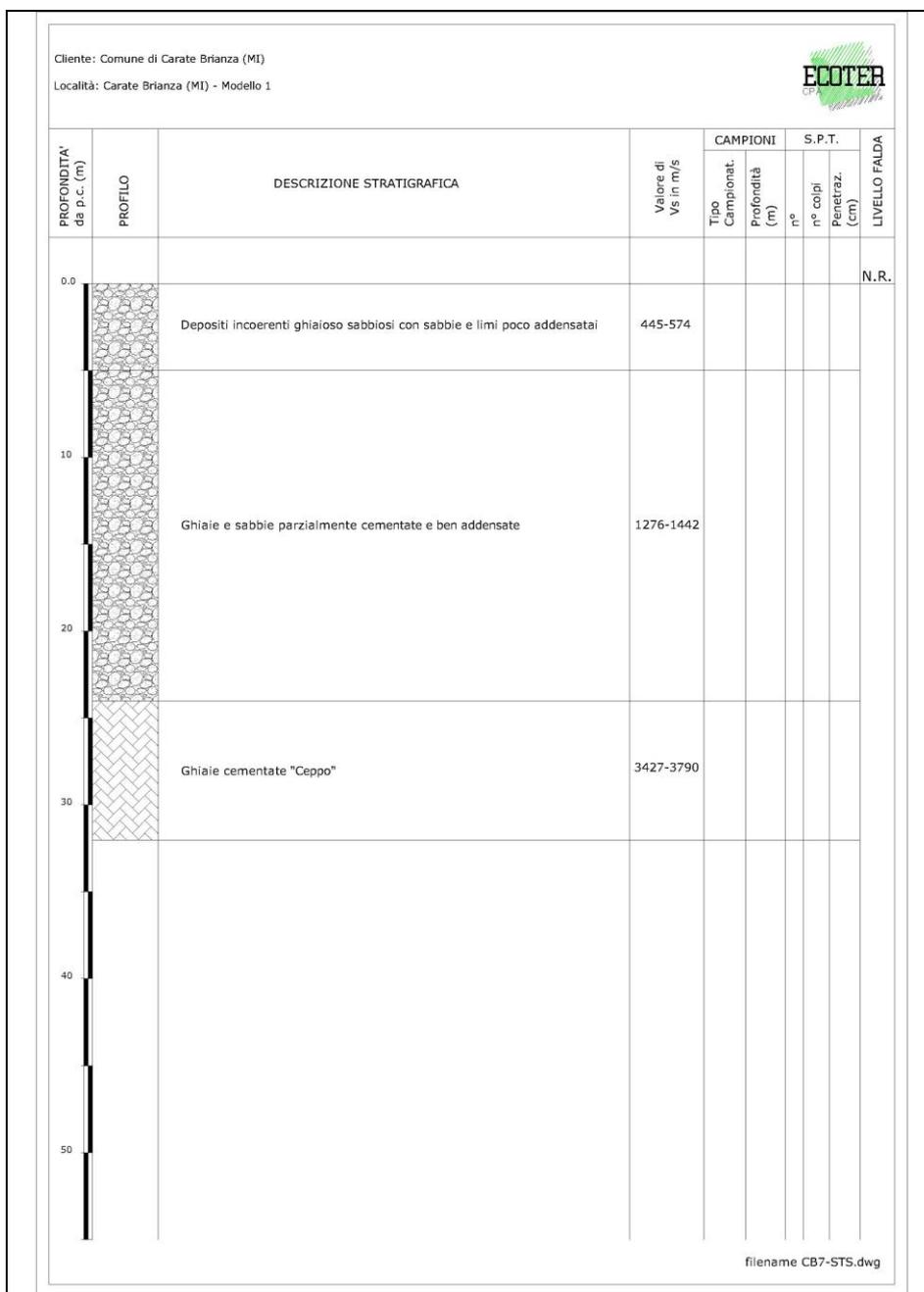
- stratigrafie di pozzi per acqua,
- linee sismiche,
- sondaggi elettrici verticali SEV,
- prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T.,
- sondaggio stratigrafico,
- prova sismica down-hole in foro,
- prove sismiche Masw attive,
- consultazione del S.I.T. regionale.

#### Indagini geognostiche e caratteri lito-stratigrafici

Si è effettuata un'analisi dei risultati delle indagini geognostiche svolte onde poter caratterizzare in termini qualitativi (successione litologica) e quantitativi (geometrie e spessore delle coperture, condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda) il sottosuolo.

Sulla base delle indagini relative a quanto sopra, si sono potute ricostruire tre sequenze stratigrafiche caratteristiche di distinte zone del comune, necessario riferimento per le valutazioni di primo livello, per l'identificazione qualitativa della/e categoria/e di suolo, nonché base per il successivo approfondimento di 2° livello.

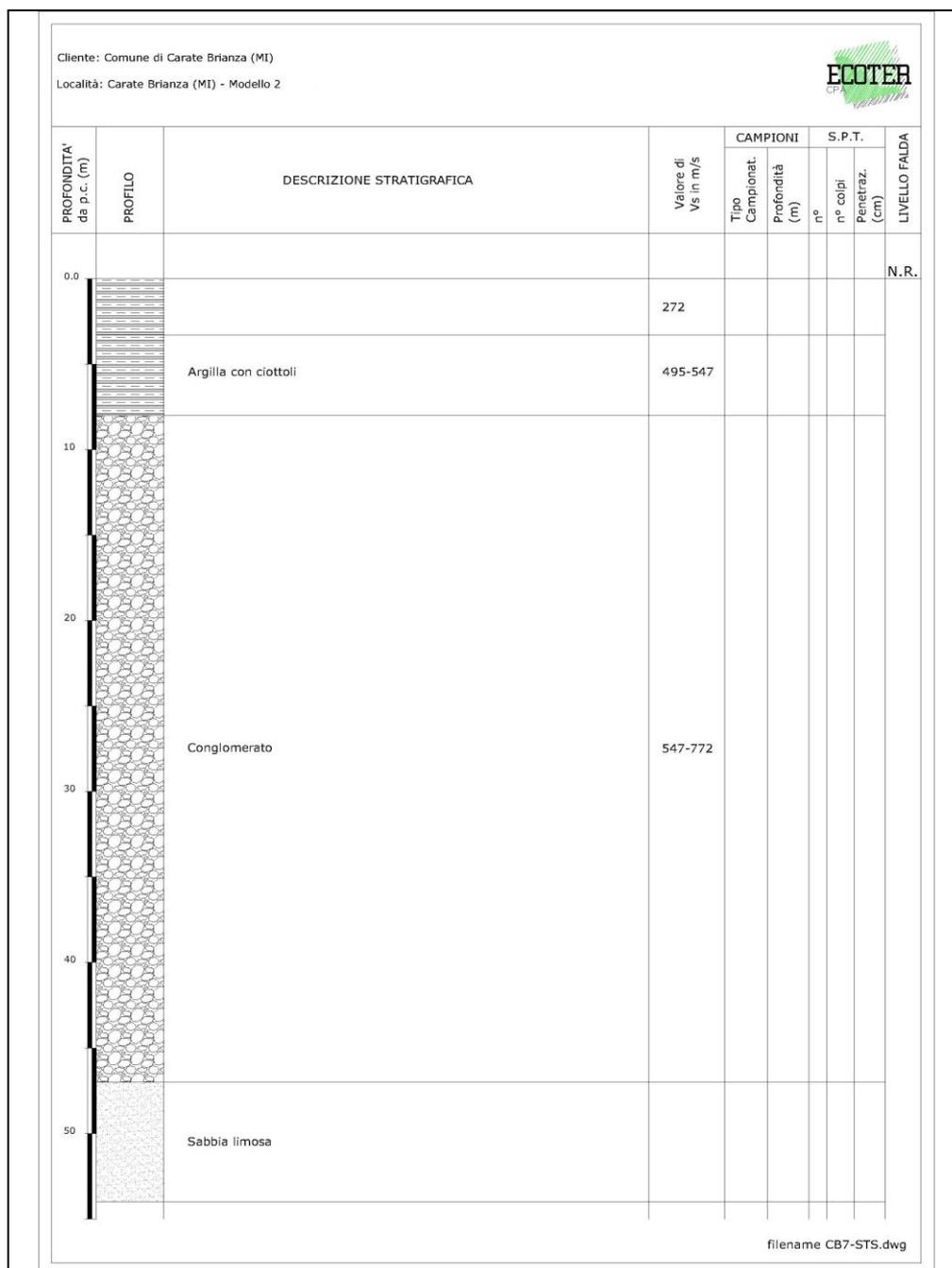
## MODELLO 1



Si associano a questo modello 1 i **Depositi alluvionali della valle del Fiume Lambro**. Per la ricostruzione del modello 1 sono stati utilizzati dati di indagini sismiche e prove penetrometriche provenienti da una precedente indagine. Il modello 1 presenta:

- I livello fino ai 5 metri caratterizzato da depositi incoerenti ghiaioso sabbiosi con sabbie e limi poco addensate con Vs che variabili da 445 a 574 m/s.
- II livello tra i 5 e i 24 m composto da ghiaie e sabbie parzialmente cementate e ben addensate con Vs comprese tra 1267 e 1442 m/s.
- III livello tra 24 ai 32 m ghiaie cementate con Vs comprese tra 3472 e 3790 m/s.

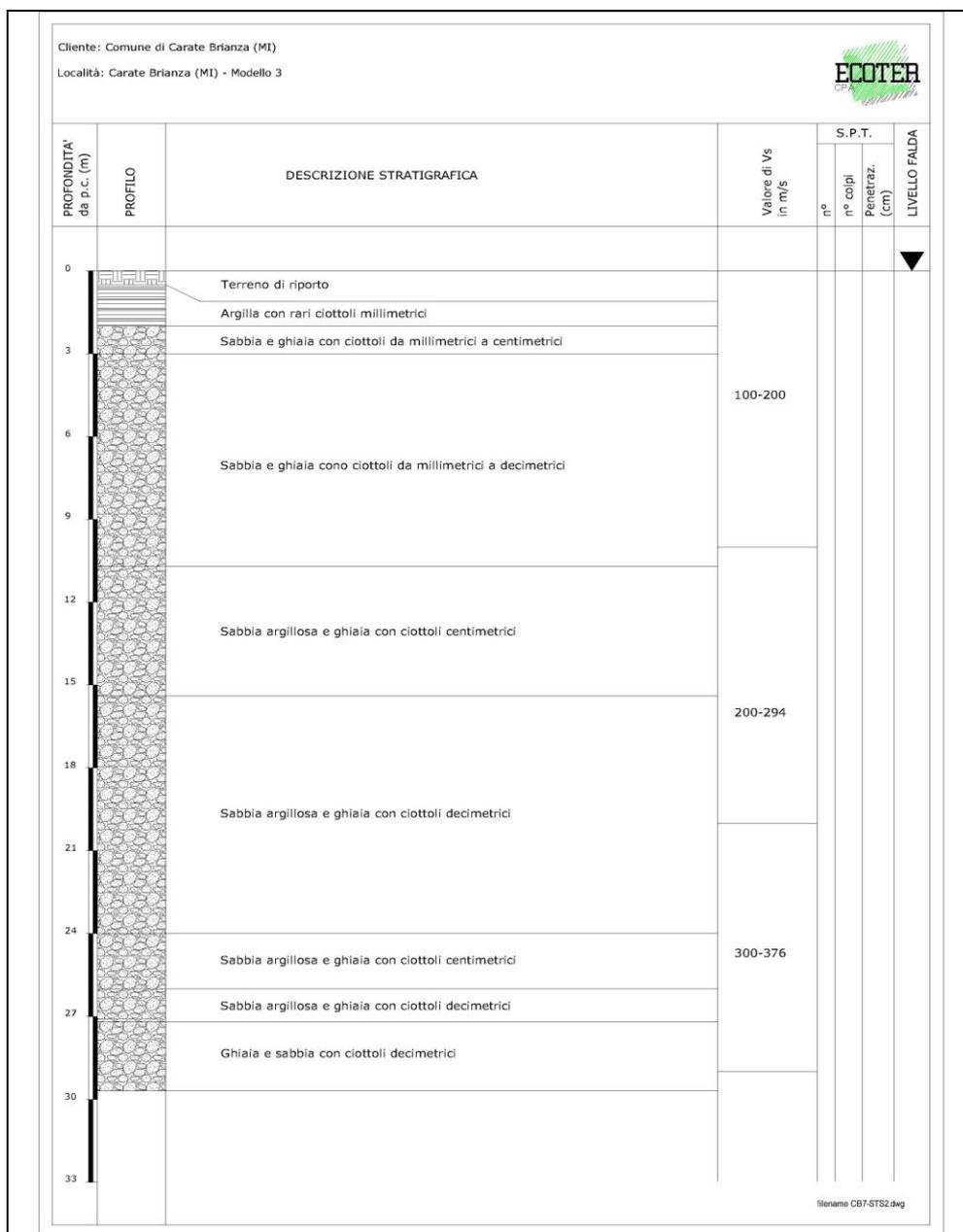
## MODELLO 2



Si associano a questo modello 2 i **Depositi morenici**. Per la ricostruzione del modello 2 sono stati utilizzati dati di indagini sismiche e prove penetrometriche di studi precedenti e la stratigrafia di un vicino pozzo comunale. Il modello 2 presenta:

- I livello: nella parte superiore tra 0 e 5 m materiali di deposito sciolti con Vs 272 m/s.
- II livello: tra 5 e 8 m argilla con ciottoli caratterizzata da Vs comprese tra 495 e 547 m/s.
- III livello: tra 8 e 47 m conglomerati con Vs comprese tra 547 e 772 m/s.

### MODELLO 3



Si associano a questo modello 3 i Depositi alluvionali “rissiani” e “wurmiani”. Per la ricostruzione del modello 3 sono state usate le stratigrafie dei pozzi presenti e delle indagini sismiche (down-hole e Masw attive). Il modello 3 presenta:

- I livello: costituito da uno strato di alterazione superficiale prevalentemente sabbioso e una zona argillosa fino a circa 2,5 m p.c.
- II livello: compreso tra 2,5 e 29 m composto da sabbie argillose e ghiaia.

Il Modello è caratterizzato da un andamento lineare delle Vs da 100 (-1m da p.c.) a 376 (-29m).

### Valutazioni geotecniche

L'analisi dei risultati di indagini geotecniche già svolte ha consentito di poter parametrizzare il sottosuolo in termini di proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali. Questo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili.

### Analisi della Pericolosità Sismica Locale

La pericolosità sismica locale è stata identificata facendo riferimento agli scenari codificati dalla normativa in grado di determinare specifici effetti sismici locali.

La valutazione della pericolosità sismica locale permette, oltre all'assegnazione della classe di pericolosità, anche di verificare la eventuale necessità o meno di procedere ai successivi livelli di approfondimento.

Nel caso dell'area in studio, prendendo in considerazione il contesto geologico generale, nonché procedendo per analogia a situazioni assimilabili e comparabili e facendo riferimento agli scenari codificati dalla norma regionale, si è classificata l'area come "Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi"; da tale scelta deriva la necessità di procedere nell'approfondimento di 2° Livello.

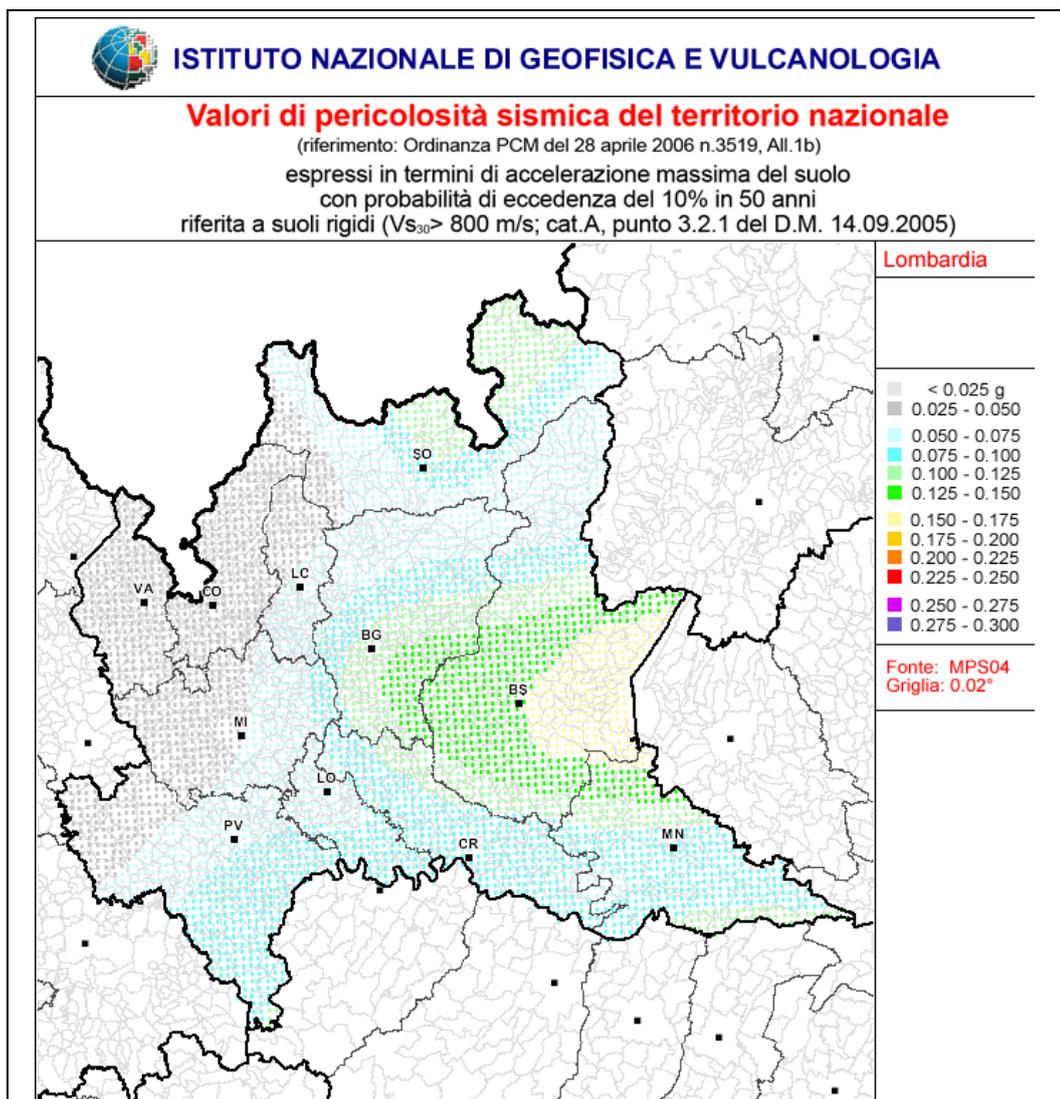
Si sono anche individuate zone classificate come "Z3a - Zona di ciglio  $H > 10$  m e Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo".

<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

## 9.4. 2° livello di approfondimento

### 9.4.1. Aree - Z4a

Le normative tecniche di riferimento, a seconda delle varie zone del territorio nazionale, prevedono differenti valori delle accelerazioni orizzontali ( $a_g/g$ ) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e dei valori di accelerazioni di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente.



Carta della pericolosità sismica di base (OPCM n. 3519 del 28/04/2006)  
 presa come riferimento nelle NTC-2008.

Per il Comune di Carate Brianza l'accelerazione sismica orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in un intervallo di tempo di 50 anni, è pari a  $A_{g_{max}} = 0,051635$  g (v. O.P.C.M. 3519/06, in Lombardia varia da 0,037 a 0,163 g).

L'accelerazione sismica è il principale parametro descrittivo della pericolosità di base utilizzato per la definizione dell'azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle NTC).

Dall'analisi dei dati esistenti è stata identificata la pericolosità sismica locale facendo riferimento agli scenari codificati dalla normativa in grado di determinare specifici effetti sismici locali.

La valutazione della pericolosità sismica locale permette, oltre all'assegnazione della classe di pericolosità, anche di verificare la eventuale necessità o meno di procedere ai successivi livelli di approfondimento.

Nel caso dell'area in studio, prendendo in considerazione il contesto geologico generale, nonché procedendo per analogia a situazioni assimilabili e comparabili e facendo riferimento agli scenari codificati dalla norma regionale, si è classificata l'area come: "*Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*"; da tale scelta deriva la necessità di procedere nell'approfondimento di 2° Livello.

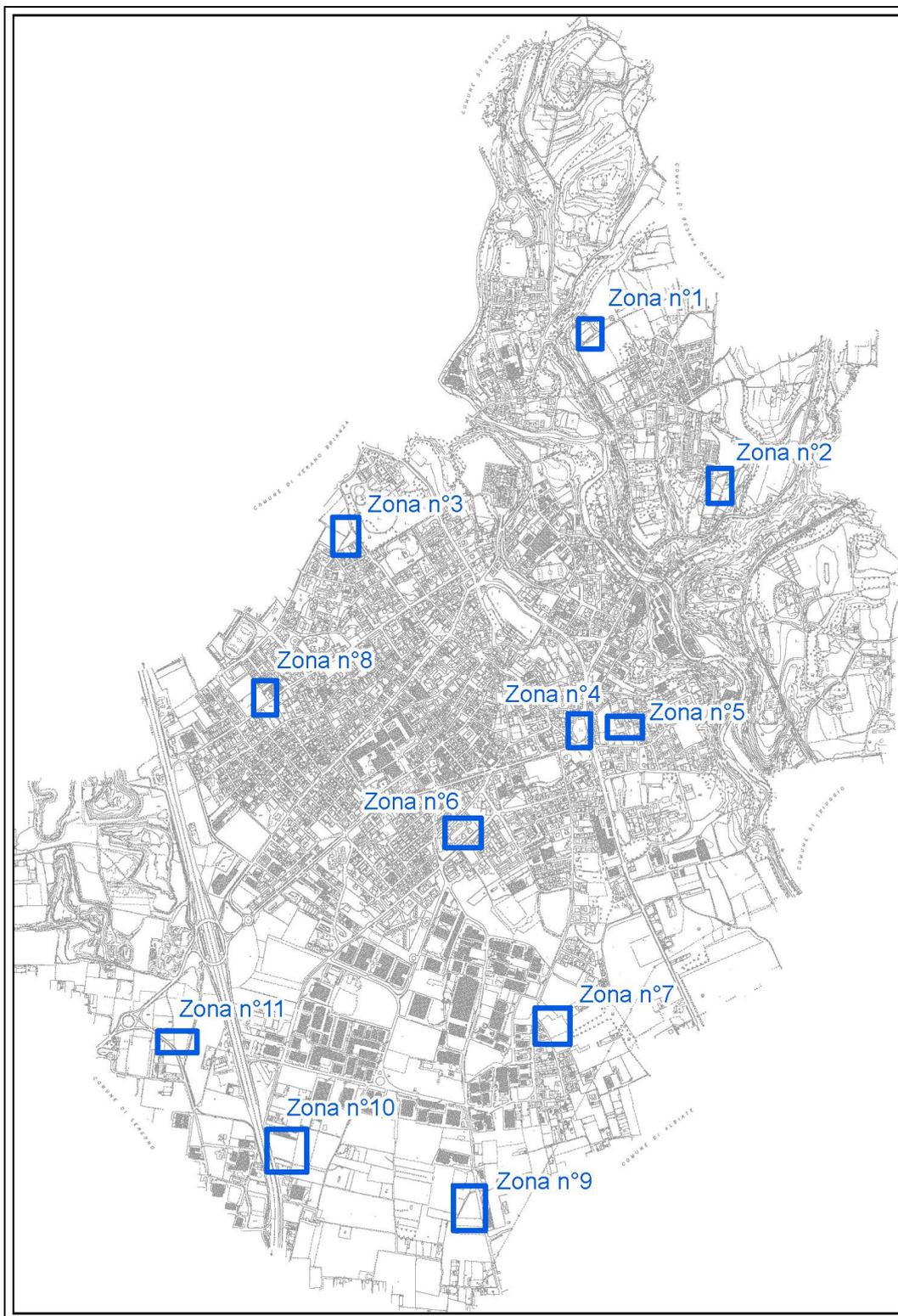
La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa.

Il valore di Fa si riferisce ai due intervalli di "periodo" proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale, intervalli rispettivamente compresi tra 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s; in particolare l'intervallo tra 0,1-0,5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0,5-1,5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello implica l'analisi, ai fini della valutazione dell'amplificazione locale, di effetti di diverso tipo (topografici e litologici) e fornisce, per gli effetti litologici, valori di Fa per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti topografici 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.

Nel caso dell'area in studio si è così proceduto:

1. scelta di diverse zone campione del territorio comunale, all'interno delle quali si sono effettuate le indagini penetrometriche e le indagini geofisiche, secondo criteri che hanno considerato i seguenti aspetti:
  - zona sismica di appartenenza desunta dal primo livello di approfondimento ed eventuale raccordo con studi precedenti;
  - conformazione geografica e caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area;
  - attuali conoscenze geotecniche sulle aree esaminate (anche da precedenti indagini geognostiche);
  - presenza di ambiti di trasformazione previsti nel P.G.T. (aree di recupero, aree di completamento).



**Ubicazione delle diverse zone campione del territorio comunale, all'interno delle quali si Sono effettuate le indagini penetrometriche e le indagini geofisiche.**

2. ricostruzione, nelle diverse zone campione di cui sopra, di modelli geologici e geofisici del sottosuolo mediante i profili di Vs e le risultanze delle prove penetrometriche. In mancanza del raggiungimento dei 30 m con le prove, si è ipotizzato un opportuno gradiente con la profondità sulla base dei dati ottenuti dalle indagini, tale da raggiungere la profondità di 30 m;
3. ricostruzione delle categorie di suolo: in considerazione delle caratteristiche litologiche e geotecniche del sottosuolo, che si collocano in una fascia di transizione tra le categorie proposte dalle norme, si è scelto di effettuare le successive analisi facendo riferimento a scenari corrispondenti alla scheda litologica: “effetti litologici – scheda litologia sabbiosa”;
4. ricostruzione, per ciascuna zona campione del territorio comunale, degli andamenti delle Vs con la profondità e verifica dell’applicabilità e “campo di validità” della scheda scelta;
5. calcolo, in funzione di NSPT, delle velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (parametro  $V_{s30}$ ), utilizzando la formula di Ohta e Goto (1978):

$$V_s = 54,33 \cdot (N_{SPT})^{0,173} \cdot a \cdot b \cdot (Z/0,303)^{0,193}$$

$$V_{s30} (m/s) = 30 / \sum h_i / V_i$$

dove:

- a = fattore d'età (Olocene = 1,000; Pleistocene = 1,303)
- b = fattore geologico (argille = 1,000; sabbie = 1,086)
- Z = profondità in metri
- $h_i$  = spessore in metri dello strato i-esimo
- $V_i$  = velocità dell'onda di taglio i-esima
- $N_{spt}$  = numero di colpi SPT

Il calcolo delle Vs in funzione di Nspt è stato effettuato in modo da operare un confronto dei profili di Vs ottenuti dalle indagini geofisiche, così da poterli utilizzare con consapevolezza rispetto al loro grado di affidabilità;

6. scelta della curva di correlazione T/Fa sulla base delle caratteristiche dello strato superficiale;
7. calcolo del periodo proprio di ciascun sito utilizzando l’equazione:

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

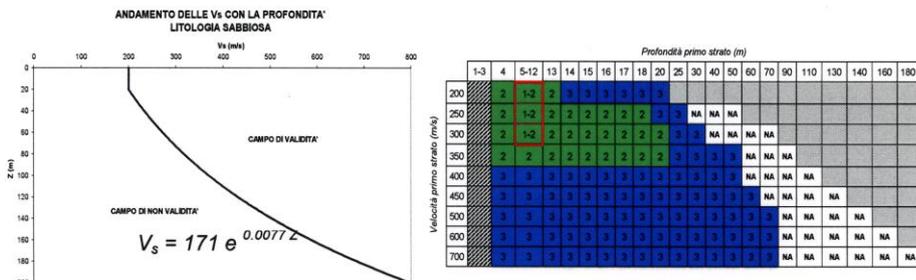
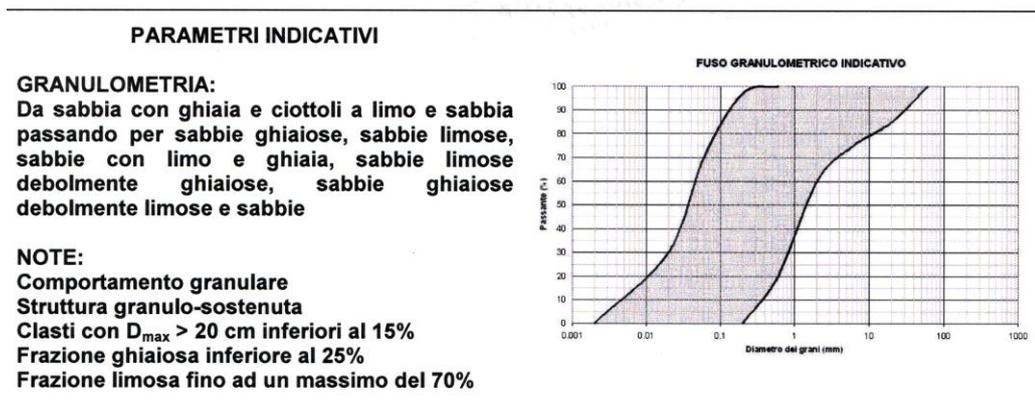
8. calcolo del valore di Fa per i due intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s in funzione del valore del periodo proprio calcolato e della curva scelta, utilizzando le seguenti equazioni:

$$Fa_{0,1-0,5} = - 8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84$$

$$Fa_{0,5-1,5} = - 6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93$$

9. confronto fra il valore Fa calcolato e il valore di soglia comunale (variabilità di 0,1).

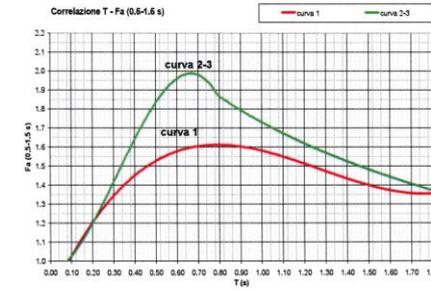
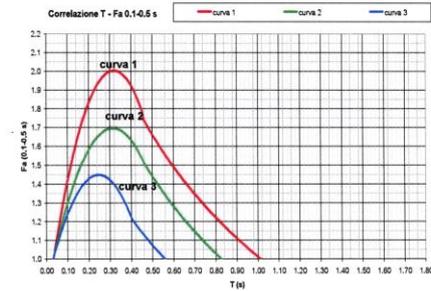
EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA



ove  
la sigla NA indica  $Fa = 1$

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1

**CONDIZIONE:** strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media  $V_s$  minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $F_{R_{0.1-0.6}} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $F_{R_{0.1-0.6}} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $F_{R_{0.1-0.6}} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $F_{R_{0.1-0.6}} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $F_{R_{0.1-0.6}} = 0.83 - 0.89 \ln T$	$T > 0.80$ $F_{R_{0.1-0.6}} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $F_{R_{0.1-0.6}} = -8.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $F_{R_{0.1-0.6}} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $F_{R_{0.1-0.6}} = 1.00$

Curva	
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $F_{R_{0.5-1.6}} = 0.57 T^2 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $F_{R_{0.5-1.6}} = -6.11 T^2 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $F_{R_{0.5-1.6}} = 1.73 - 0.61 \ln T$

#### 9.4.2. Aree - 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 ( $\alpha$ ) del fronte principale uguale o superiore ai 10°.

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.

La misura dell'altezza H è da intendersi come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre il fronte superiore è da definire come distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

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;
- l'inclinazione ( $\beta$ ) del fronte superiore inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione ( $\alpha$ ) del fronte principale, nel caso delle scarpate in pendenza (per  $\beta \leq 1/5 \alpha$  la situazione è da considerarsi pendio);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpate in contropendenza (per  $h \geq 1/3H$  la situazione è da considerarsi una cresta appuntita).

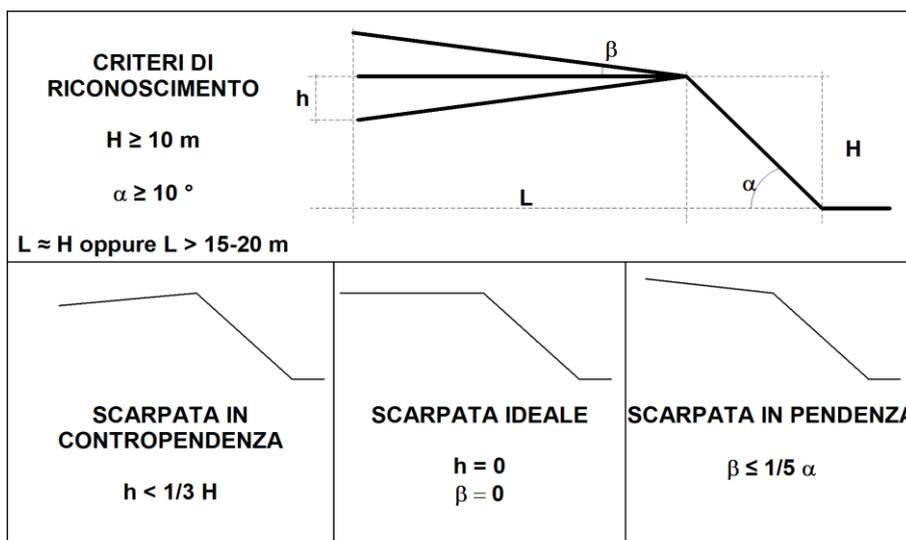
Nel caso dell'area di Piano in studio si è così proceduto:

- individuazione di aree di scarpata "caratteristiche";
- traccia di un profilo morfologico da base cartografica 1:5.000;
- scelta della tipologia di scarpata:
  - ✓ sezione a-a': H= 60m,  $\alpha=39^\circ$ , scarpata ideale,
  - ✓ sezione c-c': H=48m,  $\alpha=44^\circ$ , scarpata in pendenza,
  - ✓ sezione e-e': H=40m,  $\alpha=24^\circ$ , scarpata in pendenza;
- valutazione del valore di Fa in funzione di H e  $\alpha$ ;
- confronto del valore Fa calcolato dalle curve di correlazione e il valore di soglia comunale (variabilità di 0,1).

La corretta perimetrazione delle aree occupate dallo scenario Z3a ha invece previsto la seguente metodologia di lavoro:

- realizzazione, su base cartografica 1:5.000, di diverse sezioni omogenee lungo le zone di scarpata rocciosa;
- riconoscimento, per ciascun profilo, della relativa classe altimetrica e della classe di inclinazione;
- determinazione, in funzione dei fronti di altezza H, dell'area di influenza  $A_i$  di ciascun profilo e successiva elaborazione cartografica della stessa a partire dal ciglio del fronte principale.

EFFETTI MORFOLOGICI – SCARPATA - SCENARIO Z3a



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

4.

### 9.4.3. Aree - 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  $10^\circ$ ; il rilievo è identificato sulla base di cartografie a scala almeno 1:10.000 e la larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche: sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H) (scheda di valutazione).

Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una  $V_s$  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  $10^\circ$  (cresta arrotondata).

Per l'utilizzo della scheda di valutazione si richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- larghezza alla base del rilievo L;
- larghezza in cresta del rilievo l;
- dislivello altimetrico massimo H e dislivello altimetrico minimo h dei versanti;
- coefficiente di forma H/L.

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.

Il valore di  $F_a$  determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta l, mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

I valori di  $F_a$  così ottenuti dovranno essere utilizzati 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 i valori di  $F_a$  ottenuti dalla scheda di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zone 2, 3 e 4) e per suolo di tipo A ( $V_s \geq 800$  m/s) e per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (soglie\_lomb.xls) 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 la scheda di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di  $\pm 0.1$  che tiene in conto la variabilità del valore di  $F_a$  ottenuto dalla procedura semplificata.

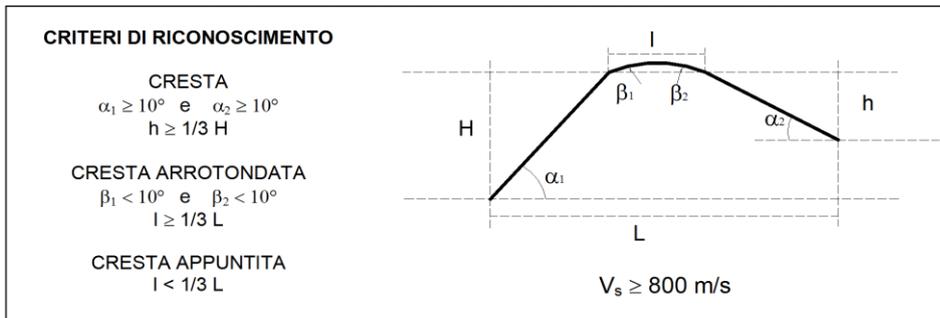
Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di  $F_a$  è inferiore o uguale 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 (classe di pericolosità H1);
- 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 (classe di pericolosità H2).

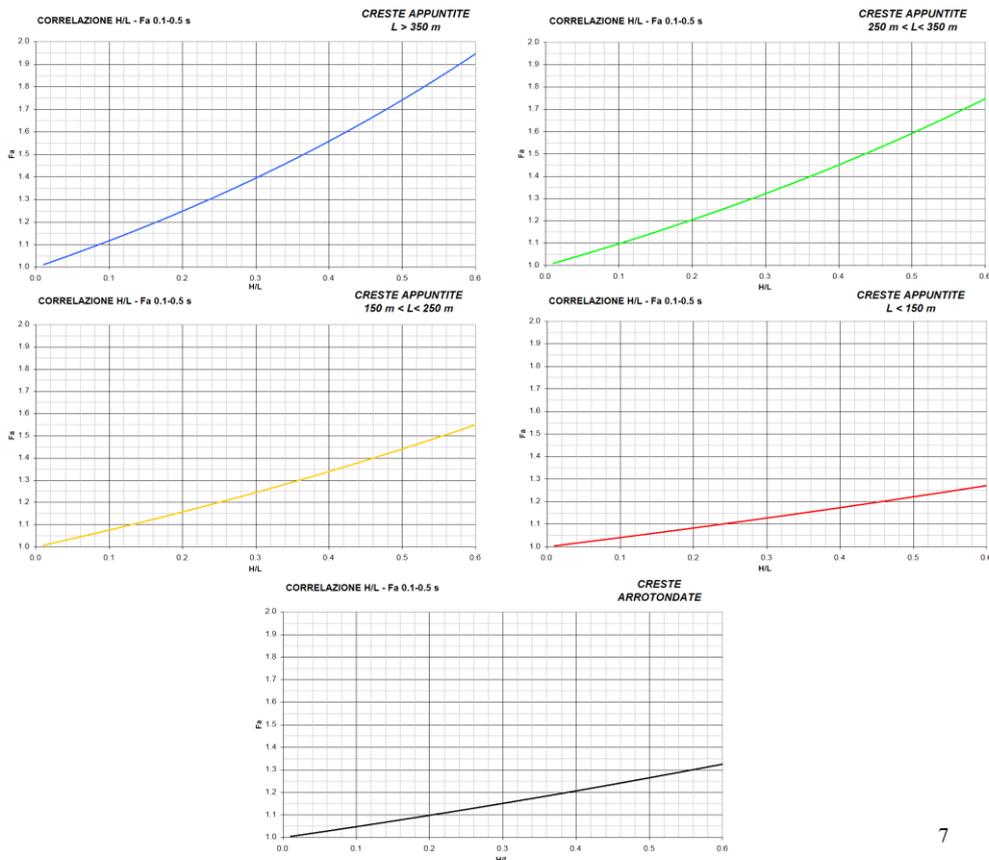
Nel caso dell'area di Piano in studio si è così proceduto:

- Individuazione di aree di cresta "caratteristiche".
- Traccia di un profilo morfologico da base cartografica 1:5.000.
- Scelta della tipologia di cresta:
  - ✓ sezione b-b':  $L=227\text{m}$ ,  $H=45\text{m}$ ,  $l=151\text{m}$ ,  $h=30\text{m}$ ,  $\alpha_1=48^\circ$ ,  $\alpha_2=39^\circ$ , cresta;
  - ✓ sezione d-d':  $L=411\text{m}$ ,  $H=55\text{m}$ ,  $l=95\text{m}$ ,  $h=50\text{m}$ , cresta appuntita.
- Valutazione del fattore di forma  $H/L$  e calcolo del valore di  $F_a$ .
- Confronto del valore  $F_a$  calcolato dalle curve di correlazione e il valore di soglia comunale (variabilità di 0,1).

**EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE - SCENARIO Z3b**



	L > 350	250 < L < 350	150 < L < 250	L < 150
<b>Creste Appuntite</b>	$Fa_{0.1-0.5} = e^{1.11H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.93H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.73H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.40H/L}$
<b>Creste Arrotondate</b>	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.47H/L}$			



## 9.5. Aree Z4a: risultati

Attraverso lo schema predisposto dalla Regione Lombardia è possibile attribuire ad aree con caratteristiche litologiche e geotecniche note, un'ipotesi di effetti conseguenti all'evento sismico, direttamente correlati alle caratteristiche geologiche locali. La situazione geologica del territorio comunale è esposta nel capitolo 3, dove sono evidenziati gli elementi che caratterizzano i depositi presenti e che sono stati utilizzati per individuare le porzioni del territorio comunale da cui calcolare le velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (parametro  $V_{s30}$ ).

L'identificazione della categoria di sottosuolo è stata eseguita confrontando la tabella 3.2.II delle NTC-08, che indica le categorie sismica di appartenenza dei suoli di fondazione.

Tipo di terreno	Profilo stratigrafico	Parametri		
		$V_{s30}$ m/s	$N_{SPT}$	cu kPa
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di $V_{S30}$ simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s			

### 9.5.1. Prova sismica in foro (down-hole)

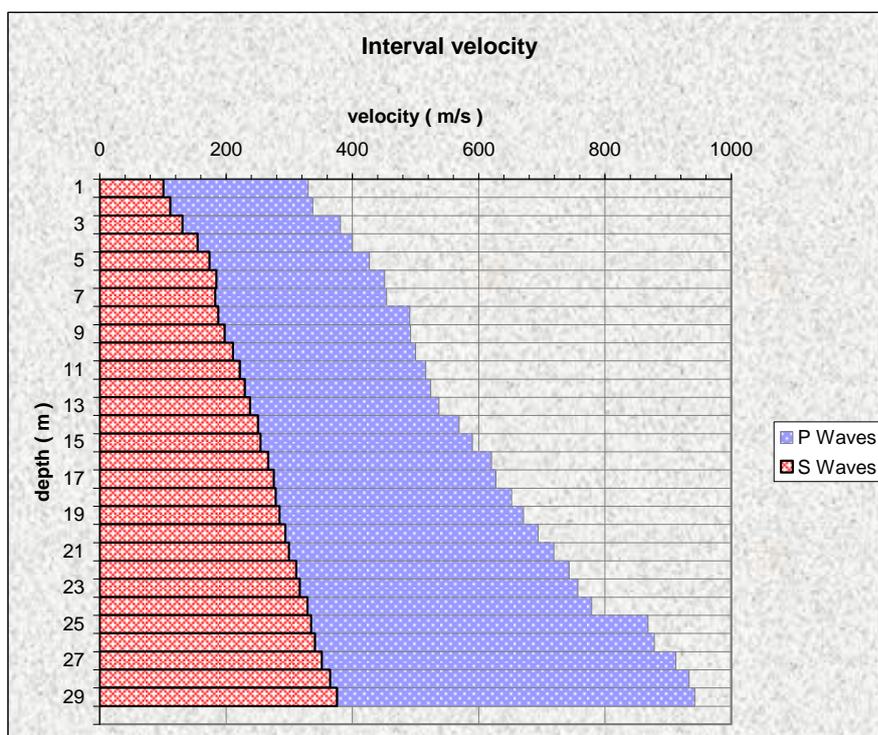
Nel diagramma seguente si riporta l'esito della prova DH per il sondaggio eseguito in via Montessori, con i relativi parametri di velocità di propagazione delle onde  $V_s$  e  $V_p$  in funzione della profondità.

I valori di velocità riscontrati, sia in termini di onde di taglio che di onde di compressione, non mostrano contrasti di impedenza e sono compatibili con le litologie incontrate nel corso di esecuzione del sondaggio.

Queste, in estrema sintesi, vanno a formare due orizzonti così definiti:

- livello più superficiale costituito da uno strato di alterazione superficiale prevalentemente sabbioso e un orizzonte argilloso fino a circa 2,5 m dal p.c.,
- livello più profondo compreso tra 2,5 e 29 m costituito da sabbie argillose e ghiaia.

Le velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno si sono mostrate comprese nella **categoria C** dei suoli di fondazione (valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s, sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media rigidità).



Prova DH - distribuzione Vs e Vp con la profondità.

### 9.5.2. Prospezioni sismiche MASW

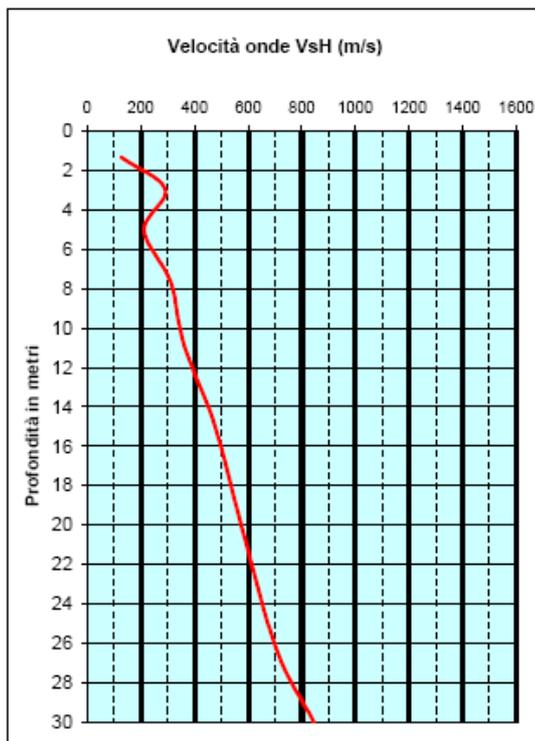
Il parametro Vs30 si è mostrato compreso nella **categoria B** dei suoli di fondazione (valori di velocità maggiori di 360 m/s ma minori di 800 m/s, sabbie o ghiaie addensate o argille di molto consistenti), con un valore di Vs30 calcolato pari a:

- Masw 1: Vs30 = 405 m/s
- Masw 2: Vs30 = 429 m/s
- Masw 3: Vs30 = 476 m/s

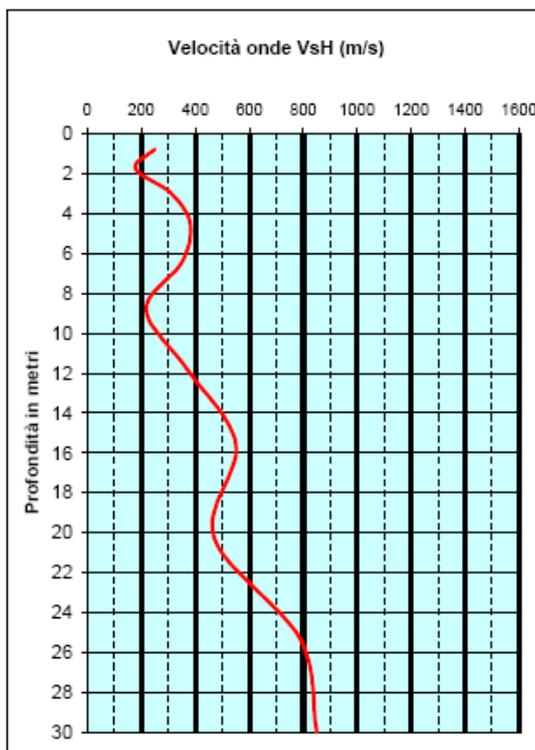
In particolare merita sottolineare come i profili che mostrano gli andamenti delle velocità (onde S) evidenziano orizzonti a velocità sismiche lente (< 360 m/s) nelle porzioni più superficiali. Questo, nonostante la classe B generale di appartenenza dei suoli di fondazione.

Tali orizzonti sono associabili alla probabile presenza di localizzate lenti di materiali coesivi o sciolti non consolidati o poco addensati i cui spessori possono essere anche molto variabili.

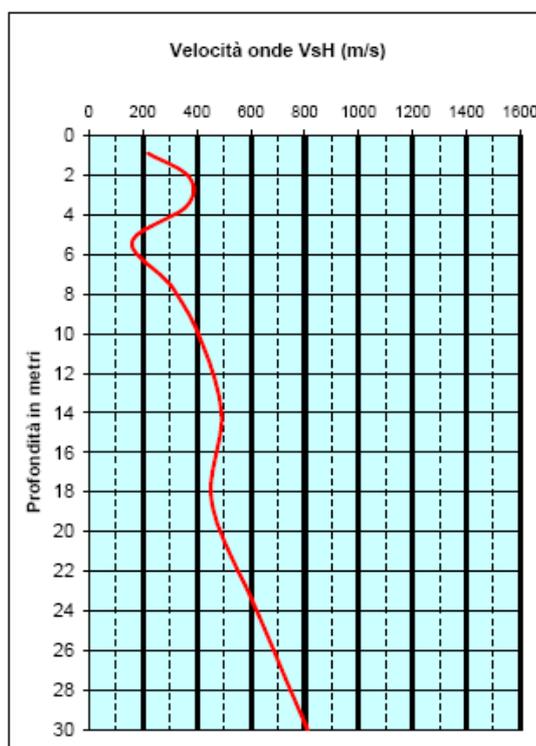
Gli andamenti calcolati delle velocità di taglio Vs alle varie profondità investigate sono illustrati negli appositi grafici sottostanti, che permettono di eseguire le idonee considerazioni in adempimento alla normativa regionale di riferimento.



Masw 1 - via San Michele al Carso - grafico delle velocità sismiche



Masw 2 - via Fratelli Bandiera - grafico delle velocità sismiche



Masw 3 - via Caravaggio - grafico delle velocità sismiche

### 9.5.3. Prove penetrometriche dinamiche

Il parametro  $V_{s30}$ , calcolato in diverse aree campione del territorio comunale mediante la procedura esposta nel paragrafo 9.3., si è mostrato compreso sia nella **categoria B** che nella **categoria C** dei suoli di fondazione, con valori di velocità delle onde di taglio, mediate sui primi 30 metri di sottosuolo, comprese tra un minimo di 313 m/sec (zona sud-est all'altezza di via Caravaggio – Fluvioglaciale Riss, suolo di categoria C) ed un massimo di 470 m/sec (zona sud presso la S.S. n. 36 – Fluvioglaciale Wurm, suolo di categoria B).

### 9.5.4. Sintesi dei risultati ottenuti

Le zone indagate, dalle analisi delle indagini geofisiche e geotecniche effettuate e descritte in precedenza nel testo, non presentano particolari problematiche geotecniche o alternanze granulometriche tali da ipotizzare comportamenti differenziali. Come detto, sono state considerate come “Zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi” (Sigla Z4a), per le quali lo schema predisposto dalla Regione Lombardia prevede amplificazioni litologiche e geometriche come effetti locali di un sisma.

L’Ordinanza n° 3274 del marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche*

per le costruzioni in zona sismica” aggiorna la normativa sismica in vigore, con l’attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell’accelerazione al suolo. Inoltre tale ordinanza propone l’adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A – B – C – D – E) tipologie di suoli (più altri due speciali:  $S_1$  e  $S_2$ ), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno ( $V_{s30}$ ).

Le classi di cui sopra sono definite da parametri indicati nel EC8 (euro codice 8) e più specificatamente: velocità delle onde S, numero dei colpi della prova SPT, coesione non drenata.

Richiamando gli aspetti metodologici esposti in precedenza nel testo, si sottolinea che la valutazione del grado di protezione, in termini sismici, viene effettuata confrontando il valore di  $F_a$  ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato (valore di soglia) calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (A, B, C, D, E), nonché per ogni intervallo di periodo.

Di seguito è riportata una tabella di sintesi dei risultati ottenuti per le diverse aree campione del territorio comunale e secondo le diverse metodologie di analisi adottate. Si fa presente che in alcuni casi si è data una doppia attribuzione, in una medesima zona, a tipologie di suoli differenti (**suoli B e suoli C**), per via dei diversi valori di  $V_{s30}$  calcolati dalle indagini geofisiche rispetto ai valori di  $V_{s30}$  desunti per correlazione dalle prove penetrometriche.

Alle nove aree campione segnalate in tabella devono essere aggiunti i terreni del Modello 1 descritto al paragrafo 9.3.1., associati ai depositi alluvionali della valle del Lambro. Per tali terreni le velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di sottosuolo si sono mostrate comprese nella **categoria E** dei suoli di fondazione (Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $V_{s30}$  simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{s30} > 800\text{m/s}$ ). Per la ricostruzione di tale modello sono stati utilizzati dati di indagini sismiche e prove penetrometriche provenienti da precedenti indagini.

Per quanto concerne la scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di  $V_s$ , utilizzati nella procedura di 2° livello, la tabella seguente assegna ai risultati ottenuti dalle analisi i vari livelli di attendibilità.

<i>Dati</i>	<i>Attendibilità</i>	<i>Tipologia</i>
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici ( $V_s$ )	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

**Livelli di attendibilità assegnati ai risultati ottenuti dalle analisi**

	Unità	Da prove penetrometriche					Da prove geofisiche				
		Vs30 (m/sec)	T (sec)	Fa 0.1 – 0.5	Fa 0.5 – 1.5	Tipologia di suolo	Vs30 (m/sec)	T (sec)	Fa 0.1 – 0.5	Fa 0.5 – 1.5	Tipologia di suolo
Zona n° 1 nord Via Boffalora	Morene rissiane	401	0,30	1,69	1,42	B					
Zona n° 2 nord-est Località Veduggio		395	0,30	1,69	1,42	B					
Zona n° 3 ovest Via F. Bandiera		377	0,32	1,69	1,46	B	429	0,28	1,68	1,37	B
Zona n° 4 centro Via San Michele al Carso	Argille sotto il Ceppo	353	0,34	1,69	1,51	C	405	0,29	1,69	1,40	B
Zona n° 5 centro Via Carducci	Fluvio- glaciale Riss	408	0,29	1,69	1,40	B					
Zona n° 6 centro Via Montessori	Fluvioglaciale Riss						260	0,46	1,51	1,76	C
Zona n° 7 sud-est Via Caravaggio		313	0,38	1,66	1,60	C	476	0,25	1,66	1,30	B
Zona n° 8 ovest Via Donizetti	Fluvioglaciale Wurm	414	0,29	1,69	1,40	B					
Zona n° 9 sud Via Rivera		370	0,32	1,69	1,46	B					
Zona n° 10 sud S.S. n. 36		470	0,25	1,66	1,30	B					
Zona n° 11 sud-ovest Via San Salvatore		453	0,26	1,67	1,33	B					

**Sintesi dei risultati ottenuti - sono indicati, per le diverse aree campione del comune, il parametro Vs30, il periodo proprio del sito T, la tipologia di suolo considerata e i valori di Fa negli intervalli 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s.**

Per concludere, si è identificato sul territorio comunale un assetto lito-tecnico del sottosuolo corrispondente a profili stratigrafici diversi e rispettivamente classificabili, facendo riferimento a quanto previsto dall'O.P.C.M. n.3274, come:

- suoli di categoria B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/s [ovvero resistenza penetrometrica media  $N_{spt} >$ , o coesione non drenata  $C_u > 250 \text{kPa}$ ];
- suoli di categoria C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s [ $15 < N_{spt} < 50$ ,  $70 < C_u < 250 \text{kPa}$ ].
- suoli di categoria E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C e D (compresi tra valori inferiori di 180 e 360 m/s) e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $Vs30 > 800 \text{m/s}$ .

Nella **Tavola 4 – Carta della pericolosità sismica locale**, in scala 1:5.000, sono riportate le tipologie di suolo presenti sul territorio comunale, facendo riferimento a quanto previsto dall'O.P.C.M. n. 3274; nelle aree campione da cui alla tabella precedente dove sia ha la presenza sia di suoli di tipo B che di suoli di tipo C, si è scelto di rappresentare, cautelativamente, solo la categoria di suolo superiore (più sfavorevole).

Per il Comune di Carate Brianza, i valori regionali di soglia dei terreni di categoria B, nonchè riportati nella banca dati della Regione Lombardia, sono:

- periodo tra 0,1-0,5 = 1,4
- periodo tra 0,5-1,5 = 1,7

I valori regionali di soglia dei terreni di categoria C sono:

- periodo tra 0,1-0,5 = 1,9
- periodo tra 0,5-1,5 = 2,4

I valori regionali di soglia dei terreni di categoria E sono:

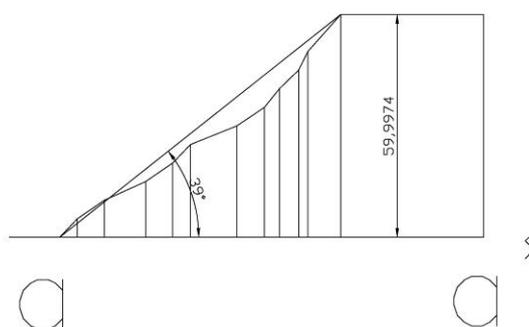
- periodo tra 0,1-0,5 = 2,0
- periodo tra 0,5-1,5 = 3,1

I calcoli e le verifiche di Fa, effettuati per l'area in studio e nei termini esposti in precedenza nel testo, portano in estrema sintesi a quanto segue:

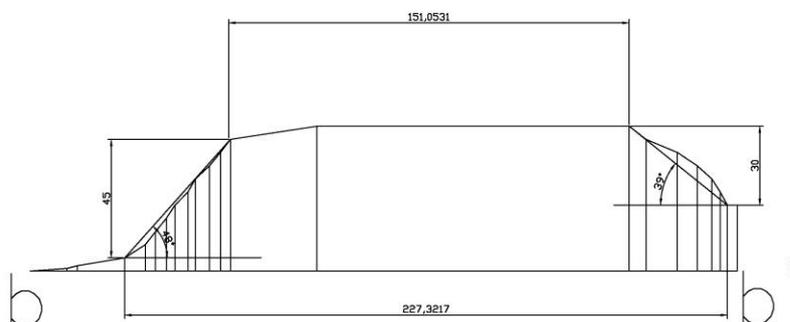
- **per i terreni associati ai suoli di categoria C e ai suoli di categoria E, i valori di soglia di cui sopra sono “verificati” (non sono superati indipendentemente dal periodo considerato);**
- **per i terreni associati ai suoli di categoria B, è superato il valore di soglia per il periodo compreso tra 0,1-0,5; il periodo 0,5-1,5 risulta invece verificato per entrambe le tipologie di suolo considerate.**

## 9.6. Aree Z3: risultati

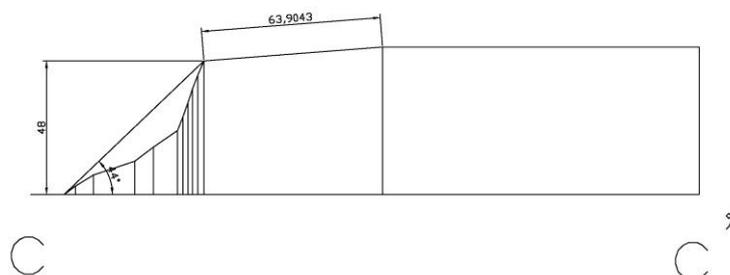
Le perimetrazioni per gli scenari di zona di scarpata rocciosa (Z3a) e zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b), sono rappresentate nella **Tavola 4 – Carta della pericolosità sismica locale**, in scala 1:5.000. Di seguito si riportano, per i due scenari individuati, le tracce dei profili morfologici considerati ed il calcolo dei valori di  $F_a$ , nonchè la scheda di calcolo  $F_a$  per lo scenario Z3b - creste.



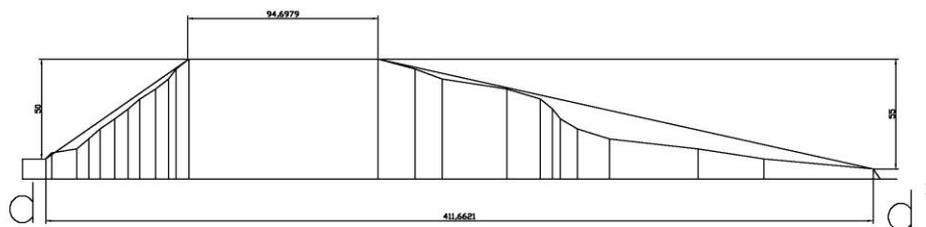
**Sezione a-a':  $F_{a0,1-0,5} = 1,20$**



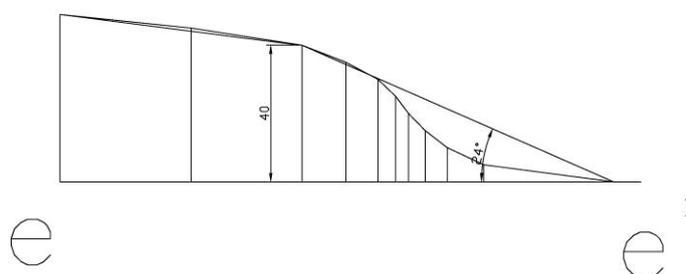
**Sezione b-b':  $F_{a0,1-0,5} = 1,20$**



**Sezione c-c':  $Fa_{0,1-0,5} = 1,30$**



**Sezione d-d':  $Fa_{0,1-0,5} = 1,06$**



**Sezione e-e':  $Fa_{0,1-0,5} = 1,20$**

## EFFETTI TOPOGRAFICI: SCENARIO Z3b (Creste)

### CRITERIO DI RICONOSCIMENTO

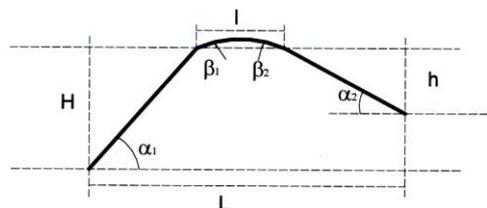
**CRESTA**  
 $\alpha_1 \geq 10^\circ$  e  $\alpha_2 \geq 10^\circ$   
 $h \geq 1/3H$

**CRESTA ARROTONDATA**  
 $\beta_1 < 10^\circ$  e  $\beta_2 < 10^\circ$   
 $l \geq 1/3L$

**CRESTA APPUNTITA**  
 $l < 1/3L$

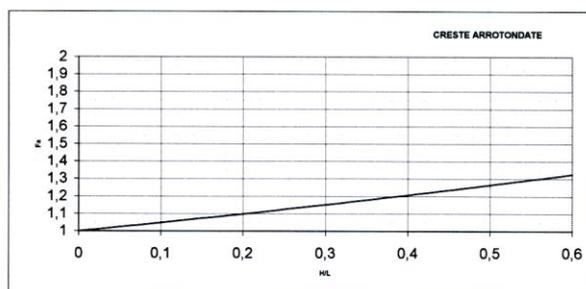
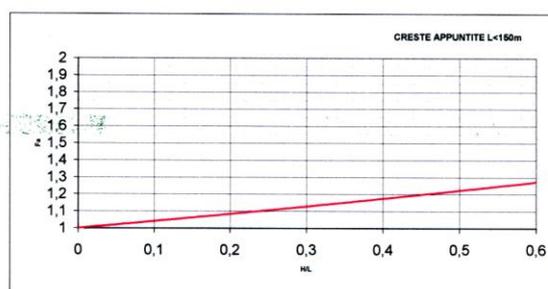
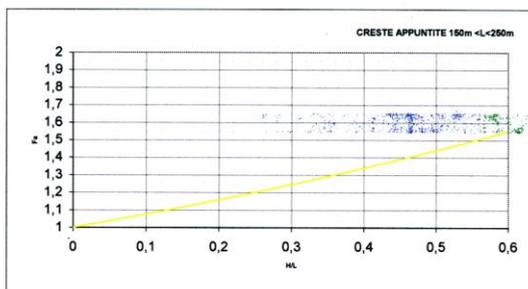
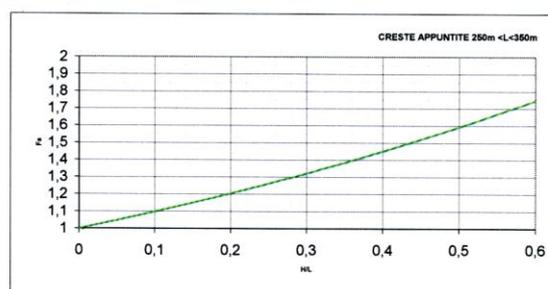
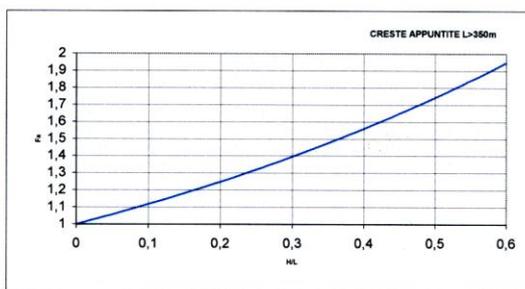
H 45 m  
L 227 m

H  m  
L  m



### Calcolo del valore di $F_{a,0.1-0.5}$

	$L > 350$	$250 < L < 350$	$150 < L < 250$	$L < 150$
Creste appuntite	#####	#####	#####	#####
Creste arrotondate	1,10			



Relativamente agli scenari di zona di scarpata rocciosa (Z3a) e zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b), si è fatto riferimento, secondo quanto previsto dall'O.P.C.M. n. 3274, ad un assetto lito-tecnico del sottosuolo corrispondente a:

- suoli di categoria A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{S30} > 800$  m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

Per il Comune di Carate Brianza, i valori regionali di soglia dei terreni di categoria A sono:

- periodo tra 0,1-0,5 = 1,1
- periodo tra 0,5-1,5 = 1,5

I calcoli e le verifiche di  $F_a$ , effettuati per l'area in studio e nei termini esposti in precedenza nel testo, portano in estrema sintesi a quanto segue:

- **nelle sezioni a-a', b-b', c-c' ed e-e', viene superato il valore di soglia per il periodo 0,1-0,5, mentre il valore del periodo 0,5-1,5 risulta essere "verificato", ossia inferiore a quello di soglia;**
- **nella sezione d-d' i valori di soglia non sono superati indipendentemente dal periodo considerato.**

L'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 prevede, nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3), di scegliere quello più sfavorevole. Nella Tavola 4, pertanto, la categoria di suolo A considerato per gli scenari Z3 non compare, poiché si è scelto cautelativamente di indicare solo i suoli di categoria superiore, desunti dall'analisi dello scenario Z4.

## **PARTE IV**

### **CONCLUSIONI**

---

#### **10. LA FATTIBILITÀ GEOLOGICA**

Le indagini effettuate hanno permesso di definire un quadro sufficientemente dettagliato relativamente alla situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica del territorio comunale. In particolare, la D.G.R. 9/2616 prevede 4 classi di fattibilità; queste classi, distinte in funzione delle loro caratteristiche di propensione al dissesto idrogeologico ed alle condizioni di edificabilità, sono le seguenti:

**CLASSE 1 - FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI**

**CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI**

**CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

**CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI.**

Questa zonizzazione geologica del territorio comunale in merito all'edificabilità ha come finalità quella di fornire indicazioni, in merito ad attitudini e vincoli, per la formulazione delle proposte di pianificazione e pertanto precede le proposte urbanistiche relative la definizione delle aree di possibile espansione.

In funzione delle proposte di piano, dovranno essere definite in termini più puntuali, a scala di piano, le condizioni di fattibilità geologica e geotecnica delle opere previste, considerando l'individuazione delle attitudini e delle limitazioni connesse alle caratteristiche del sottosuolo, nonché le prescrizioni tecniche che costituiscono parte integrante delle norme attuative del piano.

## 10.1. Ambiti di pericolosità

Sulla scorta dei dati geologici, geomorfologici e idrogeologici descritti in precedenza, è stato possibile definire, illustrandoli nella *Carta dei Vincoli* allegata (*Tavola 1*, redatta in scala 1:5.000 sull'intero territorio comunale), gli ambiti di pericolosità e di vulnerabilità e gli elementi di limitazione d'uso del territorio, di seguito elencati.

I vincoli normativi, sia di natura fisico-ambientale sia di natura antropica (vincoli urbanistici), che comportano delle limitazioni d'uso del suolo, sono posti, all'interno del territorio comunale di Carate Brianza, dalla presenza dei seguenti elementi:

- aree di salvaguardia delle captazioni dei pozzi ad uso idropotabile:
  - ✓ zone di tutela assoluta di 10 m di raggio,
  - ✓ zona di rispetto (200 m di raggio o isocrona 60 gg.);
- fasce di rispetto attorno al reticolo idrico principale (Lambro) e minore di competenza comunale;
- fascia di tutela paesaggistica di 150 m (limite geometrico) dai corsi d'acqua Lambro e Brovedolo, ai sensi L. 1497/85 e L. 431/85 "Disposizioni vigenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale" (Legge Galasso) - art. 1 lett. c);
- zona di vincolo idrogeologico, istituito ai sensi del R.D. n. 3267/1923 e L.R. 31/2008, art. 44.

La *Tavola 2 – Carta di sintesi*, anch'essa in scala 1:5.000, è finalizzata al riconoscimento dello stato di fatto del territorio e rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità; in essa sono stati rappresentati i seguenti elementi:

- aree pericolose dal punto di vista dei dissesti locali:
  - ✓ zone di ruscellamento concentrato, al confine con il Comune di Verano Brianza;
  - ✓ corpo di frana per crollo;
  - ✓ orlo di frana;
  - ✓ orlo di scarpata di erosione fluviale;
  - ✓ orlo di terrazzo e relativa area di attenzione al contorno;
- aree di tutela ambientale:
  - ✓ zona di diretta pertinenza ed area di salvaguardia delle grotte di Realdino e delle grotte di Agliate;
- aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche:
  - ✓ scarpata principale della valle del Lambro, compresa una fascia di 20 m a monte del ciglio della stessa;
  - ✓ aree che presentano grado alto e molto alto di suscettività al fenomeno degli "occhi pollini";
- aree di modificazione antropica:
  - ✓ aree di discarica;
  - ✓ aree interessate da attività estrattiva;
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:
  - ✓ area ripetutamente allagata 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, al confine con il Comune di Verano Brianza.
- aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico:
  - ✓ aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero;

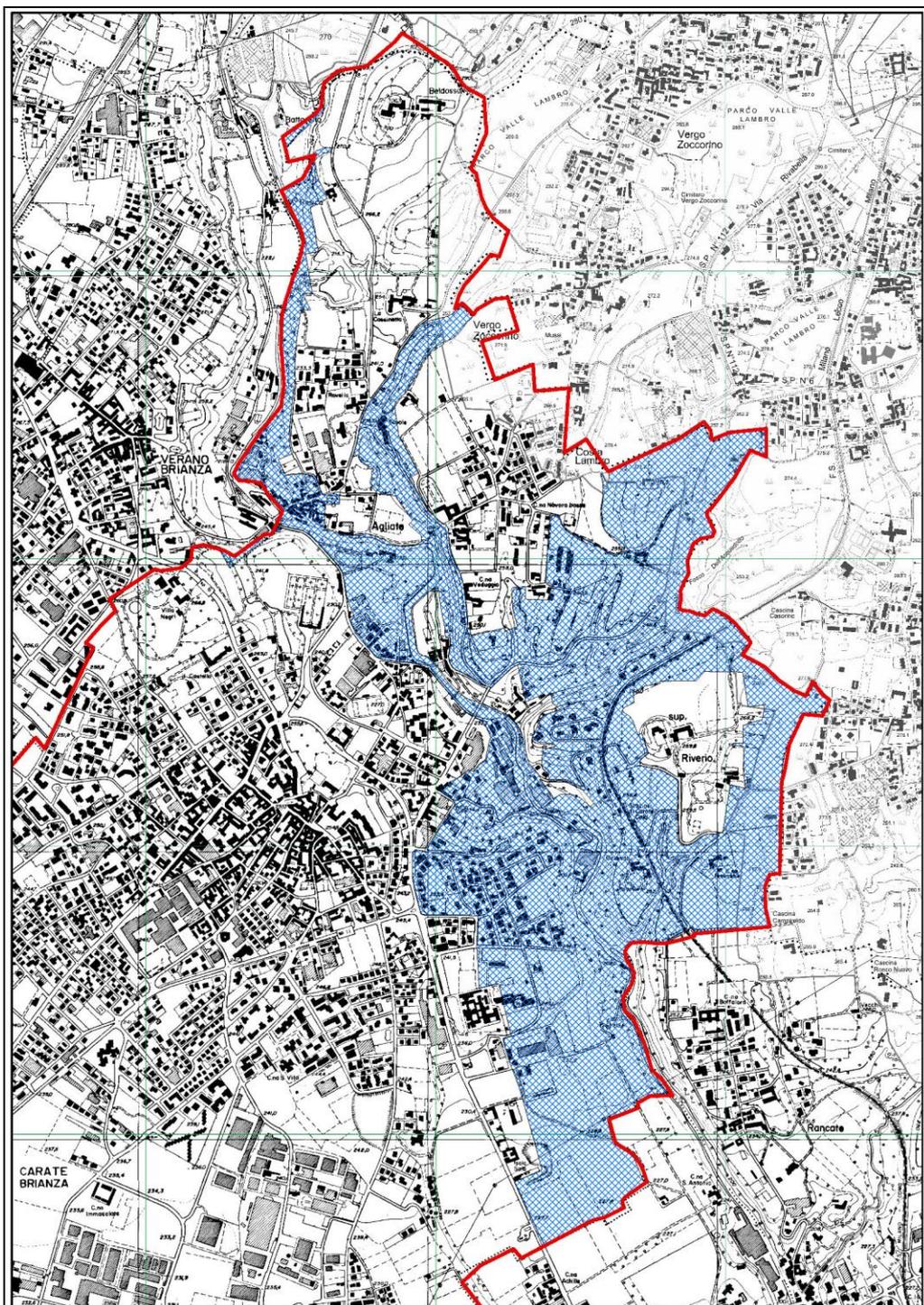
In relazione a quanto sopra, in *Allegato 1* alla presente Relazione Geologica si riporta una proposta di Normativa Geologica di Attuazione, nella quale sono indicate:

- le definizioni di classi così come da norma regionale,
- le tipologie di fenomeni geologico-geomorfologici in atto o potenzialmente tali,
- le norme tecniche da adottare in ogni singola classe.

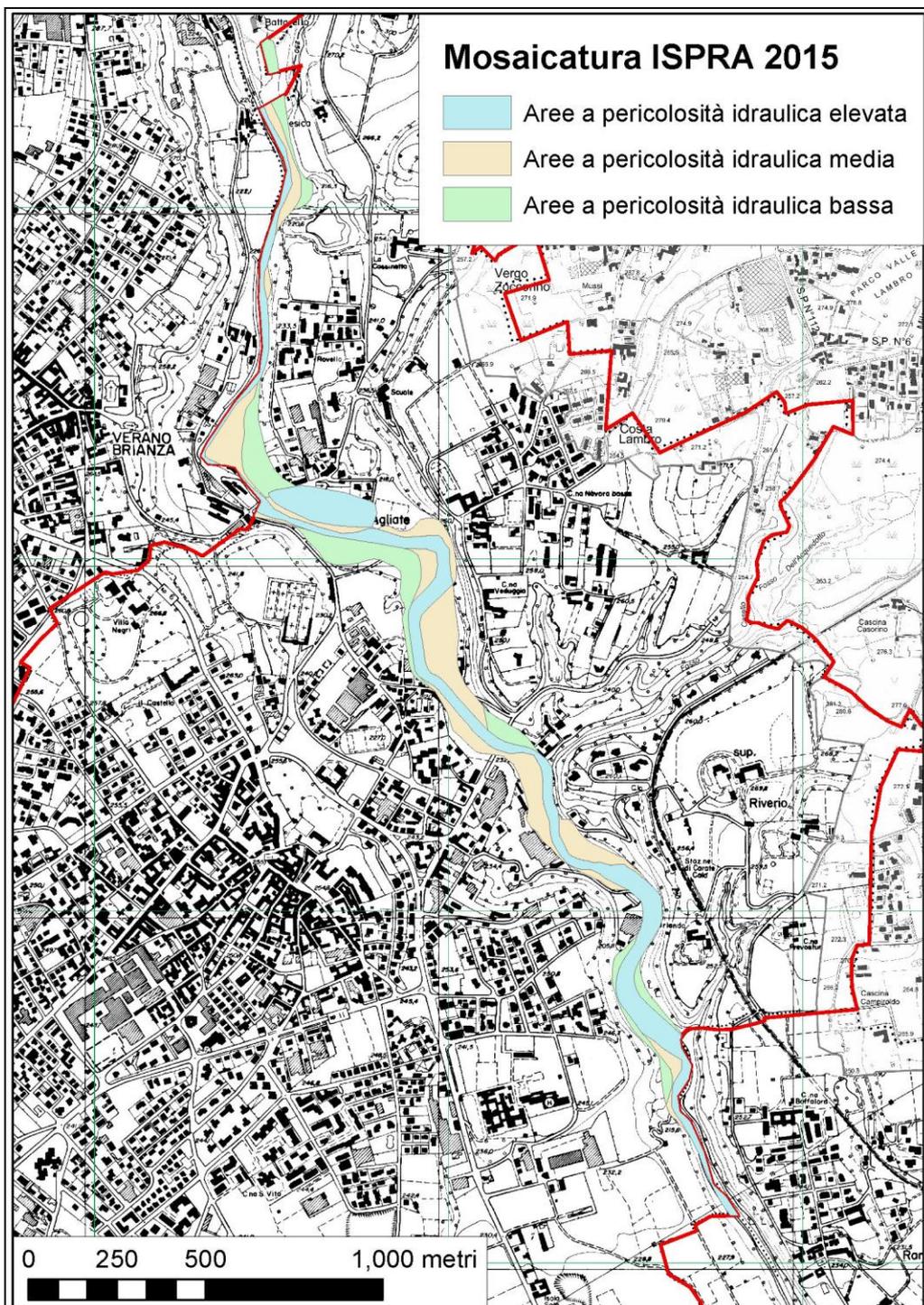
Nelle figure alle pagine successive si riportano le aree a vincolo idrogeologico e la mosaicatura ISPRA delle aree a pericolosità idraulica:

- elevata con tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (alluvioni frequenti),
- media con tempi di ritorno fra 100 e 200 anni (alluvioni poco frequenti),
- bassa con scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi,

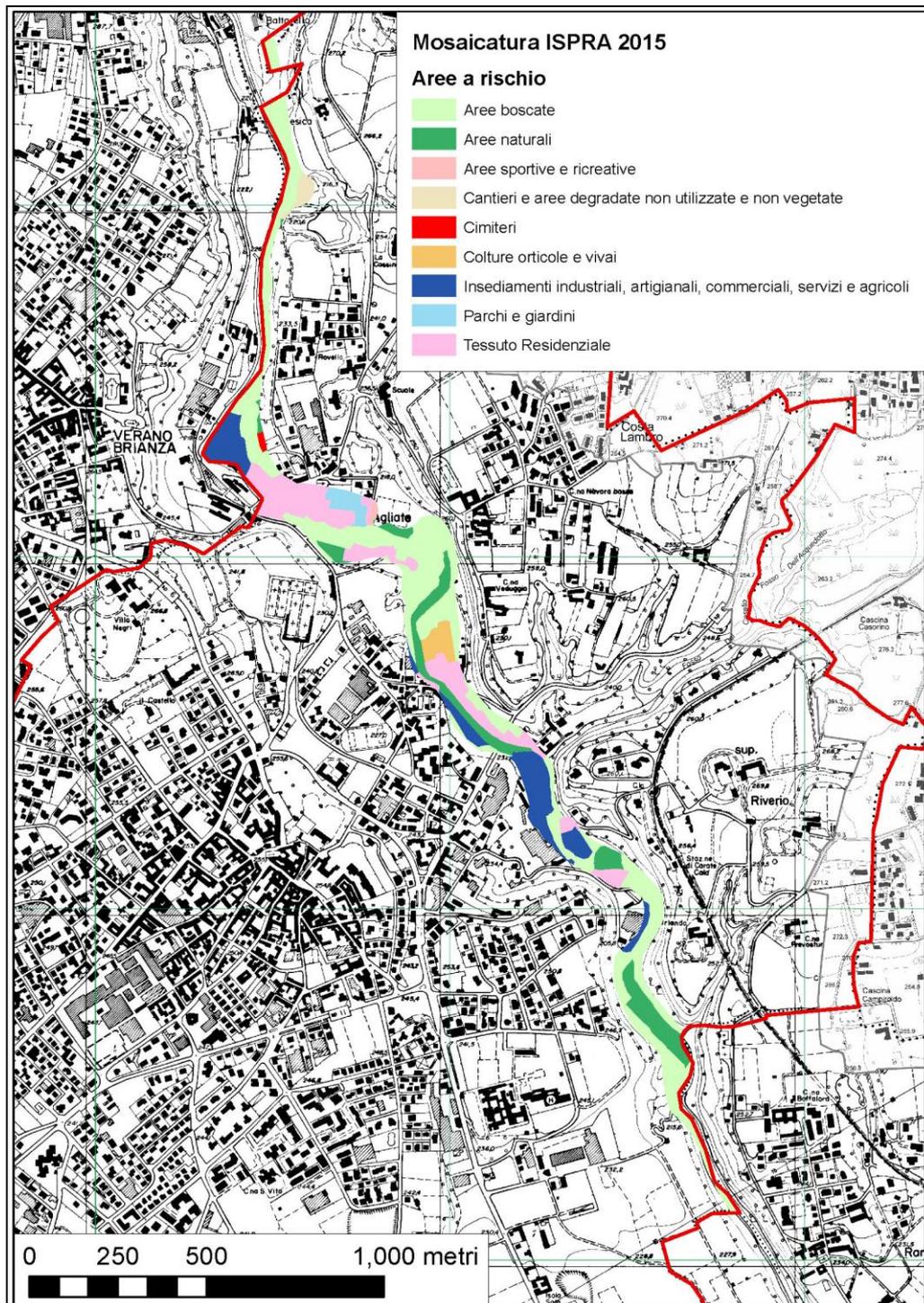
redatte dalle Autorità di Bacino, Regioni e Province Autonome ai sensi del D.Lgs. 49/2010 (recepimento della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE).



**Aree a vincolo idrogeologico.**



Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) 2015:  
aree a pericolosità idraulica.



**Mosaicatura ISPRA 2015: aree a rischio idraulico.**

## 10.2. Valutazioni

La presente Relazione illustrativa:

- è stata redatta ai sensi della Legge Regione Lombardia n° 12/2005;
- rappresenta uno studio geologico ai sensi della Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “*Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*”, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012;
- provvede all’aggiornamento dello studio geologico precedente, realizzato nel 2009 dalla scrivente Società ai sensi della D.G.R. 28 maggio 2008 n° VIII/7374/08 (pubblicata su 2° Suppl. Straord. N° 24 al B.U.R.L., il 12 giugno 2008) “*Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12»*”.

Premesso che la definizione della componente sismica non modifica le classi di fattibilità individuate sulla base degli altri elementi, sulla base dello studio geologico complessivo sono quindi assegnate ad esempio:

- classe di fattibilità geologica “4d”, non contemplata nella Tabella 1 dei citati criteri regionali, all’ambito corrispondente a Zone di ruscellamento concentrato;
- classe di fattibilità geologica “3b”, non contemplata nella Tabella 1 dei citati criteri regionali, all’ambito connesso alla presenza di scarpate (fascia di 20 m a monte del ciglio delle principali scarpate e fascia di 20 m a partire dalla base delle principali scarpate), in quanto gli studi condotti “non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all’urbanizzazione o alla modifica di destinazione d’uso delle particelle”;
- classe di fattibilità geologica “3d”, non contemplata nella Tabella 1 dei citati criteri regionali, all’area di tutela ambientale circostante il bene di interesse geologico “Grotte di Agliate” e “Grotte di Realdino”;
- classe di fattibilità geologica “3e”, non contemplata nella Tabella 1 dei citati criteri regionali, all’ambito corrispondente ad aree che presentano un grado alto e molto alto di suscettività al fenomeno degli "occhi pollini";
- classe di fattibilità geologica “2”, diversa rispetto a quella indicata nella Tabella 1 dei citati criteri, all’ambito connesso alla restante parte del territorio comunale corrispondente ad aree con caratteristiche geologiche e geotecniche non ottimali, per cui si prescrive comunque di realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico preliminarmente alla realizzazione di qualsiasi opera civile o di infrastrutture pubbliche, in quanto “sono state riscontrate modeste limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d’uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l’esecuzione di opere di difesa”;
- altre classi, conformemente a quanto indicato nella Tabella 1 dei citati criteri regionali (tra cui classe 4e - Area ripetutamente allagata in occasione di precedenti eventi alluvionali presente in tabella 1, e classe 3c - area ad elevata vulnerabilità dell’acquifero presente in tabella 1) cui sono applicabili le Norme Geologiche di Attuazione fornite con la Relazione.

Alle classi di cui sopra sono applicabili le Norme Geologiche di Attuazione, per le quali si fornisce una proposta con la presente Relazione (v. Appendice 1).

### 10.3. Ulteriori indicazioni in merito all'aspetto sismico

In sede di applicazione al territorio comunale di Carate Brianza degli indirizzi normativi inerenti la pericolosità sismica locale forniti dalle direttive di cui alla D.G.R. n. IX/2616, nonché sulla base dei risultati delle indagini effettuate, si è proceduto a:

- caratterizzazione del sottosuolo facendo riferimento alle categorie di suolo fornite dalla normativa,
- individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale,
- calcolo dei fattori di amplificazione connessi agli elementi di cui sopra e relativo confronto degli stessi con i corrispondenti valori regionali di soglia forniti da Politecnico / Banca Dati della Regione Lombardia.

L'Ordinanza n° 3274 del marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre tale ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A – B – C – D – E) tipologie di suoli (più altri due speciali:  $S_1$  e  $S_2$ ), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno ( $V_{s30}$ ).

Le classi di cui sopra sono definite da parametri indicati nel EC8 (euro codice 8) e più specificatamente: velocità delle onde S, numero dei colpi della prova SPT, coesione non drenata.

Relativamente agli scenari di pericolosità, risultano i seguenti scenari:

- "Z4a: Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi"
- "Z3a - Zona di ciglio  $H > 10$  m"
- "Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo".

Relativamente allo scenario Z4a, si è identificato sul territorio comunale un assetto lito-tecnico del sottosuolo corrispondente a profili stratigrafici diversi e rispettivamente classificabili, facendo riferimento a quanto previsto dall'O.P.C.M. n. 3274, come:

- **suoli di categoria B** - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 e 800 m/s [ovvero resistenza penetrometrica media  $N_{spt} >$ , o coesione non drenata media  $C_u > 250$  kPa];
- **suoli di categoria C** - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s [ $15 < N_{spt} < 50$ ,  $70 < C_u < 250$  kPa].
- **suoli di categoria E** - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $V_{s30}$  simili a quelli dei tipi C e D (compresi tra valori inferiori di 180 e 360 m/s) e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{s30} > 800$  m/s.

Per il Comune di Carate Brianza, i valori regionali di soglia dei terreni di categoria B, nonchè riportati nella banca dati della Regione Lombardia, sono:

- periodo tra 0,1-0,5 = 1,4
- periodo tra 0,5-1,5 = 1,7

I valori regionali di soglia dei terreni di categoria C sono:

- periodo tra 0,1-0,5 = 1,9
- periodo tra 0,5-1,5 = 2,4

I valori regionali di soglia dei terreni di categoria E sono:

- periodo tra 0,1-0,5 = 2,0
- periodo tra 0,5-1,5 = 3,1

I calcoli e le verifiche di  $F_a$ , effettuati per l'area in studio e nei termini esposti in precedenza nel testo, portano in estrema sintesi a quanto segue:

- per i terreni associati ai suoli di categoria C e ai suoli di categoria E, i valori di soglia di cui sopra sono "verificati" (non sono superati indipendentemente dal periodo considerato);
- per i terreni associati ai suoli di categoria B, è superato il valore di soglia per il periodo compreso tra 0,1-0,5; il periodo 0,5-1,5 risulta invece verificato per entrambe le tipologie di suolo considerate.

*Progetto:*

**VARIANTE GENERALE AL PIANO  
DI GOVERNO DEL TERRITORIO IN  
ATTUAZIONE L.R. 11/03/2005, N. 12**

*Attività:*

**ANALISI DELLE COMPONENTI  
GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA  
E SISMICA EX D.G.R. IX/2616/11**

*Committente:*

**AMMINISTRAZIONE COMUNALE  
DI CARATE BRIANZA (MB)**

*Contenuti:*

**RELAZIONE GEOLOGICA  
Appendice 1: Norme  
Geologiche di Attuazione**

*Rif. e data:*

**C17/578/17 – Febbraio 2018**

---

## CONTENUTI

---

1. PREMESSE
2. NORME GENERALI
3. LE CLASSI DI FATTIBILITÀ, LE ZONE, LE NORME TECNICHE
  - 3.1. Le classi di fattibilità
  - 3.2. Le zone e le norme
  - 3.3. Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni
  - 3.4. Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni
  - 3.5. Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni
  - 3.6. Ulteriori prescrizioni in merito all'aspetto sismico
4. FASCE FLUVIALI P.A.I.
  - 4.1. Altre Direttive P.A.I.
  - 4.2. Variante alle Norme di Attuazione del PAI:
    - 4.2.1. *Misure di salvaguardia*
    - 4.2.2. *Indicazioni operative regionali per l'applicazione (ex DGR 6738/17, All. A)*
    - 4.2.3. *Durata di applicazione delle misure di salvaguardia*

## 1. PREMESSE

Il presente documento integra la Relazione Geologica realizzata nell'ambito della redazione della Variante Generale al P.G.T. (Piano di Governo del Territorio, di seguito anche semplicemente Piano) di Carate Brianza (MB), predisposta, su incarico conferito dall'Amministrazione comunale di Carate Brianza (MB), ai sensi della Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “*Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*”, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012. Nell'ambito di cui sopra, sono state effettuate attività di studio, di indagine e di valutazione, che hanno permesso di definire un quadro sufficientemente dettagliato relativo alla situazione geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale. In particolare, dall'interpretazione integrata dei dati acquisiti si è potuta effettuare una preliminare zonizzazione del territorio comunale, che fa riferimento alle seguenti 4 classi di fattibilità geologica per le azioni di Piano, distinte in funzione delle loro caratteristiche di propensione al dissesto idrogeologico ed alle condizioni di edificabilità:

CLASSE 1 - FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

Questa zonizzazione geologica del territorio comunale in merito all'edificabilità ha come finalità quella di fornire indicazioni, in merito ad attitudini e vincoli, per la formulazione delle proposte di pianificazione del P.G.T. comunale. La sintesi del lavoro svolto è illustrata cartograficamente nelle allegate **Tavole 1-2-3**, quest'ultima corrispondente pertanto alle indicazioni in merito alla fattibilità geologica, che non costituiscono in ogni caso deroga alle norme di cui al D.M. 14 gennaio 2008 «*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*» e alla Circolare Cons. Sup. LL.PP. n° 617/2009 “*Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*”.

Della presente normativa non fanno parte:

- ✓ le Norme di Polizia Idraulica, che sono state inserite in apposito Regolamento, facente parte dello studio redatto per la determinazione del reticolo idrico minore;
- ✓ la Normativa PAI relativamente alle fasce fluviali: per le aree su cui vige la delimitazione proposta dall'Autorità di Bacino del F. Po con il PAI, in relazione all'esistenza del pericolo di esondazione da parte del F. Lambro, valgono le prescrizioni delle Norme di Attuazione del PAI inserite nello studio geologico precedente, realizzato nel 2009 dallo scrivente ai sensi della D.G.R. 28 maggio 2008 n° VIII/7374/08 (pubblicata su 2° Suppl. Straord. N° 24 al B.U.R.L., il 12 giugno 2008) “*Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12*””, a cui si rimanda.

Classi di ingresso	Limitazioni			
	Nulle	Modeste	Consistenti	Gravi
Aree pericolose dal punto di vista dei dissesti locali				
aree di scarpata principale della valle del Lambro			3	
20 m a monte del ciglio della scarpata principale			3	
20 m dai piedi della scarpata principale			3	
orlo di terrazzo e relativa area di attenzione al contorno			3	
aree in frana (corpo di frana per crollo, orlo di frana)				4
zone di ruscellamento concentrato				4
Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche				
tutto il territorio comunale		2		
aree che presentano un grado alto e molto alto di suscettività al fenomeno degli "occhi pollini"			3	
aree di scarpata principale, compresa una fascia di 20 m a monte e 20 m dai piedi del ciglio della stessa			3	
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico				
area ripetutamente allagata in occasione di precedenti eventi alluvionali, indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni				4
Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico				
vulnerabilità dell'acquifero bassa e media		2		
vulnerabilità dell'acquifero alta			3	
Aree di modificazione antropica				
aree di discarica		2		
aree interessate da attività estrattiva		2		
Vincolistica				
area di tutela ambientale del bene di interesse geologico "Grotte di Realdino"			3	
area di valore paesaggistico ambientale a spiccata connotazione geologica circostante il Geosito "Grotte di Agliate"			3	

Tabella 1 - Sostenibilità delle azioni di piano in funzione di componenti geologiche naturali e vincolistica

## 2. NORME GENERALI

In sede di formulazione delle proposte di pianificazione e di localizzazione delle aree di espansione, nelle fasce di transizione tra le varie classi occorrerà tenere conto anche delle indicazioni fornite per la classe dotata di caratteristiche più scadenti; in tali situazioni, le verifiche da effettuare a supporto della progettazione degli interventi dovranno dimostrare che le opere previste non muteranno in senso peggiorativo la situazione geostatica esistente, anche prevedendo opere a corollario in grado di migliorare l'assetto idro-geo-morfologico complessivo. Le indicazioni fornite in merito all'edificabilità si riferiscono a costruzioni di non particolare mole e complessità strutturale. Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni più restrittive di quelle indicate contenute nelle leggi dello Stato e della Regione, negli strumenti di pianificazione sovracomunale e in altri piani di tutela del territorio e dell'ambiente.

Introducendo una suddivisione ed una classificazione degli ambiti idrogeologici e geologico-tecnici, si propone una zonizzazione di massima del territorio comunale, come risultante dalla **Tabella 1** alla pagina precedente ed esplicitata meglio nella descrizione delle singole classi. Alla distribuzione dei fattori naturali in essa indicati vanno inoltre sovrapposte le considerazioni relative alla componente vincolistica.

Le zone di rispetto, anche ove definite sulla base dei risultati degli studi idrogeologici condotti per l'individuazione delle aree di salvaguardia, presentano le geometrie riportate nella **Tavola 1** (Carta dei vincoli), in scala 1: 5.000.

Si precisa che in attesa dell'approvazione da parte degli Enti competenti delle aree di salvaguardia individuate con criterio temporale, rimane valido il vincolo stabilito dalla normativa in materia di 200 metri di raggio intorno ai pozzi.

Nel caso in cui un intervento insista su terreni appartenenti a zone con diversa zonazione geologica, gli adempimenti di tipo geologico previsti in queste norme, dovranno far riferimento alle prescrizioni più cautelative relative alla zona che presenta maggiori problematiche geologiche. Tale norma dovrà essere applicata, anche nel caso in cui siano previsti interventi insistenti su una singola zona se questa risulta confinante con "Zone 3". In questo caso gli adempimenti geologici più cautelativi potranno limitarsi ai soli settori prossimi alla zona gravata da una classificazione più restrittiva, ma comunque non potranno prescindere dall'analisi di stabilità del versante relativamente alle condizioni finali previste dalla proposta progettuale e, a lavori ultimati, dalla certificazione sulle condizioni di sicurezza del sito.

Inoltre si deve tener conto che a tutte le aree appartenenti alle diverse classi devono essere applicate sia le norme specifiche di quella classe, che quelle prescritte per le aree poste in classi inferiori (a minor limitazione), anche se non esplicitamente indicato.

Oltre a quanto prescritto di seguito, si dovrà tener conto di quanto esplicitamente indicato dalle norme specifiche di settore, in particolare per quanto concerne le Norme di Attuazione

del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del F. Po, in *Allegato 1* alla Relazione Geologica del 2009.

In definitiva, in *Tavola 3*, compare la classificazione del territorio proposta, definita secondo quanto prescritto dalla D.G.R. regionale. Si richiama il fatto che le classi possibili, definite in tale D.G.R., sono quattro: alla classe 4 corrispondono le limitazioni più gravi.

Per quanto riguarda la classificazione proposta essa rispecchia, come detto, le indicazioni previste dalla citata D.G.R., ma anche le Norme di attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), le norme di tutela delle acque sotterranee, oltre che quelle previste in merito alle costruzioni.

In relazione alla necessità di meglio dettagliare le norme tecniche per ogni singola classe, in funzione dei diversi fattori che determinano situazioni di pericolo e conseguentemente di rischio (esondazione, frane ecc.), le classi 4 e 3 previste dalla normativa regionale sono state ulteriormente suddivise in altre sottoclassi denominate 4a/4b/4c/4d/4e e 3a/3b/3c/3d/3e.

### 3. LE CLASSI DI FATTIBILITÀ, LE ZONE, LE NORME TECNICHE

Di seguito si riportano:

- ✓ le definizioni di classi così come da norma regionale,
- ✓ le tipologie di fenomeni geologico-geomorfologici in atto o potenzialmente tali,
- ✓ le norme tecniche da adottare in ogni singola classe.

#### 3.1. Le classi di fattibilità

Di seguito si riportano le definizioni di classi cosiccome da norma regionale:

##### **Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni (non presente a Carate)**

*“La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d’uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale”.*

##### **Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni**

*“La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d’uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l’esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati, nelle norme geologiche di piano, gli approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori”.*

##### **Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni**

*“La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d’uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.*

*Il professionista, nelle norme geologiche di piano, deve, in alternativa:*

- ✓ *se dispone fin da subito di elementi sufficienti, definire puntualmente per le eventuali previsioni urbanistiche le opere di mitigazione del rischio da realizzare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto;*
- ✓ *se non dispone di elementi sufficienti, definire puntualmente i supplementi di indagine relativi alle problematiche da approfondire, la scala e l’ambito di territoriale di riferimento (puntuale, quali caduta massi, o relativo ad ambiti più estesi coinvolti dal medesimo fenomeno quali ad es. conoidi, interi corsi d’acqua ecc.) e la finalità degli stessi al fine di accertare la compatibilità tecnico-economica degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all’edificazione”.*

#### **Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni**

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

*Il professionista deve fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di emergenza; deve inoltre essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l’evoluzione dei fenomeni in atto.*

*Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente 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, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico”.*

### 3.2. Le zone e le norme

Più specificatamente, per ciò che concerne il rischio geologico, sulla base delle risultanze degli studi e delle analisi condotte e descritte nella Relazione Geologica, si prenderanno in considerazione:

- ✓ rischio per la qualità delle acque sotterranee,
- ✓ rischio idrogeologico sulle sponde del Lambro,
- ✓ problematiche geotecniche connesse alle caratteristiche dei terreni,

non esistendo i presupposti per sostenere l'esistenza di significativi livelli di rischio di altro tipo.

Per quanto riguarda le norme geologiche di attuazione, si fa presente che nelle pagine seguenti si forniscono indicazioni in merito alle indagini da eseguire in relazione alle diverse problematiche, sopra elencate, identificate nelle diverse zone e sintetizzate nella tabella 1.

Quanto contenuto in relazione non sostituisce, anche se può comprendere, le indagini previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

Anche le indagini svolte nelle diverse aree e descritte nella Relazione Geologica non potranno essere considerate esaustive per ciò che concerne le necessità di caratterizzazione geotecnica dei terreni in sede di progettazione di interventi nelle stesse aree, né tantomeno in aree diverse, anche se attigue.

Si fa inoltre presente che ove sono presenti vecchie discariche di r.s.u. o inerti (v. **Tav. 2**) che ricadono in Classe 2 (v. oltre) andranno effettuate ulteriori ed approfondite indagini geologico conoscitive, più approfondite di quelle già previste per la suddetta classe 2.

### **3.3. Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni**

Sulla base delle conoscenze acquisite, si è identificata la componente geologica che contribuisce a determinare la limitazione (vedi Tab. 1), dalla quale risulta il diverso grado di pericolosità delle possibili attività od interventi che si effettueranno nell'area.

Nel caso specifico che riguarda la problematica geotecnica, si è ritenuto opportuno applicare questa classe di fattibilità a tutti i terreni morenici, al Ceppo e alle argille sotto il Ceppo, al fluvioglaciale e alle alluvioni. Per questi terreni si consiglia di realizzare adeguati approfondimenti di carattere geologico-tecnico, preliminarmente alla realizzazione di qualsiasi opera civile od infrastrutture pubbliche.

Rientrano in questa classe anche eventuali aree di divagazione dei corsi d'acqua principali definibili su base geomorfologica, ove non ricomprese all'interno delle zone di esondazione dell'Autorità di Bacino del F. Po.

Seppur non esplicitamente indicate nella tavola di sintesi e di fattibilità, tutte le aree sulle quali vige un vincolo di carattere paesistico rientreranno in classe 2.

Rientrano in questa classe anche quelle aree dotate di vulnerabilità idrogeologica bassa e media.

In queste zone, le problematiche di carattere geologico e geotecnico dovranno essere identificate e quantificate anche attraverso l'esecuzione di puntuali ed opportune indagini geognostiche. In questa classe di fattibilità, gli studi geologici e geotecnici da redigere ai sensi delle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale, dovranno essere in particolare finalizzati alla definizione della profondità, morfologia, consistenza e caratteristiche geotecniche del substrato, previa esecuzione di idonee indagini geognostiche.

Per interventi di mole non rilevante potrà essere sufficiente una caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica speditiva mediante l'apertura di trincee esplorative con escavatore meccanico, eventualmente da integrare successivamente con indagini più profonde, quali sondaggi e prove penetrometriche, nel caso in cui le trincee diano esiti sfavorevoli o insufficienti ed esecuzione di verifiche geotecniche per il corretto dimensionamento delle strutture fondazionali finalizzate al calcolo della capacità portante e dei cedimenti in relazione ai carichi di progetto.

In termini di qualità ambientale ad esempio, sarà considerata pericolosa ed inaccettabile una attività od intervento che, comportando una modifica peggiorativa delle caratteristiche litologiche superficiali, sia in grado di innescare un rilevabile processo di deterioramento. Va tenuto conto infatti che un'attività che determini una variazione nel regime delle acque superficiali innesca una accelerazione dei processi di asporto ed erosione a carico degli orizzonti superficiali, nonché una maggiore possibilità di infiltrazione di contaminanti. In tale

area andranno eliminate tutte le strutture che in qualunque modo producano una infiltrazione o uno smaltimento di reflui direttamente nel sottosuolo.

Considerando inammissibili gli interventi che modifichino il regime o la composizione delle acque, andranno verificate le caratteristiche di inerzia chimica dei materiali utilizzati; risulterà necessario inoltre provvedere alle opportune opere di prevenzione e di mitigazione degli effetti degradanti delle diverse attività. É evidente come il rischio reale andrà limitato definendo anche delle possibilità di controllo, ossia un piano di monitoraggio del sistema naturale.

### 3.4. Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

Alla luce di quanto è emerso dal quadro geomorfologico ed idrogeologico, si sono inseriti in 3<sup>a</sup> classe i seguenti tipi di aree:

- aree di fascia B del PAI all'esterno dei centri edificati - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 3a: sono consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 30, 38, 38-bis, 38-ter, 39 e 41 delle N.d.A. del PAI (v. *Allegato 1* alla Relazione Geologica del 2009);
- aree di fascia C del PAI - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 3a: si applicano le norme stabilite dall'art. 31 delle N.d.A. del PAI (v. *Allegato 1* alla Relazione Geologica del 2009);
- aree di scarpata principale (20 m a monte del ciglio della scarpata principale e 20 m dai piedi della scarpata principale) - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 3b;
- orlo di terrazzo - a tale zona è stata attribuita la classe di fattibilità 3b: per tale elemento geomorfologico deve essere tutelata la struttura morfologica del luogo, con particolare attenzione al mantenimento dell'andamento altimetrico dei terreni;
- aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 3c: in generale, il corretto utilizzo della risorsa idrica potrà essere perseguito prediligendo/prescrivendo lo sviluppo di reti duali con recapito delle acque bianche in bacini di raccolta/dispersione nel primo sottosuolo, nel rispetto della normativa vigente. Pertanto, per tutti gli interventi di nuova edificazione e di trasformazione del tessuto urbano già consolidato dovrà essere massimizzata la dispersione delle acque meteoriche nel sottosuolo, facendo in modo che le superfici esterne siano fortemente infiltranti, riducendo l'impermeabilizzazione e favorendo l'infiltrazione efficace. Sotto il profilo della migliore gestione e tutela delle risorse idriche, è auspicabile proseguire il processo di controllo diretto delle attività presenti sul territorio (censimento dei centri di pericolo e controllo degli scarichi), individuando le misure di primo intervento da prescrivere ai soggetti che svolgono attività a rischio per la falda (allacciamento degli scarichi in fognatura, miglioramento dei controlli ambientali di routine, ammodernamento degli impianti e tecnologia di raccolta, depurazione e smaltimento delle acque reflue, audit ambientali, ecc.);
- area di salvaguardia circostante il bene di interesse geologico "Grotte di Realdino" - a tale zona è stata attribuita la classe di fattibilità 3d: per tale area valgono le seguenti misure di salvaguardia:
  - a) è vietata ogni alterazione o manomissione delle aree su cui insiste il sito,
  - b) è vietato deturpare la superficie con scritte o incisioni,
  - c) è da favorire una fruizione compatibile con le caratteristiche del sito;

- area di tutela ambientale circostante le “Grotte di Agliate” - a tale zona è stata attribuita la classe di fattibilità 3d: per tale area valgono le misure di salvaguardia di cui all’art. 22 del PPR ai fini della loro conservazione e valorizzazione, nonché dell’art. 11 delle Norme del PTCP, che si riporta nel seguito.

#### Norme del Piano

##### *Art. 11 - Elementi geomorfologici*

*1. La tavola 9 individua i principali elementi geomorfologici distinguendo gli ambiti vallivi dei corsi d’acqua, gli orli di terrazzo, le creste di morena e i geositi di rilevanza regionale e provinciale. Ai geositi di rilevanza provinciale si applica la disciplina prevista dal Piano paesaggistico regionale per i geositi di rilevanza regionale.*

*2. Obiettivi: obiettivo 7.3 del documento degli obiettivi.*

*3. Indirizzi:*

*a. nelle aree incluse negli ambiti vallivi dei corsi d’acqua:*

*1. deve essere favorito il naturale scorrimento delle acque fluviali, l’evoluzione delle relative dinamiche geomorfologiche ed ecosistemiche e la permeabilità dei terreni;*

*2. è favorita l’attività agricola purché la stessa non produca modifiche all’assetto morfologico dei luoghi; sono fatti salvi gli interventi di miglioramento fondiario atti al buon governo delle acque meteoriche e irrigue ad esclusione di scavi e riporti di terreno la cui entità introduce un evidente grado di artificialità e di incoerenza rispetto al naturale assetto dei luoghi;*

*3. deve essere favorita la delocalizzazione delle edificazioni esistenti;*

*b. l’altezza delle nuove edificazioni da realizzarsi in prossimità degli orli di terrazzo, al di fuori della fascia di cui al successivo comma 4.b, non deve occluderne la vista;*

*c. l’altezza delle nuove edificazioni da realizzarsi sui fianchi delle creste di morena, non deve superare la quota del relativo culmine impedendone la vista.*

*4. Previsioni prescrittive e prevalenti:*

*a. non sono ammesse nuove edificazioni nelle aree incluse negli ambiti vallivi dei corsi d’acqua;*

*b. non sono ammesse nuove edificazioni nella porzione di territorio che comprende l’orlo di terrazzo, la sua scarpata morfologica, nonché una fascia di profondità di dieci metri a partire dall’orlo di terrazzo verso il ripiano superiore e dal piede della scarpata verso il ripiano inferiore;*

*c. non sono ammesse nuove edificazioni sul culmine delle creste di morena.*

*5. Contenuti minimi degli atti di PGT:*

*a. verifica e individuazione puntuale degli elementi geomorfologici;*

*b. riconoscimento di ulteriori - rispetto a quelli individuati dal PTCP - elementi geomorfologici che caratterizzano la struttura morfologica locale applicando una specifica disciplina di conservazione e valorizzazione;*

*c. attribuzione di un’adeguata classe di fattibilità geologica agli elementi geomorfologici.*

- aree che presentano grado alto e molto alto di suscettività al fenomeno degli “occhi pollini” - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 3e: in tali aree è vietato l’uso dei pozzi perdenti in cui convogliare le acque di scarico e, per le nuove trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali, l’immissione delle acque meteoriche nel sottosuolo.

Nei comparti compresi in queste zone le condizioni rilevate pongono in evidenza problematiche negative di una certa rilevanza, determinate dallo spessore delle coltri, dall'assetto geologico e dal grado di pendenza dei versanti.

Questo insieme di situazioni portano ad inserire in termini di zonazione e quindi di normativa geologica di attuazione, tutti questi comparti nell'ambito di una fruibilità urbanistica molto limitata ed in questo senso occorre sottolineare che, proprio in funzione delle tipologie relative alle problematiche emerse e della necessità di approfondire alcune tematiche connesse a situazioni specifiche, sarà necessario procedere ad una verifica preliminare, tesa a constatare la effettiva assenza di fenomeni geologici tali da sconsigliare, in rapporto ad una troppo elevata onerosità delle opere di bonifica e/a presidio, l'effettiva realizzabilità dell'intervento.

L'applicazione della normativa deve mirare all'accertamento dei seguenti aspetti:

- ✓ per tutte le zone, seppur a diversa problematicità, l'effettiva presenza/assenza di condizioni, anche circostanziate e puntuali, che inducano a classificare la zona di intervento tra le aree con significativi fenomeni potenziali o in atto;
- ✓ natura, origine, potenza, caratteristiche geotecniche idrogeologiche delle coperture, al fine di accertarne le condizioni di equilibrio geomorfologico sia complessivo sia puntuale, prima di qualsiasi intervento modificatorio e di prevederne il comportamento in rapporto agli interventi previsti;
- ✓ natura, giacitura, assetto strutturale, stato di conservazione del substrato roccioso al duplice scopo di garantire la stabilità del versante nel tempo - accertare preventivamente se e con quali accorgimenti siano eseguibili i previsti interventi modificatori dell'attuale assetto geologico-geomorfologico e del regime idrologico ed idrogeologico;
- ✓ particolare attenzione ai problemi di equilibrio dei versanti in relazione ad interventi di qualsiasi tipologia che comportino scavi significativamente estesi secondo le curve di livello, specie se riconnessi con fronti con sviluppo verticale significativo.

Gli accertamenti geologici e geotecnici prescritti relativamente all'area di intervento ed a un suo intorno ritenuto significativo devono contenere a livello di standard minimo una adeguata documentazione che definisca ed indichi le fasi di indagine preliminari finalizzate agli accertamenti di cui ai precedenti punti:

- ✓ la documentazione cartografica di dettaglio dell'assetto geologico, riferito in particolare modo alle coltri incoerenti o semicoerenti di maggiore evidenza, con particolari approfondimenti orientati a verifiche di stabilità.
- ✓ la documentazione cartografica dell'assetto geomorfologico ed idrologico nel complesso e delle caratteristiche idrogeologiche e geotecniche di tutte le coperture, contenente riferimenti bibliografici e dati tecnici e diagnosi di carattere preliminare, supportata da elementi desunti, oltre che da spaccati naturali significativi anche da prospezioni geognostiche dirette "leggere" (trincee, pozzetti, prove penetrometriche), a larga maglia, eventualmente integrate da indagini geofisiche.
- ✓ il progetto completo delle prospezioni geognostiche dirette (sondaggi geognostici prove geotecniche in sito, prove ed analisi di laboratorio), programmate sulla scorta degli elementi acquisiti con le prospezioni, per la fase di progetto esecutivo.

- ✓ la documentazione grafica (stratigrafie, sezioni geologico-tecniche) di accertamenti fino a profondità non inferiore a 5.0 m al di sotto del volume interessato dagli effetti degli interventi. Gli accertamenti dovranno essere condotti attraverso dati desunti oltre che da quanto richiamato al punto precedente, da prospezioni geognostiche dirette complete (sondaggi meccanici, prove geotecniche e geomeccaniche in situ e/o in laboratorio).

Ai fini procedurali, l'acquisizione della Relazione Geologica è obbligatoria in tutte le fasi della progettazione, ai sensi dell'art. 93 del D.Lgs. 163/2006. Nello specifico, per:

- ✓ Progettazione Preliminare, allegato XXI° D.Lgs. 163/2006 articoli da 1 a 5; artt. 17, 18, 19 e 21 D.P.R. 207/2010;
- ✓ Progettazione Definitiva, allegato XXI° D.Lgs. 163/2006 artt. 9 e 10; artt. 25, 26 e 28 D.P.R. 207/2010;
- ✓ Progettazione Esecutiva, allegato XXI° D.Lgs. 163/2006 artt. 19 e 21; artt. 33 e 35 D.P.R. 207/2010.

Con la L.R. 33/2015 e la D.G.R. 5001/2016 viene istituito l'obbligo di autorizzazione / deposito delle pratiche edilizie:

- ✓ la Relazione Geologica di Fattibilità, redatta ai sensi della D.G.R. 2616/2011, deve essere predisposta per il rilascio del titolo abilitativo a costruire, nel corso della progettazione preliminare;
- ✓ la Relazione Geologica per il Progetto Esecutivo, redatta ai sensi del D.M. 14/01/08 (NTC), deve essere predisposta per l'inizio dei lavori.

La Relazione Geotecnica è necessaria ai fini delle verifiche della sicurezza e delle prestazioni e definisce i parametri che devono essere utilizzati dal Progettista strutturale per il calcolo delle strutture e la verifica delle fondazioni. Essa deve ricostruire e descrivere il Modello Geotecnico, facendo riferimento al quadro legislativo vigente (e.g.: paragrafi C6.2.2 e C7.2.2 della C.S.LL.PP. n° 617/2009), laddove si precisa che *“i risultati delle indagini e prove geotecniche, eseguite in sito e in laboratorio, devono essere interpretati dal progettista che, sulla base dei risultati acquisiti, della tipologia di opera e/o intervento, delle tecnologie previste e delle modalità costruttive, deve individuare i più appropriati modelli geotecnici di sottosuolo e i valori caratteristici dei parametri geotecnici ad essi correlati, [...] laddove per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni compresi nel volume significativo, finalizzato a fornire i dati necessari per le verifiche geotecniche e per l'impostazione delle successive fasi di attività”*.

### 3.5. Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica ed idraulica limitano fortemente la realizzabilità in sicurezza di interventi edilizi. In questa classe sono infatti comprese le zone non edificabili in quanto possono essere interessate da gravi eventi alluvionali o di dissesto idrogeologico. Sono da intendere come compresi in questa classe anche i possibili areali d'influenza delle puntuali e lineari situazioni di dissesto evidenziate nella **Tav. 2** – Carta di sintesi (corpi di frana, orli di frana ecc.).

Alla luce di quanto è emerso dal quadro geomorfologico ed idrogeologico, si sono inseriti in 4<sup>a</sup> classe i seguenti tipi di aree:

- aree di fascia A del PAI all'esterno e all'interno dei centri edificati - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 4a: fino ad avvenuta valutazione delle condizioni di rischio idraulico si applicano le norme riguardanti le fasce A del PAI (v. **Allegato 1** alla Relazione Geologica del 2009);
- aree di fascia B del PAI all'interno dei centri edificati - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 4a: fino ad avvenuta valutazione delle condizioni di rischio idraulico si applicano le norme riguardanti le fasce B del PAI (v. **Allegato 1** alla Relazione Geologica del 2009);
- territori di fascia C del PAI delimitati con segno grafico indicato come “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C” - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 4a: fino ad avvenuta valutazione delle condizioni di rischio idraulico, si applicano le norme del PAI riguardanti la fascia B fino al limite esterno della fascia C (v. **Allegato 1** alla Relazione Geologica del 2009);
- Zona B-Pr “a rischio idrogeologico molto elevato nel reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura”, come riportata nell'Allegato 4.1 all'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici del PAI - essa è disciplinata dal Titolo IV delle N.d.A. del PAI e dall'Allegato 4.1 dell'Elaborato 2 del PAI e successivi aggiornamenti: a tale zona, che è situata all'interno del centro edificato di Carate, è stata attribuita la classe di fattibilità 4a, con norma di cui all'art. 51, comma 3, delle N.d.A. del PAI (v. **Allegato 1** alla Relazione Geologica del 2009);
- fascia di rispetto del reticolo idrico principale (F. Lambro), corrispondente alla Fascia A del PAI - a tale zona è stata attribuita la classe di fattibilità 4b: per la normativa specifica, nonché per le Norme di Polizia Idraulica del reticolo idrico minore, che sono state inserite in apposito Regolamento, si rimanda allo studio redatto per la determinazione del reticolo idrico minore;
- aree di franosità attiva, di instabilità potenziale e di erosione superficiale - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 4c;
- aree interessate da ruscellamento concentrato - a tali zone è stata attribuita la classe di fattibilità 4d;
- area ripetutamente allagata in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabile, indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni - a tale zona è stata attribuita la classe di fattibilità 4e.

In relazione al rischio idraulico-idrogeologico lungo il Lambro, il quadro geomorfologico e l'assetto idrogeologico, descritto nella parte di analisi, richiama una maggiore attenzione sulle attività edificatorie e di pianificazione in tale contesto. Infatti, sono stati resi necessari, in due occasioni, approfonditi studi e indagini geognostiche per verificare la compatibilità tra interventi di edilizia progettati in prossimità della scarpata sinistra del Lambro e la stabilità della stessa.

In seguito alle indagini effettuate per la verifica di stabilità dell'area pianeggiante limitrofa al ciglio superiore della scarpata, in via Monterosa, si è stabilito che il pendio nelle condizioni attuali risulta stabile, e che tutte le possibili cause di instabilità, rientrando nella casistica dei fenomeni idrologici ed idraulici, sarebbero state da addebitare all'azione del Fiume Lambro.

Sempre a tale proposito si richiamano alcune considerazioni fatte dai tecnici del Servizio Geologico della Regione in merito al presunto rischio geologico segnalato dal "Comitato Valle Lambro" in località Molino Bistorgio, nelle quali si valuta che "per quanto riguarda i rischi per i residenti nella località Molino Bistorgio si ritiene che vi sia e sempre vi sarà un livello di rischio di esondazione medio-elevato in occasione di eventi di piena particolarmente accentuati, trattandosi di aree appartenenti alla piana alluvionale e potenzialmente soggette alla dinamica evolutiva del fiume. Infatti anche se la zona edificata è stata protetta da arginature, queste esplicano la loro efficacia nei confronti di eventi idrologici che non alterino sostanzialmente le caratteristiche geometriche dell'alveo. Qualsiasi modificazione al contorno, come ad esempio, l'apporto in alveo di materiale dovuto al trasporto solido, al franamento di porzioni di scarpata e l'effetto sbarramento esercitato dagli alberi caduti e dal materiale flottante, soprattutto in corrispondenza di sezioni ristrette o per la presenza di ponti, può determinare fenomeni di esondazione con tracimazione delle arginature e/o ristagni d'acqua anche di altezze considerevoli. Una riduzione di tale rischio potrebbe essere ottenuta con la predisposizione di un progetto di riassetto idrogeologico complessivo, che preveda la restituzione al fiume di aree idonee alla laminazione delle piene.

Inoltre, nella situazione specifica, andrebbe prevista una mirata opera di ceppatura e diradamento del bosco degradato, soprattutto nelle porzioni di scarpata con maggiore acclività, favorendo uno sviluppo vegetale consono a terreni e morfologie di questo tipo.

Va comunque sottolineata la necessità che le acque superficiali provenienti dalle aree urbanizzate adiacenti (edifici, piazzali, strade di accesso, ecc.) non vengano smaltite lungo la scarpata onde prevenire pericolosi fenomeni di ruscellamento superficiale e l'aggravio delle condizioni statiche esistenti."

### 3.6. Ulteriori prescrizioni in merito all'aspetto sismico

In relazione all'applicazione al territorio comunale di Carate Brianza degli indirizzi normativi inerenti la pericolosità sismica locale forniti dalle direttive di cui alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374”, nonché considerando quanto indicato, sulla base dei risultati delle indagini effettuate, relativamente a:

- ✓ *caratterizzazione del sottosuolo facendo riferimento alle categorie di suolo fornite dalla normativa,*
- ✓ *individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale,*
- ✓ *calcolo dei fattori di amplificazione connessi agli elementi di cui sopra e relativo confronto degli stessi con i corrispondenti valori regionali di soglia forniti da Politecnico / Banca Dati della Regione Lombardia,*

relativamente agli scenari di pericolosità, risultano i seguenti scenari:

- ✓ *“Z4a: Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi”*
- ✓ *“Z3a - Zona di ciglio  $H > 10$  m”*
- ✓ *“Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo”.*

Relativamente allo scenario Z4a, si è identificato sul territorio comunale un assetto lito-tecnico del sottosuolo corrispondente a profili stratigrafici diversi e rispettivamente classificabili, facendo riferimento a quanto previsto dall’O.P.C.M. n. 3274, come:

- ✓ **suoli di categoria B** - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360 e 800 m/s [ovvero resistenza penetrometrica media  $N_{spt} >$ , o coesione non drenata media  $C_u > 250$  kPa];
- ✓ **suoli di categoria C** - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori  $V_{S30}$  compresi tra 180 e 360 m/s [ $15 < N_{spt} < 50$ ,  $70 < C_u < 250$  kPa];
- ✓ **suoli di categoria E** – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $V_{S30}$  simili a quelli dei tipi C e D (compresi tra valori inferiori di 180 e 360 m/s) e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{S30} > 800$  m/s.

Per il Comune di Carate Brianza, i valori regionali di soglia dei terreni di categoria B, nonché riportati nella banca dati della Regione Lombardia, sono:

- ✓ periodo tra 0,1-0,5 = 1,4
- ✓ periodo tra 0,5-1,5 = 1,7

I valori regionali di soglia dei terreni di categoria C sono:

- ✓ periodo tra 0,1-0,5 = 1,9
- ✓ periodo tra 0,5-1,5 = 2,4

I valori regionali di soglia dei terreni di categoria E sono:

- ✓ periodo tra 0,1-0,5 = 2,0
- ✓ periodo tra 0,5-1,5 = 3,1

I calcoli e le verifiche di Fa, effettuati per l'area in studio e nei termini esposti in precedenza nel testo, portano in estrema sintesi a quanto segue:

- ✓ per i terreni associati ai suoli di categoria C e ai suoli di categoria E, i valori di soglia di cui sopra sono "verificati" (non sono superati indipendentemente dal periodo considerato);
- ✓ per i terreni associati ai suoli di categoria B, è superato il valore di soglia per il periodo compreso tra 0,1-0,5; il periodo 0,5-1,5 risulta invece verificato per entrambe le tipologie di suolo considerate.

Per i terreni associati ai suoli di categoria B, per il periodo compreso tra 0.1-0.5, essendo il valore di Fa calcolato superiore al valore di soglia corrispondente, la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito, pertanto si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di terzo livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D.

Per il periodo compreso tra 0.5-1.5, per tutti i terreni individuati, essendo il valore di Fa inferiore al valore di soglia corrispondente, la normativa è viceversa sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Relativamente agli scenari di zona di scarpata rocciosa (Z3a) e zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b), valgono le prescrizioni previste per lo scenario Z4a. L'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 prevede infatti, nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3), di scegliere quello più sfavorevole, pertanto la categoria di suolo A considerato per gli scenari Z3 non è stata valutata, poiché si è scelto cautelativamente di considerare solo i suoli di categoria superiore desunti dall'analisi dello scenario Z4.

Nel caso si prevedano costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani, nelle aree in presenza di scenari Z3a e Z3b, è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.

Richiamando infine gli aspetti metodologici esposti nel testo della Relazione Geologica, nella prospettiva della progettazione e della realizzazione degli interventi di Piano, considerato che le indagini effettuate a supporto della pianificazione non costituiscono in ogni caso deroga alle

norme di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e alla Circolare Cons. Sup. LL.PP. n° 617/2009, si dovranno progettare, programmare ed attuare le necessarie indagini per la determinazione in sito delle caratteristiche geofisiche del sottosuolo (in particolare del parametro Vs30 - velocità delle onde sismiche di taglio nei primi trenta metri di sottosuolo) e per la conseguente determinazione univoca del tipo di suolo e sulla base dei relativi risultati si potrà quindi definire quale scenario adottare.

#### 4. FASCE FLUVIALI P.A.I.

Nell'*Allegato 1* alla Relazione Geologica del 2009, a cui si rimanda, è riportato il testo originale integrale delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

Nel successivo **paragrafo 4.2.** è viceversa inserito il *“Progetto di Variante alle Norme di Attuazione del PAI e del PAI Delta di cui all'Allegato alla Deliberazione n. 5/2015 della seduta del 17 dicembre 2015 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, avente ad Oggetto “D. lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s. m. i., art. 67, comma 1: adozione di un “Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) – Integrazioni all'Elaborato 7 (Norme di Attuazione)” e di un “Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta) – Integrazioni all'Elaborato 5 (Norme di Attuazione)” finalizzati al coordinamento tra tali Piani ed il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvioni (PGRA), ai sensi dell'art. 7, comma 3 lett. a del D. lgs. 23 febbraio 2010, n. 49”.*

Detta variante nella Parte Prima corrisponde al nuovo Titolo V delle Norme PAI, artt. 55 – 65.

##### 4.1. Altre Direttive P.A.I.

In relazione alle diverse tipologie di interventi sul territorio ed alla loro interazione con aree corrispondenti a fasce fluviali o a dissesti, si richiamano nel seguito le principali materie che costituiscono oggetto di specifiche Direttive PAI, delle quali si dovrà tenere conto nelle diverse fasi di pianificazione e di progettazione:

- ✓ *D.P.C.M. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30, Serie Generale, del 6 febbraio 2017.*
- ✓ *Delibera n. 6738 del 19 giugno 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale Regione Lombardia n. 25, Serie Ordinaria, del 21 giugno 2017.*
- ✓ *Direttiva in materia di Attività Estrattive nelle Aree Fluviali del Bacino del Po.*
- ✓ *Direttiva per la Definizione degli Interventi di Rinaturazione.*
- ✓ *Direttiva contenente i Criteri per la Valutazione della Compatibilità Idraulica delle Infrastrutture Pubbliche e di Interesse Pubblico all'interno delle Fasce “A” e “B”.*
- ✓ *Direttiva per la Riduzione del Rischio Idraulico degli impianti di trattamento delle acque reflue e delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicati nelle Fasce Fluviali “A” e “B” e nelle aree in dissesto idrogeologico “ee” ed “eb”.*

## 4.2. Variante alle Norme di Attuazione del PAI

**Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) del “Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po” (PAI) - Inserimento del Titolo V, contenente “Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)”**

*Nell’ambito dell’Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) del “Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po” (PAI), dopo il Titolo IV è inserito il seguente:*

### **TITOLO V - NORME IN MATERIA DI COORDINAMENTO TRA IL PAI E IL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA)**

#### **Art. 55 - Finalità generali**

1. In conformità all’art. 9 del D. lgs. 23 febbraio 2010, n. 49 ed in attuazione della Direttiva 2007/60/CE (relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni), le disposizioni del presente Titolo attuano il coordinamento del PAI con i contenuti e le misure del *Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione* (1° PGRA, redatto in conformità al disposto dell’art. 7, comma 3 lettere *a* e *b* del medesimo D. lgs n. 49/2010), al fine di assicurare nel territorio del Distretto idrografico padano di cui all’art. 64, comma 1, lett. *b* del D. lgs. 3 aprile 2006, n. 152 la riduzione delle potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la vita e la salute umana, per il territorio, per i beni, per l’ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.

#### **Art. 56 - Ambito territoriale di riferimento**

1. In coerenza con l’art. 3 delle presenti Norme di Attuazione del PAI, l’ambito territoriale di riferimento del presente Titolo V è costituito dalla porzione del Distretto idrografico padano costituita dall’intero bacino idrografico del fiume Po (come da perimetrazione approvata con DPR 1 giugno 1998 pubblicato sulla G.U. n. 173 del 19 ottobre 1998) chiuso all’incile del Po di Goro, ad esclusione del Delta.

#### **Art. 57 - Mappe della pericolosità del rischio di alluvione (Mappe PGRA). Coordinamento dei contenuti delle Mappe PGRA con il previgente quadro conoscitivo del PAI, ai sensi dell’art. 9 del D. lgs. n. 49/2010**

1. Gli elaborati cartografici rappresentati dalle *Mappe della pericolosità* e dalle *Mappe del rischio di alluvione* indicanti la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti (di seguito brevemente definite *Mappe PGRA*) e pubblicate sui siti delle Regioni, costituiscono integrazione al quadro conoscitivo del PAI. Le Mappe PGRA contengono, in particolare:
  - la delimitazione delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità (aree P1, o *aree interessate da alluvione rara*; aree P2, o *aree interessate da alluvione poco frequente*; aree P3, o *aree interessate da alluvione frequente*);
  - il livello di rischio al quale sono esposti gli elementi ricadenti nelle aree allagabili distinto in 4 classi, come definite dall’Atto di indirizzo di cui al DPCM 29 settembre 1998: R1 (rischio moderato o nullo), R2 (rischio medio), R3 (rischio elevato), R4 (rischio molto elevato).
2. Le aree allagabili di cui al comma precedente riguardano i seguenti ambiti territoriali:
  - Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP),
  - Reticolo secondario collinare e montano (RSCM),

- Reticolo secondario di pianura (RSP),
  - Aree costiere lacuali (ACL),
  - Aree costiere marine (ACM).
3. Le suddette Mappe PGRA costituiscono quadro di riferimento per la verifica delle previsioni e prescrizioni del PAI ai sensi del precedente articolo 1, comma 9 delle presenti Norme con riguardo, in particolare, all'Elaborato n. 2 (*Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici– Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo*), all'Elaborato n. 3 (*Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico*) nonché per la delimitazione delle Fasce fluviali di cui alle Tavole cartografiche del PSFF e dell'Elaborato 8 del presente Piano.
4. Al fine di assicurare, ove necessario, il più tempestivo aggiornamento degli Elaborati di Piano di cui al comma precedente, il Segretario Generale è delegato ad approvare, previo parere del Comitato Tecnico, le varianti alle perimetrazioni delle Fasce fluviali e delle aree RME ai fini del loro adeguamento al nuovo quadro conoscitivo del PAI risultante dalle integrazioni introdotte dalle Mappe PGRA.

**Art. 58 - Aggiornamento agli indirizzi alla pianificazione urbanistica, ai sensi dell'art. 65, comma 6 del D. lgs n. 152/2006**

1. Le Regioni, ai sensi dell'art. 65, comma 6 del D. lgs n. 152/2006, entro 90 giorni dalla data di entrata in vigore del presente Titolo V, emanano, ove necessario, disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico, integrative rispetto a quelle già assunte ai sensi degli articoli 5, comma 2 e 27, comma 2 delle presenti Norme. Decorso tale termine gli enti territorialmente interessati dal Piano sono comunque tenuti ad adottare, ai fini dell'attuazione del PGRA in modo coordinato con il presente Piano, gli adempimenti relativi ai propri strumenti urbanistici e di gestione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 3, comma 6 del D. L. 15 maggio 2012, n. 59 (convertito, con modificazioni, in legge 12 luglio 2012 n. 100 contenente "*Disposizioni urgenti per il riordino della Protezione Civile*") e nel rispetto della normativa regionale vigente.
2. Nell'ambito delle disposizioni integrative di cui al comma precedente le Regioni individuano, ove necessario, eventuali ulteriori misure ad integrazione di quelle già assunte in sede di adeguamento dello strumento urbanistico al PAI. Dette misure, salva la possibilità di una loro migliore specificazione ed articolazione sulla base dei dati ed elementi a disposizione negli specifici casi, devono essere coerenti rispetto ai riferimenti normativi di seguito indicati:
- a) Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP):**
- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3), alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme del precedente Titolo II del presente Piano;
  - nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2), alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del precedente Titolo II del presente Piano;
  - nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1), alle disposizioni di cui al precedente art 31.
- b) Reticolo secondario collinare e montano (RSCM):**
- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 9, commi 5 e 7, rispettivamente per le aree Ee e per le aree Ca;
  - nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 9, commi 6 e 8 rispettivamente per le aree Eb e per le aree Cp;
  - nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 9, commi 6bis e 9 rispettivamente per le aree Em e per le aree Cn.
- c) Reticolo secondario di pianura (RSP):**
- nelle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti locali, anche d'intesa con l'Autorità di bacino, attraverso gli strumenti di

pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 e s. m. i.

**d) Aree costiere lacuali (ACL):**

- nelle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti locali, anche d'intesa con l'Autorità di bacino, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 e s. m. i.
3. Le misure di cui al comma precedente devono essere adottate, tenendo conto del nuovo quadro conoscitivo definito dal PGRA, con riferimento in via prioritaria ai Comuni che, in ogni caso, non abbiano effettuato le verifiche di compatibilità dei propri strumenti urbanistici al PAI ai sensi degli articoli 18, 27 e 54 delle presenti Norme di Attuazione.
  4. Le misure di cui ai commi precedenti devono essere coordinate con quelle assunte ai sensi del D. L. 15 maggio 2012, n. 59 (convertito con modificazioni in legge 12 luglio 2012 n. 100).
  5. Nell'ambito delle misure di cui ai commi precedenti le Regioni, sulla base del nuovo quadro conoscitivo risultante dalle Mappe PGRA, provvedono altresì a dare attuazione agli indirizzi di cui agli artt. 18bis e 40 (*Procedure a favore della rilocalizzazione degli edifici in aree a rischio*) delle presenti NA, in conformità con quanto stabilito dall'art. 7, comma 2 del D. L. 12 settembre 2014 n. 133, convertito con modificazioni in legge 11 novembre 2014 n. 164.
  6. In aggiunta alle misure di cui ai commi precedenti, le Regioni definiscono, ove necessario, indirizzi per la verifica della compatibilità delle infrastrutture comunque destinate ad uso collettivo rispetto alle condizioni di pericolosità idraulica presenti.

**Art. 59 - Adeguamento degli strumenti urbanistici e dei piani di emergenza comunali, a norma dell'art. 7, comma 6 del D. lgs. n. 49/2010**

1. In conformità con quanto stabilito dall'art. 7, comma 6, lett. a del D. lgs. n. 49/2010, tutti i Comuni, ove necessario, provvedono ad adeguare i rispettivi strumenti urbanistici conformandone le previsioni alle misure assunte a norma delle disposizioni di cui all'articolo precedente, secondo le modalità previste dagli articoli 18, 27 e 54 delle presenti Norme di Attuazione e sulla base delle disposizioni regionali di cui all'articolo precedente. Laddove siano state stipulate le Intese di cui al precedente articolo 1, comma 11 delle presenti Norme di Attuazione, l'adeguamento degli strumenti urbanistici avviene nei riguardi del PTCP.
2. Nell'ambito dell'attività di adeguamento di cui al comma precedente i Comuni, all'interno dei centri edificati (come definiti o nell'ambito delle legge regionali in materia, purché coerenti con le citate definizioni), adeguano i loro strumenti urbanistici al fine di minimizzare le condizioni di rischio esistenti, anche attraverso una valutazione più dettagliata delle condizioni di rischio locale definite nell'ambito delle disposizioni emanate ai sensi dei commi da 1 a 4 del precedente articolo 58. I centri edificati di cui al presente comma sono quelli delimitati alla data di adozione del PGRA, sulla base delle disposizioni legislative regionali in materia.
3. Parimenti, sulla base della valutazione dettagliata delle condizioni di rischio di cui al comma precedente, i Comuni provvedono a predisporre o ad adeguare i piani urgenti di emergenza comunali, con i contenuti indicati dal comma 5 dell'art. 67 del D. lgs. n. 152/2006, in conformità con quanto stabilito dall'art. 7, comma 6, lett. b del D. lgs. n. 49/2010.

**Art. 60 - Aggiornamento degli indirizzi per la verifica di coerenza e per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione e programmazione al PAI coordinato con il PGRA, ai sensi dell'art. 65, commi 4 e 5 del D. lgs n. 152/2006.**

1. Ai sensi e per le finalità di cui all'art. 65, comma 5 D. lgs n. 152/2006 e, in particolare, ai fini dell'attuazione del PGRA, entro 12 mesi dall'entrata in vigore del presente Titolo V le Regioni emanano disposizioni finalizzate alla verifica di coerenza ed all'adeguamento dei rispettivi piani territoriali e programmi regionali quali, in particolare, quelli relativi alle attività agricole, zootecniche ed agroforestali, alla tutela della qualità delle acque, alla gestione dei rifiuti, alla tutela dei beni paesaggistici ed ambientali ed alla bonifica e alla programmazione energetica.
2. Ai sensi dell'articolo 65, comma 4 dello stesso D. lgs. n. 152/2006, analogo coordinamento con il PGRA e con le disposizioni del presente Titolo V deve altresì essere garantito, a cura delle Pubbliche Amministrazioni competenti, per ogni altro piano e programma di sviluppo socio – economico e di assetto ed uso del territorio comunque interferente con l'ambito territoriale di riferimento di cui al precedente articolo 56.
3. In particolare, con riferimento ai Piani Territoriali di Coordinamento provinciale (PTCP), trova applicazione la disposizione di cui al precedente articolo 1, comma 11 delle presenti Norme.

**Art. 61 - Indirizzi per il mantenimento ed il ripristino delle Fasce di mobilità morfologica nelle pianure alluvionali**

1. Al fine del coordinamento tra le finalità di cui all'art. 1 comma 3, (alinee 4, 7, 9 e 11) delle presenti NA del PAI e le finalità di cui all'art. 7, comma 2 del D. L. 12 settembre 2014, n. 133 (convertito, con modificazioni, in legge 11 novembre 2014, n. 164), tanto gli interventi previsti degli artt. 14, 15, 17, 32, 34, 35, 36, 37 delle presenti NA quanto gli interventi definiti ai sensi della “Direttiva tecnica per la programmazione degli interventi di gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d’acqua” (c. d. Direttiva gestione sedimenti, adottata dal Comitato Istituzionale con propria Deliberazione n. 9 del 5 aprile 2006), qualora ricadenti nell'ambito delle Fasce di mobilità morfologica (come definite nell'ambito della citata Direttiva gestione sedimenti) dovranno essere rivolti, in via prioritaria, al mantenimento ed al ripristino delle Fasce di mobilità morfologica nelle pianure alluvionali.

**Art. 62 - Impianti di trattamento delle acque reflue, di gestione dei rifiuti e di approvvigionamento idropotabile in aree interessate da alluvioni**

1. Entro 12 mesi dalla data di entrata in vigore del Titolo V delle presenti Norme di Attuazione, i proprietari e i soggetti gestori degli esistenti impianti di cui al precedente articolo 38bis, comprensivi degli impianti di trattamento e trasformazione degli inerti, ubicati nelle aree individuate dalle Mappe PGRA ed interessate da alluvioni frequenti e poco frequenti (aree P3 e aree P2) predispongono, qualora non abbiano già provveduto ai sensi del suddetto art. 38bis, una verifica del rischio idraulico a cui sono soggetti i suddetti impianti ed operazioni, anche ai fini del rinnovo delle autorizzazioni, da effettuarsi sulla base della direttiva di cui al comma 1 del citato articolo 38bis.
2. Gli stessi proprietari e soggetti gestori, in relazione ai risultati della verifica menzionata, individuano e progettano gli eventuali interventi di adeguamento necessari per ridurre la vulnerabilità degli impianti ed i potenziali danni sull’ambiente a seguito del coinvolgimento degli impianti in un evento alluvionale.

**Art. 63 - Impianti a rischio di incidenti rilevanti e impianti con materiali radioattivi in aree interessate da alluvioni**

1. Entro 12 mesi dalla data di entrata in vigore del Titolo V delle presenti Norme di Attuazione, i proprietari e i soggetti gestori degli stabilimenti, degli impianti e dei depositi di cui al precedente art. 38ter ubicati nelle aree individuate dalle Mappe PGRA ed interessate da alluvioni predispongono, qualora non abbiano già provveduto, una verifica del rischio idraulico e idrogeologico a cui sono soggetti i suddetti stabilimenti, impianti e depositi, sulla base della direttiva di cui al comma 1 del suddetto art. 38ter.
2. La verifica viene inviata al Ministero dell'Ambiente, al Ministero dell'Industria, al Dipartimento della Protezione Civile, all'Autorità di bacino, alle Regioni, alle Province, alle Città Metropolitane, alle Prefetture e ai Comuni. Gli stessi proprietari e soggetti gestori, in relazione ai risultati della verifica menzionata, individuano e progettano gli eventuali interventi di adeguamento necessari per ridurre la vulnerabilità degli impianti e i potenziali danni sull'ambiente a seguito del coinvolgimento degli impianti in un evento alluvionale.

**Art. 64 - Misure di tutela per le infrastrutture viarie e ferroviarie soggette a rischio di alluvione**

1. Entro 12 mesi dalla data di entrata in vigore del Titolo V delle presenti Norme di Attuazione, gli Enti proprietari delle opere viarie e ferroviarie ubicati nelle aree individuate dalle Mappe PGRA ed interessate da alluvioni procedono, qualora non abbiano già provveduto ai sensi degli artt. 19, comma 2 e 53, comma 1 delle presenti NA, alla definizione di misure di carattere strutturale e non strutturale atte alla mitigazione del rischio presente, tramite gli approfondimenti conoscitivi e progettuali necessari.
2. Per tutto il periodo che intercorre fino alla realizzazione degli interventi di cui al precedente comma, gli stessi Enti pongono in atto ogni opportuno provvedimento atto a garantire l'esercizio provvisorio dell'infrastruttura in condizioni di rischio compatibile, con particolare riferimento alla tutela della pubblica incolumità. In particolare definiscono:
  - i modelli operativi per la più adeguata risposta agli eventi alluvionali;
  - le condizioni di vigilanza, attenzione, allertamento ed emergenza correlate alla tipologia degli eventi idrologici e idrogeologici che possono comportare condizioni di rischio sull'infrastruttura;
  - le eventuali attrezzature di misura necessarie per l'identificazione delle condizioni di cui all'alinea precedente e la conseguente attuazione delle misure di emergenza;
  - le operazioni periodiche di sorveglianza e ispezione da compiere per garantire la sicurezza del funzionamento dell'infrastruttura;
  - le segnalazioni al pubblico delle condizioni di rischio presenti, al fine di ridurre l'esposizione al rischio.

**Art. 65 - Attuazione del Titolo V delle NA del PAI nella Regione Autonoma Valle d'Aosta e nella Provincia Autonoma di Trento**

1. In conformità alle disposizioni di cui al precedente art. 1, commi 13 e 14 delle NA, al perseguimento delle finalità ed agli adempimenti di cui al presente Titolo V provvedono, per i territori di rispettiva competenza, la Regione Autonoma Valle d'Aosta e la Provincia Autonoma di Trento.

#### **4.2.1. Misure di salvaguardia**

In sede di assunzione della Deliberazione 5/2015 di adozione del Progetto di variante al PAI, il Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino, a fronte dell’esigenza di assicurare, fino alla sua adozione definitiva, la tutela degli interessi pubblici oggetto della variante medesima (con particolare riguardo alla prevenzione dei rischi alluvionali e alla tutela della pubblica incolumità nei territori interessati dalla variante) non ha reputato necessario adottare specifiche misure di salvaguardia ai sensi dell’art. 65, comma 7 del D.Lgs. n. 152/2006, assumendo che fosse sufficiente richiamare in premessa la previsione legislativa (tuttora vigente), di cui all’art. 1, comma 1 lettera b del D.L. n. 279/2000 (convertito con modificazione nella legge 365/2000).

La premessa stabilisce pertanto che fino all’adozione “definitiva” della Variante di Piano, *“per le Aree a Rischio Significativo (ARS) individuate dalle Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni del Distretto Idrografico del fiume Po (che costituiscono elementi di aggiornamento della pianificazione regionale, provinciale e comunale in materia di protezione civile e, in particolare, ai fini della predisposizione o all’adeguamento dei piani urgenti di emergenza di cui all’art. 67, comma 5 del D.Lgs. n. 152/20062 rispetto ai contenuti del PGRA adottato) si devono ritenere applicabili le misure previste dall’“Atto di indirizzo e coordinamento per l’individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all’art. 1, commi 1 e 2, D.L. 11 giugno 1998, n. 180” adottato con DPCM 29 settembre 1998 per le aree di cui all’art. 1, comma 1, lett. b del D. L. n. 279/2000 (convertito, con modificazioni, nella legge n. 365/2000)”*.

Successivamente, con la nota protocollo 1875/31 del 23 marzo 2016, l’Autorità di Bacino del Fiume Po ha specificato che, a norma della previsione legislativa (tuttora vigente) di cui all’art. 1, comma 1, lettera b del D.L. 279/2000 (convertito con modificazioni nella legge n. 365/2000), nelle more dell’approvazione definitiva della Variante di Piano, *all’intera superficie delle aree corrispondenti alla piena con tempo di ritorno pari o inferiore a 200 anni, devono ritenersi applicabili le misure di salvaguardia per le aree a rischio molto elevato R4 di cui al punto 3.1.a dell’atto di indirizzo e coordinamento emanato con DPCM 29 settembre 1998*.

#### **4.2.2. Indicazioni operative regionali per l’applicazione (ex DGR 6738/17, All. A)**

Regione Lombardia, anche con propria nota del 9-10/05/2016 ha dato ulteriori indicazioni operative per l’applicazione delle misure di salvaguardia alle aree individuate nelle Mappe di pericolosità e rischio di alluvioni del PGRA, che si riportano di seguito, omettendo quanto di pertinenza della pianificazione comunale di emergenza.

*Le misure di salvaguardia rappresentano un approccio cautelare finalizzato a prevenire adeguatamente l’aumento delle condizioni di rischio di “perdita di vite umane e lesioni gravi*

*alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, distruzione di attività socio-economiche”.*

*Tali misure sono da applicarsi a tutte le aree che non siano già state individuate e perimetrare dai previgenti strumenti della pianificazione di bacino, nonché dagli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica già adeguati alla pianificazione di bacino, e alle quali non risultino attualmente associate disposizioni finalizzate a garantire adeguatamente la tutela di persone e beni.*

*Si ritiene pertanto che, ferma restando la responsabilità degli enti locali nella valutazione della sussistenza delle condizioni sopra indicate, le misure di salvaguardia non si applichino:*

- alle aree ricadenti nelle fasce fluviali A e B di PAI, incluse quelle interne al “centro edificato” (come definito all’art. 39, comma 1, lett. c delle Norme di attuazione del PAI) per le quali i Comuni abbiano effettuato la valutazione di compatibilità con le condizioni di rischio secondo i criteri attuativi dell’art. 57 della l.r. 12/2005;*
- alle aree ricadenti in fascia C di PAI a tergo del “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C” per le quali i Comuni abbiano effettuato la valutazione di compatibilità con le condizioni di rischio secondo i criteri attuativi dell’art. 57 della l.r. 12/2005;*
- alle aree individuate e perimetrare nell’Elaborato 2 “Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici” del PAI, così come aggiornato dai Comuni attraverso le procedure di cui all’art. 18 delle Norme di attuazione del PAI;*
- alle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (es. corsi d’acqua minori di pianura, laghi lombardi) per le quali gli Studi geologici, idrogeologici e sismici a supporto dei PGT comunali redatti ai sensi dell’art. 57 della l.r. 12/2005 e relativi provvedimenti attuativi, abbiano attribuito classi di fattibilità geologica e norme associate che assicurino un adeguato livello di tutela di persone e beni.*

*Si ritiene inoltre che gli interventi edilizi ammessi nelle aree soggette all’applicazione delle misure di salvaguardia, possano essere esonerati dalla produzione di uno studio di compatibilità idraulica e dalla conseguente approvazione da parte dell’Autorità idraulica competente nel caso in cui gli stessi:*

- non creino modifiche al regime idraulico nell’area allagabile;*
- non comportino aumento di carico insediativo; allegando al progetto dell’intervento una dichiarazione sostitutiva dell’atto di notorietà (art. 47 DPR 445/2000) sottoscritta dal progettista che comprovi la sussistenza di tali condizioni.*

#### **4.2.3. Durata di applicazione delle misure di salvaguardia**

Le misure di salvaguardia, ai sensi dell’art. 8 comma 5 della Deliberazione 5 del 7 dicembre 2016 del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, sono da applicarsi fino all’entrata in vigore delle presenti disposizioni regionali, che le sostituiscono integralmente.

*Progetto:*

**VARIANTE GENERALE AL PIANO  
DI GOVERNO DEL TERRITORIO IN  
ATTUAZIONE L.R. 11/03/2005, N. 12**

*Attività:*

**ANALISI DELLE COMPONENTI  
GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA  
E SISMICA EX D.G.R. IX/2616/11**

*Committente:*

**AMMINISTRAZIONE COMUNALE  
DI CARATE BRIANZA (MB)**

*Contenuti:*

**RELAZIONE GEOLOGICA  
Appendice 2: Stratigrafie  
pozzi per acqua in Carate**

*Rif. e data:*

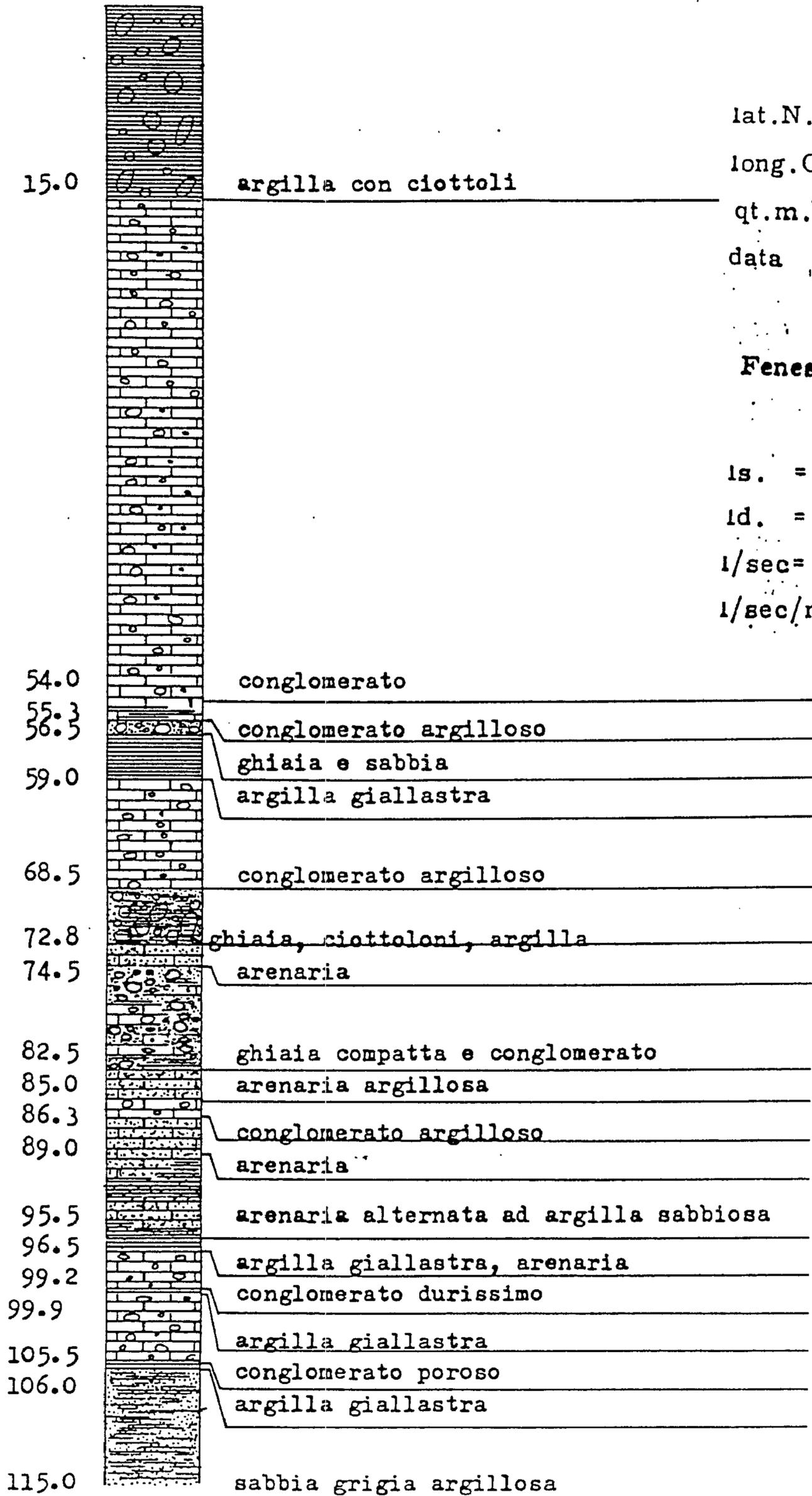
**C17/578/17 – Febbraio 2018**

---

POZZO 1

IV NOVEMBRE

CARATE



lat.N. = 45° 40' 32"

long.O = 3° 12' 58"

qt.m. = 253

data = dic. 1955

**Fenestrati:**

ls. = 58.00

ld. =

l/sec = 12

l/sec/m

0150480001

Bacino: F. Lambro

Agliate Brianza

CARATE BRIANZA

Tintoria Ettore Villa

N. 15

CARTE 3 15

2.50		Ghiaia argillosa
8.60		Ghiaia, ghiaietto, conglom.
14.00		Ceppo
15.00		Arenaria
23.00		Argilla litiosa, fossili
24.00		Conglomerato
25.00		Argilla

lat. N. = 45° 41' 07"  
 long. O = 3° 12' 56"  
 qt. m. = 215  
 data = 1951

Fenestrati:  
 - 5.00/7.00  
 9.00/14.00  
 ls. = 2.40  
 ld. =  
 l/sec =  
 l/sec/m =

0150480015

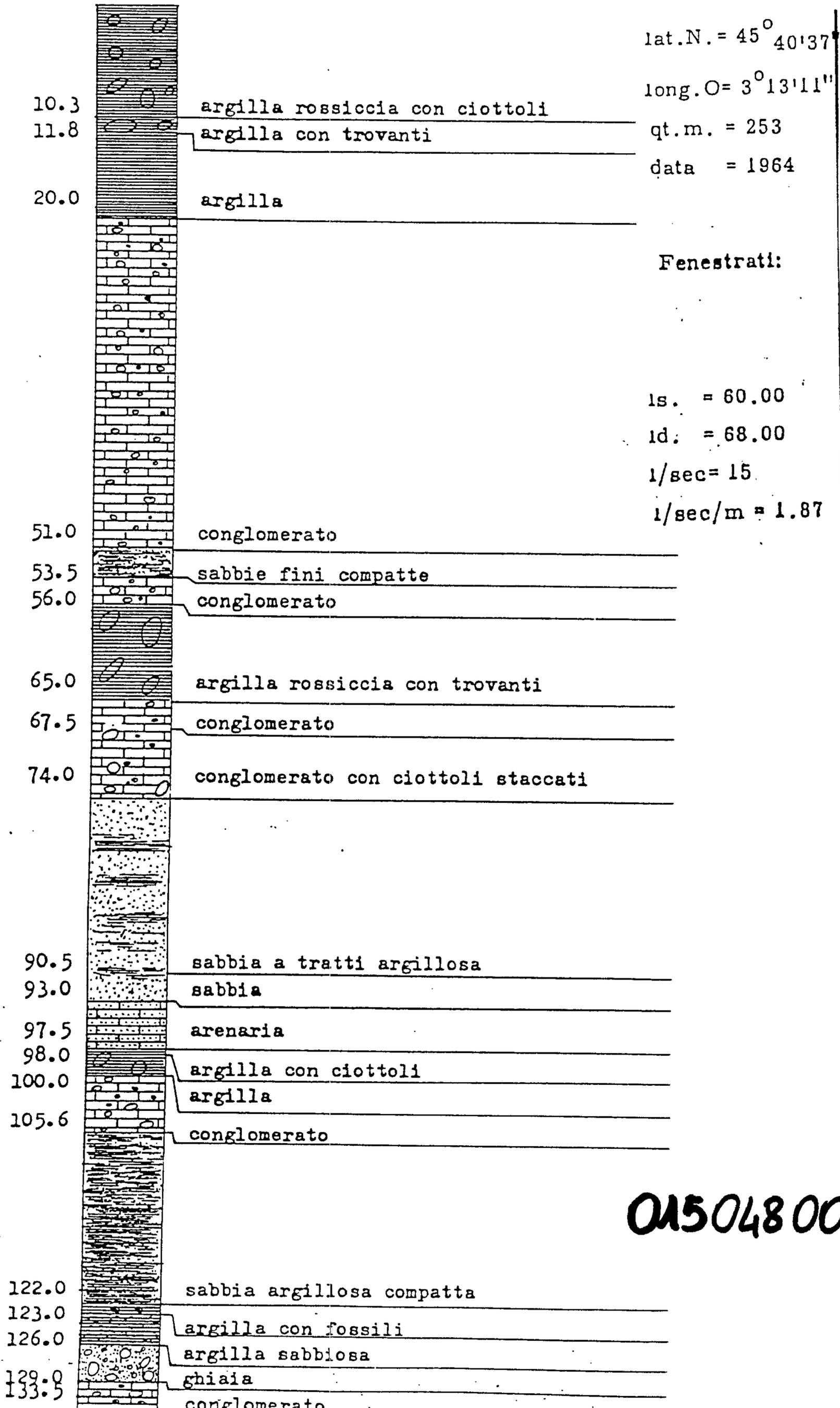
Stierlin

DACHNO.F. DAINO		Nuova Valassina		N. 8	
CARATE BRIANZA		Acquedotto Comunale			
0			Argilla rossiccia e ghiaia		
2.00			Ciottoli		
5.00			Ghiaia con sabbia argillosa		lat. N = 45° 40' 12"
					long. O = 3° 14' 10"
15.00			Ghiaia e sabbia, ciottoli		qt. m. = 241
					data = dic. 1970
25.00			Conglomerato		Fenestrati
					77.00/83.00
					86.00/89.00
					94.00/98.00
37.00			Sabbia		100.00/108.00
39.00			Conglomerato		ls. = 50.50
					ld. = 58.50
48.00			Arenaria e poca acqua		l/sec = 50
52.00			Ghiaietto e sabbia		l/sec/m = 6.25
55.00			Ghiaia con acqua		
60.00			Sabbia e ghiaia		
64.00			Sabbia con qualche ciottolo		
70.00			Sabbia e limo compatto		
71.00			Ghiaia con sabbia		
73.00			Ghiaia		
75.00			Ciottoli, poca sabbia		
79.00			Ghiaia e ciottoli		
82.00			Ghiaia		
84.00			Limo con ciottoli e sabbia		
85.00			Ghiaia		
90.00			Limo con piccoli ciottoli		
91.00			Ghiaia		
98.00			Conglomerato		
99.00			Ghiaia		
104.00			Conglomerato poroso con acqua		
110.00			Argilla		
110.50					

0150480008

Sacco

POZZO 5	GENERAL CANTORE	CARATE
---------	-----------------	--------



0150480005

F.I.II COSTA fu ERNANIO S.r.l.  
FIDENZA (PR)  
UFFICIO TECNICO

AEB. S.p.A. - Seregno (MB)  
Profilo stratigrafico e schema di tubaggio nuovo pozzo loc. Via Grandi  
Comune di Carate Brianza (MB)

SEZIONE POZZO

PROF.  
(m)

NATURA DEI TERRENI

PROVA DI PORTATA

# 1080150057

