



Comune di Oliveto Lario

## **Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.**

.....  
Relazione ai sensi della Dgr 8/1566 del 22/12/2005

di

Dott. Geol. Vittorio Bruno



**Consulenze geologiche e ambientali**

Via San Giacomo 53 – 22100 Como Tel. (031) 53.40.102 Fax (031) 68.53.111 Mobile (347) 47.97.721  
E-mail: [geologia@v-ger.it](mailto:geologia@v-ger.it)

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
1.1 RICERCA STORICA .....	4
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO</b> .....	<b>5</b>
<b>3. GEOLOGIA</b> .....	<b>6</b>
<b>4. ASSETTO TETTONICO E STRUTTURALE</b> .....	<b>9</b>
<b>5 GEOMORFOLOGIA</b> .....	<b>11</b>
5.1 FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE.....	12
5.2 FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI.....	12
5.3 FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI.....	12
<b>6. IDROGRAFIA</b> .....	<b>13</b>
6.1 CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA .....	13
6.2 VERIFICHE IDRAULICHE .....	15
<b>7. IDROGEOLOGIA</b> .....	<b>16</b>
7.1 CARATTERI GENERALI DELL'AREA.....	16
7.2 RICOSTRUZIONE DELLA STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO .....	17
7.3 ANDAMENTO DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO.....	18
7.4 PARAMETRI IDROGEOLOGICI DEGLI ACQUIFERI.....	19
7.5 OPERE DI CAPTAZIONE PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE .....	19
7.6 QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....	20
7.7 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO .....	21
<b>8. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO</b> .....	<b>23</b>
8.1 TEMPERATURA DELL'ARIA .....	23
8.2 PRECIPITAZIONI .....	24
8.3 CLIMOGRAMMA DI PEGUY .....	27
8.4 UMIDITÀ DELL'ARIA .....	28
8.5 IL VENTO .....	30
<b>9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRITORIO</b> .....	<b>32</b>
<b>10. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO</b> .....	<b>33</b>
10.1 VALORI DEL GRADO DI SISMICITÀ DA ADOTTARE NELLA PROGETTAZIONE.....	36
<b>11. CARTA DEI VINCOLI</b> .....	<b>38</b>
11.1 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE.....	38
11.2 RETICOLO IDRICO MINORE .....	42



11.3 PAI.....	42
<b>12. CARTA DI SINTESI .....</b>	<b>44</b>
<b>13. FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO .....</b>	<b>45</b>
13.1 CLASSE DUE. FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI.....	45
13.2 CLASSE TRE. FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI.....	46
13.3 CLASSE QUATTRO. FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI.....	48
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>51</b>
<b>AUTORI.....</b>	<b>54</b>
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>55</b>



## 1. PREMESSA

La presente relazione e le tavole che ne costituiscono parte integrante, hanno come principale finalità quella di illustrare i rilievi e le analisi che gli scriventi hanno effettuato nel corso dello studio geologico condotto nel territorio di Oliveto Lario nell'ambito delle indagini interdisciplinari realizzate ai fini dell'adozione degli strumenti urbanistici generali comunali.

Sono stati seguiti gli standard di lavoro indicati dalla D.G.R. 7/6645 del 29.10.2001 "Approvazione direttive per la redazione dello studio dall'art. 3 della L.R. 41/97" integrati con i "Criteri attuativi della L.R. 12/05 per il governo del territorio" contenuti nella D.G.R. 8/1566 del 22.12.2005 (B.U.R.L. n. 13 - Edizione speciale del 28 marzo 2006), per quanto concerne la componente sismica e l'aggiornamento delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità; in particolare, ai sensi di tali recenti direttive si è provveduto ad effettuare un'analisi di dettaglio della pericolosità sismica locale del comune di Oliveto Lario che ricade, a livello generale, in Zona 4 (D.g.r n°14964 del 7 novembre 2003) cioè quella con minor pericolosità.

Inoltre, il presente studio, una volta recepito nello strumento urbanistico comunale consente l'aggiornamento del quadro del dissesto PAI (Elaborato 2 del "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici - allegato 4 - Delimitazione delle aree in dissesto") ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI; a tale riguardo oltre alle tavole grafiche di seguito citate (*tavv. 1÷6*) è stata redatta un'apposita "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI" (*Tavola 7* in scala 1:10.000).

La metodologia di ricerca è quindi fondata su tre fasi principali:

**Fase di analisi.** In questa fase sono stati realizzati i rilievi geologici e geomorfologici nell'ambito del territorio comunale.

Al contempo sono state consultate documentazioni specifiche presso l'Ufficio Tecnico Comunale, l'Amministrazione Provinciale di Lecco, l'Università agli Studi di Milano, l'ERSAF oltre che le informazioni reperite presso il S.I.T. della Regione Lombardia (in particolare l'Inventario dei fenomeni franosi) e l'Autorità di Bacino del Po per quanto concerne l'elaborato 2 del PAI "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici - allegato 4 - Delimitazione delle aree in dissesto".

Sulla base dei dati geoambientali così raccolti, sono state elaborate le carte di Inquadramento (*tavole 1.a÷1.c* in scala 1:10.000 e dettagli in scala 1:5.000 con evidenziati rispettivamente i temi geologico-strutturali, geomorfologici, idrografici, idrogeologici e delle opere antropiche), la Carta della pericolosità sismica locale (*Tavola 2* in scala 1:10.000 e dettagli in scala 1:5.000) e la carta dei Vincoli (*Tavola 3* in scala 1:10.000 e dettagli in scala 1:5.000).

**Fase di diagnosi.** Coincide con una valutazione critica dei dati relativi ai processi geoambientali e antropici attivi sul territorio, in questa fase è stata elaborata la carta di Sintesi (*Tavola 4* in scala 10.000) con evidenziate le aree omogenee per grado di attenzione geologica e vulnerabilità idrogeologica;

**Fase propositiva.** In quest'ultima fase l'ambito areale del comune di Oliveto Lario è stato suddiviso in classi di fattibilità geologica per le azioni di piano; tali classificazioni sono state raffigurate sia nella *Tavola 5*, redatta in scala 1:10.000 relativa all'intero comunale con dettagli sui settori urbanizzati in scala 1:5.000.

Si specifica inoltre che gli studi in seguito illustrati *non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi* delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 14/09/2005 "norme tecniche per le costruzioni".



## 1.1 Ricerca storica

La ricostruzione storica di eventi di natura franosa o alluvionale è stata effettuata a partire dal database relativo all' "Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia" e l'archivio GEOIFFI, dal piano di protezione civile della Provincia di Lecco e dalla documentazione in possesso dell'UTC, integrate e confrontate con la memoria storica del paese e le osservazioni in sito effettuata nel corso del presente studio.

Le principali tipologie di evento sono riconducibili:

- ad episodi di crollo di massi in corrispondenza delle pareti subverticali in cui il substrato roccioso affiorante è sovente interessato da sistemi di fratture che isolano grossi blocchi;
- fenomeni di frane di scivolamento e/o colate interessanti i depositi superficiali (di origine alluvionale o morenica) in corrispondenza di settori di raccordo tra i versanti e la fascia rivierasca
- trasporto alluvionale in corrispondenza delle aste torrentizie

Nell'archivio regionale, oltre ad una serie di evidenze riportate unicamente sulla base di osservazioni dei rilievi fotogrammetrici, sono segnalati alcuni dissesti sulla base di rilievi diretti riferibili in particolare alle conseguenze dell'evento alluvionale del novembre 2002 e precisamente:

- scivolamento rotativo/traslativo in località Madonna del Moletto (Limonta) che ha dato luogo alla chiusura della sottostante S.P. 583 – id. frana 0971749900;
- n. 3 eventi di scivolamento rotativo/traslativo avvenuti pressoché contestualmente presso l'abitato di Limonta che hanno coinvolto alcuni singoli edifici (id. frana 0971749600), la sede stradale provinciale (id. frana 0971749700) e la strada comunale per Limonta (id. frana 0971749800)

Inoltre è segnalato l'episodio di maggiore gravità che, in base ai dati raccolti, ha coinvolto in tempi storici il territorio comunale, riferito al settore di versante retrostante il nucleo storico di Onno che nel 1984 è stato interessato dal distacco di ca. 500 mc di materiale roccioso che hanno provocato ingenti danni alle abitazioni, 49 persone evacuate e un incidente mortale (id 971751300).

In seguito a tale evento è stato realizzato un vallo paramassi di ampiezza pari mediamente a 5÷10 m, delimitato a valle da un muro con altezza massima di 8 m alla cui sommità sono state inserite putrelle di altezza pari mediamente a 4 m. A monte del vallo sono disposte barriere elastoplastiche disposte a sbalzo sulla parete.

Nel corso dell'anno 2006, nel medesimo settore un edificio è stato coinvolto da un ulteriore episodio di distacco di massi dalla parete.

Recentemente, nel corso del 2005, sono stati segnalate due distinte situazioni di pericolo, sempre relativamente ad eventi di caduta massi; tali eventi si sono verificati rispettivamente in località Nuel, posta a monte di Onno in destra idrografica della valle Cerina e a monte di Limonta in località Madregni. Di entrambi gli eventi, riportati nelle cartografie, si allegano le segnalazioni effettuate dallo STER di Lecco.



## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il comune di Oliveto Lario, si sviluppa lungo la S.S. Lariana n.583 per circa 8 Km lineari con asse principale orientato secondo una direzione N-S ed interessa il versante orientale della dorsale montuosa del Triangolo Lariano; la superficie del territorio comunale è di circa 16 km<sup>2</sup>.

I confini sono di seguito indicati:

a Nord: Bellagio (CO);

ad Est: bacino lacustre del Lario;

a Sud: Valbrona (CO);

ad Ovest: Lasnigo (CO), Barni (CO), Civenna (CO), Bellagio (CO);

Topograficamente il territorio è compreso nella tavoletta I.G.M. 1:25.000 della Carta d'Italia F 75 sezione I e nelle tavolette della Carta Tecnica Regionale 1:10.000 B4c1, B4c2, B4c3 e B4d3.

Nel territorio comunale si possono distinguere tre frazioni principali (muovendosi verso Nord rispettivamente Onno, Vassena e Limonta) che si trovano in corrispondenza di altrettante aree pedemontane, formate da materiali rimaneggiati dall'azione della gravità e delle acque incanalate e non, nonché dalle conoidi di deiezione di corsi d'acqua a carattere torrentizio.

Dal punto di vista topografico il territorio comunale è caratterizzato da quote decrescenti muovendosi da Ovest verso Est; la quota massima è di 996 m s.l.m. e corrisponde alla cima del Castel del Leves mentre naturalmente la quota minima si trova in corrispondenza delle sponde del Lario ed è di circa 198 m s.l.m..

Le aree abitate si ritrovano sino alla fascia altimetrica che comprende le quote di circa 250÷300 m s.l.m.



### 3. GEOLOGIA

L'evoluzione geologica dell'area, ricadente nel settore delle Alpi Meridionali, è il risultato di una sedimentazione di tipo carbonatico di età triassica - giurassica che ha originato una vasta placca di rocce calcaree che si estende all'incirca tra il lago di Lugano ed il lago di Lecco contraddistinta da una struttura a pieghe e pieghe-faglie aventi vergenza meridionale e assi disposti secondo una direzione prevalente Ovest-Est.

L'ambito territoriale in cui è ubicato il Comune di Oliveto Lario è caratterizzato da una successione geo-litologica di origine sedimentaria abbastanza differenziata.

Le formazioni lapidee presenti nell'ambito territoriale del Comune di Oliveto Lario sono ricollegabili all'Era Mesozoica (da 300 a 100 Ma) e sono presenti a partire dalla Dolomia Norica (Trias) alle formazioni giurassiche del Gruppo del Medolo.

Le principali formazioni presenti sono di seguito sinteticamente descritte a partire dalla più antica.

Il rilievo del territorio è stato restituito su base C.T.R. alla scala 1:10.000 (vedi tavola 1.a "Carta di inquadramento: elementi geologici e strutturali"). Sono state seguite le indicazioni di legge utilizzando gli standard presenti nella "Guida al rilevamento della Carta geologica d'Italia".

Durante la campagna di rilevamento geologico si sono osservate le seguenti unità:

#### **San Giovanni Bianco – Gruppo dei Gessi di Limonta (Trias sup. - Carnico)**

Si presenta con una litologia calcarea marnosa e con marne fogliettate con arenarie e gessi incuneata tra il calcare di Zu e la sovrastante dolomia norica con contatti tettonici dati da faglie dirette grossomodo Ovest-Est.

#### **Dolomia Principale (Trias sup. - Norico)**

La roccia ha sempre aspetto fratturato derivante dallo stress subito in fase tettonica. È mediamente carsificabile ed ha una permeabilità secondaria dovuta alla intensa fatturazione.

La formazione è costituita da dolomie in prevalenza grigio chiare, stratificate in grossi banchi; dolomie grigie, grigio scure massicce con facies di piattaforma marginale.

La formazione affiora diffusa su tutto il territorio tanto da essere stata in passato fonte di coltivazione in alcune cave ubicate nell'ambito comunale.

#### **Calcare di Zu (Trias sup. - Retico)**

Il Calcare di Zu è costituito da calcari micritici e bioclastici, calcari marnosi da grigi a nerastri, in strati decimetrici piano-paralleli o in banchi plurimetrici costituiti da strati amalgamati. Subordinate sono le intercalazioni di marne e, più raramente, argilliti marnose nerastre di spessore metrico presenti soprattutto alla base e alla sommità, esse infatti caratterizzano le associazioni di litofacies dei membri inferiore e superiore. Il Calcare di Zu è riccamente fossilifero, con associazioni a Lamellibranchi, Brachiopodi, Porostromata, Problematica, Coralli, molto ricche sia di specie che di esemplari (Vecchia, 1950; Allasinaz, 1962).

Sulla base del contenuto faunistico il Calcare di Zu in passato veniva attribuito al Retico; recentemente la biostratigrafia delle palinofacies rinvenute in questa unità (Cirilli in Jadoul et alii, 1994) ha portato ad ubicare il limite Norico-Retico in prossimità della base del "primo orizzonte a Coralli" (membro 2), poco al di sotto dell'orizzonte con *Homomia* sp. (Jadoul et alii, 1994). L'associazione delle lito e biofacies evidenzia un ambiente deposizionale di profondità generalmente bassa, a sedimentazione mista carbonatica-marnosa, inquadrabile in un sistema deposizionale di rampa carbonatica (Lakew, 1990; Jadoul et alii, 1994).



E' una formazione mediamente carsificabile in relazione allo spessore delle intercalazioni di marne e della dolomitizzazione del calcare stesso.

### **Dolomia a Conchodon (Trias superiore – Giurassico inferiore)**

Questa unità è esclusivamente carbonatica e di colore tipicamente grigio-nocciola chiaro, massiva o in strati e banchi amalgamati; alla base è costituita da grainstones finemente oolitici seguiti verso l'alto da alternanze di mudstones scarsamente fossiliferi e grainstones oolitici. Nelle facies oolitiche si hanno frequenti corpi lenticolari con laminazioni oblique a grande e piccola scala, a volte con base erosiva. I fossili sono estremamente rari, per lo più dati da piccoli Foraminiferi bentonici al nucleo di ooidi.

I Conchodon citati nel nome formazionale sono assenti o rarissimi; la denominazione deriva da un'errata interpretazione stratigrafica di Stoppani che attribuì a questa unità i livelli a Conchodon presenti nei sottostanti orizzonti carbonatici del Calcare di Zu.

L'ambiente deposizionale espresso da questa litologia è quello di una estesa piattaforma carbonatica in prevalenza subtidale, di tipo bahamiano, dominata da un'elevata produttività in ooliti, fanghi pellettiferi e micrite.

Questa dolomia è soggetta a forte carsificazione anche a causa della sua intensa fratturazione (permeabilità secondaria).

### **Gruppo del Medolo (Giurassico)**

I membri di questo gruppo risultano essere i maggiormente soggetti ai fenomeni di carsificazione. Le zone di maggior affioramento sono collocabili tra Vassena e Limonta.

### **Calcare di Moltrasio (Giurassico inferiore – Lias)**

Il Calcare di Moltrasio è costituito da una successione di calcari marnosi grigio scuri o neri, con noduli e liste di selce, a stratificazione media, piano parallela, con frequenti intercalazioni marnose. L'attuale denominazione dell'unità è da attribuire a Stoppani (1857).

L'età del Calcare di Moltrasio è Sinemuriano - Pliensbachiano p.p., in base alla biostratigrafia ad Ammoniti.

La successione più tipica è quella bacinale, caratterizzata dall'associazione di strati calcareo-marnosi, piano-paralleli, selciferi e talora spongolitici, di natura torbiditica, con marne calcaree emipelagiche e calcilutiti pelagiche a stratificazione regolare, ricche in selce. Procedendo verso i settori di chiusura marginale dei corpi, a questi sedimenti tendono ad associarsi corpi lenticolari, massivi o caotici, costituiti da paraconglomerati intraformazionali e/o litoclastici e **slumps**, derivanti da scivolamenti e scosscendimenti in massa sinsedimentari

### **Calcare di Domaro (Giurassico inferiore – Lias)**

La Formazione è costituita da calcari marnosi grigi, a stratificazione variabile da sottile a spessa, piano-parallela, con liste e noduli di selce ed intercalazioni marnose grigio - verdi. In associazione si rinvengono calcilutiti grigie o rosse con intercalazioni di calcari marnosi nodulari, ricchi in Ammoniti, o strati e banchi calcarenitico-marnosi a liste di selce, gradati e laminati.

L'età della Formazione è Pliensbachiano (Carixiano p.p.-Domeriano), in base alla biozonazione ad Ammoniti ed alla più recente biostratigrafia a nannofossili calcarei.



### **Depositi incoerenti (Quaternario)**

Nell'ambito territoriale sono presenti tre tipologie di depositi incoerenti, tutte caratterizzate da una ben precisa genesi:

#### *Depositi glaciali (morenico Würm – Pleistocene superiore)*

Tali depositi, costituiscono l'unità del morenico Würm legati alla più recente fase di espansione dei ghiacciai alpini, e sono costituiti da materiale eterogeneo in quanto costituiti da blocchi, ciottoli e ghiaie immerse in una matrice sabbioso-limosa bruno-giallastra e contengono frequentemente massi di notevoli dimensioni e di origine alloctona (i c.d. massi erratici).

I suoli sono di colore bruno, presentano ridotti spessori ed hanno composizione sabbiosa con abbondante scheletro.

Tali depositi presentano spessori variabili da pochi decimetri ad alcuni metri e poggiano sul substrato roccioso; i maggiori spessori si rinvencono di norma nei settori a minore acclività interessati anche da interventi di terrazzamento antropico.

Questi depositi ricoprono una vasta porzione del territorio comunale in particolare al di sopra della quota di 300 m s.l.m. a monte dei depositi alluvionali delle valli principali.

#### *Depositi alluvionali di conoide*

Tali depositi sono costituiti da depositi in prevalenza grossolani di natura eterogenea e con un elevato grado di arrotondamento e sono il risultato della sedimentazione dovuta alla perdita di energia che subiscono i corsi d'acqua degli sbocchi a lago dei principali torrenti; questi depositi originano conoidi di deiezione anche tra loro coalescenti e possiedono spessori crescenti muovendosi dalla parte apicale verso quella distale dove raggiungono alcune decine di metri.

#### *Depositi alluvionali litoranei*

Costituiscono alcuni settori rivieraschi e sono costituiti da in prevalenza da ghiaie ben lavate con granulometria che diminuisce da monte verso valle congruentemente con la diminuzione del moto ondoso.

#### *Depositi di versante*

Sono costituiti in prevalenza da ciottoli e ghiaie in genere spigolosi immersi in scarsa matrice sabbiosa di colore grigio chiaro con presenza di frammenti rocciosi di diversa origine.

Sono il risultato combinato dell'azione gravitativa di accumulo al piede dei versanti rocciosi e dell'azione di dilavamento svolta dalle acque di ruscellamento superficiali. Sono presenti estesi affioramenti ai piedi dei versanti prospicienti il bacino lacustre e possiedono spessori variabili che raggiungono anche la decina di metri.



#### 4. ASSETTO TETTONICO E STRUTTURALE

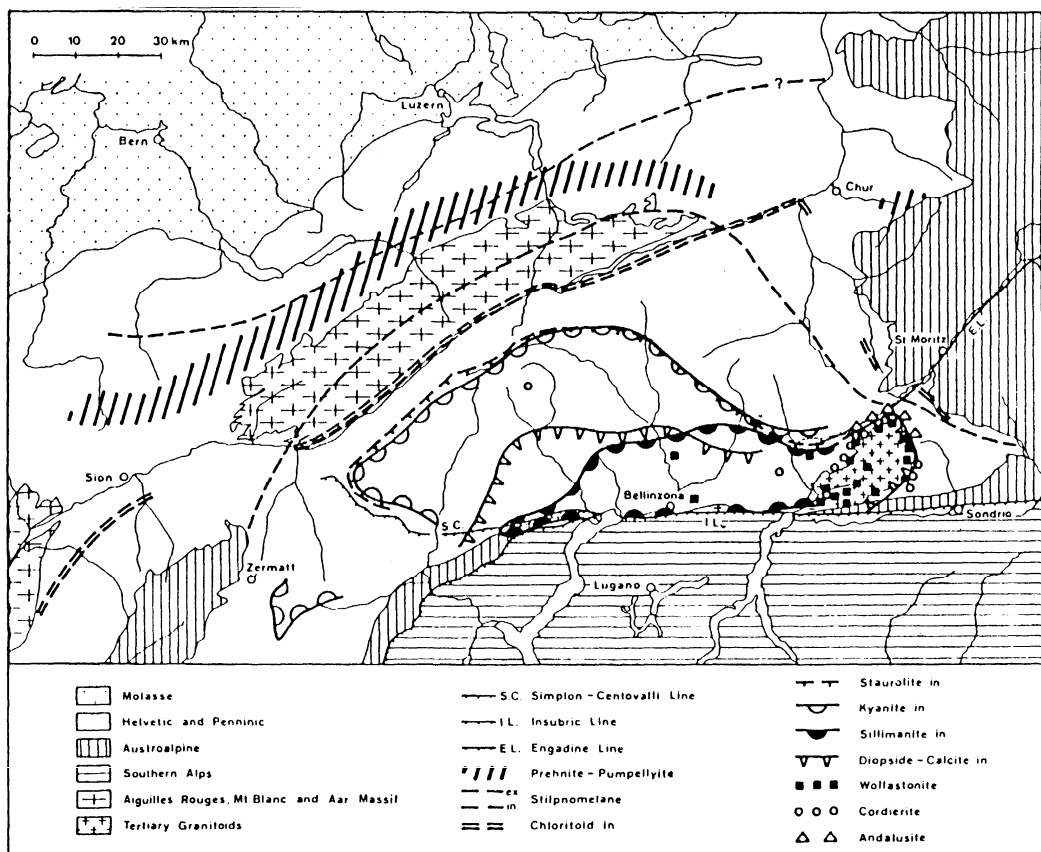
Il settore studiato ricade nell'ambito delle *Alpi meridionali* o Subalpino che risulta separato dalla catena principale delle Alpi dalla *linea insubrica*, elemento che rappresenta la sutura tettonica tra i due domini che rappresentavano i margini opposti dell'antico oceano tetideo.

Il lago di Como rappresenta una sezione naturale di circa 50 km di estensione che consente l'osservazione dell'assetto strutturale del Sudalpino dalla linea del Tonale, presso Colico, fino alla *flessura pedemontana*, una piega anticlinale che borda a meridione le Prealpi costituendo la transizione tra i rilievi e la pianura alluvionale.

L'assetto strutturale sarebbe imputabile ad un innalzamento differenziale del basamento cristallino che avrebbe innescato scivolamenti gravitativi nell'ambito della sovrastante copertura sedimentaria.

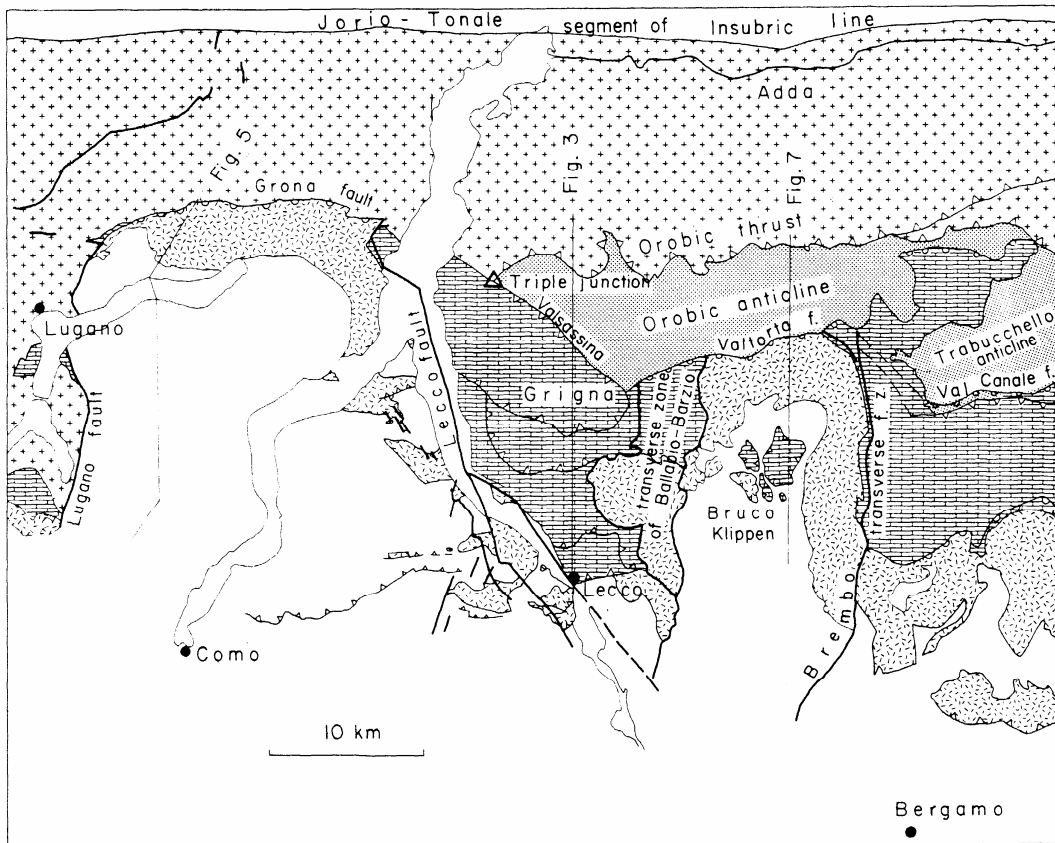
La direzione prevalente degli elementi tettonici presenti nel territorio evidenzia un andamento Est-Ovest interrotto tuttavia da un importante linea di faglia diretta NNO-SSE da mettersi in diretta relazione con l'allineamento delle pareti verticali che contraddistingue il versante prospiciente la sponda lacustre nel tratto Bellagio-Onno.

I lineamenti presenti hanno avuto una diretta influenza sullo sviluppo del reticolo idrico superficiale e in particolare dei corsi d'acqua con andamento Est-Ovest che si presentano molto incisi.



Schema tettonico delle Alpi Centrali





Schema strutturale semplificato delle Alpi Lariane (da Lobscher, 1985)



## 5 GEOMORFOLOGIA

La morfologia che caratterizza il territorio oggetto di studio è rappresentata principalmente da rilievi montuosi che si sviluppano secondo un crinale orientato circa Nord-Sud, le cui quote massime sono prossime ai 1.000 m s.l.m. in corrispondenza della Cima di Castel de Leves sopra Onno.

In particolare si può osservare una serie continua di versanti aventi inclinazione media diretta verso ENE bordati al piede dalla riva del bacino lacustre e delimitati a monte dall'orlo morfologico di una serie di terrazzi e ripiani sommitali, come quelli che ospitano gli insediamenti di Civenna, Magreglio, Barni e la piana di Crezzo.

Il settore di versante possiede una pendenza media elevata (compresa all'incirca tra 25 e 90°) fino alle quote topografiche di circa 250÷300 m s.l.m. a partire dalle quali si sviluppano i settori costituiti da coltri di natura eluvio-colluviale con minori pendenze (comprese tra 0 e 30°) che raggiungono la sponda del Lario, su cui sorgono i nuclei abitati.

Nel settore rivierasco si sono dunque impostate le attività antropiche sia residenziali che agricole con frequenti terrazzamenti a prato con ulivi a bosco rado mentre le fasce di versante sono caratterizzate da vaste coperture boschive intervallate da zone incolte data la presenza di versanti rocciosi.

L'insieme dei processi dinamici che hanno configurato l'attuale morfologia del territorio comunale sono legati sia alla natura dei lineamenti tettonico-strutturali locali, sia all'azione erosiva esercitata dal glacialismo quaternario.

Le incisioni torrentizie sono state favorite dalla presenza di settori maggiormente acclivi e con substrato roccioso interessato da diversi motivi strutturali.

In corrispondenza della fascia di versante si rinvergono i principali processi geomorfologici attivi legati all'azione delle acque superficiali (erosioni di fondo e spondali in corrispondenti delle incisioni torrentizie e aree a ruscellamento diffuso) e ai fenomeni gravitativi (caduta di detriti e frammenti rocciosi dai fianchi vallivi).

Nella fascia rivierasca e pedemontana i processi geomorfologici sono invece attenuati dal modellamento indotto dalla forte antropizzazione dei luoghi; in alcune aste torrentizie sono presenti evidenze di trasporto solido con tendenza al sovralluvionamento degli alvei.

Il settore lungo la linea di sponda, costituito da spiaggia o da versante roccioso, presenta ampiezze comprese mediamente tra 10 e 30 m con dislivelli medi di circa 2÷5 m rispetto al livello medio delle acque e può essere interessato da oscillazioni del livello lacustre in occasione di eventi meteorologici particolarmente rilevanti.

Oltre alle osservazioni in sito e alle informazioni reperite in letteratura si è fatto diretto riferimento agli elementi riportati nella "Carta inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia" di recente pubblicazione.

Nella compilazione della "Carta di inquadramento: elementi geomorfologici" alla scala 1.10.000 (Tavola n.1.b) si sono utilizzati i simboli così come proposti nella "Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo" (Pellegrini et al., 1993), evidenziando i seguenti fenomeni morfologici:

- *attivi*: morfotematismi in via di evoluzione segnalati in colore **rosso**;
- *quiescenti*: forme per le quali si hanno evidenza di evoluzione in tempi storici che hanno la possibilità di riattivarsi segnalati in colore **blu**;
- *stabilizzati*: forme riferibili a condizioni morfogenetiche diverse dalle attuali segnalati in colore **verde**.



### **5.1 Forme, processi e depositi gravitativi di versante**

Nell'ambito del territorio comunale sono presenti numerosi settori in cui i versanti rocciosi presentano evidenti rotture di pendenza con inclinazioni rilevanti (spesso maggiori di 45°) che di frequente diventano subverticali; a queste evidenze topografiche si sovrappongono settori nei quali il substrato è interessato da numerose famiglie di fratture che riprendono i diversi lineamenti tettonici presenti aventi importanza anche regionale.

Pertanto, sono numerosi in settori, riportati in cartografia, nei quali si manifestano condizioni favorevoli al distacco e accumulo di massi.

Le situazioni di maggiore rilevanza sono quelle che si individuano in prossimità dei principali assi viabilistici o di insediamenti e che in alcuni settori hanno reso necessario la costruzione di opere di difesa, quali muri di sostegno con reti paramassi o ancoraggi in roccia con rete di contenimento.

Di particolare rilevanza il settore posto a monte dell'abitato storico di Onno già descritto nel precedente capitolo 1.1.

Si evidenzia che ad oggi è in corso uno studio di dettaglio relativo a tale settore che è stato perimetrato nell'ambito del Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS267); tale studio, finanziato nell'ambito del PS267, è finalizzato alla redazione di un progetto messa in sicurezza della parete mediante interventi mirati ad integrazione delle opere già esistenti.

Riguardo l'impatto sugli assi viabilistici si può evidenziare come presentino alcune situazioni di rischio tutti i tratti di S.P. 538 che mettono in collegamento tra loro gli abitati di Limonta, Vassena e Onno e il tratto che unisce Onno con il piano di Crezzo.

Oltre ai fenomeni di crollo massi sono presenti nel territorio comunale fenomeni di scivolamento/colata che hanno coinvolto i depositi superficiali morenici, alluvionali o di versante in particolare nel corso della recente alluvione del novembre 2002 nel settore di Limonta.

Sono inoltre riportati alcune delimitazioni di aree di frana quiescente e relitta desunte dalla documentazione reperita in letteratura.

### **5.2 Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali**

La dinamica delle acque superficiali è tipicamente di tipo alpino con aree a erosione diffusa e ruscellamenti nell'ambito dei bacini di formazione dei corsi d'acqua, *alvei con tendenza all'approfondimento* lungo le gole e *coni di deiezione* allo sbocco nei corpi idrici principali a seguito della deposizione dei materiali presi in carico a monte.

### **5.3 Forme, processi e depositi antropici**

L'area comunale si caratterizza per la presenza di alcune cave abbandonate in roccia localizzate nel settore rivierasco, nell'estremità settentrionale in località San Giorgio e circa 500 m a Sud di Vassena in località Valle Scura.



## 6. IDROGRAFIA

Il territorio comunale di Oliveto Lario è caratterizzato da una struttura idrografica nella quale tutti i torrenti hanno un percorso pressoché parallelo nel loro breve tragitto dal versante fino a lago. La rete idrografica si sviluppa prevalentemente su di un substrato roccioso che ha caratteristiche di permeabilità secondaria elevata data dall'intensa fatturazione delle litologie presenti.

Tutti i corsi d'acqua hanno carattere torrentizio con regime discontinuo legato ai fenomeni di precipitazione piovosa ed hanno un tempo di corrivazione piuttosto breve a causa della forte acclività del versante in cui sono impostati i primi tratti di tutti i torrenti.

Alcuni torrenti presenti nell'ambito comunale terminano bruscamente il loro percorso non appena la pendenza dei versanti diminuisce per disperdersi, infiltrandosi, presumibilmente all'interno degli ampi conoidi di detrito che stanno proprio alla base dei versanti e sui quali è stato costruito negli anni il tessuto urbano del Comune.

Il regime è prettamente torrentizio in quanto nei periodi secchi il deflusso è praticamente assente mentre in corrispondenza dei periodi di forte piovosità gli alvei si riempiono rapidamente raggiungendo valori di portata considerevoli, in parte anche dovuta al contributo della circolazione idrica superficiale correlata alla presenza di settori maggiormente impermeabilizzati in corrispondenza dei settori urbanizzati.

Si sottolinea inoltre una certa attività erosiva di fondo e laterale che può dare luogo ad elevato trasporto di materiali solidi che possono essere causa dell'insacco di dissesti di sponda nei settori di monte e di accumulo di materiale nei settori pedemontani meno acclivi.

È inoltre opportuno mettere in evidenza come i corsi d'acqua siano stati sottoposti nel corso del tempo sia ad interventi che ne hanno modificato in parte i loro tracciati naturali (tombinature, restringimenti di sezione e/o deviazione rispetto al percorso di deflusso originario, denaturalizzazione e cementificazioni degli alvei e delle sponde) che ad interventi finalizzati ad una sistemazione idraulica (briglie, gabbionate, difese di sponda).

In particolare è spesso riscontrabile nella zona urbanizzata del territorio comunale una tendenza dei torrenti ad avere alveo naturale ma argini artificiali che corrispondono ai muri di confine della varie proprietà private che fanno sì che i torrenti risultino pressoché incanalati.

Nell'ambito dello studio del reticolo idrografico minore è stato evidenziato, in estrema sintesi, quanto segue:

- Sono stati individuati n. 11 bacini principali in località Limonta, n. 12 a Vassena e n. 11 a Onno
- Si ritrovano corsi d'acqua con bacini idrografici di estensione variabile compresa tra 0.03 kmq per i più piccoli sino a valori superiori al kmq per quelli più estesi (L08 – Valle Voglia e V08 – Valle Varcio)
- I valori dei tempi di corrivazione, calcolati con il metodo di Giandotti, risultano piuttosto bassi compresi tra circa 10 minuti e 31 minuti.

### 6.1 Calcolo delle portate di piena

Nel territorio in esame non sono presenti stazioni idrometriche di misura e per tale motivo per effettuare una valutazione quantitativa delle portate è necessario ricorrere a metodi indiretti che permettono di effettuare una stima delle portate al colmo di piena conoscendo a priori le caratteristiche pluviometriche, i principali parametri morfometrici ed il coefficiente di deflusso dei bacini esaminati.

La stima delle portate di massima piena ottenute per via indiretta è stato effettuata considerando alcune sezioni di riferimento lungo i corsi d'acqua ritenute particolarmente rappresentative.



Le valutazioni quantitative descritte nei successivi paragrafi sono da considerarsi con finalità orientative riguardo alle probabili sezioni di deflusso di piena in occasione di periodi particolarmente piovosi; tali valutazioni di massima non sono evidentemente sostitutive di calcoli di dettaglio aventi fini progettuali da allegarsi alle eventuali domande per interventi sul reticolo idrico comunale.

In particolare, sono state considerate sezioni poste sia lungo singoli corsi d'acqua che in coincidenza di zone di confluenza o in corrispondenza di alcuni manufatti di attraversamento stradale.

La stima delle portate al colmo di piena è stata dedotta mediante l'applicazione di un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi.

Il modello, per essere applicato in modo corretto, deve prevedere l'introduzione di alcune semplificazioni quali:

- il valore delle piogge di riferimento per l'area oggetto di studio siano d'intensità costante per tutta la durata dell'evento meteorico;
- le piogge siano distribuite in modo omogeneo su tutto il bacino idrografico di riferimento, procedendo anche al ragguglio delle stesse piogge rispetto l'area.

Inoltre, si può evidenziare come nell'ambito territoriale in esame si possa assumere come riferimento, anche in base ad alcuni dati di letteratura, un valore del coefficiente di deflusso pari circa a 0,2÷0,4.

Per individuare la relazione intercorrente tra portate di piena al colmo e tempi di ritorno si è fatto ricorso alla *Formula razionale* utilizzata ampiamente in letteratura ed in campo tecnico la quale utilizza i dati di pioggia intense del bacino.

$$Q = C \cdot S \cdot \frac{h_c}{T_c}$$

dove:

Q = Portata (m<sup>3</sup>/s);

C = Coefficiente di deflusso, parametro che esprime il rapporto tra pioggia netta e l'altezza totale di pioggia h;

S = superficie del bacino

h<sub>c</sub> = Altezza di precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione T<sub>c</sub> e di assegnato tempo di ritorno

T<sub>c</sub> = Tempo di corrivazione del bacino.

Si ricorda che il modello utilizzato non tiene conto del contributo delle acque ipogee per la determinazione della portata di piena di progetto.

### 6.1.1 Calcolo delle portate

Con la metodologia sopra esposta sono state calcolate le portate di massima piena relativamente ai principali corsi d'acqua individuati lungo i quali, nel corso di appositi sopralluoghi, sono state rilevate le sezioni maggiormente critiche per quanto concerne il deflusso idrico superficiale perlopiù in corrispondenza di attraversamenti da manufatti stradali o in corrispondenza di strozzature e tombinate.

Nella tabella riportata nell'allegato 2 sono riportati per ciascun bacino analizzato i dati morfometrici di base utilizzati per il calcolo delle portate mentre nell'allegato 3 sono riportati in tabella i risultati dell'applicazione della formula razionale, mettendo in evidenza i risultati delle portate di massima piena attese in seguito ad eventi meteorici intensi con tempi di ritorno rispettivamente pari a 10 e 100 anni.

È stato considerato un coefficiente di deflusso pari a 0,4 che seppure presumibilmente sovrastimato rispetto alle caratteristiche del suolo dei bacini idrografici analizzati, contraddistinti da estesi fenomeni di carsismo, frequente fessurazione e abbondante copertura vegetale, consente tuttavia di inserire nei calcoli aspetti ragionevolmente cautelativi che possono compensare alcune approssimazioni insite nei dati di input (come le precipitazioni).



Rimandando alle tabelle per una dettagliata descrizione si può evidenziare come le massime portate attese per i bacini principali, con tempi di ritorno centenari, sono nell'ordine dei 10÷15 mc/s.

## 6.2 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche sono state condotte utilizzando la legge del moto uniforme di Chèzy, nella quale la velocità media della corrente idrica è funzione delle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza e geometria trasversale) e del corpo d'acqua (profondità, area bagnata e raggio idraulico:

$$Vm = \chi * \sqrt{R} * i$$

dove:

i = pendenza dell'alveo

R = raggio idraulico

$\chi$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler ( $C * R$ )

e dove:

C = è un coefficiente che varia tra 15 e 60 per alvei naturali.

Da cui si ricava la portata:

$$Q = A * C * \sqrt{R} * i$$

La relazione sopra scritta è legata in modo univoco all'altezza idrometrica (h) in condizioni di moto uniforme e costituisce la "scala delle portate" della sezione.

Nelle valutazioni è stato utilizzato un valore del coefficiente di scabrezza caratteristico di corsi d'acqua con fondo in roccia assumendo un valore pari a 30.

Dall'applicazione della precedente relazione è possibile ricostruire l'entità del battente idrico per diversi tempi di ritorno e differenti geometrie delle sezioni di misura, verificando in tal modo la compatibilità idraulica della sezione di chiusura considerata con le portate al colmo calcolate in precedenza (cfr. Allegato 3).

Nel presente studio, le portate di piena sono state confrontate per tempi di ritorno decennali e centenari con i parametri dimensionali delle sezioni di deflusso critiche di riferimento determinate per i differenti corsi d'acqua e riportate anch'esse in allegato 3.

Si può osservare come le altezze di deflusso, per portate con medesimi tempi di ritorno, possano presentare nei diversi corsi d'acqua variazioni anche rilevanti in ragione delle variazioni della geometria delle sezioni deflusso degli alvei di piena ordinaria assunti come riferimento per i calcoli.

Considerando le finalità del presente studio il dato maggiormente significativo è costituito dall'entità dei battenti idrici previsti in occasione di eventi meteorici intensi.



## 7. IDROGEOLOGIA

### 7.1 Caratteri generali dell'area

Come già illustrato in precedenza nel capitolo relativo all'inquadramento geologico del territorio, l'area in esame risulta costituita da un substrato roccioso calcareo ricoperto lungo la parte pedemontana lacuale da depositi quaternari di origine morenica, detritica di versante e alluvionale il cui andamento nel sottosuolo si riflette sui caratteri e la distribuzione areale delle risorse idriche sotterranee.

A tale proposito è importante evidenziare che la maggior parte di tali depositi è costituito da sedimenti sciolti, ghiaie e sabbie, contraddistinti da una porosità di tipo interstiziale che si differenzia dalle rocce del substrato nelle quali la circolazione idrica è fondamentalmente di tipo fissurale ed è concentrata nei settori nei quali si sono verificati fenomeni di fratturazione o dissoluzione.

I settori maggiormente permeabili, costituiti da ciottoli, ghiaia e sabbia dei settori di conoide alluvionale costituiscono un orizzonte acquifero sede di una falda idrica che riceve principalmente la propria alimentazione dalla circolazione profonda che si attua nell'ambito dei circuiti carsici presenti nel substrato roccioso posto a monte; pur in assenza di una serie storica completa di dati confrontabili è ragionevole ritenere che la superficie piezometrica e le relative oscillazioni tendano comunque ad essere interconnesse con le variazioni del livello idrometrico del lago di Como.

È inoltre importante evidenziare come il principale contributo idrico di alimentazione è fornito da parte delle acque meteoriche che si infiltrano direttamente dalla superficie piuttosto che in corrispondenza dei settori di contatto tra i depositi superficiali e il sottostante substrato roccioso.

In particolare l'entità della ricarica è maggiormente significativa nel settore apicale rispetto al settore distale della conoide, congruentemente con la diminuzione della permeabilità muovendosi verso valle.

La circolazione idrica sotterranea che si imposta consente comunque discrete portate in corrispondenza delle scaturigini che si manifestano in prevalenza nei settori in cui sono presenti discontinuità strutturali o al contatto tra la copertura superficiale (detritica o morenica) e il substrato roccioso.

Il regime delle portate delle sorgenti e quelle delle precipitazioni dà luogo a sfasamenti temporali dei picchi massimi in ragione della tipologia di circolazione carsica contraddistinta dalle fasi di riempimento/svuotamento dei serbatoi profondi.

La ricostruzione della circolazione idrica e delle modalità di alimentazione degli acquiferi presenti presuppone pertanto una dettagliata conoscenza del loro andamento nel sottosuolo e dei loro rapporti geometrici; a tale scopo sono stati presi in esame i dati contenuti in alcune pubblicazioni relative ai settori di conoide integrandoli con i dati stratigrafici relativi alle perforazioni eseguite nel territorio comunale.

In funzione delle caratteristiche di permeabilità nell'area in esame si possono distinguere principalmente le seguenti unità:

- Substrato roccioso: rocce a permeabilità primaria molto bassa e permeabilità secondaria da buona ad elevata ( $10^{-1}$ - $10^{-2}$  cm/s) dovuta a fessurazione e carsismo; la circolazione in profondità nell'ambito di questi terreni è dunque riconducibile alla presenza di numerose microfessure dove viene immagazzinata gran parte dell'acqua presente in profondità mentre la presenza di macrofessure pur non avendo elevata capacità di immagazzinamento consente una intensa circolazione;
- Depositi sciolti ad elevata permeabilità ( $10^{-1}$ - $10^{-2}$  cm/s): terreni incoerenti e grossolani, depositi alluvionali torrentizi, conoidi alluvionali, conoidi di deiezione e falde di detrito;



- Depositi sciolti a permeabilità bassa o nulla ( $10^{-6}$ - $10^{-7}$  cm/s): depositi argillosi, argillo-limosi e depositi lacustri.

Sulla base delle caratteristiche granulometriche sopra evidenziate si può ritenere che nell'area esaminata le condizioni più favorevoli all'immagazzinamento di acque sotterranee si possano riscontrare nell'ambito dei depositi detritici e di conoide prevalentemente ghiaioso-sabbiosi mentre risultano viceversa privi di una significativa circolazione idrica sotterranea i depositi glaciali caratterizzati da abbondanti percentuali di depositi fini limoso-argillosi che danno luogo perciò una scarsa o nulla produttività.

La continuità spaziale degli orizzonti maggiormente produttivi sulla base delle evidenze litologiche generali e di alcuni studi di dettaglio si riscontra in corrispondenza dei settori di conoide di Vassena e Onno.

### **7.2 Ricostruzione della struttura idrogeologica di dettaglio**

La ricostruzione della struttura idrogeologica di alcuni significativi settori del territorio comunale è stata svolta nell'ambito di alcuni specifici studi di dettaglio, condotti rispettivamente in corrispondenza delle conoidi di Limonta e Vassena.

In termini generali, come visto in precedenza le condizioni più favorevoli per localizzare settori adatti all'approvvigionamento idrico sono da ricercarsi nei settori di conoide dove lo spessore dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi è significativo.

Gli studi condotti di recente hanno evidenziato una situazione di scarsa potenzialità degli acquiferi in corrispondenza dei settori pedemontani di Limonta mentre condizioni di maggiore potenzialità si sono riscontrati nell'ambito dei depositi di conoide di Vassena.

Nel settore di Limonta, infatti, gli spessori dei depositi alluvionali soprastanti il substrato non sono risultati sufficientemente potenti e geometricamente continui al fine di ospitare falde idriche significative ai fini dell'approvvigionamento idropotabile; viceversa in corrispondenza di Vassena si sono riscontrate condizioni più favorevoli, quali uno spessore di depositi grossolani con spessori dell'ordine di 25 m nel settore apicale che tendono a ridursi muovendosi verso il settore lacustre anche in ragione della presenza di depositi più fini limoso-argillosi.

In questi depositi, sono stati perforati sia il pozzo "Imbarcadero" a servizio del civico acquedotto (codice LC016231993) che quello a servizio del comune di Civenna.

Al riguardo si riporta una sezione idrogeologica interpretativa del settore tratta dallo studio T. Pellegatta, 2005] da cui si può osservare l'andamento nel sottosuolo dei rapporti intercorrenti tra substrato roccioso e depositi superficiali; in particolare si evidenzia come lo spessore dei depositi permeabili aumenti in modo significativo muovendosi verso valle sino a raggiungere i 30 m dal p.c..

Riguardo il livello della falda idrica sotterranea, descritta nel successivo § 7.3 si evidenzia una soggiacenza mediamente inferiore ai 10 m con uno spessore saturo che all'altezza delle opere di captazione poste presso la riva può raggiungere circa i 20 m.

In base alle osservazioni stratigrafiche gli acquiferi captati presentano dunque caratteristiche proprie di una falda idrica superficiale di tipo libero, che appare in stretta interconnessione con le acque del bacino lacustre che costituiscono un limite a potenziale imposto.

Anche il settore di conoide di Onno, pur in assenza di specifiche indagini, si ritiene possa essere schematizzato in modo analogo.

I depositi di conoide si impostano al termine del percorso lungo il versante dei torrenti principali dove questi ultimi si raccordano al settore rivierasco in corrispondenza del punto di rottura morfologico in seguito alla perdita di energia posseduta dal corso d'acqua che tende a depositare il materiale in carico. Tale materiale possiede granulometria varia con in prevalenza ciottoli e ghiaie-sabbiose immerse in una



matrice in prevalenza limosa inframmezzati dalla presenza di frammenti lapidei; le permeabilità di tali depositi si può considerare da discreta ad elevata ( $k=102 \text{ cm/s} \div 10^{-1} \text{ cm/s}$ ).

Sempre nei bacini presi in esame la permeabilità dei depositi superficiali di natura morenica è invece mediamente molto inferiore ( $k=10^{-4} \text{ cm/s}$ ).

Proprio nei settori nei quali la permeabilità superficiale risulta particolarmente elevata, come in corrispondenza del settore apicale della Valle Cerina, le acque superficiali tendono prevalentemente a disperdersi nel sottosuolo instaurando una circolazione idrica sotterranea che verosimilmente tende a svolgersi anche nell'ambito del sottostante substrato roccioso costituito dalla Dolomia Principale, caratterizzata da una elevata permeabilità secondaria dovuta a fessurazione e carsismo.

All'interno dei depositi di conoide la superficie piezometrica tende a raccordarsi con il livello idrico medio della superficie lacustre; pertanto la soggiacenza della falda tende a diminuire muovendosi verso il settore lacustre a partire da valori stimabili, sulla base di alcuni dati puntuali reperiti in letteratura, in circa 10÷15 m nel settore apicale. Si ritiene inoltre che, data la notevole permeabilità dei depositi, anche le oscillazioni temporali della falda siano contenute in circa 1-2 m rispetto al livello piezometrico medio.

Emergono conferme di tali caratteristiche anche da dati di campagne geotecniche realizzate in passato in questo settore che evidenziano la presenza di una coltre superiore ai 12 m di sedimenti incoerenti formati da alternanze di corpi lenticolari di limi-limi sabbiosi, limi ghiaiosi, sabbie e ghiaie compatte.

### **7.3 Andamento del flusso idrico sotterraneo**

Per analizzare l'andamento del flusso idrico sotterraneo nel settore indagato è opportuno innanzitutto distinguere la zona montana dalla fascia costiera. Il settore roccioso montano è contraddistinto da un elevato coefficiente di infiltrazione delle acque meteoriche che, come visto in precedenza, tendono prevalentemente ad infiltrarsi attraverso i numerosi condotti, inghiottitoi e fratture presenti nelle formazioni presenti andando ad alimentare una ricca circolazione idrica sotterranea profonda; talvolta, si osservano a diverse quote sui versanti delle venute a giorno di tali acque sotterranee, localizzate probabilmente in corrispondenza dell'affioramento degli orizzonti meno permeabili.

Parte di tale circolazione idrica sotterranea contribuisce all'alimentazione degli acquiferi captati contenuti nei depositi superficiali sciolti oltre ad alimentare le sorgenti poste a varie quote lungo il versante.

L'andamento della superficie piezometrica nel settore costiero è comunque regolata dalla presenza del bacino lacustre del lago di Lecco che costituisce una condizione al contorno a potenziale imposto o a carico dipendente con l'andamento delle quote piezometriche che tendono a collegarsi con le quote idrometriche di tale bacino; queste ultime sono in stretta correlazione con le variazioni del regime pluviometrico e del regime idrometrico del Fiume Adda regolato dal Consorzio dell'Adda presso la diga di Olginate.

Va inoltre evidenziato come un'aliquota rilevante dell'alimentazione sia probabilmente riconducibile all'infiltrazione delle acque meteoriche direttamente dalla superficie e al contatto tra substrato roccioso e depositi superficiali sciolti.

Per valutare il peso relativo dei singoli apporti riguardo l'alimentazione della falda (contributo substrato dovuto alla circolazione carsica in primis) rispetto a quella delle acque del bacino lacustre sarebbe quantomeno necessario mettere a confronto serie temporali delle oscillazioni del livello lacustre con quelle registrate nelle opere di captazione in esame.

Le oscillazioni del livello lacustre testimoniano infatti situazioni attive e passive nel bilancio idrico del lago e potrebbero fornire indicazioni circa le relazioni intercorrenti tra acque superficiali e sotterranee.



La documentazione disponibile non consente una ricostruzione morfologica dell'andamento della falda idrica sotterranea in quanto sono disponibili solamente dati di singole misure peraltro non congruenti temporalmente.

Tuttavia, sulla base dei dati disponibili e di conoscenze relative ad ambiti analoghi si può ipotizzare che il flusso idrico sia disposto secondo un andamento divergente con direzione principale all'incirca Ovest-Est con quote piezometriche che si collegano a quelle della superficie del Lario considerando il ruolo di limite a potenziale costante svolto dal bacino lacustre nell'ambito del settore costiero del territorio comunale

Si può inoltre ipotizzare come il gradiente della falda sia elevato (circa 10%) nel settore apicale con tendenza a ridursi sensibilmente nel settore distale, prossimo al bacino lacustre con gradienti di circa 0.3%.

In corrispondenza del settore montano è invece probabile che il flusso idrico sotterraneo si attui prevalentemente con percorsi di infiltrazione verticali nell'ambito del reticolo di fratture e condotti carsici sino al raggiungimento di orizzonti poco permeabili o della quota piezometrica di base.

La ricostruzione delle oscillazioni storiche e stagionali del livello piezometrico della falda captata dai pozzi in oggetto ubicati in località Vassena si può effettuare a partire da pochi dati a disposizione riferiti perlopiù ai dati storici di collaudo e agli interventi di manutenzione; si può evidenziare come il livello piezometrico medio sia rimasto sostanzialmente costante nel corso degli ultimi decenni e presenti escursioni stagionali nell'ordine di 0.5 m.

#### **7.4 Parametri idrogeologici degli acquiferi**

I parametri idrogeologici degli acquiferi caratterizzano le proprietà dei terreni da cui dipendono la capacità d'infiltrazione, immagazzinamento, trasmissione e filtrazione dell'acqua; la loro conoscenza consente infatti di quantificare la potenzialità delle falde investigate e di comprenderne il comportamento idraulico.

La potenzialità idrica di un acquifero, espressa attraverso il valore di portata specifica del pozzo, è funzione dei parametri idrogeologici conducibilità idrica  $k$  (m/s) e trasmissività  $T$  ( $m^2/s$ ) della roccia serbatoio; quest'ultimo parametro è dato dal prodotto tra la conducibilità idrica e lo spessore dell'acquifero.

In assenza di prove di portata la valutazione dei parametri idrogeologici è possibile soltanto utilizzando opportune metodologie a partire dai valori di portata specifica disponibili desunti sia dai rilievi speditivi effettuati nel corso del presente studio che dai dati ottenuti durante le prove di collaudo.

In corrispondenza del pozzo comunale di Vassena è stata effettuata una apposita prova di pompaggio a portata costante della durata di 6 ore protratta sino al raggiungimento di una condizione di semi-equilibrio.

Con la portata di 24 l/s sono stati registrati nel pozzo abbassamenti dell'ordine di ca. 60 cm.

Le elaborazioni con differenti metodi di calcolo hanno condotto ad un valore rappresentativo della trasmissività pari a  $3.7 \cdot 10^{-2} m^2/s$ .

#### **7.5 Opere di captazione presenti nel territorio comunale**

L'approvvigionamento idropotabile del comune è garantito dallo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee operato complessivamente mediante n. 1 pozzo e n. 4 sorgenti ubicati nel territorio comunale; tali opere di captazione contribuiscono a soddisfare il fabbisogno idropotabile degli abitanti del comune di Oliveto Lario mediante tre reti indipendenti, una per ciascuna delle località di Limonta, Vassena e Onno, che di seguito vengono sinteticamente descritte:



<b>ONNO</b>	<b>Quota topografica (m s.l.m.)</b>	<b>Portata (l/s)</b>	<b>Capacità (m<sup>3</sup>)</b>
Sorgente 1 - Molino	313	25.0	
Sorgente 2 – Ferrera	300	0.5	
Serbatoio 1 - Molino	295	-	35
Serbatoio 2 – Ferrera	255	-	50

<b>VASSENA</b>	<b>Quota topografica (m s.l.m.)</b>	<b>Portata (l/s)</b>	<b>Capacità (m<sup>3</sup>)</b>
Sorgente 1 – La Selva	300	3.6	
Serbatoio 1 - La Selva	295		50
Serbatoio 2 – La Selva	290	-	35
Pozzo 1 – Vassena	202	6.9	
Serbatoio 3 – Vassena	340		35

<b>LIMONTA</b>	<b>Quota topografica (m s.l.m.)</b>	<b>Portata (l/s)</b>	<b>Capacità (m<sup>3</sup>)</b>
Sorgente 1 – piazza Ferretti	275	5.5-9.7	
Serbatoio 1	311		60
Serbatoio 2	311	-	45
Serbatoio 3	271		90

Le acque captate vengono raccolte nei serbatoi da cui escono direttamente le reti distributrici.

Sono attualmente in programma interventi volti principalmente a razionalizzare i sistemi di trasferimento idrico dalle fonti di approvvigionamento ai serbatoio e alla realizzazione di interconnessioni tra le tre reti.

Oltre al pozzo comunale di piazza Conciliazione in località Vassena è presente anche un pozzo di proprietà del comune di Civenna che si intende riattivare e mettere a servizio dell'acquedotto di Oliveto Lario avendo tra l'altro elevate portate specifiche in grado, teoricamente, di soddisfare il fabbisogno di tutto il comune.

Infine, si evidenzia come presso la località Uccio/San Giorgio nella frazione di Limonta è presente un pozzo, terebrato nel 1996, che non è mai entrato in funzione a causa della forte componente di solfati, ferro e manganese oltre che all'elevata durezza delle acque emunte. Per tale ragione, l'amministrazione comunale ha deciso di chiudere definitivamente l'opera di captazione mettendola in sicurezza aderendo ai protocolli indicati nelle direttive della Provincia di Lecco.

In data 9 Gennaio 2007 è stato inviato al comune il provvedimento che sancisce ufficialmente da parte della Provincia di Lecco la chiusura del pozzo con decorrenza dal 12 dicembre 2006.

### **7.6 Qualità delle acque sotterranee**

Sulla base delle analisi delle acque del pozzo LC016231993 nel pozzo del comune di Civenna ubicato a Vassena si ha che le caque sono caratterizzate da valori di pH 7,5 , conducibilità elettrica compresa



tra 500 e 522  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e durezza totale compresa tra i 25 e 27,5  $^\circ\text{f}$  (fino a 7  $^\circ\text{f}$ : molto dolci, da 7  $^\circ\text{f}$  a 14  $^\circ\text{f}$ : dolci, da 14  $^\circ\text{f}$  a 22  $^\circ\text{f}$ : mediamente dure, da 22  $^\circ\text{f}$  a 32  $^\circ\text{f}$ : discretamente dure, da 32  $^\circ\text{f}$  a 54  $^\circ\text{f}$ : dure, oltre 54  $^\circ\text{f}$ : molto dure).

Per quanto concerne i cloruri e i solfato si hanno invece concentrazioni comprese rispettivamente tra 4,2 e 5,0 mg/l e tra 58 e 89 mg/l.

L'assenza di ferro, ammoniaca emanganese testimoniano la presenza di una falda con buone capacità di ricarica.

Il confronto in oltre della durezza delle acque captate rispetto a quelle lacustri, evidenzia che non si ha commistione tra le due tipologie d'acqua.

### **7.7 Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento**

Con il termine di "vulnerabilità" degli acquiferi all'inquinamento si intende, secondo le più recenti definizioni (Civita, 1987), "la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea nello spazio e nel tempo".

Nella valutazione del grado di vulnerabilità hanno peso preponderante la litologia e la struttura del sistema idrogeologico, la presenza e la natura di una copertura a bassa permeabilità, la soggiacenza della superficie piezometrica e la posizione della falda nei confronti di acque superficiali.

La predisposizione di una cartografia di tale tematismo deve costituire parte integrante di qualsiasi programmazione territoriale in modo da poter rappresentare una zonizzazione secondo aree omogenee per ciascuna delle quali sono prevedibili differenti reazioni alle sollecitazioni indotte dai sistemi insediativi e produttivi.

Nell'ambito di contesti antropizzati, quale quello del settore litoraneo del territorio comunale di Oliveto Lario, risulta inoltre necessario prendere in considerazione la pressione esercitata sull'ambiente dalle attività già in essere che sono in grado di modificare sostanzialmente il quadro che emergerebbe da valutazioni operate unicamente sulla base dei fattori naturali.

La definizione del grado di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento deve perciò scaturire dalla lettura incrociata dai dati relativi alla "vulnerabilità intrinseca" con quelli riferiti ai "fattori antropici".

Va posto in evidenza come sia la caratterizzazione dei differenti utilizzi del suolo, a cui sono associate potenziali contaminazioni, sia l'individuazione di "centri di pericolo" potenzialmente pericolosi per le acque sotterranee è finalizzata alla valutazione della compatibilità rispetto alla presenza delle opere di captazione ad uso idropotabile e alle rispettive aree di salvaguardia.

#### **7.7.1 Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento**

L'elaborazione di questo tema di analisi è stato approntata facendo riferimento ai criteri di realizzazione delle Carte di vulnerabilità messi a punto dal CNR - GNDCI (Civita, 1990) e tende a rappresentare in modo specifico il grado di protezione delle risorse idriche sotterranee al fine di preservare sia i punti di captazione che gli acquiferi; nella valutazione del grado di vulnerabilità intrinseca di un acquifero sono stati individuati i seguenti fattori principali:

- tempo di transito dell'acqua e di un eventuale inquinante fluido attraverso il mezzo non saturo sino a raggiungere la superficie della falda;
- dinamica del deflusso idrico sotterraneo e di un eventuale inquinante nel mezzo saturo
- capacità di attenuazione dell'impatto delle sostanze inquinanti del mezzo non saturo.

Per la determinazione di tali fattori si devono prendere in esame alcuni parametri fondamentali quali le caratteristiche di permeabilità della zona non satura, la soggiacenza della falda, le caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi e la posizione della falda nei confronti di corsi d'acqua superficiali.



La vulnerabilità è stata valutata in corrispondenza del settore occupato da depositi alluvionali posti nel settore di Vassena e Onno, gli unici che possono essere sede di acquiferi sfruttabili a scopo idropotabile mentre nel settore di Limonta, come visto in precedenza, sulla base di specifici studi non risultano settori particolarmente produttivi.

Prendendo come riferimento gli acquiferi captati nei settori di Vassena e Onno, si può evidenziare come concorrano alcuni elementi che determinano un **grado di vulnerabilità molto elevato** quali: una elevata permeabilità dell'orizzonte superficiale non-saturo, una limitata soggiacenza della falda e la vicinanza ad un corpo idrico superficiale le cui caratteristiche qualitative possono facilmente deperire.

Va inoltre fatto notare che l'asportazione della copertura costituita dai suoli comporterebbe una variazione dei parametri precedentemente esaminati ed in particolare un ulteriore aumento della permeabilità superficiale; per tale ragione in caso di sbancamenti e scavi si dovranno attuare le metodologie di lavoro più opportune per evitare di determinare una diminuzione del grado di protezione della falda.

Riguardo gli acquiferi posti nei settori a monte delle sorgenti captate, caratterizzati da reti acquifere circolanti in calcari o dolomie fessurati è possibile attribuire un **grado di vulnerabilità elevato**.



## 8. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Una completa pianificazione territoriale comprende anche l'osservazione e l'analisi del clima che caratterizza la regione. Molteplici sono infatti gli aspetti ambientali influenzati dalle condizioni stagionali. Ricordiamo la dinamica morfologica del territorio, l'idrografia superficiale, l'alimentazione delle falde acquifere sotterranee, la pedogenesi.

I corsi d'acqua a regime torrentizio riflettono in modo evidente la quantità delle piogge giunte al suolo, alternando portate di magra durante i mesi più secchi a periodi di piena durante i mesi più piovosi.

Una completa pianificazione territoriale comprende anche l'osservazione e l'analisi del clima che caratterizza la regione. Molteplici sono infatti gli aspetti ambientali influenzati dalle condizioni stagionali. Ricordiamo la dinamica morfologica del territorio, l'idrografia superficiale, l'alimentazione delle falde acquifere sotterranee, la pedogenesi.

Il clima risulta fortemente influenzato dalla presenza del bacino del Lario perché svolge una funzione mitigatrice delle condizioni termiche e perché le sue acque hanno un ruolo fondamentale nell'alimentazione del ciclo idrologico locale.

Importanti per l'inquinamento atmosferico i seguenti periodi critici, determinati dalle condizioni meteorologiche sinottiche e dalle condizioni meteo-diffusive locali:

periodo invernale, in particolare i mesi di gennaio e febbraio: alta pressione che può favorire la presenza di inversioni termiche, piogge molto scarse, e quindi una bassa dispersione degli inquinanti al suolo.

periodo estivo, in particolare i mesi di luglio, agosto e settembre: alta pressione sinottica con venti deboli, intensa radiazione solare ed alta temperatura che può favorire la produzione e l'accumulo di ozono.

periodo autunnale, in particolare i mesi di novembre e dicembre: pressione variabile che può favorire la presenza di inversioni termiche, venti deboli, e quindi una bassa dispersione degli inquinanti al suolo.

I dati dei parametri quali la temperatura dell'aria, la quantità e la tipologia delle precipitazioni si ricavano dalla consultazione delle serie storiche delle stazioni meteorologiche. Si tratta di strutture attrezzate con pluviografi, termografi, igrometri e anemometri. L'insieme di queste informazioni viene elaborato per via statistica ottenendo indicazioni sul clima del comprensorio tanto più attendibili quanto maggiore è stato il periodo di osservazione della stazione meteorologica.

### 8.1 Temperatura dell'aria

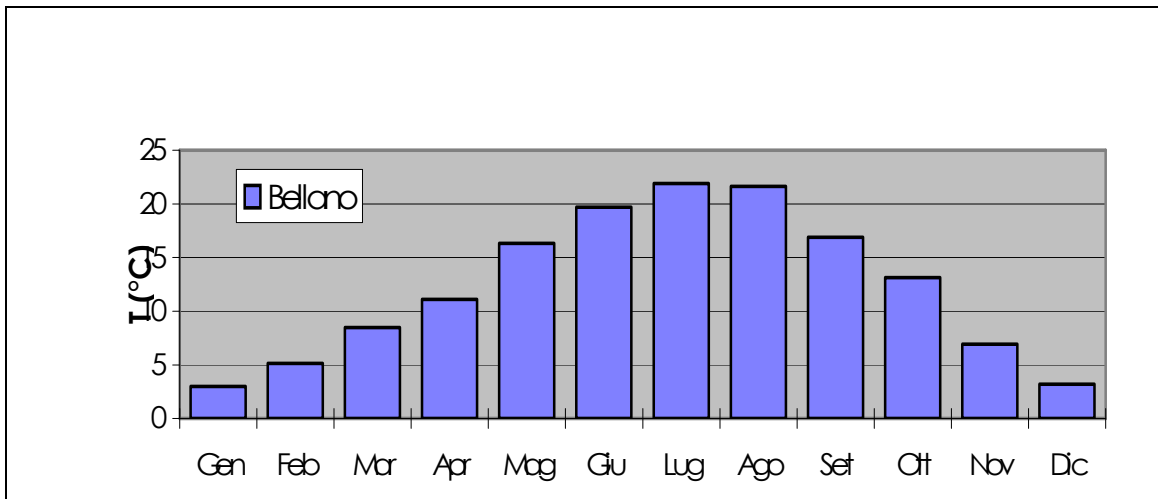
Per il dato relativo alla temperatura media dell'aria si è fatto riferimento allo Studio Climatologico della Provincia di Como che riporta i dati della stazione di Bellano che è risultata la più prossima all'area in esame. Le temperature medie minime indicano un valore relativo al mese più freddo (Gennaio) intorno a 0,03°C.

La temperatura media dell'aria nel mese più caldo (Luglio) è di 26,89 °C.

La media annuale ha un valore medio intorno ai 12,28°C mentre la differenza tra le temperature medie massime e minime risulta di 7,86 °C.

Secondo la definizione di Mori (1975), il clima può essere quindi considerato di tipo continentale essendo l'escursione termica maggiore di 20 °C.





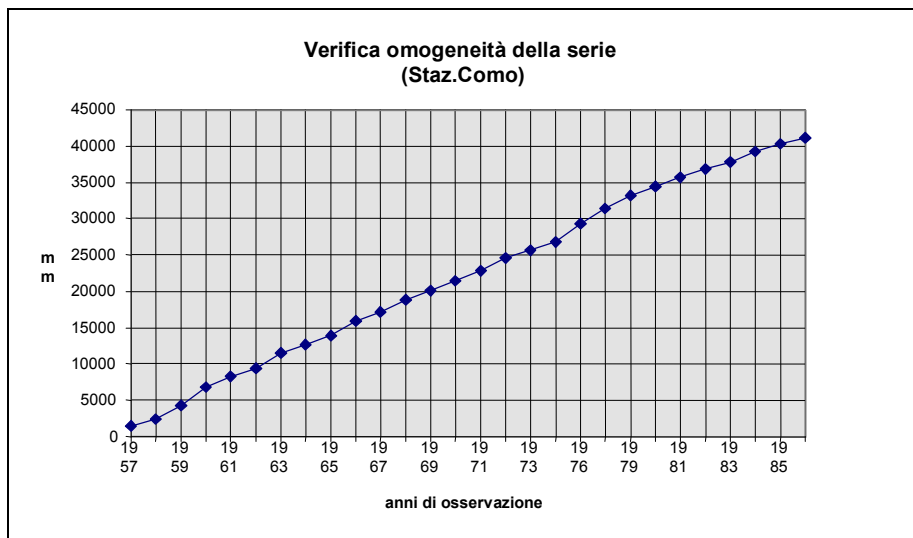
Nella figura precedente si è riportato il grafico delle temperatura media mensile valida per la stazione di Bellano (Temperature medie mensili nella serie temporale 01/01/1994 – 31/12/2002 Consorzio dell’Adda) rappresentativa del settore posto alla quota lacustre paragonabile ad Oliveto Lario .

## 8.2 Precipitazioni

L’analisi delle precipitazioni totali annue è stata realizzata mediante il metodo della cumulata semplice, considerando i dati relativi la Stazione di Como nel periodo 1957-1986.

Il metodo, di normale uso in letteratura scientifica, consiste nell’eseguire, sulle singole serie, la cumulata semplice dei totali annui di precipitazione e nel riportare questi su un grafico avente in ascissa gli anni di osservazione stessi. Se i punti si dispongono con andamento pressoché rettilineo, si può affermare che la serie di osservazione è omogenea, in caso contrario bisogna supporre che esistano alcune perturbazioni ascrivibili allo spostamento della stazione di osservazione ad errori di misura, o in ultima analisi, ad un cambiamento climatico.

Il diagramma sottostante illustra l’andamento del pluviometro di Como, si evidenzia la sostanziale linearità dei valori che testimoniano il corretto funzionamento dello strumento e l’attendibilità dei dati rilevati.



Cumulata dati pluviometrici



È quindi possibile riassumere le caratteristiche pluviometriche della stazione di Como:

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	Set	ott	nov	dic	y
Media (mm)	77,85	76,6	113	123,7	157	152	103	150	129,9	156,5	144	83	146
Max (mm)	246,4	278	283	254,4	390	329	294	368	529	769	335	298	252
Min (mm)	1,2	1	7,2	16,2	49	34	0	9,8	0	4,6	1,8	3,4	819
Mediana (mm)	66,9	62,1	116	122,1	143	132	91	140	90,5	116,8	142	62	131

Dal diagramma di sintesi sottostante si osserva che i valori di precipitazione medi più elevati si rilevano nel mese di Ottobre (156,5 mm) e, più in generale, nei mesi autunnali, mentre il mese meno piovoso risulta essere febbraio (76.7 mm), la media delle precipitazioni cumulate è pari a 1466 mm.

Di particolare interesse è l'analisi della mediana che mostra come il valore centrale della serie di Novembre sia coincidente con il valori medio, ad indicare l'abbondanza e la costanza della precipitazioni in questo mese.

L'analisi dei dati pluviometrici storici per un periodo di un trentennio, permette di ritenere che siano più probabili piogge intense di breve durata e elevata intensità nei mesi autunnali, mentre i mesi in genere meno piovosi e secchi siano quelli invernali.

anno	gen	feb	mar	apr	mag
1957	62,2	96,2	51,8	103,8	143
1958	15,6	64,2	17,2	184,6	64,2
1959	46,8	33,4	240,2	179,6	130,8
1960	242,2	113,4	121,2	69,6	106,6
1961	120,2	55,2	7,2	207,2	193
1962	70,6	20	100,8	171,6	171,8
1963	115,2	35	130,6	146,6	234,4
1964	32,2	70,2	159,4	140,4	109
1965	71,2	2,6	110,8	35,2	113,2
1966	11,8	124,8	11,8	254,4	144,2
1967	11,8	71,4	134,6	134	166
1968	3	278,8	47,8	81,6	210,6
1969	142,4	119,8	106,8	67,8	162,8
1970	206,2	13,2	106	89,8	118,8
1971	118,2	89,4	192,8	104,4	224,6
1972	109,8	221,2	148	200,6	129,6
1973	83	4,4	23,8	97,6	108,6
1974	63,2	226,4	92,4	154,6	100,2

Caratteri pluviometrici medi

### 8.2.1 Precipitazioni intense

#### Analisi delle precipitazioni di massima intensità oraria e giornaliera - tempi di ritorno

Uno dei metodi più frequentemente utilizzati per la determinazione dei tempi di ritorno delle precipitazioni è la regolarizzazione secondo Gumbel (Benini, 1990). Mediante lo studio statistico delle precipitazioni di breve durata e massima intensità si determinano le cosiddette curve di possibilità climati-



ca, espresse come curve DDF (curve altezza DEPTH, durata DURATION, frequenza FREQUENCY). Rimandando ai testi di Idrologia tecnica per lo studio delle metodologie statistiche, si richiamano qui gli aspetti essenziali di tali elaborazioni.

Per la stazione pluviografica prescelta si selezionano gli eventi massimi, in termini di mm. di pioggia misurati per (n) anni, cioè quelli che hanno provocato la massima precipitazione annua di assegnata durata. L'elaborazione statistica dei campioni di dati massimi annui così ottenuti conduce a definire l'espressione della curva di possibilità climatica o curva DDF:

$$h = f(\theta, Tr)$$

in cui h è l'altezza di pioggia corrispondente alla durata  $\theta$  e al tempo di ritorno Tr in anni.

Come noto alle curve DDF la tecnica idrologica italiana assegna la forma monomia:

$$h = a (Tr) \theta^{n(Tr)}$$

che risulta molto pratica per le applicazioni essendo definita da due soli parametri, ma che frequentemente presenta l'inconveniente di richiedere l'individuazione di diverse coppie di costanti a(Tr) e n(Tr) per diversi campi di durata, al fine di ottenere una buona interpolazione dei dati sperimentali.

Tali elaborazioni sono state effettuate, come accennato in precedenza, facendo riferimento alla stazione di rilevamento di Asso (quota 427 s.l.m.) ritenuta maggiormente adatta rispetto a quella di Como, data la maggiore affinità orografica e di altitudine con il bacino in esame.

Il metodo è stato applicato alle serie, comprese tra il 1949 al 1984, delle precipitazioni massime di durata 1, 3, 6, 12, 24, ore misurate presso la stazione pluviografica di Asso.

Le coppie di valori a ed n calcolate sono riportate nella sottostante tabella, mentre le curve di possibilità pluviometrica sono rappresentato dal successivo diagramma:

Tr (anni)	2	5	10	20	50	100	200
a	34,61	43,95	50,12	56,03	63,68	69,40	75,09
n	0,36	0,35	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34

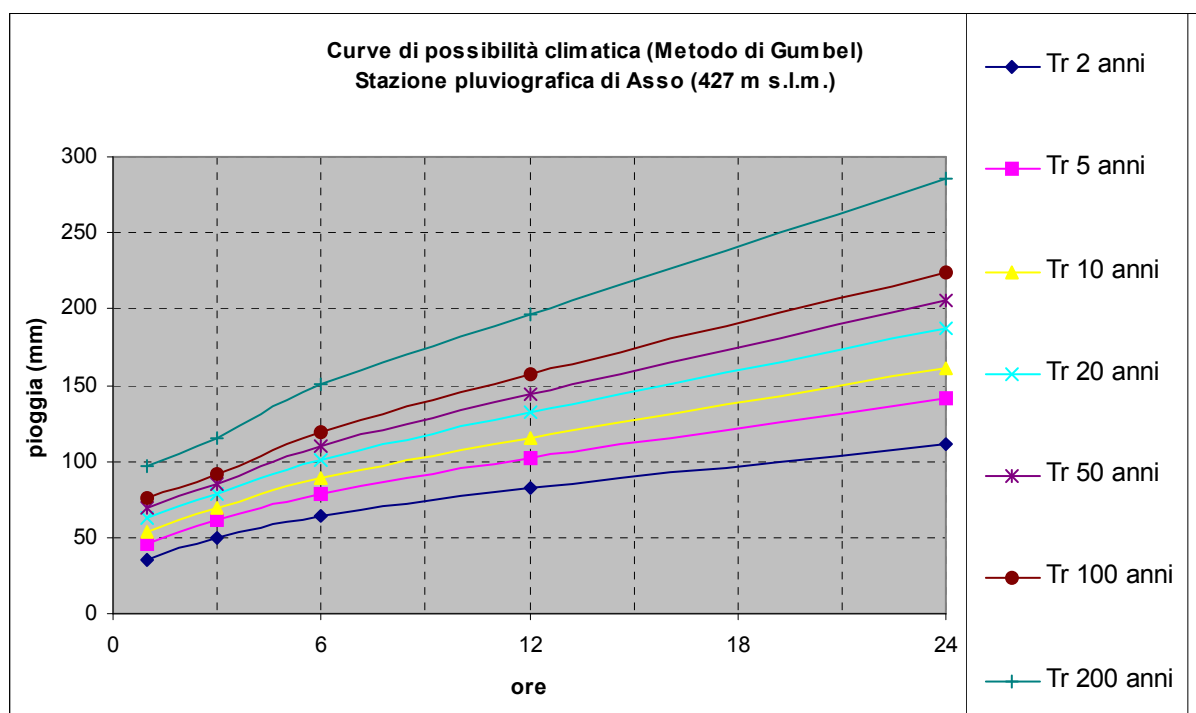


Diagramma delle precipitazioni in funzione del tempo di ritorno



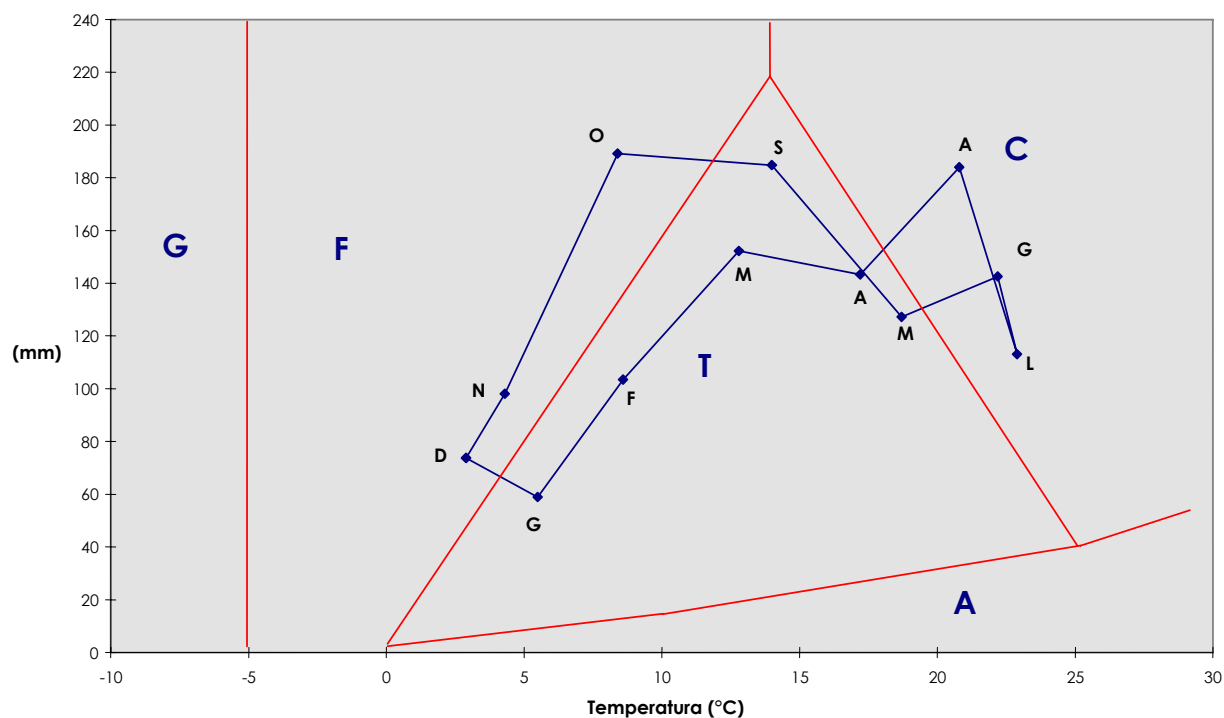
In figura si osservano le curve di possibilità climatica relative a tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 anni,

Si ricorda che l'incertezza nel determinare il tempo di ritorno di una precipitazione è inversamente proporzionale al numero di serie idrologiche osservate e direttamente proporzionale al tempo di ritorno stesso, quindi per tempi di ritorno molto lunghi (200 anni) i risultati ottenuti possiedono necessariamente un certo margine di approssimazione.

### 8.3 Climogramma di Peguy

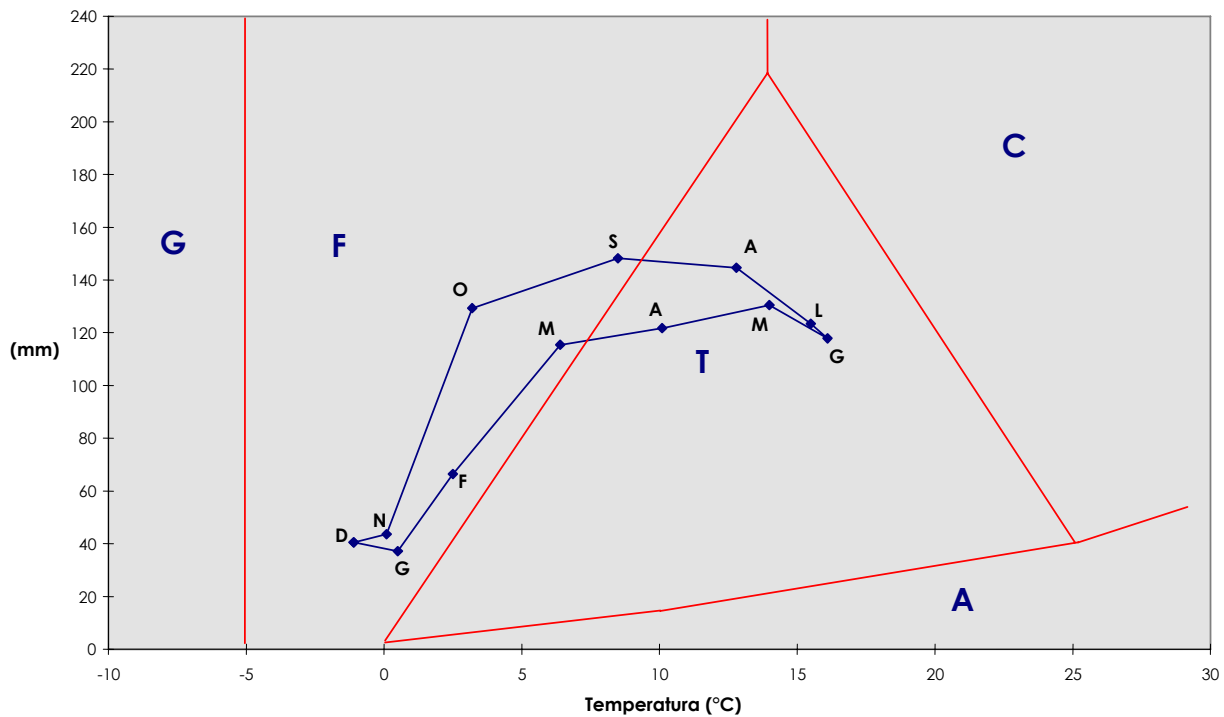
Il *climogramma* (Peguy, 1961) consente una sintesi grafica immediata del clima di un comprensorio. In ordinata si pongono i valori delle precipitazioni medie mensili espresse in mm e in ascissa le temperature medie mensili. Ogni punto di questo grafico coincide con i valori di una coppia di parametri climatici, unendo i punti riferiti ai mesi dell'anno si ottiene una linea spezzata chiusa, il cosiddetto climogramma. Il diagramma viene suddiviso in cinque settori, indicati con le lettere **G** (mesi di gelo), **F** (mesi freddi e umidi), **T** (mesi temperati), **C** (mesi caldi e umidi) e **A** (mesi aridi).

Le figure mostrano i climogrammi delle stazioni di Como e monte Bisbino. Per quanto riguarda l'ambito del comprensorio del pedemonte, riscontriamo tre delle possibili condizioni climatiche individuate nello schema di Como: nella stagione invernale mesi freddi e umidi che si estendono anche a qualche periodo dell'Autunno, si hanno poi in misura predominante i mesi temperati ed infine i mesi caldi e umidi.



Climogramma della stazione di Como.





Climogramma della stazione del monte Bisbino.

Dai rilievi della stazione del monte Bisbino si nota che l'area montana si caratterizza per due delle cinque possibili condizioni climatiche. Predominano i mesi freddi e umidi e compaiono in misura minore i mesi temperati.

### 8.4 Umidità dell'aria

L'umidità relativa (U.R.) è il rapporto tra la quantità di vapore acqueo contenuto in una massa d'aria e la quantità massima di vapore acqueo che la stessa massa d'aria riesce a contenere nelle stesse condizioni di temperatura e pressione (saturazione). L'umidità relativa si misura in percentuale. Se l'umidità relativa è al 100% non significa che c'è solo acqua, ma che quella massa d'aria contiene la massima quantità di umidità contenibile in quelle condizioni. La quantità di vapore che può essere contenuta da una massa d'aria diminuisce al diminuire della temperatura, e diventa nulla a  $-40^{\circ}$ . (Questo valore coincide nelle scale Celsius e Fahrenheit). Lo strumento usato per misurare l'umidità relativa si chiama igrometro.

Per la misura dell'umidità relativa si prende come riferimento la centralina ubicata ad Erba che pur essendo lontana risulta essere l'unica stazione di riferimento vicina da cui possono essere presi dei dati.



mese	Umidità relativa media [%]				
	Stazione				
	SAMOLACO (SO)	COMO - Villa Gallia	ALBAVILLA	ERBA	CASTELLANZA (VA)
gennaio	66,85	80,18	71,34	73,19	73,80
febbraio	49,80	73,80	66,90	64,13	68,90
marzo	46,77	69,49	66,07	60,91	64,00
aprile	59,92	72,51	69,09	64,71	68,40
maggio	63,80	73,04	73,01	68,05	69,70
giugno	60,89	71,84	71,55	63,75	68,90
luglio	55,40	67,93	69,99	62,90	64,90
agosto	66,19	72,84	76,04	65,33	65,70
settembre	70,33	77,14	76,81	69,82	68,60
ottobre	70,28	80,62	77,23	78,08	74,40
novembre	70,79	78,66	73,33	73,69	76,50
dicembre	65,60	78,67	73,26	74,60	76,00
<b>Media anno</b>	<b>62,22</b>	<b>74,73</b>	<b>72,05</b>	<b>68,26</b>	<b>69,98</b>

Figura 5 Umidità relativa mensile media ed annua

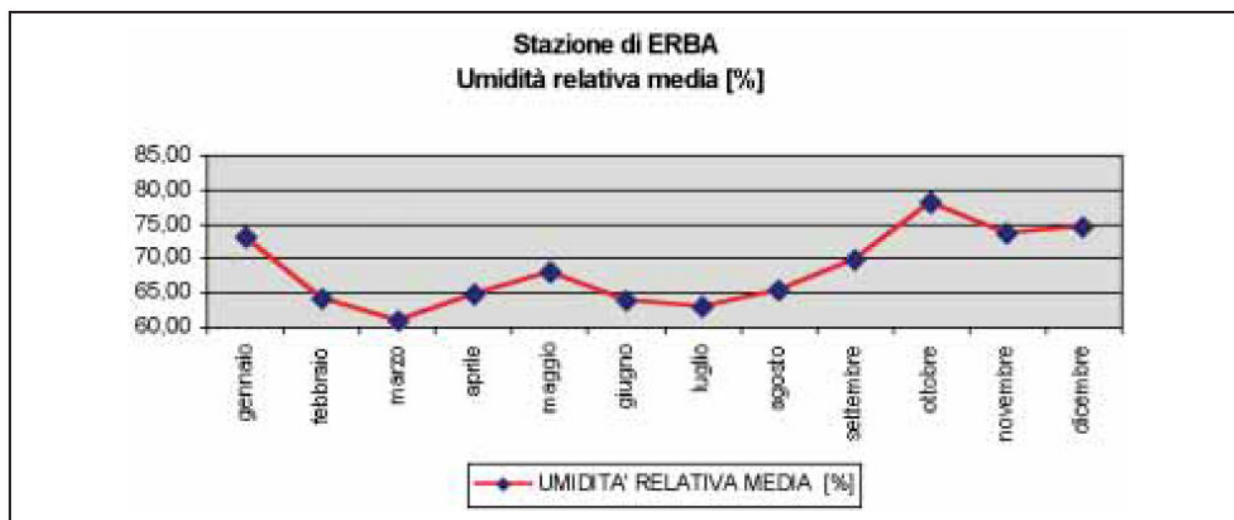


Figura 6 Umidità relativa mensile media

Nella provincia di Como la ricchezza di superfici lacustri e di vegetazione costituiscono un notevole potenziale di evaporazione.

Sulle zone prealpine, in prossimità dei laghi, il motivo dell'umidità relativa relativamente bassa è da ascrivere, oltre che alla leggera ventilazione, anche all'azione mitigatrice della superficie lacustre alla quale sono associate temperature più elevate che a parità di contenuto di vapore acqueo determinano un valore più ridotto.

Non sono da sottovalutare inoltre, specie nel periodo inverno-primavera, i numerosi casi di Foehn, vento caldo e secco, che discende dalle vallate dell'arco alpino quando quest'ultimo viene investito da intense correnti settentrionali. Le aree maggiormente interessate sono quelle alpine, prealpine e, in misura inferiore, quelle dell'area padana.

In base alle osservazioni dell'ultimo decennio, si è riscontrato un abbassamento generalizzato della Ur % più marcato rispetto agli altri parametri meteorologici in virtù di una concomitanza di un innalzamento termico in tutte le stagioni e di un progressivo aumento dei periodi siccitosi.

In prossimità di corsi d'acqua e del lago, e a quote non elevate, si suppone invece l'esistenza di valori medi annui di umidità relativa abbastanza elevati (> 70%).



Si ricorda che la zonizzazione proposta è sommaria, poiché in ogni sito si possono presentare particolari condizioni (ventosità, precipitazione, radiazione solare elevata, ecc.) che vanno ad influenzare direttamente i valori dell'umidità.

### **8.5 Il vento**

La particolare conformazione del lago di Como, unitamente alla complessa orografia del territorio provinciale, comportano una generale predisposizione della direzione prevalente

dei venti dai quadranti settentrionali (NE) con un particolare moderato rinforzo nei mesi estivi.

Considerando il territorio nella sua complessità, l'intensità dei venti non supera mai valori elevati tranne nei casi di venti flavonici (Foehn: vento caldo e secco, che discende dalle vallate dell'arco alpino quando quest'ultimo viene investito da intense correnti settentrionali). Le aree maggiormente interessate dal Foehn sono quelle alpine, prealpine e, in misura inferiore, quelle dell'area padana.

Sull'area pedemontana ed in pianura il Föhn è da considerarsi comunque un fattore positivo, in quanto, unitamente alle precipitazioni, costituisce l'elemento naturale più importante per la dissipazione delle sostanze inquinanti, che ristagnano nei bassi strati atmosferici.

Le calme di vento non appaiono invece uniformemente distribuite, differenziandosi in misura anche rilevante tra le diverse aree ubicate in prossimità del lago, quelle di pianura o quelle situate in collina o nelle zone di confluenza tra due valli.

I venti periodici sono due, soffiano intensi, ma con regolarità e indicano tempo bello e stabile.

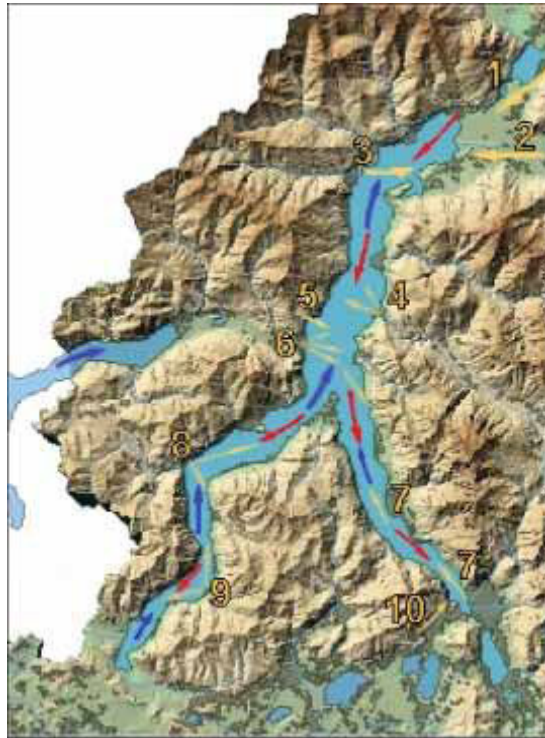
Il primo è il TIVANO. Esso spira da nord-est tutto l'anno nelle prime ore del mattino, dalle 6 alle 10; la sua velocità raggiunge circa i 5 metri al secondo. Proviene dalla Valtellina e quando è totalmente assente indica l'avvicinarsi del brutto tempo.

Il secondo è la BREVA. Spira da sud quando inizia a calare il Tivano; raramente è violenta e ha lunga durata; spira infatti dalle 10 alle 18. Velocità dell'ordine dei 7-8 metri al secondo

Nell'arco della giornata, soprattutto nella zona pedemontana, assumono una discreta importanza le brezze, le cui componenti variano dai quadranti meridionali (la "Breva"), nelle ore centrali e più calde della giornata, mentre la componente settentrionale (il "Tivano") inizia dopo il tramonto in misura più o meno accentuata a seconda della vicinanza al lago o ai rilievi.



Sempre in regime di brezze alcune aree rivierasche del lago di Como sono soggette a particolari circolazioni locali direttamente collegabili alle particolari condizioni orografiche di alcune vallate laterali al corpo lacustre. Questi venti locali, come il Bergamasca (7 della figura a lato) che interessa l'area di studio, assumono spesso denominazioni tipiche del luogo in funzione della provenienza del vento o della zona di impatto.



Andamento delle brezze e dei venti locali nell'area lacustre



## 9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRITORIO

Il territorio di Oliveto Lario si caratterizza per avere un assetto morfologico molto marcato in quanto, come visto nei capitoli precedenti, esso è costituito in prevalenza da rilievi non molto estesi in senso longitudinale aventi una forte acclività ed un substrato roccioso calcareo in genere affiorante o subaffiorante.

Relativamente al territorio comunale sono disponibili indagini puntuali riferite ad interventi puntuali in diversi settori del territorio comunale integrate o meno da prove in sito (penetrometrie dinamiche o sismica a rifrazione); tali indagini sono perlopiù indirizzate a caratterizzare dal punto di vista geotecnico i depositi superficiali, piuttosto che individuare l'andamento dell'interfaccia substrato-copertura e/o la profondità della falda acquifera.

Data l'estrema eterogeneità sia della granulometria che della geometria propria della tipologia dei depositi superficiali che contraddistinguono il territorio di Oliveto Lario è possibile effettuare solamente una caratterizzazione media piuttosto generica dei complessi affioranti che può essere riassunta come segue:

	Spessore medio	Peso di volume [t/mc]	Angolo attrito ( $\phi'$ )	Coesione non drenata (Cu) [t/mc]	
Depositi morenici (settori a pendenza < 25÷30°):	> 2÷5 m	1.7÷1.9	25÷32°	1÷3	Zona Limontasca
Depositi morenici ed pluvio-colluviali (settori a pendenza > 25÷30°):	< 2÷5 m	1.7÷1.9	27÷35°	0÷1	Zona pedemontana – rivierasca
Depositi morenici rimaneggiati, depositi di conoide	> 2÷5 m	1.7÷1.9	27÷35°	0÷1	Zona pedemontana – rivierasca

32/60

I dati sono stati desunti anche tramite la disamine dei lavori di natura geologica e geotecnica a disposizione dell'Ufficio Tecnico, la tabella che segue ne costituisce l'elenco. La numerazione si riferisce a quanto riportato in figura

Numerazione	Data	Autore	profondità falda	spessore strato superficiale	prove SPT
01	2004	Rossini		3,50 m	
02	2004	Geoplan			si
03	2005	Rossini			si
04	2005	Rossini			
05	2005	Studio Geologico Lecchese			si
06	2005	Alborghetti			si
07	2005	Studio Meridiana	-6 m	10 m	
08	2006	Studio Geoplanet			si
09	2006	Pellegatta			
10	2006	Pellegatta			
11	2006	Pellegatta			



## 10. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Ai sensi dei criteri attuativi della L.R. 12/05 si è provveduto ad un'analisi di dettaglio della pericolosità sismica locale del comune di Oliveto Lario che ricade, a livello generale, in zona sismica 4 (D.g.r n°14964 del 7 novembre 2003) vale a dire con il minimo valore di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima convenzionale su suoli rigidi – tipo A) fissato in 0.05g che caratterizza le condizioni sismiche di base.

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.

La metodologia proposta dalla Regione Lombardia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza, come meglio specificato nel testo della direttiva) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Il livello 3° è obbligatorio 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.

La procedura messa a punto fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

Nel dettaglio sono state seguite le procedure contenute nell'Allegato 5 della D.G.R. 8/1566 del 22.12.2005 effettuando l'analisi di 1° livello che ha dato luogo alla realizzazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (cfr. *Tavola 2*) ottenuta a partire dai dati di base contenuti nella cartografia di inquadramento.

Nella Carta della Pericolosità Sismica Locale sono state delimitate le zone individuate dalla Tabella 1 – Allegato 5 definendo diversi scenari di pericolosità sismica locale che sono suscettibili di comportamenti diversi da quelli stabiliti in via generale, a causa della loro specifica costituzione litologica e morfologica.



Si riporta in seguito la tabella tratta dall'Allegato 5 della D.G.R. 8/1566 del 22.12.2005:

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
<b>Z1a</b>	<b>Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi</b>	<b>Instabilità</b>
<b>Z1b</b>	<b>Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti</b>	
<b>Z1c</b>	<b>Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana</b>	
<b>Z2</b>	<b>Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)</b>	<b>Cedimenti e/o liquefazioni</b>
<b>Z3a</b>	<b>Zona di ciglio H &gt; 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)</b>	<b>Amplificazioni topografiche</b>
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	<b>Amplificazioni litologiche e geometriche</b>
<b>Z4b</b>	<b>Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre</b>	
<b>Z4c</b>	<b>Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)</b>	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
---	<b>Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi</b>	<b>Comportamenti differen-</b>

34/60

Nella tabella soprastante in grassetto sono evidenziati gli scenari di pericolosità sismica locale possibili e rilevati nel territorio di Oliveto Lario.

La carta della Pericolosità Sismica Locale permette inoltre l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari che vengono di seguito riportati.

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°



Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri 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	H2- livello di approfondimento 3°

Le aree evidenziate dalla carta di Carta della Pericolosità Sismica Locale sono quelle zone nell'ambito comunale che in caso di sisma possono subire sollecitazioni diverse da quelle stabilite in via generale.

Sono state individuate le seguenti classi:

- Z1a: zona caratterizzata da movimenti franosi attivi;
- Z1b: zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti;
- Z1c: zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana;
- Z2: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti;
- Z3a: Zona di ciglio  $H > 10$  m;
- 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);
- Z5: zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

In base alla Tabella 2 – Allegato 5 nell'ambito delle zone Z1 e Z2 è richiesto un livello di approfondimento di tipo 3 nel caso di edifici strategici e rilevanti come definiti ai sensi della d.g.r. N°14964/2003-elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, mentre nelle aree Z3 e Z4 dovrà essere verificato il fattore di amplificazione  $F_a$  per tutti gli edifici in progetto strategici e rilevanti secondo il seguente schema (§1.4.5 della D.G.R. 8/1566 del 22.12.2005):

Livelli di approfondimento e fasi di applicazione			
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	Nelle aree indagate con il 2^ livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5.
Zona sismica 4	obbligatorio	<u>Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)</u>	Nelle aree indagate con il 2^ livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale; - <u>Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici e rilevanti</u>



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

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

**Nel caso del territorio comunale di Oliveto Lario si è verificato che attualmente non sono in progetto interventi edilizio e/o opere strategiche rilevanti che rientrino nell'elenco della D.G.R. 14964/2003.**

**10.1 Valori del grado di sismicità da adottare nella progettazione**

Occorre evidenziare che attualmente si ricade nell'ambito del periodo temporale transitorio di 18 mesi, calcolato a partire dal 23.10.2005 (data dell'entrata in vigore del D.M. 14.09.2005 Norme tecniche per le costruzioni) scaduto il 23.04.2007 e successivamente prorogato al 31.12.2007.

Durante tale periodo è possibile utilizzare per la progettazione sia le norme di cui agli allegati tecnici dell'Ordinanza n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" sia le norme preventive di attuazione delle legge n. 1086 del 05.11.1971 e della legge n. 64 del 02.02.1974.

La Regione Lombardia, in base al D.G.R. 14964 del 07.11.2003 ha imposto l'obbligo della progettazione antisismica esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti (individuati dal decreto n. 19904 del 21.11.2003) adottando per il territorio comunale, ricadente in zona 4, una "sismicità bassa" (S=6).

Come visto in precedenza non sono attualmente previsti interventi edilizi e/o opere strategiche rilevanti pertanto in fase di progettazione ed esecuzione di edifici non strategici dovranno essere presi come riferimento i valori di Fattore soglia di amplificazione forniti dalla Regione Lombardia per il territorio di Oliveto Lario e di seguito riportati:

<b>CATEGORIA DI SUOLO</b>	<b>FATTORE DI AMPLIFICAZIONE Intervallo di periodo 0.1-0.5</b>	<b>FATTORE DI AMPLIFICAZIONE Intervallo di periodo 0.5-1.5 s</b>
A	1,2	1,6
B - C	1,5	2,5
D	1,6	4,1

Fattori di amplificazione per periodi e suoli differenti  
(in grassetto è evidenziata la categoria di suolo caratteristica del territorio di Oliveto Lario)



Le categorie di suolo sopra riportate e definite nelle Norme Tecniche per le Costruzioni sono di seguito descritte:

A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di  $VS_{30}$  superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali livelli di alterazione superficiale con spessore massimo pari a 5m.

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  $VS_{30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata  $C_u > 250$  kPa).

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 di  $VS_{30}$  compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < NSPT < 50$ ,  $70 < C_u < 250$  kPa).

D – Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di  $VS_{30} < 180$  m/s ( $NSPT < 15$ ,  $C_u < 70$  kPa).

E – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $VS_{30}$  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  $VS_{30} > 800$  m/s.

In caso di progettazione ed esecuzione di edifici strategici e rilevanti o ristrutturazione di edifici strategici e rilevanti esisistenti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) dovrà essere realizzata analisi di sismicità di II° livello e nel caso il fattore di amplificazione (Fa) non fosse rispettato si procederà con analisi di approfondimento di III° livello per le zone PSL Z3 e Z4,

In caso di progettazione ed esecuzione di edifici strategici e rilevanti o ristrutturazione di edifici strategici e rilevanti esisistenti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) dovrà essere realizzata l'analisi di sismicità di III° livello nelle zone PSL Z1 e Z2.



## 11. CARTA DEI VINCOLI

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

L'esigenza di difendere dall'inquinamento le acque sotterranee in prossimità delle opere di captazione, impone la definizione di "aree di salvaguardia" nelle quali sono applicati vincoli e limitazioni d'uso del territorio, concepiti allo scopo di assicurare nel tempo un approvvigionamento idrico potabile compatibile con le leggi e gli standard sanitari vigenti.

In particolare la difesa dagli inquinamenti in aree notevolmente antropizzate deve privilegiare la tutela delle opere di captazione degli acquedotti e del territorio circostante da effettuarsi mediante un accurato controllo della qualità delle acque sotterranee e degli insediamenti pericolosi potenzialmente fonti di contaminazione.

Tale difesa si attua secondo tre criteri principali:

- la delimitazione di aree nelle quali risultano proibite e/o regolamentate le attività pericolose, da attuarsi in modo da non gravare eccessivamente nei confronti dello sviluppo industriale e urbanistico del territorio;
- la stesura di norme e vincoli a cui attenersi all'interno di queste aree in modo da rendere possibile una gestione in condizioni di sicurezza delle acque sotterranee (la cosiddetta "protezione statica");
- la predisposizione di una rete di monitoraggio locale della qualità delle acque sotterranee in afflusso ai pozzi e l'organizzazione della tipologia e della frequenza delle analisi da effettuare (la cosiddetta "protezione dinamica").

38/60

La normativa statale vigente a cui riferirsi è il D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 che ha abrogato il Dlgs 11 maggio 1999 n. 152 modificato e integrato dal Dlgs 18 agosto 2000 n. 258 in base ai quali la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano era stato scorporato dal D.P.R. 24 maggio 1988 n. 236 che introdusse nella normativa nazionale il concetto di zona di rispetto.

Nell'ambito delle aree di salvaguardia si impongono vincoli e limitazioni d'uso per le attività e gli insediamenti al fine di *assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque da destinare al consumo umano.*

In particolare ci si riferisce all'art. 94 del Dlgs D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 che riguarda nel dettaglio le tipologie e le prescrizioni da adottarsi per le diverse tipologie di aree di salvaguardia.

**Art. 94.** *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.*

1. *Su proposta delle Autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.*

2. *Per gli approvvigionamenti diversi da quelli di cui al comma 1, le Autorità competenti impartiscono, caso per caso, le prescrizioni necessarie per la conservazione e la tutela della risorsa e per il controllo delle caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.*

3. *La **zona di tutela assoluta** è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno **dieci metri di raggio dal punto di captazione**, deve essere adeguatamente protetta e dev'essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.*



4. **La zona di rispetto** è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;

b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;

c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;

d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade.

e) aree cimiteriali;

f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;

g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;

h) gestione di rifiuti;

i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;

l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;

m) pozzi perdenti;

n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

5. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

a) fognature;

b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;

c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;

d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

6. In assenza dell'individuazione da parte delle regioni o delle province autonome della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

7. Le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle regioni o delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agroforestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

8. Ai fini della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

a) aree di ricarica della falda;

b) emergenze naturali ed artificiali della falda;



c) zone di riserva.

Si evidenzia inoltre che il Dlgs 152/06 demanda in particolare alle Regioni, entro 180 giorni, il compito di disciplinare, all'interno delle zone di rispetto alcune strutture o attività (fognature, edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio, pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazioni), in precedenza non ammesse o comunque oggetto di interpretazioni diverse e talora contrastanti in merito all'ammissibilità.

Per quanto riguarda la Regione Lombardia in attesa dell'emanazione di nuova delibera regionale, si considera la recente D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693 la quale ha fornito le direttive per la disciplina di alcune attività all'interno delle zone di rispetto quali:

- fognature (punto 3.1 della D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693)
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione (punto 3.2)
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio (punto 3.3)
- pratiche agricole (punto 3.4)

In particolare ha disposto che qualora gli interventi interessino aree di rispetto delimitate con criterio geometrico, in assenza di una conoscenza idrogeologica approfondita, si renderà necessario uno studio idrogeologico da valutarsi in sede autorizzativa degli interventi.

I criteri utilizzabili per il dimensionamento delle zone di salvaguardia possono essere di tipo:

- a. geometrico
- b. idrogeologico
- c. temporale

Il criterio "geometrico", è riferito alle zone di tutela assoluta e alle zone di rispetto; poiché di semplice applicazione è compatibile con l'esigenza di stabilire provvedimenti urgenti di tutela delle acque, ma può al contempo penalizzare troppo un'area risultando sovradimensionata rispetto alle reali esigenze di protezione delle falde utilizzate per scopi idropotabili.

Il criterio "idrogeologico" (riservato alle zone di protezione) è fondato sulla protezione dell'intero bacino di alimentazione dell'opera di captazione, risultando pertanto difficilmente applicabile, sia per fattori naturali riconducibili alla complessità della struttura idrogeologica, sia per la presenza di territori già urbanizzati.

Il criterio "temporale", recepito dalla Regione Lombardia con la D.G.R. n. 6/15137 del 27 giugno 1996, dimensiona le zone di rispetto in funzione del tempo impiegato da una particella d'acqua per compiere un determinato percorso ("tempo di sicurezza") attraverso il mezzo saturo fino a raggiungere il punto di captazione.

La Delibera Regionale sopracitata stabilisce che il tempo di sicurezza prescelto dovrà essere pari a 60 giorni, in funzione dell'intervallo di tempo necessario per poter segnalare l'arrivo di un inquinante all'opera di captazione e attivare interventi di risanamento e/o approvvigionamento alternativo.

La normativa Regionale ricalca per buona parte quanto previsto indicato dal Dlgs 152/99 mostrando tuttavia una connotazione idrogeologica più marcata, soprattutto in riferimento all'articolo riguardante la "delimitazione delle aree di salvaguardia" per le quali viene riproposta la suddivisione in zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione.

I criteri utilizzabili per la delimitazione della zona di tutela assoluta sono esclusivamente di tipo "geometrico" (estensione di raggio non inferiore a 10 m), mentre per quanto riguarda la zona di rispetto oltre al criterio geometrico (estensione di raggio non inferiore a 200 m) possono essere adottati il criterio "idrogeologico" o "temporale" a seconda che l'acquifero sia o meno protetto; quest'ultima condizione si



verifica qualora l'acquifero captato sia idraulicamente separato dalla superficie o da una falda soprastante da corpi geologici a bassissima conducibilità idraulica aventi uno spessore di almeno una decina di metri e un'adeguata continuità areale.

La delimitazione di tipo "temporale" viene attuata, previa determinazione dei parametri idrogeologici e della velocità di movimento dell'acqua, mediante la ricostruzione della "piezometria dinamica" (in condizioni di regime permanente e con le portate massime di esercizio dei pozzi) e del tracciamento delle linee di flusso e delle linee isocrone.

A scopo cautelativo la normativa prevede di calcolare gli areali vincolati sulla base del tempo impiegato da un inquinante per raggiungere le opere di captazione dall'istante in cui è pervenuto alla superficie della falda, senza considerare il tempo di percolazione verticale relativo al tragitto terreno - superficie piezometrica compiuto nel mezzo insaturo; questo approccio cautelativo è dovuto principalmente alla scarsa conoscenza che si ha dei processi di attenuazione che subisce il carico inquinante nel mezzo "non saturo".

La perimetrazione delle aree di salvaguardia dei pozzi e l'applicazione di una vincolistica che regoli l'uso del territorio, non è d'altronde di per sé sufficiente a garantire il mantenimento nel tempo dello stato qualitativo delle acque afferenti alle opere di captazione, dato che la propagazione di un inquinamento può provenire da zone a monte non vincolate.

Per tale ragione sarebbe opportuno predisporre, attorno alle zone di rispetto, un controllo permanente attuando un sistema di monitoraggio idrochimico che sia in grado di controllare i parametri qualitativi fondamentali consentendo una tempestiva segnalazione degli eventuali episodi di degrado in atto (la cosiddetta "protezione dinamica"); tali interventi potrebbero essere attuati utilizzando pozzi esistenti oppure attraverso la apposita realizzazione di una rete di piezometri di monitoraggio.

La loro funzione è quella di riuscire a intercettare un eventuale flusso idrico sotterraneo inquinato prima che esso possa raggiungere le opere di captazione nel tempo di sicurezza prefissato.

**Delimitazione delle zone di rispetto**

Sulla base della ricostruzione idrogeologica si è potuto rilevare che gli acquiferi captati dai pozzi acquedottistici del territorio comunale non risultano "protetti", in base alla definizione riportata dalla Delibera regionale 6/15137 del 27/6/1996, e perciò è attuabile una delimitazione delle zone di rispetto che faccia riferimento al criterio temporale anziché a quello geometrico.

L'utilizzo del criterio temporale consentirebbe infatti una delimitazione delle zone di rispetto che tiene maggiormente in considerazione le reali caratteristiche del flusso idrico sotterraneo evitando in tal modo una sovradimensionamento delle zone di rispetto che potrebbe verificarsi adottando il criterio geometrico, introdotto dalla normativa essenzialmente per gestire una fase di transizione in attesa di una regolamentazione maggiormente efficace.

Sulla base di uno studio di recente condotto è stata effettuato studio specifico diretto alla delimitazione delle zone di rispetto del pozzo di Vassena mediante il criterio temporale; tale studio ha condotto in un primo momento alla seguente parametrizzazione dell'acquifero captato:

<b>Numero pozzo</b>	<b>Portata (l/s)</b>	<b>Trammissività (m<sup>2</sup>/s)</b>	<b>Angolo deflusso falda</b>	<b>Gradiente piezometrico</b>	<b>Porosità efficace</b>
Vassena	14	3.7 · 10 <sup>-2</sup>	20°	0.004	0.3

I risultati delle simulazioni sono sintetizzati nella tabella sottostante:



Numero poz- zo	Estensione (ha)	Lunghezza verso monte (m)	Lunghezza verso valle (m)	Larghezza all'altezza del pozzo (m)	Larghezza massima (m)
Vassena	12.5	170	15	40	80

Per quanto concerne i centri di pericolo, sono segnalati nell'ambito della zona di rispetto stabilita con criterio geometrico, unicamente tratti della fognatura comunale della quale dovranno essere verificate le caratteristiche tecniche confrontandole con quelle richieste dalla normativa citata.

In corrispondenza delle sorgenti captate sono applicate le zone di rispetto con criterio geometrico vale a dire con raggio di 200 m nel settore di monte rispetto alla isoipsa dell'opera di presa.

### 11.2 Reticolo idrico minore

Nella carta sono riportate le fasce di rispetto individuate nell'ambito del reticolo idrico minore definito ai sensi della D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e smi.

In particolare, sulla base delle verifiche idrauliche descritte in precedenza e delle informazioni storiche raccolte, sono state individuate nell'ambito del territorio comunale due diverse estensioni delle fasce di rispetto, considerate su entrambe le sponde a partire dalla sommità della sponda incisa:

- 10 m: tale estensione è stata attribuita ai tratti montani e mediani dei corsi d'acqua e nei settori pedemontani che presentino criticità di natura idraulica riconducibile perlopiù alla presenza di sezioni di deflusso ridotte o dall'andamento piuttosto irregolare;
- 4 m: tale estensione è stata attribuita ai corsi d'acqua nell'ambito delle zone abitate pedemontante che non presentino settori critici dal punto di vista idraulico.

### 11.3 PAI

È stata redatta un'apposita cartografia "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI" (cfr. *Tavola 7* nella quale sono state proposte le modifiche e aggiornamenti risultanti dal presente studio.

Attualmente nel territorio di Oliveto Lario è delimitata un'area a rischio idrogeologico molto elevato nel settore del cosiddetto Sasso di Onno; tale delimitazione, definita con deliberazione n. 5/04 della seduta del 03/03/2004 del Comitato Istituzionale dell'ADBPO l'area è stata inserita nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato ai sensi legge 02/08/1998 n. 267 (2° aggiornamento del PS267) e con D.g.r. 05/12/2003 è inserita nel programma interventi di mitigazione con uno stanziamento pari a 100.000 euro.

La proposta di ripermimetrazione di tali aree inserite nei programmi di intervento della Regione Lombardia vengono valutate da parte delle competenti strutture regionali nell'ambito dell'iter attuativo degli interventi stessi. Le ripermimetrazioni diverranno efficaci ad interventi ultimati e collaudati e dovranno essere recepite nello strumento urbanistico comunale.

Dalla data del ricevimento i Comuni non possono rilasciare concessioni, autorizzazioni e nulla-osta relativi a trasformazioni del territorio in contrasto con le prescrizioni artt. 5 e 6 del Titolo II delle Norme di attuazione del PS267 fatti salvi gli interventi già autorizzati o per i quali sia stata presentata dia, sempre che i lavori siano stati iniziati precedentemente alla data di comunicazione. al titolare della concessione dovrà comunque essere comunicata notifica di condizione di pericolosità.

La delimitazione del settore di Onno è costituita dalle due zone previste (art. 49 comma 2 Norme di Attuazione PAI – Titolo IV – Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato):



- o ZONA 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso;
- o ZONA 2: area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni di instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni esposti.

Nell'ambito delle due zone le attività consentite e quelle vietate sono disciplinate dalle norme contenute nell'art. 50 del Titolo IV delle Norme di attuazione del PAI - Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato) di seguito riportato:

(art. 50 comma 1 Norme di Attuazione PAI – Titolo IV – Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato):

*Nella porzione contrassegnata come ZONA 1 delle aree di cui all'elaborato 1 del Piano, sono esclusivamente consentiti:*

- *gli interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 31 della legge 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;*
- *le azioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;*
- *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria relativi alle reti infrastrutturali;*
- *gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi delle leggi 1 giugno 1939, n. 1089 e 29 giugno 1939, n. 1497, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;*
- *gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico presente.*

art. 50 comma 3 Norme di Attuazione PAI – Titolo IV – Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato):

*Nella porzione contrassegnata come ZONA 2 delle aree di cui all'elaborato 1 del Piano sono esclusivamente consentiti, oltre agli interventi di cui ai precedenti commi:*

- *gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della legge 5 agosto 1978, n. 457;*
- *gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico-funzionale, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;*
- *la realizzazione di nuove attrezzature e infrastrutture rurali compatibili con le condizioni di dissesto presente; sono comunque escluse le nuove residenze rurali;*
- *gli interventi di adeguamento e ristrutturazione delle reti infrastrutturali.*



## 12. CARTA DI SINTESI

La “Carta di sintesi” (vedi *Tavola 4*) rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. La carta è costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica.

In particolare per il comune di Oliveto Lario sono state evidenziate le seguenti aree:

- **Aree pericolose dal punto di vista dell’instabilità dei versanti**
- Aree di frana attiva e quiescente;
- Aree di frana quiescente;
- Aree soggette a crolli di massi e a pericolosità potenziale per crolli;
- Aree a franosità superficiale attiva diffusa
- Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno;
- Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno
- **Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**
- Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile;
- Aree a bassa soggiacenza della falda
- **Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**
- Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali;
- Aree protette da interventi di difesa dalle inondazioni efficaci ed efficienti;
- Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo.

Sono state inoltre evidenziati i principali interventi di mitigazione e prevenzione del dissesto ed in particolare muri di sostegno e reti di ancoraggio.



### 13. FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La valutazione incrociata delle precedenti analisi con i fattori ambientali, territoriali e antropici, ha consentito di individuare sulla tavola “Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano” una serie di aree omogenee per complessità geologico-tecnica e idrogeologica. L’elaborato grafico comprende l’intero ambito territoriale sia alla scala 1:10.000 che con maggior dettaglio alla scala 1:5.000 (cfr. *Tavola 5*).

Inoltre le classi di fattibilità sono state confrontate con le delimitazioni delle aree a diversa pericolosità sismica locale (cfr. *Tavola 6*).

La zonizzazione è indipendente da altri vincoli quali paesaggistici e legati a beni ambientali, oltre che geologici come quelli costituiti dalle zone di tutela assoluta e di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile e del reticolo idrico minore.

Per ciascuna sottoclasse individuata sono indicate le principali problematiche presenti e gli approfondimenti geologico-tecnici richiesti per procedere alla trasformazione d’uso.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti richiesti per le diverse classi di fattibilità dovranno essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell’intervento e alla progettazione stessa.

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

Le indagini geologiche e geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera; per ottenere la caratterizzazione del sito si potranno utilizzare (si riportano a puro titolo di esempio in quanto la tipologia di indagine è a discrezione del professionista abilitato) alcune tipologie di indagini geognostiche dirette quali penetrometrie o sondaggi con esecuzione di SPT, indagini geofisiche a completamento di quanto emerso con le indagini dirette quali SEV (Sondaggi Elettrici Verticali), sismica a rifrazione, magnetometrie, posa in opera di piezometri e prove di permeabilità in sito oltre a prove geotecniche di laboratorio.

Si precisa inoltre che, in accordo con quanto già ricordato in premessa, le indagini geotecniche e gli studi geologico-idrogeologici prescritti per i differenti ambiti di pericolosità e di seguito specificati devono essere effettuati preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini previste dal D.M. 14/09/2005 “Norme tecniche per le costruzioni”.

Nel territorio comunale sono state individuate tre classi principali.

#### **13.1 Classe due. Fattibilità con modeste limitazioni**

In questa classe ricadono le aree 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.

Puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d’uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico tecnico o idrogeologico.

Le indagini di dettaglio dovranno essere volte alla determinazione della capacità portante ammissibile e dei cedimenti previsti nei terreni di fondazione. È inoltre da prevedersi una verifica di stabilità dei fronti di scavo al fine di prevedere le opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere e la progettazione di un idoneo sistema di regimazione idraulica per lo smaltimento delle acque superficiali.



Tali settori si individuano in particolare negli ambiti meno acclivi nella zona della Limontasca e della Madonna del Ghisallo e nel settore rivierasco di Limonta.

### **13.2 Classe tre. 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 delle destinazioni d'uso. L'utilizzo di queste aree sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine finalizzati alla valutazione della compatibilità tecnico-economica degli interventi con i dissesti in atto o potenziali oltre alla valutazione della realizzazione di specifiche opere di difesa.

Si precisa inoltre che, in accordo con quanto già ricordato in premessa, le indagini geotecniche e gli studi geologico-idrogeologici prescritti per i differenti ambiti di pericolosità e di seguito specificati devono essere effettuati preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini previste dal D.M. 14/09/2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Le aree che ricadono in questa classe hanno problemi di pericolosità legate all'acclività dei versanti, alla elevata vulnerabilità degli acquiferi captati, alla bassa soggiacenze della falda e a settori di conoide.

#### **Sottoclasse 3a Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni.**

In questa sottoclasse sono state inseriti ampi settori del territorio comunale che presentano caratteri analoghi a quelli della sottoclasse 4d; rispetto a quest'ultima è contraddistinta da ambiti a minore acclività (ca. minore di  $20\div 25^\circ$ ) nei quali si hanno affioramenti diffusi delle formazioni di copertura superficiale anche se di limitato spessore.

La presenza di terreni con caratteristiche geotecniche variabili in settori di versante oltre al possibile innesco di fenomeni evolutivi della scarpata connessi principalmente alla regimazione delle acque superficiali rende necessaria, oltre alla determinazione della capacità portante ammissibile e dei cedimenti previsti nei terreni di fondazione, una verifica di stabilità dei versanti e della stabilità dei fronti di scavo al fine di prevedere le opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere e la progettazione di un idoneo sistema di regimazione idraulica per lo smaltimento delle acque superficiali.

Nei casi in cui il substrato roccioso sia subaffiorante si dovrà valutare in modo puntuale la stabilità del pendio caratterizzando l'ammasso roccioso mediante opportune indagini e rilievi strutturali di dettaglio, esecuzione ad es. del test di Markland, oltre allo studio delle possibili direzioni di caduta ed accumulo massi. Inoltre, dovranno essere individuate le eventuali aree da sottoporre a disgregazione e valutate le opportune opere di difesa passiva da attuare (ad es. reti paramassi) e le caratteristiche del substrato delle fondazioni delle opere da porre in opera.

Tali settori si individuano in corrispondenza degli ambiti pedemontani degli abitati di Limonta, Vassena e Onno e nei settori di raccordo con la classe 2 nelle località Limontasce e Ghisallo.

#### **Sottoclasse 3b Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile.**

Sono i settori posti in corrispondenza dell'affioramento dei depositi di conoide e di detrito di falda posti all'altezza delle località Vassena e Onno; in tali depositi, presso Vassena sono stati perforati i n. 2 pozzi attualmente utilizzati per l'approvvigionamento idropotabile mentre il settore di conoide di Onno potrebbe in futuro essere oggetto di indagini finalizzate al reperimento di risorse idriche sotterranee.

Il rischio potenziale è legato all'elevata vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero libero per asportazione della zona non satura sommatatale e per eventuali sversamenti di sostanze inquinanti.

Nell'ambito di tali settori è opportuno che eventuali interventi siano messi in opera e portati a realizzazione in modo da comportare la minima esposizione ad agenti potenzialmente inquinanti della fal-



da; inoltre, in questi settori le prescrizioni a supporto degli interventi sono finalizzate innanzitutto ad una corretta valutazione delle tipologie di fondazione e di drenaggio delle acque superficiali e sotterranee. Si ritiene opportuno effettuare un monitoraggio per caratterizzare le variazioni dei livelli di falda mediante la messa in opera di uno o più piezometri. Sulla base di queste evidenze si programmeranno gli eventuali sbancamenti necessari per la realizzazione degli interventi e la tipologia stessa delle modalità di intervento che dovranno descrivere le modalità di scavo e le precauzioni intraprese per evitare contaminazioni.

### **Sottoclasse 3c Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese**

Alcuni settori delle aree rivierasche poste nei pressi di località Sant'Anna in Onno, presentano evidenze di ristagno idrico date dalla presenza di una falda posta a bassa soggiacenza che, in occasione di eventi alluvionali intensi, diviene subaffiorante.

In queste aree le prescrizioni a supporto degli interventi sono finalizzate ad una corretta valutazione delle tipologie di fondazione, di drenaggio delle acque superficiali e sotterranee. Oltre a quanto previsto dal D.M. 14/09/2005 si dovranno effettuare S.E.V. e mettere in posto dei piezometri per un tempo sufficiente per la valutazione della variazione del livello di falda. Sulla base di queste evidenze si programmeranno gli eventuali sbancamenti necessari per la realizzazione degli interventi e la tipologia stessa delle modalità di intervento.

### **Sottoclasse 3d Aree protette da interventi di difesa dalle esondazione efficaci ed efficienti**

Si tratta delle aree di potenziale espansione della conoide alluvionale della Val Cerina e della Valle dei Lim; tali settori sono compatibili con l'urbanizzazione data la presenza di opere di mitigazione del rischio quali opere di difesa idrauliche (briglie, soglie, difese spondali). Oltre a quanto specificato nel D.M. 14/09/2005, la relazione geologica e idrogeologica, dovrà specificare gli accorgimenti messi in opera per evitare fenomeni di ammaloramento delle strutture, difese dal battente d'acqua e misure di prevenzione dell'inquinamento delle falde. Si fa riferimento in particolare a serbatoi di materiale combustibile al di sotto del piano campagna.

47/60

### **Sottoclasse 3e Aree allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali e con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua**

Ricade in tale sottoclasse un settore di località Limontasca posto in sponda idrografica sinistra del tratto iniziale del corso d'acqua della Valle di Voglia.

Oltre a quanto specificato nel D.M. 14/09/2005, andrà effettuato uno studio di dettaglio contenente valutazioni di natura idraulica volte in particolare a determinare i battenti idrici attesi che dovranno indirizzare la progettazione di eventuali opere di mitigazione del rischio o mediante accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e consentano una facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili.

### **Sottoclasse 3f Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei settori di conoide**

Ricadono in tale sottoclasse i settori di conoide ad eccezione di quello della Val Cerina-Val dei Lim studiato nel dettaglio in uno studio precedente e ricadente nella sottoclasse 3d.

In analogia a quanto specificato per la classe 3e, oltre a quanto previsto nel D.M. 14/09/2005, andrà effettuato uno studio di dettaglio contenente valutazioni di natura idraulica volte in particolare a determinare i battenti idrici attesi che dovranno indirizzare la progettazione di eventuali opere di mitiga-



zione del rischio o mediante accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e consentano una facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili.

### **13.3 Classe quattro. Fattibilità con gravi limitazioni**

L'alta pericolosità e vulnerabilità comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle aree. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentite esclusivamente 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.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio. A tal fine alle istanze per l'approvazione da parte delle autorità comunali, dovrà essere allegata l'apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grande attenzione geologico, idrogeologico ed idraulico.

Di seguito le tipologie di zonizzazione in classe quattro per cui non si indicano prescrizioni diverse da quanto previsto dal D.M. 14/09/2005 "Norme tecniche per le costruzioni" e quanto sopra specificato.

#### **Sottoclasse 4a Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo)**

Si tratta di alcuni settori delle aree di affioramento del substrato roccioso, ubicate in corrispondenza di settori contraddistinti da pareti sub-verticali ed individuate sulla base di dati bibliografici ed evidenze in sito.

In tali aree si possono individuare pareti sub-verticali con deposito di detrito alla base, ed evidenze morfologiche e strutturali che indicano la possibilità di crollo di singoli blocchi o crolli in massa.

Alcuni settori sono individuati in corrispondenza dei versanti occidentali del M. Carnasca (a Nord di Limonta) e del Castel de Leves (a monte di Onno) oltre che nel versante sottostante Civenna (compreso tra Limonta e Vassena).

#### **Sottoclasse 4b Aree di frana attiva e a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso).**

Queste aree coincidono con le **aree delle frane storiche** e di cui si hanno evidenze sul terreno; esse sono state delimitate anche sulla base della carta Inventario dei fenomeni franosi regionale, in particolare si tratta di aree con scarsa freschezza dell'accumulo franoso, per la presenza di vegetazione e di un reticolo di drenaggio ben sviluppato.

In particolare ricadono in questa classe i dissesti verificatisi successivamente all'evento alluvionale del novembre 2002 verificatisi in località Limonta.

#### **Sottoclasse 4c Aree di frana quiescente e a franosità superficiale attiva quiescente (scivolamenti, soliflusso).**

Queste aree coincidono con le **aree delle frane storiche** e di cui si hanno evidenze sul terreno; esse sono state delimitate anche sulla base della carta Inventario dei fenomeni franosi regionale, in particolare si tratta di aree con scarsa freschezza dell'accumulo franoso, per la presenza di vegetazione e di un reticolo di drenaggio ben sviluppato.



In particolare ricadono in questa classe i dissesti individuati mediante analisi fotogrammetrica e riscontrata con evidenze in sito.

**Sottoclasse 4d Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)**

Si tratta dei settori di versante aventi pendenza significativa (ca. maggiore di 20÷25°) con evidenze morfologiche e strutturali che indicano la possibilità di scivolamenti della copertura superficiale morenica o eluviale.

**Sottoclasse 4e Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno**

Sono le aree individuate lungo le incisioni vallive primarie (Valle Bianca, Val Ferrera, Val Vassena, Valle Scura, Valle Varcio, Valle del Ponte Cesura e Valle di Voglia) ed in corrispondenza di vallecole secondarie afferenti ai bacini idrografici principali. In particolare si sviluppano lungo impluvi e canali nei quali a volte si osservano piccoli depositi di detrito, barre laterali lasciate dalle colate, segni di trasporto sul substrato roccioso. Le aree attive presentano evidenze di freschezza morfologica, in particolare detrito senza vegetazione, le zone quiescenti presentano scarse evidenze di freschezza morfologica con vegetazione molto sviluppata.

Nella tavola tali aree sono state ricomprese graficamente nell'ambito delle fasce di rispetto del reticolo idrografico; pertanto per la normativa in tale settore si deve fare riferimento al regolamento comunale di polizia idraulica (ai sensi della D.G.R. 7/13950/2003).

Diverse classi si sovrappongono nella propria estensione, in questi casi gli interventi sono subordinati alla realizzazione **dell'insieme delle indicazioni descritte in calce a ogni singola classe.**

Si specifica inoltre che in corrispondenze dei settori di Onno ricadenti rispettivamente nelle zone 1 e 2 delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, oltre alle prescrizioni sopra descritte, vanno applicate le norme riportate nel precedente paragrafo 11.3.

**Infine si ribadiscono le prescrizioni generali relative alla componente sismica:**

In caso di progettazione ed esecuzione di edifici non ricadenti nella casistica degli edifici strategici e rilevanti come definiti ai sensi della d.g.r. N°14964/2003-elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, saranno presi come riferimento i valori di Fattore soglia di amplificazione forniti dalla Regione Lombardia forniti dalla Regione Lombardia per il territorio di Oliveto Lario e di seguito riportati:

CATEGORIA DI SUOLO	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE
	Intervallo di periodo 0.1-0.5	Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
A	1,2	1,6
B – C – E	1,5	2,5



CATEGORIA DI SUOLO	FATTORE DI AMPLIFICA- ZIONE	FATTORE DI AMPLIFICA- ZIONE
	Intervallo di periodo 0.1-0.5	Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
<b>D</b>	1,6	4,1

Fattori di amplificazione per periodi e suoli differenti

- In caso di progettazione ed esecuzione di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) nei settori Z3a, Z4a e Z4c dovrà essere realizzata analisi di sismicità di II° livello utilizzando dati di input acquisiti con specifiche prove in sito e nel caso il fattore di amplificazione (Fa) non fosse rispettato si procederà con analisi di approfondimento di III° livello;
- In caso di progettazione ed esecuzione di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) nei settori Z1a, Z1b, Z1c, Z2 e Z5 si passerà immediatamente ad una analisi di approfondimento di III° livello.



## BIBLIOGRAFIA

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI LECCO ,2004	I piani paesistici della provincia di Lecco.
AQUATER, 1985	Indagini sull'ambiente fisico della provincia di Como.
AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (PARMA), 1999	Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della Legge 1989, n. 183 e successive modifiche e integrazioni
BANTI M. E R , FILIPPIS E. ET AL., 1983	Il fenomeno carsico e l'idrologia ipogea del monte Bisbino.
BELLONI S., 1975	Il clima delle province di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici.
BERETTA G.P.ET AL., 1984	Lineamenti idrogeologici del settore sublacuale della provincia di Como
BINI A:, 1977	Natura in Lombardia, le grotte.
BINI A:, 1987	L'apparato würmiano di Como.
BRUNO V., 1999	Memoria sul progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico
C.N.R.-G.N.D.C.I.	Catasto A.V.I. (aree vulnerate italiane), informazioni generali sugli eventi di esondazione e frana pregressi
CANCELLI A. & G. CROSTA, 1994	Le frane nelle coltri di copertura, Corso di aggiornamento in geotecnica, Udine
CHIESA G:, 1986	Inquinamento acque sotterranee
DE CAPITANI ET AL.,	Caratteri idrogeochimici della regione ad ovest di Como.
DELLA TORRE U., FRANCANI V.	Studio idrogeologico dei dissesti del bacino lariano.
DESIO A. ET AL., 1973	Geologia d'Italia
DI MOLFETTA, 1992	La valutazione delle potenzialità degli acquiferi mediante correlazione con la portata specifica, IGEA, n.1, 1992, pagg. 81-86
FRANCANI V.	Caratteri idrogeologici della parte meridionale della provincia di Como.
GREEN, H.W. & AMPT, G.A. 1911	Studies on soil physics. 1 The flow of air and water through soils. J Agric. Sci., 4, 1-24
MANCINI F., 1966	Breve commento alla Carta dei suoli d'Italia
NANGERONI G., 1974	La geomorfologia delle montagne lariane.
REGIONE LOMBARDIA-CNR IRPI PERUGIA-CNR CSITE BOLOGNA, -UNIVERSITÀ DI MILANO BICOCCA DI-PARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE E GEOTECNOLOGIA, 2001	Valutazione della pericolosità e del rischio da frana
REGIONE LOMBARDIA, DIREZIONE GENERALE OPERE PUBBLICHE	I° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile.



CHE E PROTEZIONE CIVILE, SERVIZIO PROTEZIONE CIVILE	Ai sensi art. 12 comma 2 legge 24 Febbraio 1992, n. 225
REGIONE LOMBARDIA, DIREZIONE GENERALE TERRITORIO E RISCHI IDROGEOLOGICI	Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia
SKEMPTON, A.W. & F.A. DE LORY, 1957	Stability of natural slopes in London Clay. Proc. 4th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Engrg., v.2,378-381
U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE, 1972	Hydrology. National Engineering Handbook. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Section 4
VERSACE P., CANUTI P. , M. CIVITA, C. LANDRINI, L. NATALE, 1995	Linee guida per l'attuazione dei programmi di previsione e prevenzione del rischio idrogeologico, GNDICI, Roma.
VV.AA.,	Carta Geologica della Lombardia alla scala 1 :250.000
VV.AA.,	Carta Geologica d'Italia alla scala 1 :100.000. Foglio Como
VV.AA., 1987	Atti del convegno sul tema : "Geologia Lariana"
VV.AA: , 1988	Proposta di normativa per l'istituzione di fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee
VV.AA: , 1990	Guide geologiche regionali Alpi e Prealpi lombarde
WALLACE, K. B. (1977)	Moisture transients at the pavement edge: analytical studies of the influence of materials and cross-section design. Geotechnique, 27, 4, 497-516
PTCP PROVINCIA DI LECCO 2003	Carta inventario dei dissesti
REGIONE LOMBARDIA	Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia
STUDIO GEOLOGICO TECNICO LEC- CHESE 2005	Relazione geognostica e geotecnica per nuova edificazione in Onno nel comune di Oliveto Lario
DOTT.GEOL.ROSSINI 2004	Verifica fattibilità geologica ed idrogeologica di un intervento edificatorio in via Aldo Moro, Loc. Onno.
STUDIO GEOPLAN 2004	.Relazione geotecnica su un terreno di fondazione per un nuovo edificio residenziale in Oliveto Lario , via Marconi
DOTT.GEOL.ROSSINI 2005	Verifica della fattibilità geologica ed idrogeologica della costruzione di un fabbricato produttivo in località Onno .
DOTT.GEOL.ROSSINI 2004	Verifica fattibilità geologica ed idrogeologica della costruzione di una villetta in via Diaz, Loc. Limonta.
GEOPLANET, 2006	Indagine geologico tecnica per la realizzazione di un nuovo edificio residenziale, in via Aldo Moro , Loc. Onno
DOTT.GEOL. PELLEGATTA,	Studio idrogeologico finalizzato al riordino del sistema di approvvigionamento idrico del comune di Oliveto Lario
DOTT.GEOL. PELLEGATTA,	Relazione tecnica per la chiusura di un pozzo in comune di Oliveto Lario, Loc. Uccio
DOTT.GEOL. PELLEGATTA,	Proposta di perimetrazione delle fasce di rispetto del pozzo pubblico ad



	uso potabile in località Vassena
STUDIO DI INGEGNERIA BROGGI & MARELLI 2004	Analisi delle infrastrutture e piano degli interventi di ottimizzazione dell'acquedotto comunale
DOTT. PIETRO ALBORGHETTI 2005	Indagine geologico-tecnica sui terreni siti in località Limonte F.n°9 – mapp 1502/e
MANCINI F., 1966	Breve commento alla Carta dei suoli d'Italia
NANGERONI G., 1969	Note geomorfologiche sui monti ad occidente del Lario comasco.
NANGERONI G., 1974	La geomorfologia delle montagne lariane.
REGIONE LOMBARDIA-CNR IRPI PERUGIA-CNR CSITE BOLOGNA, -UNIVERSITÀ DI MILANO BICOCCA DI-PARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE E GEOTECNOLOGIA, 2001	Valutazione della pericolosità e del rischio da frana
REGIONE LOMBARDIA, DIREZIONE GENERALE OPERE PUBBLICHE E PROTEZIONE CIVILE, SERVIZIO PROTEZIONE CIVILE	I° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile. Ai sensi art. 12 comma 2 legge 24 Febbraio 1992, n. 225
REGIONE LOMBARDIA, DIREZIONE GENERALE TERRITORIO E RISCHI IDROGEOLOGICI	Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia
RIVA A., 1951	Gli anfiteatri morenici a Sud del Lario e le pianure diluviali tra l'Adda e l'Olon.
ROTONDARO G., 1991	Studio idrogeologico per la tutela della falda idrica nei bacini dell'Alto Seveso e Alto Lura.
SKEMPTON, A.W. & F.A. DE LORY, 1957	Stability of natural slopes in London Clay. Proc. 4th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Engrg., v.2,378-381
U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE, 1972	Hydrology. National Engineering Handbook. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Section 4
VERSACE P., CANUTI P., M. CIVITA, C. LANDRINI, L. NATALE, 1995	Linee guida per l'attuazione dei programmi di previsione e prevenzione del rischio idrogeologico, GNDICI, Roma.
VV.AA.,	Carta Geologica della Lombardia alla scala 1 :250.000
VV.AA.,	Carta Geologica d'Italia alla scala 1 :100.000. Foglio Como
VV.AA., 1987	Atti del convegno sul tema : "Geologia Lariana"
VV.AA: , 1988	Proposta di normativa per l'istituzione di fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee
VV.AA: , 1990	Guide geologiche regionali Alpi e Prealpi lombarde
WALLACE, K. B. (1977)	Moisture transients at the pavement edge: analytical studies of the influence of materials and cross-section design. Geotechnique, 27, 4, 497-516.



## AUTORI



### **Consulenze geologiche e ambientali**

Via S. Giacomo 53 22100 Como  
Tel. (031) 53.40.102 Fax:(031) 68.53.111;  
E-mail: geologia@v-ger.it

### **Dr. Geol. Vittorio Bruno**

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 840  
Iscritto ALBO Consulenti Tecnici Ufficio del Tribunale di COMO

### **Dr. Geol. Giorgio Cardin**

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 1080

### **Dr. Geol. Marco Cattaneo**

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 958

Como, 07 Novembre 2007



---

## ALLEGATI

---

- Schede dissesti tratte dal database “Inventario delle frane e dei dissesti della Regione Lombardia”
- Segnalazioni dissesti eventi del 2005 (S.T.E.R. di Lecco)
- Sezione idrogeologica schematica tratta da Studio Pellegatta “ Proposta di perimetrazione delle fasce di rispetto del pozzo pubblico ad uso potabile in località Vassena”
- Stratigrafia pozzo comunale Vassena
- Tabelle tratte da studio reticolo idrico minore



**Schede dissesti tratte dal database “GEOIFFI” della Regione Lombardia”**





## Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

# GeOFFINet

  
Da' aria nuova alle tue idee.

### DETTAGLI FRANA

**Id. frana****0971749900****Primo Livello**GeneralitàClassificazione/AttivitàMetodo Valutazione

### Generalità

#### Localizzazione

**Regione** Lombardia**Provincia** Lecco**Comune** Oliveto Lario**Autorità di bacino** Po**Toponimo IGM** Madonna del Moletto**Sigla**

R3

#### Compilazione

**Data** 2004-06-29**Compilatore** Pozza Francesco**Istituzione** Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici**Note**

Dissesto dell'alluvione novembre 2002.

**Carg**

NO

**CTR**

Scala 1:

Numero

Toponimo

**Dati Correlati**Secondo LivelloTerzo LivelloCartografia[\\* Home](#)



**Id. frana**

**0971749900**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

**Livello 1 - Classificazione/Attività**

**Classificazione**

**Tipo movimento**

**Note**

Scivolamento rotazionale/traslativo  
Il rischio di un cedimento improvviso dell'intero volume interessato ha comportato la chiusura della SP.

**Attività**

**Stato**

Attivo/riattivato/sospeso

**Data della più recente**

2002-12-02 00:00:00.0

osservazione  
che ha permesso di  
determinare  
lo stato di attività

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

**Home**



### DETTAGLI FRANA

**Id. frana**

**0971749600**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

Dettaglio danni

### Generalità

#### Localizzazione

**Regione** Lombardia

**Provincia** Lecco

**Comune** Oliveto Lario

**Autorità di bacino** Po

**Toponimo IGM** Limonta

**Sigla**

**Sigla** R4

#### Compilazione

**Data** 2004-06-29

**Compilatore** Pozza Francesco

**Istituzione** Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici

**Note**

Dissesto dell'alluvione novembre 2002.

**Carg**

**Carg** NO

**CTR**

**Scala 1:**

**Numero**

**Toponimo**

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia



### DETTAGLI FRANA

**Id. frana**

**0971749600**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

Dettaglio danni

**Livello 1 - Classificazione/Attività**

**Classificazione**

**Tipo movimento**

**Note**

**Attività**

Scioglimento rotazionale/traslativo  
Soil slip evoluto in colata.



**Stato**

**Data della più recente osservazione** 2002-12-02 00:00:00.0  
**che ha permesso di determinare lo stato di attività** Attivo/riattivato/sospeso

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

**Home**



## DETTAGLI FRANA

**Id. frana**

**0971749600**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

Dettaglio danni

**Livello 1 - Stima dei danni**

**Stima dei danni**

Edifici isolati/case sparse

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

**Home**



**Id. frana**

**0971749700**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

**Generalità**

**Localizzazione**

**Regione** Lombardia

**Provincia** Lecco

**Comune** Oliveto Lario

**Autorità di bacino** Po

**Toponimo IGM** Limonta

**Sigla**

**Sigla** R4

**Compilazione**

**Data** 2004-06-29

**Compilatore** Pozza Francesco

**Istituzione** Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici

**Note**

Dissesto alluvione novembre 2002

**Carg**

**Carg** NO

**CTR**

**Scala 1:**

**Numero**

**Toponimo**

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

**Home**



**Id. frana**

**0971749700**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

**Livello 1 - Classificazione/Attività**

**Classificazione**

**Tipo movimento**

**Note**

**Attività**

Sviluppo rotazionale/traslativo

**Stato**

Data della più recente osservazione 2002-12-02 00:00:00.0

che ha permesso di determinare lo stato di attività

Attivo/riattivato/sospeso

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

Home



### DETTAGLI FRANA

**Id. frana**

**0971749700**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

### Generalità

#### Localizzazione

**Regione** Lombardia  
**Provincia** Lecco  
**Comune** Oliveto Lario  
**Autorità di bacino** Po  
**Toponimo IGM** Limonta

#### Sigla

R4

#### Compilazione

**Data** 2004-06-29

**Compilatore** Pozza Francesco

**Istituzione** Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici

#### Note

Dissesto alluvione novembre 2002

#### Carg

NO

#### CTR

**Scala 1:**  
**Numero**  
**Toponimo**

### Dati Correlati

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

Home



**Id. frana**

**0971749700**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

**Livello 1 - Classificazione/Attività**

**Classificazione**

**Tipo movimento**

**Note**

**Attività**

Sviluppo rotazionale/traslativo

**Stato**

Data della più recente osservazione 2002-12-02 00:00:00.0

che ha permesso di determinare lo stato di attività

Attivo/riattivato/sospeso

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

**Home**



**Id. frana**

**0971749700**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

**Livello 1 - Stima dei danni**

**Stima dei danni**

Strade

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia



### DETTAGLI FRANA

**Id. frana**

**0971749800**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Dettaglio danni

### Generalità

#### Localizzazione

**Regione** Lombardia  
**Provincia** Lecco  
**Comune** Oliveto Lario  
**Autorità di bacino** Po  
**Toponimo IGM** Madregnino

#### Sigla

**Sigla** R3

#### Compilazione

**Data** 2004-06-29

**Compilatore** Pozza Francesco

**Istituzione** Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici

#### Note

Dissesto dell'alluvione novembre 2002.

#### Carg

**Carg** NO

#### CTR

**Scala 1:**  
**Numero**  
**Toponimo**

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia



### DETTAGLI FRANA

**Id. frana**

**0971749800**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Dettaglio danni

### Generalità

#### Localizzazione

**Regione** Lombardia  
**Provincia** Lecco  
**Comune** Oliveto Lario  
**Autorità di bacino** Po  
**Toponimo IGM** Madregnino

#### Sigla

**Sigla** R3

#### Compilazione

**Data** 2004-06-29

**Compilatore** Pozza Francesco

**Istituzione** Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici

#### Note

Dissesto dell'alluvione novembre 2002.

#### Carg

**Carg** NO

#### CTR

**Scala 1:**  
**Numero**  
**Toponimo**

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia



**Id. frana**

**0971751300**

**Primo Livello**

[Generalità](#)

[Classificazione/Attività](#)

[Metodo Valutazione](#)

[Stima dei danni](#)

[Dettaglio danni](#)

[Archivi](#)

[Documenti Iconografici](#)

[Documenti](#)

**Dati Correlati**

[Secondo Livello](#)

[Terzo Livello](#)

[Cartografia](#)

[\\* Home](#)

### Generalità

#### Localizzazione

**Regione**

Lombardia

**Provincia**

Lecco

**Comune**

Oliveto Lario

**Autorità di bacino**

Po

**Toponimo IGM**

Onno

**Sigla**

R4

**Compilazione**

**Data**

2005-12-12

**Compilatore**

gestelena

**Istituzione**

Regione Lombardia

**Note**

Nel crollo del 1984 sono state evacuate 49 persone. Il vallo paramassi realizzato è lungo 220 m, di ampiezza compresa fra 5-10 m, delimitato a vallo da un muro alto al max. 8 m alla cui sommità sono annegate delle putrelle di altezza variabile fino a un max di 4 m. A monte del vallo a una distanza di circa 20 m si trovano delle barriere elastoplastiche disposte a sbalzo sulla parete.

**Carg**

**Carg**

NO

**CTR**

**Scala 1:**

**Numero**

**Toponimo**

**Id. frana**

**0971751300**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

Dettaglio danni

Archivi

Documenti Iconografici

Documenti

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

 Home

**Livello 1 - Stima dei danni**



**Stima dei danni**

Nuclei/centri abitati

Persone

**Id. frana**

**0971751300**

**Primo Livello**

Generalità

Classificazione/Attività

Metodo Valutazione

Stima dei danni

Dettaglio danni

Archivi

Documenti Iconografici

**Livello 1 - Dettaglio dei danni**

<b>Persone</b>	SI
<b>Morti</b>	SI
<b>Numero Morti</b>	1
<b>Feriti</b>	
<b>Numero Feriti</b>	
<b>Edifici</b>	SI

**Dati Correlati**

Secondo Livello

Terzo Livello

Cartografia

 Home

**Segnalazioni dissesti eventi del 2005 (S.T.E.R. di Lecco)**



**Sezione idrogeologica schematica tratta da Studio Pellegatta “ Proposta di perimetrazione delle fasce di rispetto del pozzo pubblico ad uso potabile in località Vassena”**



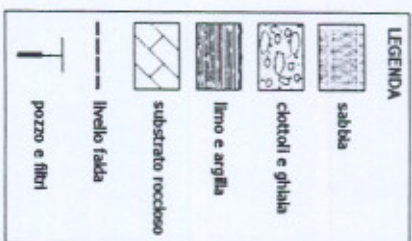
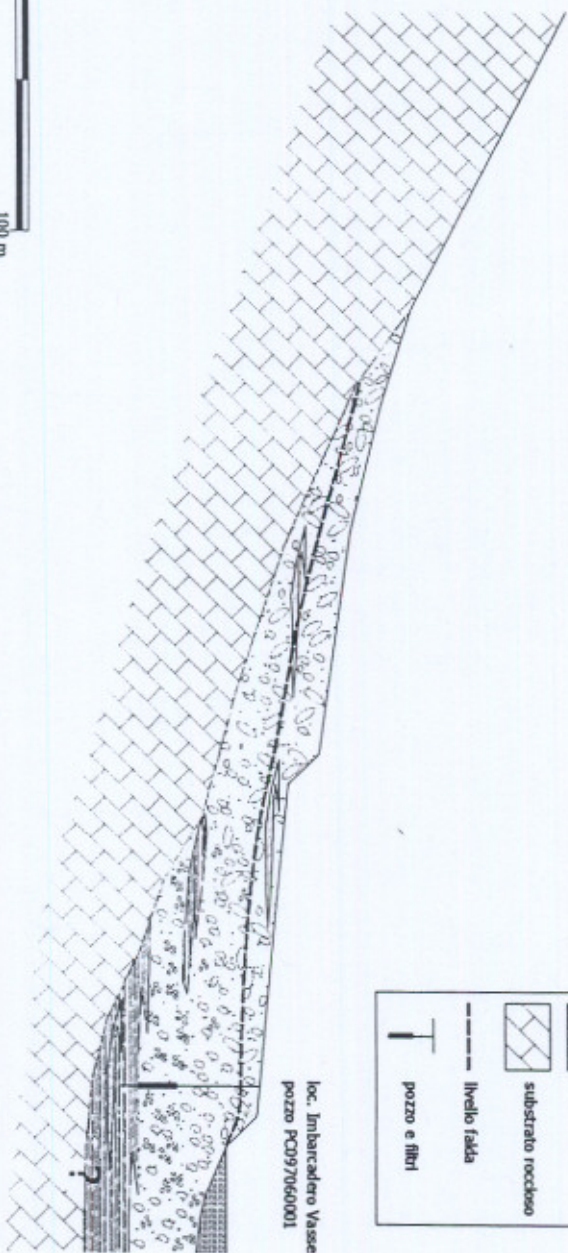
O

E

m s.l.m.

300  
290  
280  
270  
260  
250  
240  
230  
220  
210  
200  
195  
190

0 100 m

loc. Imbarcadere Vassena  
pozzo PC097060001

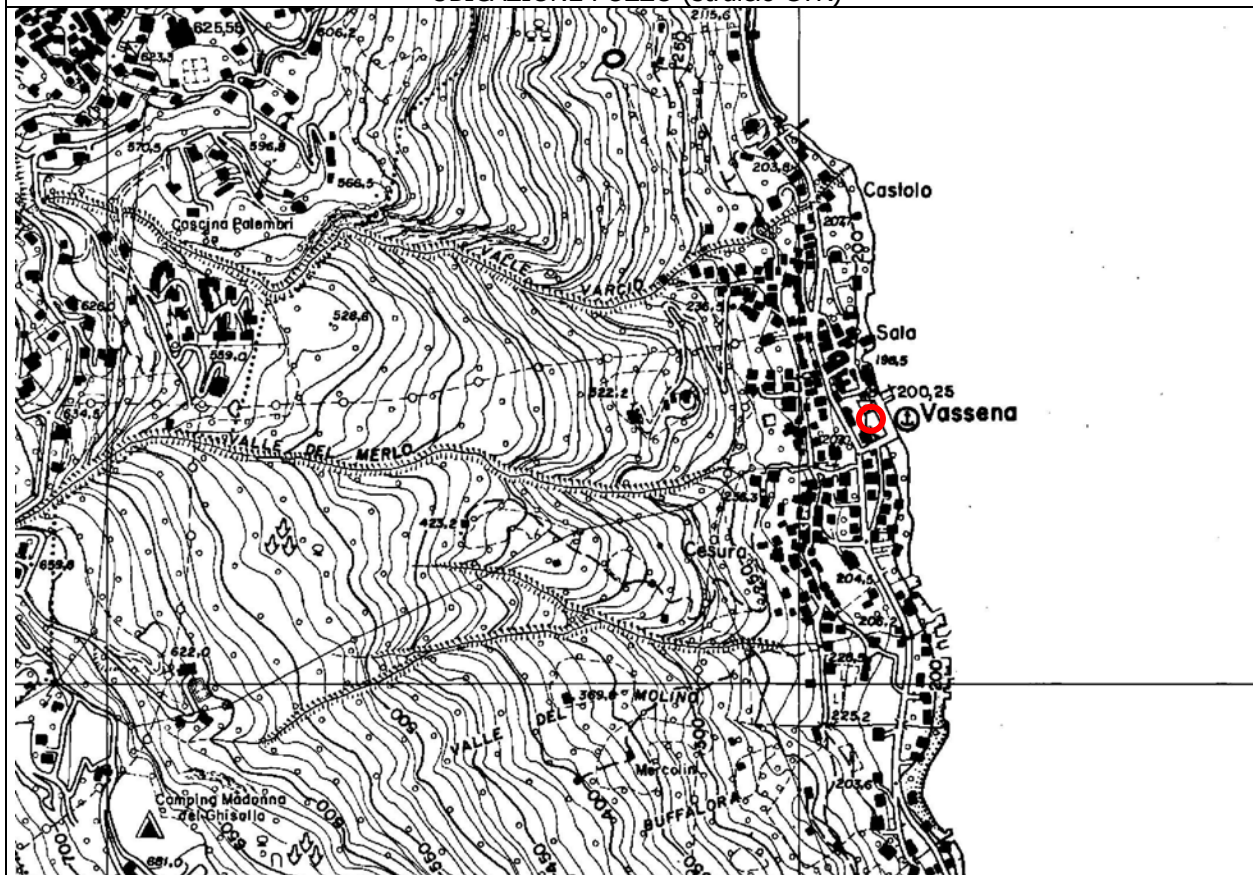
**Stratigrafia pozzo comunale Vassena**



## 1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	<b>1- VASSENA (cod. Provincia LC016231993)</b>	
Località	Vassena – piazza Conciliazione	
Comune	Oliveto Lario	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B4c2	
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1522115 – 5086380	
Dati catastali	Foglio n. 8	Mappale n.
Quota piano campagna (m s.l.m.)	202.5	
Quota testa pozzo (m s.l.m.)	-	

### UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)

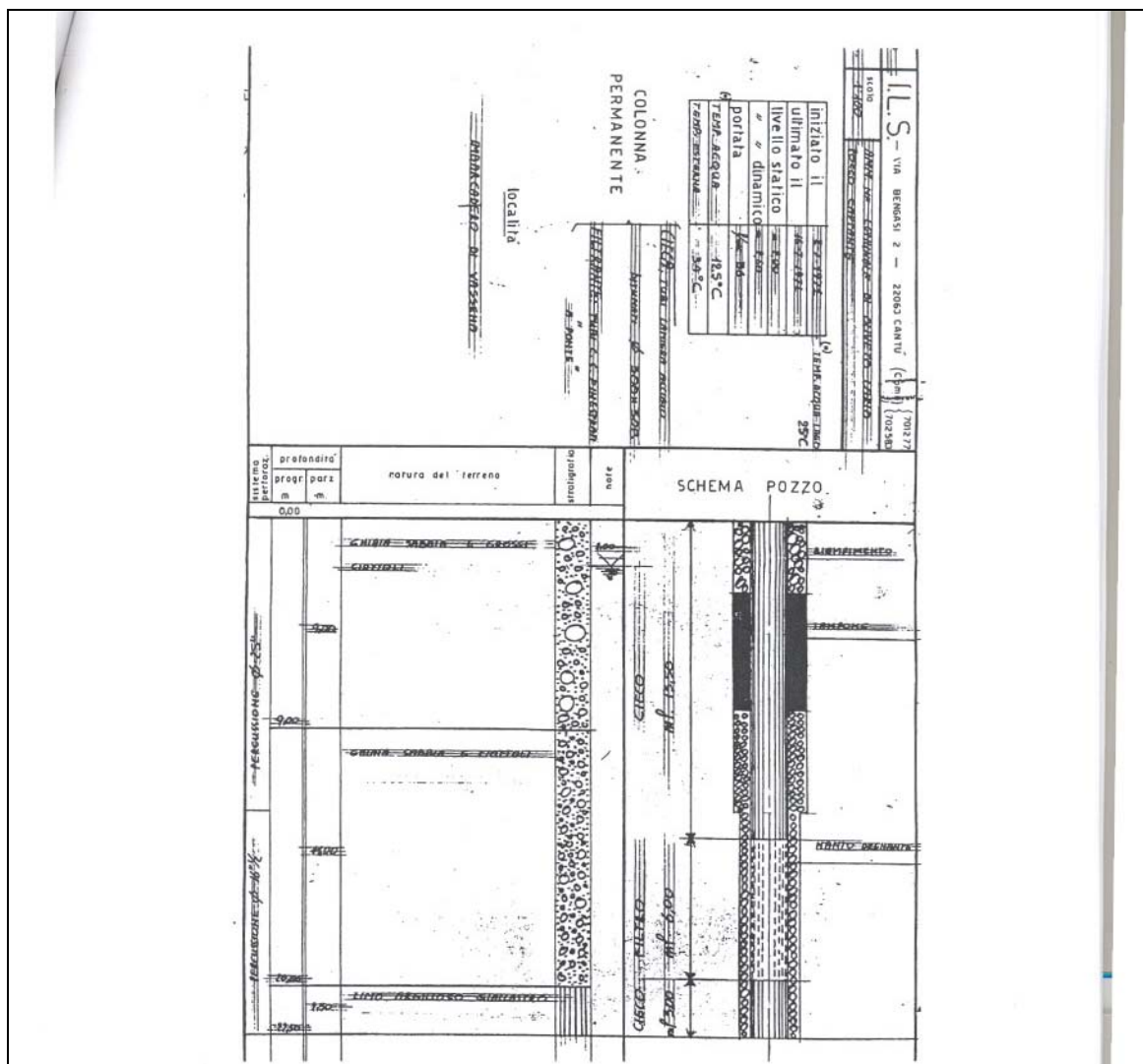


## 2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	<b>Comune di Oliveto Lario</b>		
Ditta esecutrice	I.L.S. Cantù		
Anno	1971		
Stato di attività	attivo : SI	disuso : NO	cementato : NO
Stato di conservazione	insuff. :	suff. : si	buono :
Tipologia cameretta avampozzo	Sotto tombino stradale		
Posizionamento cameretta	Superficie: no	Locale seminterrato: si	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore	Si		
Tipo elettropompa	Grundfos SP-30 MS6000 e Grundfos SP-5-33 MS4000		
Potenza	15 kw – 4.3 kw		
Prevalenza – Portata	137 m – 7.8 l/s e 130 m – 1.4 l/s		
Portata media utilizzo	14 l/s		
Volume di acqua prelevato nel corso dell'anno	-		

SCHEMA DI COMPLETAMENTO						
Tubazione						
Tubazione n.	Diametro mm	da m.	a m.	Filtri	da m.	a m.
<b>1</b>	<b>300</b>	<b>0</b>	<b>22.5</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>19</b>
Setti impermeabili						
Tipo		da m.		a m.		
<b>Tampone</b>		<b>3</b>		<b>8</b>		

### 3 – STRATIGRAFIA



### 4 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Pozzo Golf Monticello 3					
data	Livello statico (m dal p.c.)		Livello dinamico (m dal p.c.)		Quota piezometrica (m s.l.m.)
<b>03/12/2004</b>	<b>3.02</b>		<b>3.63</b>		<b>199.5</b>
Data	Portata (l/s)	Abbassamento (m)	Portata specifica (l/s·m)	Trasmittività (m <sup>2</sup> /s)	Conducibilità idrica (m/s)

**Tabelle tratte da studio reticolo idrico minore**



Codice	Denominazione	Cartografia di origine				Quota massima asta nel territorio comunale (m s.l.m.)	Quota minima asta nel territorio comunale (m s.l.m.)	Foce / confluenza	Lunghezza del tratto di competenza comunale (m)	tratti in comune con altre amministrazioni
		Catastale	Fotogrammetrico comunale	IGM	CTR					
L01		X	X	X		520	200	Lago	638	
L01a		X	X	X		500	244	L01	401	
L01b		X	X	X		425	247	L01	273	
L01c		X	X	X		345	270	L01	85	
L02		X		X		279	200	Lago	299	
L02a		X		X		286	235	L02	111	
L02b		X		X		253	237	L02	45	
L03		X			X	275	200	Lago	400	
L04		X	X	X	X	540	200	Lago	1039	
L04a		X	X	X	X	537	455	L04	211	
L05		X	X			260	200	Lago	250	
L06		X	X	X	X	350	200	Lago	487	
L06a		X	X	X	X	260	220	L05	148	
L06b		X				348	322	L05	43	
L07		X				325	200	Lago	396	
L08	Valle Voglia	X	X	X	X	525	200	Lago	1834	Civenna (Co)
L08a		X	X	X	X	352	279	L07	68	
L08b		X	X	X	X	465	430	L07	64	
L09		X	X	X	X	375	200	Lago	233	
L09a		X	X	X	X	340	250	L09	141	
L10		X		X		610	200	Lago	579	
L10a		X				350	255	L09	120	
L10b		X				425	350	L09	89	
L10c		X				500	440	L09	60	
L11	Valle Marcia	X		X	X	475	200	Lago	566	
V01		X	X	X		500	250		324	
V01a			X			365	250		129	
V02			X		X	350	200	Lago	264	
V03				X		330	200	Lago	206	
V04			X			450	200	Lago	553	
V05			X	X		415	220		305	

Codice	Denominazione	Cartografia di origine				Quota massima asta nel territorio comunale (m s.l.m.)	Quota minima asta nel territorio comunale (m s.l.m.)	Foce / confluenza	Lunghezza del tratto di competenza comunale (m)	tratti in comune con altre amministrazioni
		Catastale	Fotogrammetrico comunale	IGM	CTR					
V06			X	X	X	510	200	Lago	418	
V06a			X	X	X	300	285	V06	37	
V06b			X	X	X	445	350	V06	108	
V07			X			440	272		245	
V08	Valle di Varcio	X	X	X	X	470	200	Lago	2175	
V09	Valle Isotto-delta del Ponte	X	X	X	X	650	200	Lago	1778	Civenna (Co)
V09a		X	X	X	X	610	465	V09	367	
V10	Valle di Mer	X	X	X	X	660	200	Lago	1243	
V10a		X	X			507	325	V10	382	
V10b		X	X			625	460	V10	265	
V11	Valle del Molino	X	X	X	X	710	200	Lago	1144	
V11a		X	X			780	230	V11	1030	
V11b			X			580	380	V11a	286	
V11c			X			615	450	V11a	234	
V11d			X			645	485	V11a	200	
V11e			X			600	530	V11d	61	
V11f			X			655	560	V11a	99	
V11g			X			655	520	V11	106	
V12	Valle di Roneume	X	X	X	X	535	200	Lago	591	
V12a			X			812	242	V12	899	
V12b			X			475	300	V12a	210	
V12c			X			395	340	V12b	100	
V12d		X	X			570	300	V12	404	
V12e		X	X			645	435	V12d	252	
V12f			X			610	495	V12a	149	
O01		X	X	X	X	650	200	Lago	743	
O01a				X		380	325	O01	51	
O01b				X		660	390	O01	329	
O02	Valle di Vassena	X	X	X	X	855	200	Lago	1054	
O02a						420	245	O02	264	
O02b		X				755	570	O03	201	

Codice	Denominazione	Cartografia di origine				Quota massima asta nel territorio comunale (m s.l.m.)	Quota minima asta nel territorio comunale (m s.l.m.)	Foce / confluenza	Lunghezza del tratto di competenza comunale (m)	tratti in comune con altre amministrazioni
		Catastale	Fotogrammetrico comunale	IGM	CTR					
O02c		X				850	645	O04	288	
O03		X	X	X	X	535	255		438	
O04		X	X	X	X	350	250		251	
O04a		X								
O05	Val del Montone	X	X	X	X	750	200	Lago	860	
O05a			X	X		725	600	O05	160	
O06	Val Ferrera	X	X	X	X	830	200	Lago	1045	
O06a		X	X	X		450	295	O06	151	
O07		X	X	X	X	735	200	Lago	865	
O07a			X		X	585	250	O07	490	
O07b			X	X	X	445	250	O07	187	
O08	Val bianca-scura	X	X	X	X	775	200	Lago	1309	
O08a			X	X		300	250	O08	114	
O08b			X	X		300	280	O08	56	
O08c			X	X		755	280	O08	755	
O08d		X				810	505	O08	372	
O08e		X								
O09	Val Cerina	X	X	X	X	780	200	Lago	1096	
O09a		X	X	X	X	750	575	O09	215	
O10	Val del Lim	X	X	X	X	660	200	Lago	1054	
O10a		X	X			290	265	O10	84	
O10b		X	X			295	265	O10	66	
O11	Valle di Tovera		X	X	X	657	500	fuori comune	361	Valbrona(Co)

Codice	Denominazione	Caratteristiche bacino			Tempo di corrivazione (formula di Giandotti espressa in ore)
		area (Kmq)	Quota topografica max (m s.l.m.)	Quota topografica min (m s.l.m.)	
L01		0,26	695	200	0,24
L02		0,09	550	200	0,16
L03		0,07	450	200	0,17
L04		0,39	695	200	0,32
L06		0,20	725	200	0,19
L07		0,11	640	200	0,40
L08	Valle Voglia	1,30	836	200	0,50
L10		0,21	780	200	0,20
V04		0,24	825	200	0,20
V08	Valle di Varcio	1,28	871	200	0,53
V09	Valle Isotto-delta del Ponte	0,85	1.001	200	0,40
V10	Valle di Mer	0,35	878	200	0,27
V11	Valle del Molino	0,71	878	200	0,32
V12	Valle di Roneume	0,31	820	200	0,22
O01		0,19	820	200	0,20

Codice	Denominazione	Caratteristiche bacino			Tempo di corrivazione (formula di Giandotti espressa in ore)
		area (Kmq)	Quota topografica max (m s.l.m.)	Quota topografica min (m s.l.m.)	
O02	Valle di Vassena	0,38 (0,255)	874	200	0,28
O05	Val del Montone	0,36 (0,2)	968	200	0,36
O06	Val Ferrera	0,35	968	200	0,25
O07		0,18	878	200	0,20
O08	Val bianca-scura	0,73	909	200	0,36
O09	Val Cerina	0,58	1.099	200	0,28
O10	Val del Lim	0,86	1.022	200	0,33

Codice	Denominazione	Sezione idraulica di verifica (lunghezza x altezza in m)	Portata massima stimata (coefficiente deflusso 0,4)		Portata massima defluibile dalle sezioni rilevate (mc/s)	Altezza idrica prevista (m)		Franco idraulico (m)	Ubicazione sezione di misura	Note
			Tr=10 anni (mc/s)	Tr=100 anni (mc/s)		Tr=10 anni (mc/s)	Tr=100 anni (mc/s)			
L01		0,6*0,6	3,7	5,2	1,8	> sezione esistente	> sezione esistente	- - -	Sottopasso SS 583	
L02		2,0*0,6	1,7	2,5	9,7	0,20	0,25	0,35	Sottopasso SS 583	
L03		0,8*0,5	1,2	1,6	2,9	0,25	0,33	0,17	Tratto in prossimità via Caduti per la Patria	
L04		1,5*0,8	4,6	6,4	8,6	0,52	0,65	0,15	Inizio tratto tombinato nell'abitato di Limonta	
L06		diam 0,8	3,2	4,5	2,5	> sezione esistente	> sezione esistente	- - -	Tratto a monte della SS 583	
L07		1,0*0,5	2,0	2,8	3,4	0,33	0,43	0,07	Sentiero alla fine di via Giovanni XXIII	
L08	Valle Voglia	2,0*1,5	11,3	15,8	29,1	0,73	0,94	0,56	Sentiero	
L10		3,0*2,5	3,4	4,7	186,8	0,20	0,20	2,30	Sottopasso SS 583	
V04		2,0*1,0	3,8	5,3	30,0	0,23	0,30	0,70	Sottopasso via Sumpiazzo	
V08	Valle di Varcio	4,0*1,5	10,7	15,0	63,0	0,45	0,55	0,95	Tratto finale di via Cairoli	
V09	Valle Isotto-delta del Ponte	3,0*2,0	8,6	12,1	67,0	0,45	0,58	1,42	Sottopasso via Carcano	
V10	Valle di Mer	2,5*1,0	4,6	6,4	20,4	0,36	0,45	0,55	Sottopasso SS 583	
V11	Valle del Molino	2,5*1,5	8,3	11,3	35,0	0,53	0,67	0,83	Sottopasso SS 583	
V12	Valle di Roneume	2,5*1,5	4,6	6,5	47,9	0,30	0,37	1,13	Sezione misurata in corrispondenza del tunnel di sottopasso abitazione SS 583	
O01		2,0*1,0	3,0	4,2	27,1	0,22	0,27	0,73	Sottopasso SS 583	
O02	Valle di Vassena	4,0*2,5	4,9	6,9	136,4	0,25	0,32	2,18	Sottopasso SS 583	
O05	Val del Montone	2,0*1,0	5,1	7,2	12,0	0,55	0,70	0,30	Sottopasso SS 583	
O06	Val Ferrera	3,0*2,0	4,8	6,7	102,8	0,25	0,30	1,70	Sottopasso SS 583	Nel tratto finale il torrente , dopo una briglia artificiale in blocchi di calcare e cemento, defluisce lungo un tratto di strada comunale senza argini né possibilità di essere confinato. Dopo questo percorso riprende l'alveo naturale per poi finire, attraverso un sottopasso, nel lago.
O07		1,3*1,0	2,8	4,0	9,4	0,40	0,52	0,48	Largo Torri Tarelli angolo via Dante	
O08	Val bianca-scura	1,5*1,0	7,9	11,1	12,3	0,72	0,92	0,08	Sottopasso via Bezzacca	
O09	Val Cerina	0,8*0,3	7,5	10,5	1,4	> sezione esistente	> sezione esistente	- - -	Tombotto attraversamento via Bezzacca	La sezione rilevata risulta essere in prossimità della strada provinciale per Valbrona ed è alla conclusione di un tratto di alveo rimodellato dopo gli episodi di colate di detriti verificatisi nell'autunno 2002. Dopo tali episodi si è provveduto alla realizzazione, in prossimità della zona abitata, di una briglia in blocchi di roccia e del tracciamento di un nuovo percorso che migliori il deflusso delle acque.
O10	Val del Lim	1,0*1,0	9,9	13,8	7,1	> sezione esistente	> sezione esistente	- - -	Tratto canalizzato lungo via alla Piana	