6. RISCHIO IDROGEOLOGICO

6.1 TUTELA DEL SUOLO E REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Le indicazioni e le descrizioni fornite nel presente Capitolo sono state desunte da alcuni studi eseguiti per conto della Provincia di Varese in merito alle tematiche geologiche, idrologiche e idrogeologiche. In particolare si tratta dei seguenti lavori:

- "Analisi della Pericolosità dei Versanti del Territorio Provinciale di Varese";
- "Studi Geologici di dettaglio per la valutazione a scala locale della pericolosità per frane di crollo nella Provincia di Varese";
- "Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile I e di II livello".
- "Stralcio della parte del Programma provinciale di previsione e prevenzione di protezione civile relativa al rischio idraulico e al rischio dighe e bacini artificiali" Università di Pavia, Prof.Ugo Moisello – anno 1997
- "Studio di approfondimento del grado di pericolosità del torrente Boesio finalizzato alla mappatura di possibili aree di esondazione" redatto a cura dell'Università degli Studi dell'Insubria, luglio 2003
- "Studio Idrogeologico della Provincia di Varese", Politecnico di Milano, Ottobre 2005.

6.2 INQUADRAMENTO FISIOGRAFICO E MORFOLOGICO DEL TERRITORIO VARESINO

6.2.1 Caratterizzazione del territorio

Geologia

Il Varesotto, da un punto di vista geostratigrafico, è costituito da un basamento cristallino metamorfico precarbonifero (di età anteriore a 350 milioni di anni) su cui si è impostata dapprima una serie vulcano-intrusiva permiana (280-225 milioni di anni), quindi una successione sedimentaria marina calcareo-dolomitica mesozoica (225-65 milioni di anni) e conglomeratico-arenaceo-argillosa cenozoica (65-1,8 milioni di anni); infine le invasioni glaciali quaternarie (1,8 milioni di anni) hanno modellato l'attuale forma del paesaggio producendo ingenti depositi superficiali ghiaiosi-sabbiosi-argillosi, con blocchi e ciottoli di origine glaciale, fluvioglaciale e lacustre.

In sintesi, la geologia del Varesotto è caratterizzata da un basamento cristallino con una copertura vulcano-sedimentaria, entrambi soggiacenti ad una serie continentale di origine fluvioglaciale. In merito alle aree di affioramento, le metamorfiti del basamento cristallino (micascisti, gneiss minuti e gneiss granitoidi) si rilevano quasi esclusivamente nel settore settentrionale della provincia, interessando l'alto Luinese (Val Veddasca,

Valdumentina), la Valtravaglia, la Valtresa e il gruppo montuoso I Bedeloni-M.Mezzano. Più a sud, affiorano lembi di basamento a Brinzio e sul M.Martica e in corrispondenza della strada provinciale Brusimpiano-Porto Ceresio.

I porfidi, le porfiriti, i tufi e le lave della serie vulcanico-intrusiva permiana occupano il settore centro orientale della provincia. La "formazione porfirica del Varesotto" affiora in Valle della Rasa, Valganna e Valceresio, costituendo il versante settentrionale del Campo dei Fiori fino a Castello Cabiaglio e Brinzio, nonché i gruppi montuosi del M.Martica, Piambello, M.Derta e il versante compreso fra l'Alpe del Tedesco e Cuasso. Più a nord le vulcaniti si rilevano dalla Valmarchirolo, tra Cadegliano Viconago e Cugliate Fabiasco, fino a Grantola in Valtravaglia. Affioramenti di estensione più limitata si osservano lungo il corso del fiume Tresa, a Mesenzana e lungo la sponda del Lago Maggiore ad Arolo ed Angera.

La successione sedimentaria calcareo-dolomitica occupa principalmente la parte centro occidentale della provincia, estendendosi dalle rive del Lago Maggiore, tra Porto Valtravaglia ed Arolo, verso est, costituendo la struttura geologica della Valcuvia e dei gruppi montuosi dei Pizzoni di Laveno, M.Nudo, M.Colonna, Pian Nave a nord e del M.Campo dei Fiori a sud. Calcari e dolomie si rilevano ad est verso la Valganna e la Valceresio, dove formano i rilievi dei monti Minisfreddo, Monarco, Useria e Orsa, e a nord-est nell'area compresa tra il M.Marzio e Ponte Tresa. Lembi di
sedimento calcareo marnoso si osservano attorno al Lago di Varese e in prossimità di Ispra e di Angera.
La serie sedimentaria cenozoica è rappresentata dai calcari "Nummolitici" di Travedona Ternate e da una potente formazione conglomeratica arenacea denominata "Gonfolite", che costituisce l'ossatura dei dossi collinari a sud dei laghi di Varese, di Comabbio e di Monate; affiora, inoltre, in corrispondenza della media Valle Olona, presso Castiglione e Malnate M.Morone.
La serie continentale quaternaria, rappresentata da depositi glaciali, fluvioglaciali, lacustri e alluvionali, interessa l'intero territorio provinciale. In particolare, risultano dominanti a nord i depositi glaciali eterogenei, che danno luogo ai terrazzi morenici, sospesi ai fianchi delle valli (es.:Valveddasca, Valtravaglia e Valcuvia), mentre nella zona dei laghi questi depositi si distribuiscono armoniosamente, formando ampi cordoni morenici, che racchiudono i laghi varesini o i resti di antichi specchi lacustri, testimoniati dalla presenza di torbiere e di depositi lacustri argillosi.
Nella zona sudorientale del Varesotto, cioè nella Valle Olona, in Val d'Arno e nei fondovalle in genere, prevalgono depositi fluvioglaciali, dovuti all'azione delle acque che hanno distribuito su una vasta area il materiale portato in carico dai ghiacciai e depositato alle fronti degli stessi. Infine, l'alta pianura, che corrisponde al settore meridionale della provincia, risulta modellata dal materiale alluvionale depositato dai fiumi Ticino e Olona e dai torrenti Strona e Arno.

Tettonica

Il territorio provinciale appartiene interamente alla catena delle Alpi Calcaree Meridionali o Subalpino. Verso Nord, il Subalpino è in contatto tettonico con le Alpi propriamente dette.
Questo contatto è visibile sul terreno in quanto sottolineato da una estesa zona di miloniti. Si tratta della cosiddetta Linea Insubrica o Lineamento Periadriatico.
La Linea Insubrica, che si estende per almeno 500 km dal Canavese alle Alpi Carniche, segna il confine netto tra due settori della catena alpina caratterizzati non solo da una diversa evoluzione paleogeografica in tempi pre-collisionali, ma anche da una ben distinta storia deformativa e metamorfica nel corso dell'orogenesi alpina. Infatti, la catena subalpina si è deformata con stile prevalentemente fragile (prevalgono cioè i sovrascorrimenti e le faglie sulle strutture a pieghe) e senza apprezzabile metamorfismo tardo-alpino. Al contrario, la catena alpina propriamente detta è stata interessata da importanti effetti metamorfici di grado anche assai alto sino all'anatessi (fusione) crostale che interessano una successione di metamorfiti erciniche e di sedimenti permo-mesozoici coinvolta in grandi strutture deformative (falde di ricoprimento) di stile sia duttile, sia fragile.
La tettonica degli scisti cristallini nelle sue linee essenziali è dovuta all'orogenesi ercinica. Collegate a tale orogenesi sono le plutoniti del Granito del Margozzolo o Mottarone, e di porfidi e porfiriti che in filoni e potenti colate appaiono verso il piano nei dintorni di Arona. Sul finire dell'orogenesi ercinica si produssero, lungo il margine meridionale della massa alpina scistoso cristallina, fratture attraverso cui si fecero strada le eruzioni di rocce ipoabissali, i porfidi, lungo le quali si allinearono quindi i vulcani subaerei di cui troviamo i tufi e le lave appunto presso Arona e nel varesotto, intorno a Lugano ed oltre. Tali fratture però non sono più identificabili, seppure non coincidono con alcuna delle altre, prodottesi nella successiva orogenesi alpina.
Il complesso permo – mesozoico, depositatosi in trasgressione sulle vulcaniti permiane e sul cristallino, fu fortemente corrugato in una serie di pieghe dirette complessivamente N 60° E, nella quale si alternano anticlinali e sinclinali. La principale fra queste pieghe è la grande anticlinale denominata "Anticlinale di Campo dei Fiori".
Queste pieghe, però, sono interessate, parallelamente ai loro assi, da importanti fratture. In generale tali fratture o faglie hanno il loro piano inclinato da 25° a 50° verso NO, con il labbro verso NO sprofondato rispetto al labbro SE, tanto che spesso, lungo la faglia, compare il substrato generale cristallino, che affiora formando isole in mezzo al Mesozoico ed al Permico.
Queste fratture longitudinali corrono parallele alle anticlinali delle pieghe in modo che gli strati, che stanno dal lato nord, si incurvano come sinclinali.
Un fenomeno di questo genere si verifica nel caso della frattura Laveno – Ghirla – Cabiaglio, dove la faglia è a doppio movimento ed appartiene al tipo detto a cerniera.
Un altro sistema di fratture con spostamenti meno importanti, le quali possono dirsi trasversali, incrocia le longitudinali, con direzione prossima alla meridiana, come è messo

in evidenza dalla profonda insenatura di dolomia triassica del Poncione di Ganna in Val Margorabbia, dentro alle vulcaniti permiane.
Nel varesotto la ripartizione delle grandi masse rocciose sembra determinata dalla faglia laveno – ghirla – bedero – valcuvia – cabiaglio, sopra descritta, e da un paio di grandi pieghe (di campo dei fiori e di pizzone di laveno – sasso del ferro).
Per lo più l'inclinazione dei fianchi delle grandi pieghe è abbastanza forte (da 25° a 40°) e spesso si mantiene sensibilmente costante per notevoli estensioni; questo ha favorito lo scorrimento parallelamente ai piani di stratificazione e di conseguenza la formazione delle brecce autoclastiche osservate in più luoghi.

Geomorfologia

Le forme del terreno rispecchiano alquanto fedelmente la tettonica e la costituzione litologica specialmente in regioni elevate non mascherate da depositi glaciali. Questa corrispondenza è comunque riscontrabile anche nei solchi torrentizi dove le rocce sono state coperte durante il Quaternario.

Assetto geomorfologico legato alla tettonica a pieghe
Alle due maggiori anticlinali corrispondono i due gruppi di maggiore altitudine, entrambi longitudinali.

- Pizzoni di Laveno-Sasso del Ferro-Nudo-Pian Nave-Colonna-S.Martino-Sette Termini-La Nave;
- Campo dei Fiori-Martica-Minisfreddo-Poncione di Ganna-Orsa-Pradella.

Alle due maggiori sinclinali corrispondono le seguenti depressioni topografiche principali:

- le bassure da Reno alla Valcuvia e poi, salito il gradino di Masciago-Bedero, al largo solco da Ghirla a Lavena interessato anche da altre pieghe dell'anticlinale Valtravaglia;
- la regione di basse colline rocciose, parzialmente mascherate dai depositi glaciali e dalle alluvioni sbarrate verso la pianura dai numerosi affioramenti di gonfolite miocenica massiccia, spesso molti elevati tra m. 450 e 505, disposti ad arco, con i limiti settentrionali tra Cadrezzate-Bodio-Belforte-Ligurno, con le testate guardanti le montagne.

Non si può tuttavia dire che ad ogni piccola piega corrisponda un analogo movimento topografico. Numerose sono le vallette longitudinali corrispondenti a lembi di fondi di minori sinclinali, soprattutto nella regione collinare sebbene seppellita da morenico (la stessa valletta che conduce dalla miniera di Valganna ad Arcisate coincide con una forte inflessione di strati a sinclinale).
Molto spesso queste vallette stanno a dimostrare la tesi opposta (cime corrispondenti a sinclinali), perché quasi sempre sono sospese non solo tra valli trasversali più profonde, ma anche tra più profonde valli longitudinali parallele scavate nei nuclei delle anticlinali che si ergono, solo tettonicamente, con le due ali della sinclinale.

Nelle linee di dettaglio del paesaggio, tuttavia, è molto più facile riscontrare maggiore corrispondenza con le fratture, con la natura litologica e con l'inclinazione degli strati, piuttosto che la tettonica a pieghe, importante solo nelle linee generali.

Assetto geomorfologico legato alle fratture

Le fratture hanno molta importanza, almeno indiretta e di dettaglio, sulla morfologia perché è in corrispondenza di queste che la degradazione generale ha potuto maggiormente agire.
In corrispondenza di fratture si trovano poche valli di origine torrentizia e molte selle.
E' per l'importante frattura Angera-Lago Maggiore che il territorio ad Est del lago divenne di collina e di media montagna in contrasto con quello effettivamente montuoso che costituisce la sponda destra del Lago Maggiore da Baveno ad Arona, ed è lungo questa che venne scavato dai fiumi e dai ghiacciai il solco del lago Maggiore, per lo meno da Porto Valtravaglia ad Angera.

Assetto geomorfologico legato all'inclinazione degli strati

I Pizzoni di Laveno, il Sasso del Ferro, il Monte Nudo e il Monte Colonna mostrano versanti ripidi perché costituiti da strati subverticali.
Laddove gli strati sono isoclinali, i versanti mostrano la tipica forma monoclinale asimmetrica, col versante più dolce in corrispondenza delle superfici di strato (quasi sempre nel caso in esame quello meridionale) e col versante più ripido, e per di più a gradinate, dove affiorano le testate di strati alternativamente compatti e teneri (quasi sempre nel caso in esame quello settentrionale).

Assetto geomorfologico legato alla natura litologica

In genere i versanti formati da micascisti sono tondeggianti, anche perché furono quasi tutti, eccetto alcuni di quelli superiori a metri 1400 (alta Valle Veddasca), coperti e quindi modellati dalle colate glaciali quaternarie.
Anche le cime di porfido ed in genere delle formazioni vulcaniche permiane, non elevandosi mai oltre l'altitudine raggiunta dai ghiacciai quaternari (eccezione fatta del Piambello e della Martica), si mostrano alquanto tondeggianti, secondo tutti i versanti, salvo piccole ma frequentissime irregolarità.
In corrispondenza degli affioramenti di Servino, quando questi sono a strati inclinati o verticali, si hanno leggeri avvallamenti, passi e solchi.
Quanto alla dolomia quasi sempre a strati inclinati, si può ricordare che mentre per la compatta dolomia anisica si formano numerose pareti in corrispondenza delle testate (Legnone, Chiusarella, Poncione) per la formazione ladinica invece si hanno, sempre in corrispondenza delle testate, pareti uniformi quando si ha dolomia compatta come nel Chiusarella e nel Poncione di Ganna.
Se invece, come nelle regioni estreme laterali, la formazione ladinica è rappresentata da alternanza di calcare e dolomia, si ha alternanza frequente di gradini, come è possibile

vedere sui versanti del Pian Nave e del San Elia-Orsa-Pravello, per quanto le morene spesso trasformino i ripiani dei calcari marnosi in lenti pendii.
Per causa litologica specialmente, ma in alcuni punti maggiormente approfondito e allargato per altra causa (fratture), si è formato il bacino di Casere-Vararo, scavato nei calcari marnosi domeriani e nelle marne raibliane ripide (m.700-800), sbarrato a valle da costoni dolomitici che attraversano il solco di sbocco, riempito da depositi glaciali e fluvio-glaciali.
La dolomia principale forma, in corrispondenza di strati verticali, dei veri e propri costoni come sui versanti settentrionali del Sasso del Ferro, del Monte Nudo e del Monte Colonna.
Se gli strati sono orizzontali o foggiati a sinclinale, come al Sasso Cadrega, formano pareti molto ripide.
Se gli strati sono leggermente inclinati, e cioè fino a circa 40°-50°, danno origine ad alte cenge suborizzontali, come a nord della cresta principale del Campo dei Fiori e numerose cime con versanti naturalmente asimmetrici.
La formazione retica è riconoscibile per la dolomia a Conchodon, specialmente quando questa affiora in starti raddrizzati, perché allora forma dei costoni verticali ben distinguibili. Così è al Sasso del Ferro, al Monte Nudo, al Monte Ganna e al Monte Colonna.
Nel caso di strati debolmente inclinati, la dolomia retica, è ben riconoscibile dalla dolomia principale solo quando vi è l'interpolazione di marne basali. Così al Monte Tre Croci dove le marne determinano probabilmente la sella tra le quote 1125 (dolomia principale) e 1111 (dolomia retica)
I calcari selciferi del Lias danno luogo a versanti molto ripidi come quelli del Monte Nudo, del Sasso del Ferro e dei Pizzoni di Laveno, perché a substrati verticali; pure ripidi si presentano ambo i versanti del S.Martino e quello nord della cresta più elevata del Campo dei Fiori, per l'affiorare delle testate; al Campo dei Fiori il versante meridionale si presenta a lento declive in corrispondenza quasi perfetta con l'andamento degli strati.
Le successive formazioni marnose dal domeriano alla maiolica, esclusa, hanno versanti molto meno ripidi come nel versante meridionale del Sasso del Ferro, del Monte Nudo e del Campo dei Fiori.
La maiolica rimane emergente, con pareti ripidissime, dai declivi dolci delle marne sottostanti . Come esempio si ricorda il San Giano, la parete sopra Monvalle, qualche dosso tra Saltrio e Clivio e la parete sopra Fraccie di Cittiglio.
La formazione cretacea è prevalentemente marnosa e dà origine in generale a pendenze deboli, salvo il caso di solchi unicamente torrentizi giovani (come Sotto Morosolo)
Il calcare eocenico è paragonabile, per morfologia impressa, alla compatta puddinga Santoniana. Si spiega così la ben distinta asimmetria della serra eocenica chiazzata di bianco per le cave aperte, che va da S.Sepolcro a Travedono.
La formazione marnoso-conglomeratico è costituita da marne di base e conglomerati facilmente distinguibili perché in corrispondenza delle testate si ha la formazione di un

pendio lento culminante in un ripiano al limite tra i due litotipi. Tale è probabilmente l'origine del terrazzo, ingombro di morene, su cui sono situati Bernate e Lomnago

6.2.2 Prevenzione del rischio idrogeologico

I processi morfodinamici in atto nel territorio montano della provincia di Varese sono quelli tipici dell'area alpina e riguardano essenzialmente i versanti e le aste torrentizie e fluviali.
Per quanto riguarda i versanti, il territorio provinciale è caratterizzato da tipologie di dissesto differenti che vanno da frane di grandi dimensioni a fenomeni superficiali di soil-slip; nei versanti caratterizzati da pareti rocciose prevalgono i fenomeni di crolli.
Nel territorio provinciale di Varese, le frane di crollo sono diffuse;si tratta di fenomeni scarsamente prevedibili e caratterizzati da una velocità sempre molto elevata e, quindi rappresentano un elevato fattore di pericolosità per l'incolumità delle persone.
Un'altra tipologia di fenomeni particolarmente diffusa nel territorio provinciale di Varese è quella delle frane superficiali[11] le quali comprendono sia frane di scivolamento che frane di colamento.
Per valutare la diffusione delle varie tipologie di dissesto sul territorio provinciale, avendo così a disposizione una mappa delle zone più sensibili ai fenomeni di dissesto idrogeologico, sono stati effettuati negli ultimi anni, per volontà dell'Amministrazione Provinciale di Varese, numerosi studi sia a carattere generale che a carattere più specifico e di dettaglio.
In particolare, la documentazione redatta, che costituisce un valido strumento in grado di supportare una corretta pianificazione del territorio, è piuttosto ampia e esaustiva e consiste nei seguenti studi:

- "Analisi della Pericolosità dei Versanti del Territorio Provinciale di Varese";
- "Studi Geologici di dettaglio per la valutazione a scala locale della pericolosità per frane di crollo nella Provincia di Varese";
- "Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile I e di II livello".

6.2.2.1 Inventario dei dissesti

Per effettuare l'analisi di pericolosità dei versanti nel territorio provinciale la prima fase di lavoro è stata quella di approfondire e aggiornare l'inventario delle frane.
La Regione Lombardia ha fornito l'inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici per la Provincia di Varese aggiornato al Luglio 2002. Queste carte, che sono state realizzate per tutta la regione, sono state costruite mediante il confronto fra i dati ricavati da fotointerpretazione specialistica e le informazioni di archivio in possesso della Struttura Rischi Idrogeologici a cui si aggiungono quelle raccolte presso vari Enti pubblici.

[11] Con il termine "frane superficiali" ci si riferisce a fenomeni gravitativi che coinvolgono spessori limitati di terreno, in genere fino ad un massimo di 5 metri

Gli aggiornamenti e approfondimenti a scala provinciale devono essere effettuati nel rispetto degli standard di cui alle "*note illustrative dell'Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia – BURL Edizione Speciale del 31 luglio 2002 n.184-bis*". Dalle note illustrative definite nel BURL per la produzione delle carte si deve procedere secondo i seguenti punti:

- raccolta dei dati esistenti presso gli archivi delle Comunità Montane, Province, Uffici tecnici regionali ed organizzazione degli stessi dopo averne effettuato un'analisi di qualità e affidabilità;
- fotointerpretazione;
- digitalizzazione dei poligoni di frana ed assegnazione degli attributi;
- compilazione di schede descrittive dei fenomeni di dissesto più significativi;
- costituzione di una banca dati informatizzata che raccolga tutti i dati raccolti utilizzando appositi standard;
- controllo sul terreno dei dati riportati nelle carte, aggiornamento degli stessi utilizzando anche immagini ortofotogrammetriche e valutazione dell'attività dei fenomeni franosi;
- stampa delle carte inventario dei fenomeni franosi in scala 1:10000.

La carta inventario relativa alla provincia di Varese è stata analizzata e aggiornata, seguendo gli standard proposti. Questa fase ha portato i dissesti dai 200 iniziali a ben 873 dopo l'aggiornamento. Una verifica di questo aggiornamento è stata effettuata dal Politecnico di Lecco tramite lettura di ortofoto, identificando le diverse tipologie di frana con la relativa attività (attualmente l'inventario frane risulta aggiornato a marzo 2005).

Dopo aver interpretato tutti i dati a disposizione sono stati digitalizzati i poligoni di frana ed è stata costruita una banca dati. L'organizzazione della banca dati è stata realizzata seconda le voci riportati nella Figura 1 ripresa direttamente da una cartella dell'inventario stesso.
Gli eventi sono poi cartografati in un'apposita Tavola denominata "Carta dell'inventario degli eventi franosi" allegata al Piano. La carta è stata redatta per le porzioni di territorio provinciale effettivamente interessate da fenomeni franosi (Carta censimento dissesti – RIS 2.a, 2.c, 2.d, 2.e, 2.f).

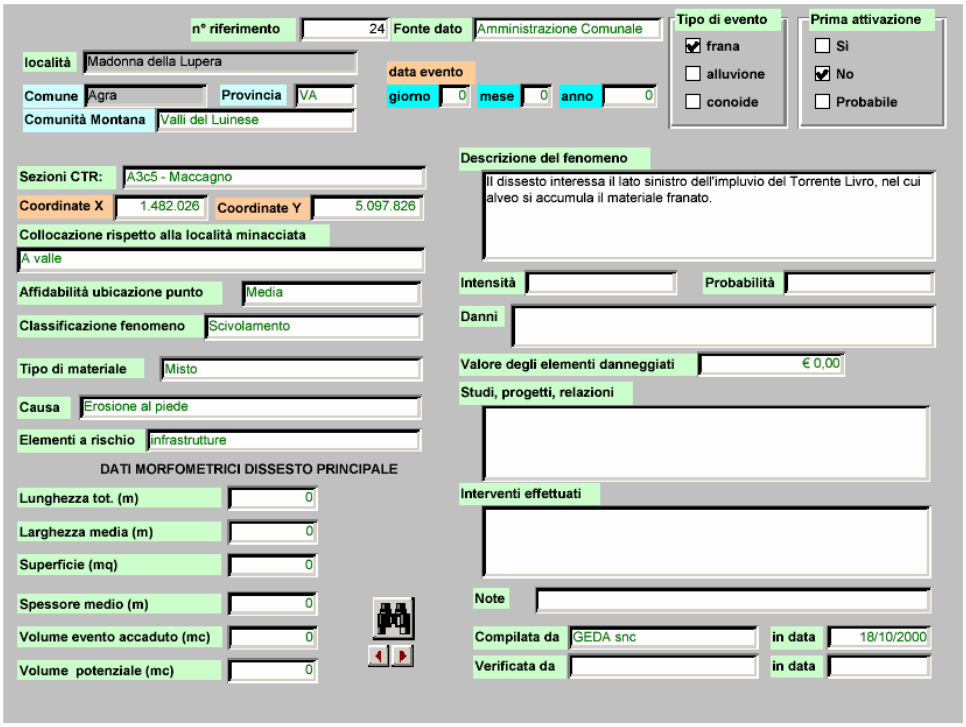

Figura 1 – Esempio di una scheda relativa all'inventario dei dissesti della banca dati provinciale.

6.2.2.2 Definizione delle aree di pericolosità per frana

Per la definizione delle aree di pericolosità per frana a scala provinciale, che mettano in luce le zone più sensibili dell'intero territorio provinciale in termini di fenomeni franosi, sono state seguite le procedure proposte dal Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia (D.G.R. n. 7/11074 (Novembre 2002) – "Approfondimenti e aggiornamenti inerenti le condizioni di pericolosità dei versanti" e le Linee guida della Regione Lombardia "Valutazione della pericolosità e del rischio da frana" (Luglio 2001).
La definizione delle aree di pericolosità per frana descritta nella relazione "Analisi della Pericolosità dei Versanti del Territorio Provinciale di Varese" redatta dall'Università di Lecco, Prof. M. Papini, a cui si rimanda per il dettaglio delle informazioni.
La successiva Tabella 1 mostra in modo schematico quale sia stato il lavoro eseguito per la definizione della pericolosità per frana nell'ambito del Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile I e di II livello.

Tabella 1

	ATTIVITA' SVOLTA	***OBBIETTIVI***	***OPERAZIONI***
PERICOLOSITA'	Preparazione del materiale di base	Raccolta delle cartografie di base e dei dati idrogeologici	Ricerca, ordinamento ed analisi del materiale recuperato

	Censimento eventi storici	Redazione della carta inventario frane	-Esame della documentazione cronachistica -Interpretazione ortofoto -Esame della documentazione tecnica -Redazione di una carta tematica
	Valutazione della pericolosità a scala provinciale	Redazione di una carta di pericolosità per frane di scivolamento, per caduta massi e per conoidi; Redazione di una carta di sintesi tramite il metodo Zermos.	-Definizione delle caratteristiche degli eventi calamitosi del passato -Inquadramento del territorio -Individuazione preliminare delle zone soggette a rischio frana -Analisi statistica multivariata -Redazione di varie carte tematiche per le varie tipologie di frana -Applicazione di un modello deterministico per lo studio delle frane superficiali -Gerarchizzazione dei conoidi in funzione del loro grado di pericolosità -Applicazione del metodo Zermos

La pericolosità dei versanti a scala di sottobacino è stata definita, per unità territoriali elementari (emibacini) con parametri geo-ambientali omogenei, impiegando metodi differenti (metodi statistici e deterministici) a seconda delle seguenti categorie di frana:

- Crollo in massa
- Crolli di blocchi
- Frane di scivolamento
- Frane superficiali, colate di detrito e fango su versanti (debris flow)
- Colate di detrito e fango su conoidi

Nella tabella qui di seguito è riportata la classificazione della pericolosità per frana utilizzata.

Classe	***Pericolosità***
HO	Nulla – non sono presenti o non si ritengono possibili fenomeni franosi;
H1	Moderata - Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici. Zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi.
H2	Alta – Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali. Zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti. Zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si

	possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennale.
H3	Molto Alta – Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali. Zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva. Zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti.

Per quanto concerne le frane superficiali, i debris flow[12], le colate sui versanti e le colate di detrito e fango su conoidi è stata, invece, applicata l'analisi statistica multivariata (Per una descrizione di dettaglio si rimanda alla relazione "Analisi della Pericolosità dei Versanti del Territorio Provinciale di Varese" redatta dall'Università di Lecco, Prof. M. Papini).
La Figura 2 mostra lo schema esemplificativo di valutazione della pericolosità tramite questo metodo, riportato nel Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

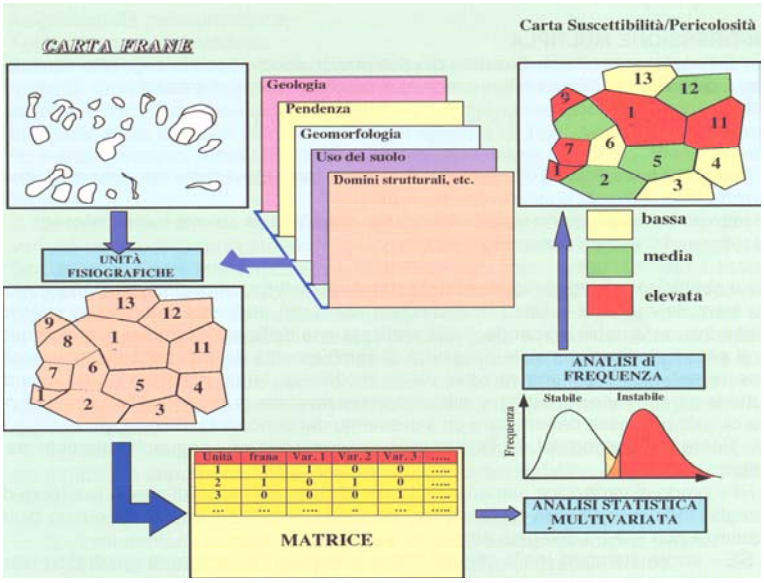

Figura 2 *(Estratto da "Analisi della Pericolosità dei Versanti del territorio Provinciale")*

Sono state predisposte carte di pericolosità specifiche per le diverse tipologie di dissesto ed il risultato delle cartografie ottenute per le tipologie di frana sopra elencate è stato sintetizzato in un'unica carta che riporta la pericolosità complessiva per frana della Provincia di Varese (**Carta della pericolosità frane, RIS 3**) fatta eccezione della carta di suscettibilità realizzata per i conoidi e della carta di pericolosità per crolli. Per quest'ultima è stata redatta una Tavola di Piano a parte (**Carta della pericolosità frane di crollo- RIS 4**).

Nel seguito vengono presentate tali carte, ricordando che per una rappresentazione di maggior dettaglio si rimanda alla relazione "Analisi della Pericolosità dei Versanti del Territorio Provinciale di Varese" redatta dall'Università di Lecco, Prof. M. Papini.

[12] Per debris flow si intende una colata di detriti determinata dall'instaurarsi di un moto degli stessi in concomitanza di un apporto di fluido sufficiente alla mobilitazione

La Carta di pericolosità per Debris Flow e per le Frane superficiali sono riportate, a titolo esemplificativo, in Figura 3a e 3b.

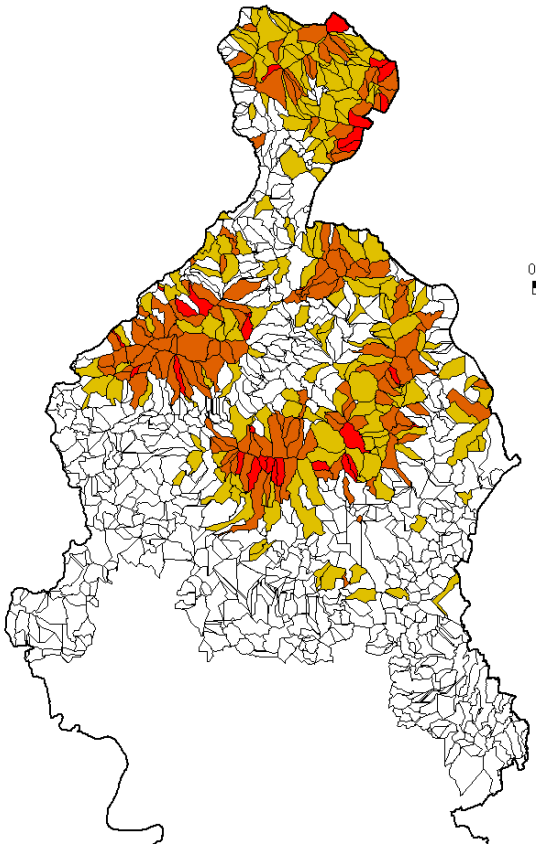

Figura 3a - Carta della Pericolosità per Debris Flow

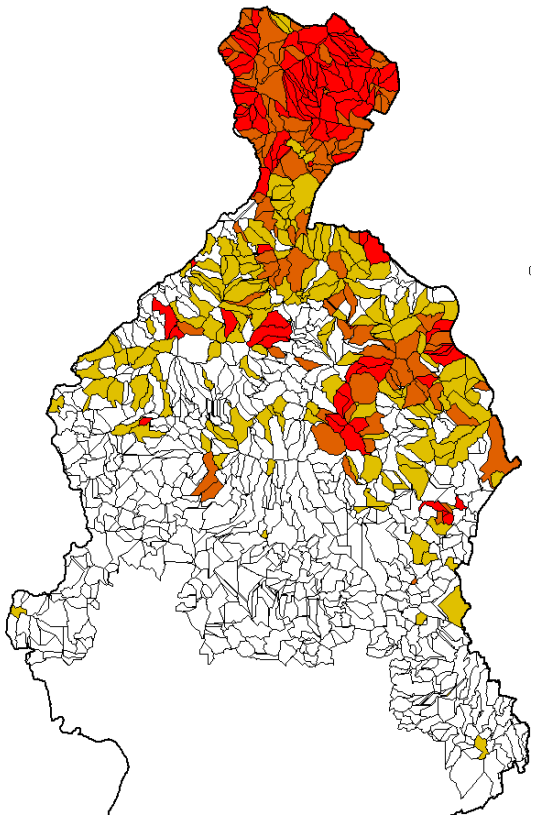

Figura 3b - Carta di pericolosità per Frane superficiali

Per le Colate e gli Scivolamenti sono state realizzate due carta di pericolosità utilizzando metodi differenti; in particolare è stata effettuata anche un'analisi che assegna la pericolosità per colate e scivolamenti in terra che evolvono in colate a seconda del Fattore di Sicurezza ricavato tramite l'applicazione del metodo del pendio indefinito.

La carta di pericolosità per Colate e Scivolamenti secondo l'analisi statistica multivariata è riportata in Figura 4.

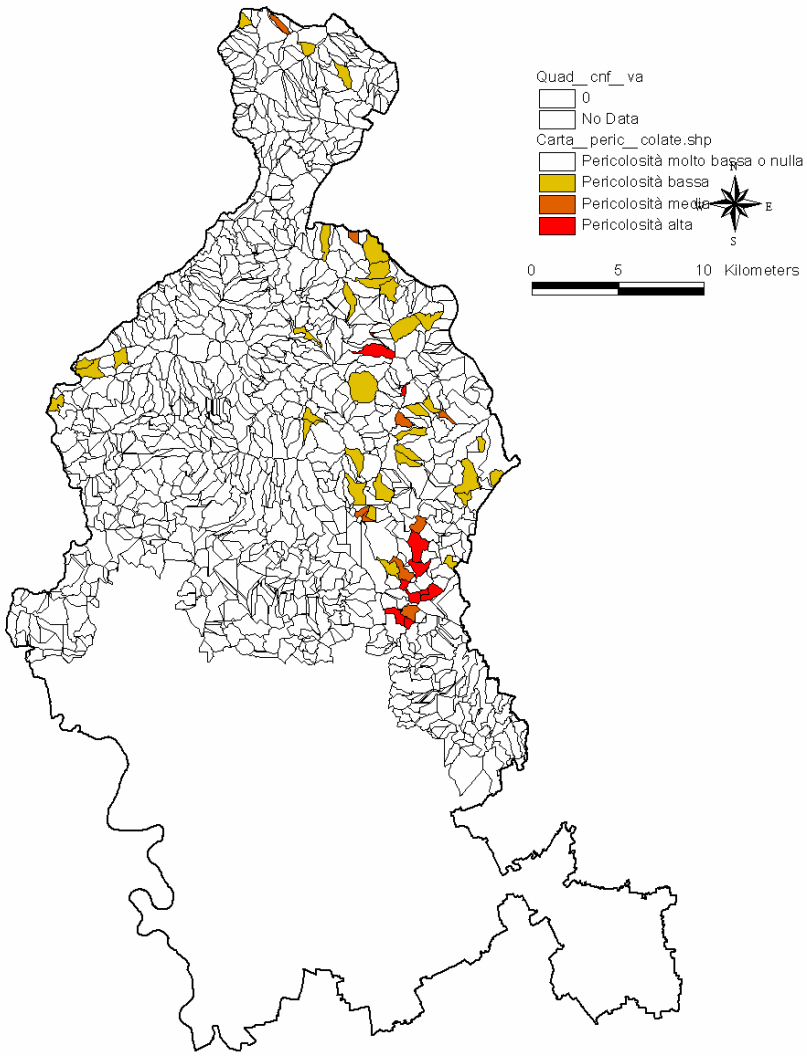

Figura 4 - Carta della Pericolosità per Scivolamenti

Ricordando che le carte riportate individuano una pericolosità omogenea per emibacino, pertanto tutta l'unità territoriale sottesa non è chiaramente soggetta alla stessa magnitudo (tutto ciò evidenzia la necessita di approfondire quanto già identificato da questa carta tramite dei sopralluoghi), le aree soggette a maggior pericolosità per fenomeni legati a Frane Superficiali, Debris Flow , Scivolamenti sono le seguenti:

- Prima zona ad elevata pericolosità: quella del Monte Borgna, Monte Cadrigna, Monte Sirti, Monte Gradisca che coinvolge gran parte della Comunità Montana delle Valli del Luinese;
- Seconda zona ad elevata pericolosità: quella del Pizzo di Cuvignone, Monte Nudo, Monte La Teggia, Pizzoni di Laveno, Sasso Cadrega, che coinvolge la parte meridionale della Comunità Montana delle Valli del Luinese;
- Terza zona ad elevata pericolosità: quella che interessa l'area del Monte Campo dei Fiori.

Altre aree critiche che interessano la parte orientale della Provincia e precisamente:

- Monte Clivio, versante rivolto verso il Monte Bedea
- Monte Mezzano, tra la valle Ronco e il fiume Tresa
- Monte la Nave, Rio Torrase
- Cugliate Fabiasco, zona Sorgente Molinazze
- Monte Piambello, lato Ghirla e lato Valle S.Giovanni-Valle Tassera
- Monte Val De Corni lato Valle Bossero Spino
- Valganna, zona tra Monte Mondonico e Monte Martica
- Monte Martica, Valle Castellera
- Poncione di Ganna, lato est
- Monte Minisfreddo, Valle Cavrascialla
- Zona tra Monte S.Elia, Monte Usesia
- Monte Rho D'Arcisate, lato Arcisate
- Monte Chiusarello, lato Bregazzano
- Monte Sangiano, lato Caravate
- Monte Castelletto, lato strada provinciale
- Monte Marzio, zona Roncate
- Monte Berta, lato Lago di Lugano
- Bocchetta Stivione, lato Valle Borsago
- Cave di Cuasso al Monte

In Figura 5 è riportata la Carta per colate di terra e scivolamenti che evolvono in colate che rappresenta la pericolosità in base al fattore di sicurezza determinato tramite l'applicazione del metodo del pendio indefinito, mentre in Figura 6 è riportata la Carta di pericolosità per colate di detrito e fango su conoidi, utilizzando la procedura proposta dalla Regione per questa tipologia di dissesto.

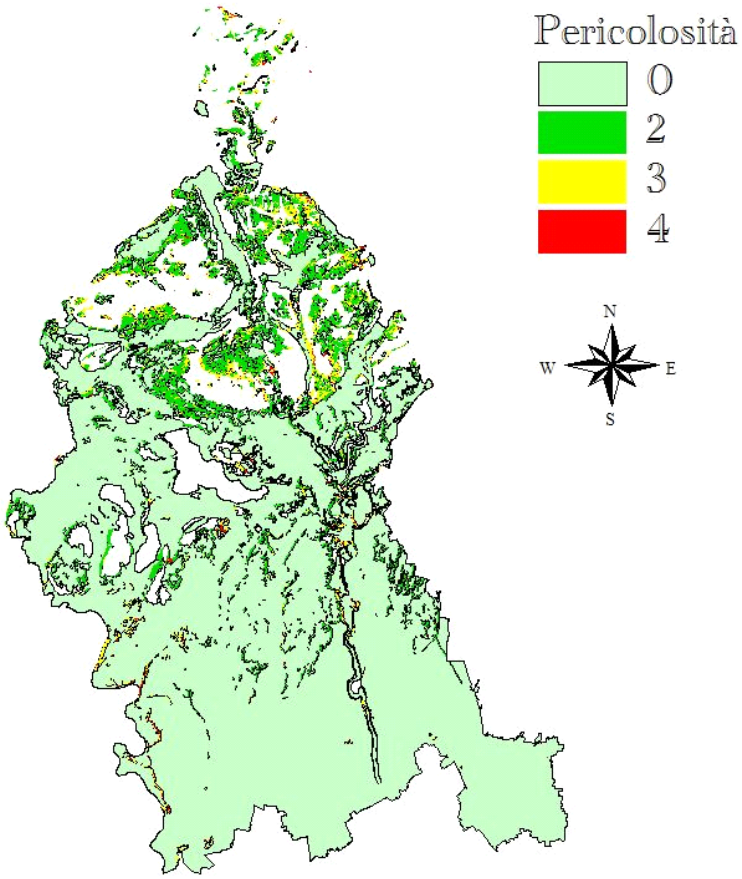

Figura 5 - Zonazione della Pericolosità per colate di terra e scivolamenti che evolvono in colate

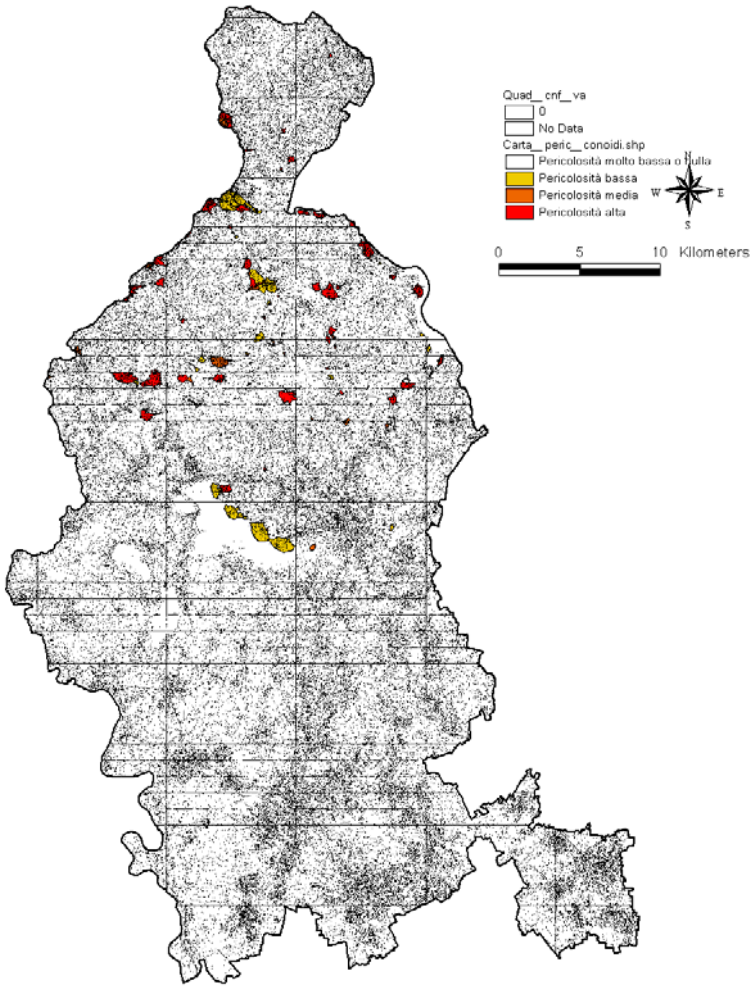

Figura 6 - Carta di pericolosità per colate di detrito e fango su conoidi

Per quanto concerne la carta di pericolosità per colate di detrito e fango sui conoidi (Figura 4) occorre subito precisare che questa tipologia di dissesto richiede necessariamente degli studi di dettaglio a scala 1:2000 / 1:5000 che esulano dai lavori a scala provinciale.

Lo studio condotto ha permesso però di realizzare una gerarchizzazione delle conoidi; serve quindi per avere un'idea delle conoidi che necessitano dei sopralluoghi atti ad identificare la corrispondenza con quanto delineato dal suddetto studio preliminare.

Tali aree sono:

- Maccagno
- Luino e Germignaga
- Cuasso al Piano
- Mesenzana
- Grantola

- Brusimpiano
- Cittiglio

Per quanto riguarda la carta di pericolosità per crolli (Figura 7)è stata seguita un'analisi specifica basata sostanzialmente su due carte:

- la carta delle traiettorie: che rappresenta la frequenza con cui si verifica il fenomeno
- la carta delle velocità massime: che rappresenta l'intensità del fenomeno.

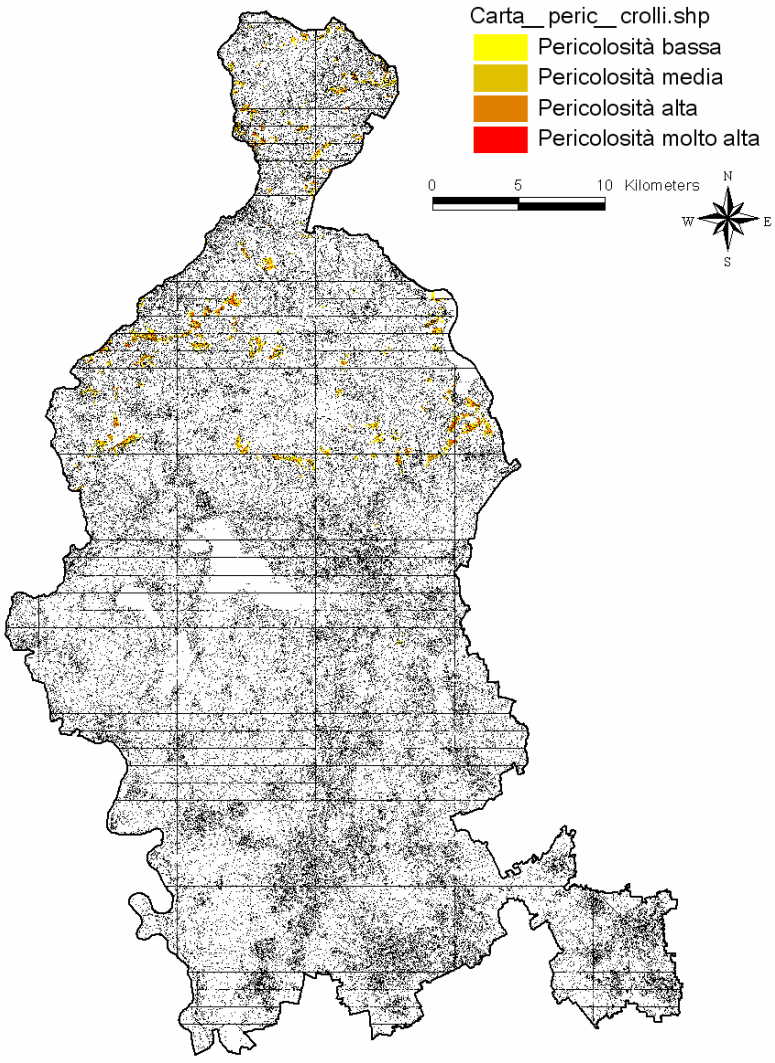

Figura 7 - Carta di pericolosità per crolli

Dalla carta pericolosità per frane di crollo si evidenziano le seguenti criticità:

- Brusimpiano
- Porto Ceresio
- Maccagno
- Laveno

- Luino
- Curiglia

Per correttezza di informazioni, occorre precisare che nell'intero territorio della Provincia di Varese è presente anche un fenomeno di deformazione gravitativa profonda situato nel Comune di Maccagno.

Il risultato finale dell'intero studio è quello dell'individuazione sul territorio provinciale delle aree maggiormente critiche che necessitano di approfondimenti in termini di sopralluoghi mirati e studi idrogeologici di dettaglio.

La Carta di pericolosità di sintesi per tutte le tipologie di frana esclusi i crolli è riportata alla scala 1:50.000 nella Carta del rischio, pericolosità frane – RIS 3; la carta della pericolosità per frane di crollo è riportata alla scala 1:25.000 nella Carta del rischio, pericolosità frane di crollo – RIS 4.

6.3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO DEL TERRITORIO VARESINO

6.3.1 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRITORIO

Le acque superficiali in provincia di Varese sono raccolte da quattro bacini idrografici principali. Tre di essi sono tributari attraverso il fiume Po del mare Adriatico e sono:

1. il Lago Maggiore,
2. il fiume Ticino
3. il fiume Lambro.

Il quarto bacino è costituito dal Lago di Biandronno (239 m s.l.m.), che non ha bacini secondari, ed è quindi un bacino chiuso.

6.3.1.1 I Laghi

Il **Lago Maggiore**, che per estensione è secondo solo al Lago di Garda, ha una superficie complessiva di 212 Kmq (di cui 45 in territorio svizzero) e lambisce la provincia di Varese con la sponda orientale, mentre quella occidentale è Piemontese (provincia di Novara). Il livello medio è a 193 m, si raggiunge la profondità massima di 372 m di fronte a Griffa, mentre la profondità media si aggira sui 175m. E' lungo 65 Km tra Magadino e Sesto Calende ed è largo da un minimo di circa 2 Km di fronte ad Arona, ad un massimo di 4,5 Km tra Cannero Riviera e Germignaga (foce del Tresa) non considerando il Golfo di Borromeo. Il perimetro complessivo è di 170 Km. Dalle acque emergono alcune isole (Borromeo, di Cannero, Brissago), ma solo l'Isolino di Partegora, nel piccolo golfo a sud di Angera, è in territorio lombardo. Il principale immissario è il Fiume Ticino che sfocia nel lago presso Magadino (Svizzera) e ne esce come unico emissario a Sesto Calende.

Il bacino imbrifero del Lago Maggiore è assai vasto: si estende dal Monte Rosa fino alla catena divisoria tra la Val Mesolcina e la Val S. Giacomo (Spluga); nel varesotto ha trenta bacini secondari, tra i quali i più importanti sono quelli del Lago di Lugano, del fiume Tresa, del fiume Margorabbia, del Lago di Varese e del Torrente Giona. Da ciò deriva la variabilità del livello delle acque, che tende normalmente a crescere in autunno e in primavera.

Il Lago occupa una cripto-depressione (cioè il suo fondo, nel punto più basso, si trova a 179 m sotto il livello del mare) dovuta a sovraescavazione glaciale (35-15 mila anni fa). Tra le acque e la roccia viva, che costituisce il vero fondo della Valle Verbena, vi è un notevole spessore di materiale ghiaioso, sabbioso e argilloso deposto nel precedente solco di erosione fluviale (Miocene superiore, 5-6 milioni di anni fa).

Anche il **Lago di Lugano** occupa una cripto-depressione causata dalla sovraescavazione glaciale operata da rami secondari dei ghiacciai dell'Adda e del Ticino. La criptodepressione raggiunge i 17 m sotto il livello del mare, essendo il suo livello medio a 271 m e la sua profondità massima di 288 m. La profondità media si aggira sui 140 m. Il lago ricopre un'area di 48,90 Kmq di cui, però, gran parte appartiene alla Svizzera (30,86 Kmq), 4,30 kmq sono in provincia di Varese e il resto è in provincia di Como. Ha una forma irregolare e sinuosa con sponde per lo più alte. Non ha nessun grande immissario: vi affluisco vari piccoli corsi d'acqua a regime fluviale, perciò sono frequenti le piene provocate dalle piogge primaverili e soprattutto autunnali. Il suo bacino imbrifero, comprende zone tra le più piovose della regione subalpina. Emissario è il Fiume Tresa che esce dal lago a Ponte Tresa e, presso Luino, si versa nel Lago Maggiore, rispetto al quale il Ceresio viene a svolgere una importante funzione regolarizzatrice, mancando di piene estive.

Riversa le proprie acque nel Lago Maggiore anche il Lago di Varese, tramite il Torrente Bardello che, dopo un percorso sinuoso, sfocia poco a monte della Punta d'Ispra. Il lago è situato in una conca dovuta a depressione periferica di fronte glaciale, e le morene che hanno coperto gli affioramenti rocciosi contribuiscono a formare le colline circostanti. Ha una superficie di 14,91 Kmq; lo zero idrometrico è posto a 230,20 m s.l.m.

Il **lago di Varese** è alimentato da numerosi torrenti e dal canale Brabbia, emissario del Lago di Comabbio, situato a sud-ovest, in un'ampia conca con direzione nord-sud tra i monti Pelada (471 m) e S. Giacomo (434 m). Un tempo i due laghi erano tanto vasti da essere congiunti, ora interposta tra i due specchi d'acqua rimane la palude Brabbia.

Il **lago di Comabbio** occupa una superficie di 3,59 Kmq; ha una superficie massima di 7,7 m e l'altitudine è di 243 m. s.l.m.

Più a nord-est è situato il **Lago di Monate**, a 266 m, alimentato da sorgenti e da piccoli ruscelli. Ha come emissario il Torrente Acquanegra, che con lungo e tortuoso percorso si versa nel lago maggiore presso Ispra. Ha una superficie di 2,4 Kmq, una profondità di 35 m; è lungo 2,8 Km e largo 1,5 Km.

Di dimensioni più ridotte è il **Lago Delio** situato nell'alto Luinese, a quota 922 m s.l.m. tra il Monte Borgna (1158m) ad ovest, e il Monte Cadrigna (1300 m) ad est. Dovuto ad escavazione glaciale, è profondo circa 25 m e lungo 800 m. E' alimentato da sorgenti e da un canale artificiale che raccoglie parte delle acque della Val Molinera. Svolge la funzione di serbatoio superiore di una centrale elettrica di generazione e pompaggio, di cui il Lago Maggiore costituisce il bacino inferiore. Il generatore, quando vi è maggiore disponibilità di energia (in genere di notte), diventa motore e pompa l'acqua dal bacino inferiore verso il superiore, da cui poi defluisce nelle ore di massima richiesta per muovere la turbina.

6.3.1.2 I Corsi d'acqua principali

Interessa il lato sud-occidentale della provincia di Varese e ne segna il confine con quella di Novara, il **Fiume Ticino**, che nasce in Svizzera da una dei maggiori nodi oro-idrografici d'Europa, il S. Gottardo, e più esattamente dal Passo di Novena (a 2440 m). Dopo aver percorso alcune vallate (Val Bredretto fino ad Airolo, Val Leventina fino a Biasca, Riviera fino a Bellinzona e Piano di Magadino da lì a Locarno) entra nel Lago Maggiore; ne esce a Sesto Calende per confluire a 7,5 Km a sud-est di Pavia nel Po' di cui costituisce il terzo affluente per lunghezza (248 Km di cui 90 in Svizzera) e il primo per portata d'acqua. Percorre l'alta pianura con un corso molto incassato, con difficoltà di accesso alle acque nel primo tratto, poi accompagnato da sponde terrazzate. Presenta degli sbarramenti per regolarizzare gli afflussi d'acqua dal Lago Maggiore, che però ostacolano la navigazione. I più grandiosi sono la Diga di Miorina e la Diga di Panperduto. La portata massima è stimata in 1142 mc/sec in ottobre, la minima in 51,8 mc/sec in febbraio, all'idrometro di Sesto Calende.

A Cà Maddalena (Somma Lombardo) si stacca il canale artificiale Villoresi, costruito nel 1886, ultimo dei Navigli, con una preminente funzione irrigua per l'alta pianura arida. Parallelo vi scorre il canale industriale (il Vittorio Emanuele) aperto nel 1900, che si riversa nel Ticino a Zizzola, dove alimenta il bacino di carico della centrale idroelettrica. Interessa in minima parte la provincia di Varese anche il Naviglio Grande che inizia a Tornavento (Lonate Pozzolo).

Uno dei bacini di maggiore rilievo della provincia è costituito dal **Fiume Olona**, appartiene al bacino del Fiume Lambro ed è noto per l'importanza che assunse nella prima fase di decollo industriale lombardo e per l'elevato grado d'inquinamento. L'Olona nasce a nord di Varese, da due rami sorgentizi: l'occidentale ha origine alla Rasa, l'orientale in Valganna, presso Miniera. Scorre in direzione sud verso Legnano e poi piega ad est. Il suo corso da qui in poi, come pure quello del Lura e del Seveso, è in gran parte artificiale perché parecchi secoli fa venne deviato attorno a Milano per la difesa (cerchia dei bastioni) per la navigazione (cerchia dei navigli).

Nel territorio della Provincia di Varese ha un percorso di 37 Km. Il suo è un bacino molto ampio e diversificato, di carattere interprovinciale e nel tratto a nord di Malnate copre una superficie di oltre 100 Kmq. Numerosi sono i suoi affluenti. Il Vellone, tributario di destra, nasce nella Valle omonima, a sud del Monte Tre Croci, ai piedi del Monte S. Francesco; attraversa coperto tutto il centro di Varese e si unisce all'Olona nei pressi del Cimitero di Belforte, subito dopo l'immissione della Bavera, affluente di sinistra che raccoglie le acque originatesi nelle zone di Viggiù e di Cantello. Nel comune di Malnate, in sponda sinistra confluisce il Torrente Ranza (o Lanza o Anza) che nasce in territorio

svizzero (Deride, Arzo), prende il nome di Clivio giungendo in Italia; ripassato per breve tratto in Canton Ticino con il nome di Giaggiolo, rientra in provincia di Varese e percorre la Valmorea. Ricordiamo, inoltre, il Torrente la Quadronna, affluente di sinistra e il Torrente La Selvagna, di destra. Oltre i confini provinciali, l'Olona riceve anche gli apporti dei Torrenti Bozzente e Lura, che per un breve tratto interessano anche il territorio provinciale.

6.3.1.3 I Corsi d'acqua secondari

Il Torrente Molinera, il Torrente Giona e il Rio di Colmegna, sono tributari del Lago Maggiore, nell'alto Luinese. Il primo è un tipico esempio di corso d'acqua della zona montana, a carattere torrentizio, con un percorso breve e a forte pendenza deve smaltire notevoli volumi d'acqua in breve tempo. Il Torrente Giona percorre la Valle Veddasca, una delle più strette e scoscese del territorio. Ha una considerevole portata solida che va a costituire vasti depositi alluvionali alla foce. Si sono rese necessarie opere di imbrigliamento, data la sua impetuosità. Il Rio di Colmegna si origina dal Monte Gradisca e dal Monte Colmenino e in 5-6 Km passa da quota 700 a quota 200 m, incidendo una valle piuttosto stretta.

Più a sud il fiume Margorabbia, prima di versarsi nel Lago Maggiore, unisce le sue acque a quelle della Tresa nei pressi di Germignaga. Costituisce uno dei bacini più ampi dell'intera provincia, con 8171 ettari di estensione: comprende parte della Valcuvia, della Val Marchirolo, della Valganna e della Valtravaglia; accoglie le acque di una delle zone più piovose del territorio. Rappresenta l'immissario-emissario dei laghi di Ganna e di Ghirla. Uno dei suoi affluenti principali è il Rancina, emissario del Laghetto di Brinzio.

Il Torrente di Boesio ha un bacino più modesto (4715 ha); nasce nella Valcuvia e , ricevendo le acque dal Monte Nudo e dal Sasso del Ferro, attraversa un'ampia zona semipianeggiante, tra i 200 e i 300 m, sfociando nel lago Maggiore presso Laveno.

Il principale affluente del Ticino in territorio varesino è il Torrente Strona, che scorre in una larga e ondulata valle longitudinale di origine intermorenica, terrazzata solo nell'ultimo tratto, presso la confluenza. Fanno parte del Bacino del Ticino anche i Torrenti Arno, Rile, Tenore che nascono nella zona collinare di Gazzada, Caronno Varesino e Morazzone; interessano un'area molto vasta (il bacino del Torrente Arno è di ben 9840 ha) e intensamente abitata.

6.3.2 PREVENZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

6.3.2.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il riferimento più importante in tema di prevenzione del rischio idraulico è rappresentato

dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) approvato dall'Autorità di Bacino del fiume Po con D.P.C.M. 24.05.2001, con le successive modifiche. Il PAI è dotato di una specifica normativa che fornisce linee di intervento operative per il reticolo idrografico principale del Bacino del Po, suddividendo il territorio dell'intero bacino del Po, in sottobacini; i sottobacini idrografici che interessano la provincia di Varese sono:
- bacino del fiume Olona
- bacino del fiume Ticino
- sottobacini dei Torrenti Rile, Arno e Tenore (appartenenti al bacino del Fiume Ticino).

Per essi il PAI ha determinato la delimitazione di tre fasce fluviali:
- fascia A – di deflusso delle piene (ritorno 50 anni)
- fascia B – di esondazione (ritorno di 200 anni)
- fascia C – di inondazione per piene catastrofiche (ritorno 500 anni)

fornendo norme dettagliate di intervento.
Le fasce fluviali delimitate per tali corsi d'acqua sono riportate alla scala 1:25.000 nella Carta del rischio– RIS 1/a, 1/b, 1/c, 1/d, 1/e, 1/f, 1/g, 1/h, 1/i, 1/l.

6.3.2.2 Fasce fluviali provinciali

L'art. 25.4 delle Norme di Attuazione del PAI dice che *"[..] Per la parte di rete idrografica non compresa nel […] Allegato 1, […], le Regioni e le Province, nei rispettivi strumenti di pianificazione territoriale, possono individuare corsi d'acqua per i quali procedere alla delimitazione delle fasce fluviali e all'applicazione ad esse delle Norme del presente Piano operando sulla base degli obiettivi e degli indirizzi dello stesso".*
Allo stato attuale, la Regione Lombardia, ente competente per il reticolo idrografico principale non contenuto nell'Allegato 1 alle NTA del PAI, non ha ancora ottemperato alla perimetrazione delle relative fasce fluviali.

A tale riguardo la Provincia di Varese, si è dotata uno studio di settore[13] che ha individuato le aree inondabili, definite con criteri diversi da quelli indicati dal PAI, relativamente ai seguenti corsi d'acqua, per i tratti di competenza del territorio della Provincia di Varese: Olona, Arno, Rile, Tenore, Ticino, Bardello, Tresa, Boesio, Fontanile e Margorabbia. In particolare, per il T. Boesio è stato eseguito uno studio idraulico di dettaglio[14] , finanziato dalla Regione Lombardia, che ha portato alla mappatura delle "possibili aree di esondazione".

Nello studio condotto dall'Università di Pavia nel 1997, si valuta anche il rischio di esondazione dei Laghi Maggiore, di Lugano e di Varese.

Nella Tabella 2 vengono riportate le operazioni per la realizzazione del lavoro svolto dall'Università di Pavia, che mostrano la valenza e l'approfondimento raggiunto con tale

[13] Università di Pavia – 1997
[14] Università dell'Insubria - 2003

studio, ripreso poi nell'ambito della stesura del Programma Provinciale di Previsione e prevenzione della Protezione Civile, redatto a cura del Politecnico di Lecco (Responsabile del Progetto: Prof. M. Papini).

Tabella 2

	ATTIVITA' SVOLTA	***OBBIETTIVI***	***OPERAZIONI***
PREVISIONE	Preparazione del materiale di base	Raccolta delle cartografie di base e dei dati ideologici	Ricerca e ordinamento del materiale
	Censimento delle zone inondate nel passato e degli invasi artificiali	Individuazione dei punti di esondazione, delle aree e delle opere connesse	. Esame della documentazione cronachistica . Esame della documentazione tecnica . Interviste . Elaborazioni e confronti . Redazione di una carta tematica . Acquisizione dei dati tecnici sugli invasi artificiali e sugli effetti dell'apertura degli scarichi e del collasso della diga
	Definizione dell'idrologia di piena della Provincia	Definizione delle caratteristiche ideologiche degli eventi calamitosi	. Definizione delle caratteristiche ideologiche degli eventi calamitosi del passato . Individuazione preliminare delle zone soggette a rischio inondazione e scelta delle sezioni su cui effettuare il controllo della capacità degli alvei . Analisi statistica dei dati pluviometrici . Definizione delle portate con assegnato tempo di ritorno nelle sezioni scelte (utilizzo di modelli matematici) . Indicazione della qualità delle acque di esondazione . Analisi statistica dei livelli dei laghi e definizione dei livelli con assegnato tempo di ritorno

	Mappatura delle aree inondabili	Determinazione delle modalità di esondazione per i corsi d'acqua della Provincia	. Recupero della geometria degli alvei presso gli enti pubblici . Integrazione con rilievi topografici . Studio del deflusso di piena con modello matematico di moto . permanente a portata variabile lungo il percorso . Mappatura delle aree inondabili
	Censimento degli elementi a rischio	Individuazione degli elementi a rischio siti nelle aree inondabili e valutazione della loro vulnerabilità	. Reperimento dei piani regolatori e dei piani di fabbricazione dei Comuni interessati . Analisi dei piani con i tecnici provinciali . Censimenti a campione per convalidare le conclusioni tratte dall'esame dei documenti . Redazione della carta tematica
PREVENZIONE	Piano Provinciale di Prevenzione	Individuazione dei mezzi idonei per prevenire i danni da calamità idrauliche	. Individuazione dei Comuni che debbono approntare un piano di emergenza . Individuazione dei provvedimenti strutturali adottabili . Individuazione dei tipi di provvedimenti non strutturali atti a prevenire i rischi . Proposta di uno schema per la predisposizione di un sistema di sorveglianza in tempo reale degli eventi calamitosi di natura idraulica

Per la mappatura delle aree inondabili nell'ambito dello Studio dell'Università di Pavia, come delineato dalla normativa per la redazione dei Programmi di Previsione e Prevenzione,sono stati presi in considerazione i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.
La perimetrazione delle fasce di esondazione, per quanto concerne i fiumi, si basa sul calcolo dei profili liquidi che si verificherebbero in questi alvei qualora tali portate potessero scorrervi per durate imprecisate (calcolo dei profili di moto permanente).
La metodologia adottata nel caso dei laghi si basa, invece, sull'analisi statistica dei loro livelli e sull'identificazione di appropriate linee di livello sulle mappe.

Come detto, queste valutazioni idrauliche sono state effettuate per Olona, Arno, Tenore, Rile, Ticino, Bardello, Tresa, Boesio, Fontanile e Margorabbia lago di Lugano, lago Maggiore e lago di Varese.
Questa mappatura delle aree di esondazione rappresenta la pericolosità del fenomeno analizzato, definita per la valutazione del rischio alluvioni.

Per quanto detto sopra è stata quindi realizzata una carta con le diverse classi di pericolosità (Tabella 3) che rappresentano la probabilità di esondazione:

Tabella 3

Classe	***Pericolosità***
HO	Tempi di ritorno T>500 anni
H1	Pericolosità moderata, con valori di tempi di ritorno 200 anni<T<500 anni
H2	Pericolosità alta, con valori di tempi di ritorno 30 anni<T<200 anni
H3	Pericolosità molto alta, con valori di tempi di ritorno T<30 anni

Per quanto concerne il Torrente Boesio, in riferimento allo studio idraulico di dettaglio condotto dall'Università dell'Insubria nel luglio 2003, si ricorda che in tale contesto è stato effettuato un calcolo, per le cui modalità si rimanda allo studio stesso, che ha evidenziato l' incapacità del corso d'acqua a trasferire la portata a valle senza esondare in alcune zone localizzate lungo il percorso. Le aree allagabili sono state localizzate in almeno 5 tratte di seguito elencate (**CARTA DEL RISCHIO – RIS 1)**

1. Tratto compreso tra la progressiva 600 e la progressiva 1350 a valle del ponte in corrispondenza del depuratore di Casalzuigno
2. Tratto compreso tra la progressiva 3500 a monte della conceria Fraschini e la progressiva 4700 in corrispondenza del ponte della statale 349
3. Tratto compreso tra la progressiva 5000 all'ingresso dell'abitato di Cittiglio e la progressiva 5694 in corrispondenza del ponte della ferrovia
4. Tratto compreso tra le progressiva 8500 e 9500 in comune di Laveno Mombello
5. Tratto terminale all'interno dell'abitato di Laveno Mombello

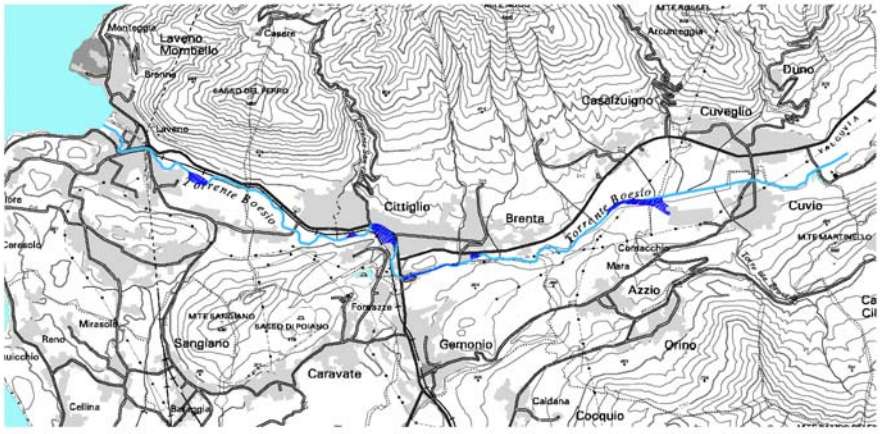

Figura xxx: Aree di esondazione lungo il Boesio (Estratta ed elaborata da:" Studio di approfondimento del grado di pericolosita' del Torrente Boesio finalizzato alla mappatura di possibili aree di esondazione" – Università dell'Insubria – 2003)"

Per quanto riguarda le fasce di esondazione individuate per i corsi d'acqua principali nell'ambito dello studio di Pavia del 1997, la Provincia fornisce, tramite il PTCP, un indirizzo di attenzione che dovrà essere verificata a scala comunale. Per il Torrente Boesio sul quale è stato redatto lo studio finanziato dalla Regione Lombardia ed eseguito dall'Università dell'Insubria nel 2003, il PTCP acquisisce le aree potenzialmente allagabili identificate e rimanda ai comuni il compito di individuare specifiche norme di tutela e di verificare la compatibilità idraulica della proposta di uso delle suddette aree ai sensi dell'Allegato 3 alla D.G.R. 29 0ttobre 2001, n.7/6645.

6.3.2.3 Aree di pericolosità dighe

Sul territorio della Provincia di Varese sono presenti alcuni invasi artificiali, elencati in Tabella 4 (*Fonte dati: FCEM, Registro Italiano Dighe Torino*).

Tabella 4

Denominazione	**Comune**	**Tipologia sbarramento[15]**	**Uso**	**Altezza diga (m)[16]**	**Volume (m3)[17]**
Lago d'Elio Nord	Maccagno	Diga muraria a gravità ordinaria	Irriguo	26,6	7.900.000
Lago d'Elio Sud	Maccagno	Diga muraria a gravità ordinaria	Irriguo	31,5	7.900.000
Creva	Luino	Diga muraria a gravità ordinaria	Irriguo	27	990.000
Bardello	Bardello e Gavirate	Traversa fluviale	Misto	1,65	9.875.000
Miorina	Golasecca	Traversa fluviale	Irriguo	3,3	381.000.000[18]
Porto della Torre	Somma Lombardo e Varallo Pombia	Traversa fluviale	Irriguo	11,4	5.700.000

[15] Ai sensi del D.M. 24.3.1982
[16] Ai sensi della L. 584/94
[17] Ai sensi della L. 584/94
[18] Volume utile di regolazione

Gli sbarramenti elencati in Tabella 4, sono classificabili tra le grandi dighe[19], per le quali la Provincia ha competenza in tema di costruzione, esercizio, vigilanza e approvazione dei relativi piani di gestione (Articolo 43 della L.R. 26/2003).
In sintesi, i laghi naturali regolati sono il Lago Delio, il lago di Lugano, il Lago Maggiore e il lago di Varese. Gli invasi fluviali sono quelli sottesi dalla diga di Creva sul Tresa e dalla diga di Porto della Torre sul Ticino. Sempre sul Ticino è presente la diga del Pamperduto che tuttavia non è classificabile come grande diga e quindi è esclusa dalla presente analisi.
Gli invasi artificiali sottesi dalle dighe hanno generalmente l'effetto ben noto di laminare le piene naturali, cioè di fare in modo che la portata al colmo in uscita sia inferiore a quella in ingresso. L'effetto di laminazione, che dipende dalle dimensioni e dal grado di riempimento del serbatoio all'inizio della piena, è molto diverso da caso a caso, ma consiste comunque sempre in una riduzione della portata. Gli invasi artificiali possono però anche dar luogo a onde di piena maggiori di quelle naturali, o addirittura a onde di piena del tutto artificiali, quando per qualche ragione l'invaso si svuota repentinamente. Questo può avvenire per una brusca manovra degli organi di scarico o, nel caso estremo, per il crollo della diga.
Con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 9.2.1985 n. 1959 e successiva circolare integrativa 28.8.1986 n. 1125 è stato deciso di notificare ai concessionari di derivazioni d'acqua per mezzo di dighe di ritenuta l'obbligo di effettuare studi teorici tendenti a individuare il profilo dell'onda di piena artificiale lungo i corsi d'acqua a valle degli sbarramenti esistenti, dovuta a manovre sugli organi di scarico, al fine di individuare le aree soggette a sommersione e le eventuali situazioni di particolare criticità conseguenti al deflusso delle piene. Con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 4.12.1987 n. 352 (a cui ha fatto seguito la circolare 13.12.1995 n. DSTN/2/22806) è stato poi notificato l'obbligo di eseguire il calcolo dell'onda di sommersione conseguente all'ipotetico collasso della diga.
Gli studi eseguiti dagli enti concessionari possono essere reperiti presso le Prefetture interessate.

Nell'ambito del Piano di Emergenza Provinciale della Protezione civile sono stati considerati i suddetti studi e, in particolare è stata presa in considerazione l'analisi eseguita nell'ambito dello Studio Idraulico eseguito dall'Università di Pavia nel 1997[20]. In base a questa documentazione, nel Piano di Emergenza Provinciale della Protezione civile, si è scelto di assumere per tutte le grandi dighe presenti in Provincia di Varese la pericolosità moderata. Tali aree sono cartografate nella Carta della pericolosità dighe – RIS a, RIS b, RIS c, RIS d, RIS e) allegata agli approfondimenti tematici.

[19] Grandi dighe - sono le opere di sbarramento di altezza maggiore di 15 m o che determinino unvolume d'invaso superiore ad 1.000.000 m3 (CIRC. M.LL.PP. 19aprile 1995, n. us/482)
[20] Relazione Tematica A – Documentazione sulle piene e sugli invasi artificiali in Provincia di Varese

6.4 RISCHIO SISMICO

6.4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella classificazione Servizio Sismico Nazionale definita dai Decreti, emessi fino al 1984, la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S; nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC).
Nella classificazione contenta nell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e di normative recanti tecniche per le costruzioni in zone sismiche" (G.U. n. 105 del 8 maggio 2003), la sismicità è definita mediante quattro zone, numerate da 1 a 4.
La corrispondenza fra queste diverse definizioni è riportata di seguito:

Decreti fino al 1984	**Gdl 1998**	**Classificazione 2003**
S = 12	Prima categoria	Zona 1
S = 9	Seconda categoria	Zona 2
S = 6	Terza categoria	Zona 3
Non classificato	NC	Zona 4

6.4.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO PROVINCIALE

La Provincia di Varese non ha evidenti problemi di rischio sismico, infatti anche in base alla nuova classificazione sismica, tutti i comuni ricadono in Zona 4, così come evidenziato dalla successiva tabella che mette in relazione le modifiche operate dalla nova normativa nazionale rispetto alla precedente classificazione sismica a scala comunale.

		Classificazione OPCM 3274/03			
		Zona 1	*Zona 2*	*Zona 3*	*Zona 4*
Classificazione decreti fino1984	I cat.(S=12)	0	0	0	0
	II cat.(S=9)	0	0	0	0
	III cat.(S=6)	0	0	0	0
	N.C.	0	0	0	141
	totale	0	0	0	141

L'assenza di evidenti movimenti tellurici nel sottosuolo provinciale è verificabile anche analizzando le carte della distribuzione dei terremoti nel tempo; in Figura xxx viene riportata la Carta dei terremoti verificatisi in Lombardia tra l'anno 1000 e il 1984, tratta

da "Guide geologiche regionali: Alpi e Prealpi lombarde" (1990). In essa si riscontra che i terremoti di maggiore magnitudo sono localizzati nella zona bresciana, mentre in Brianza gli eventi tellurici avrebbero sviluppato una magnitudo poco rilevante.

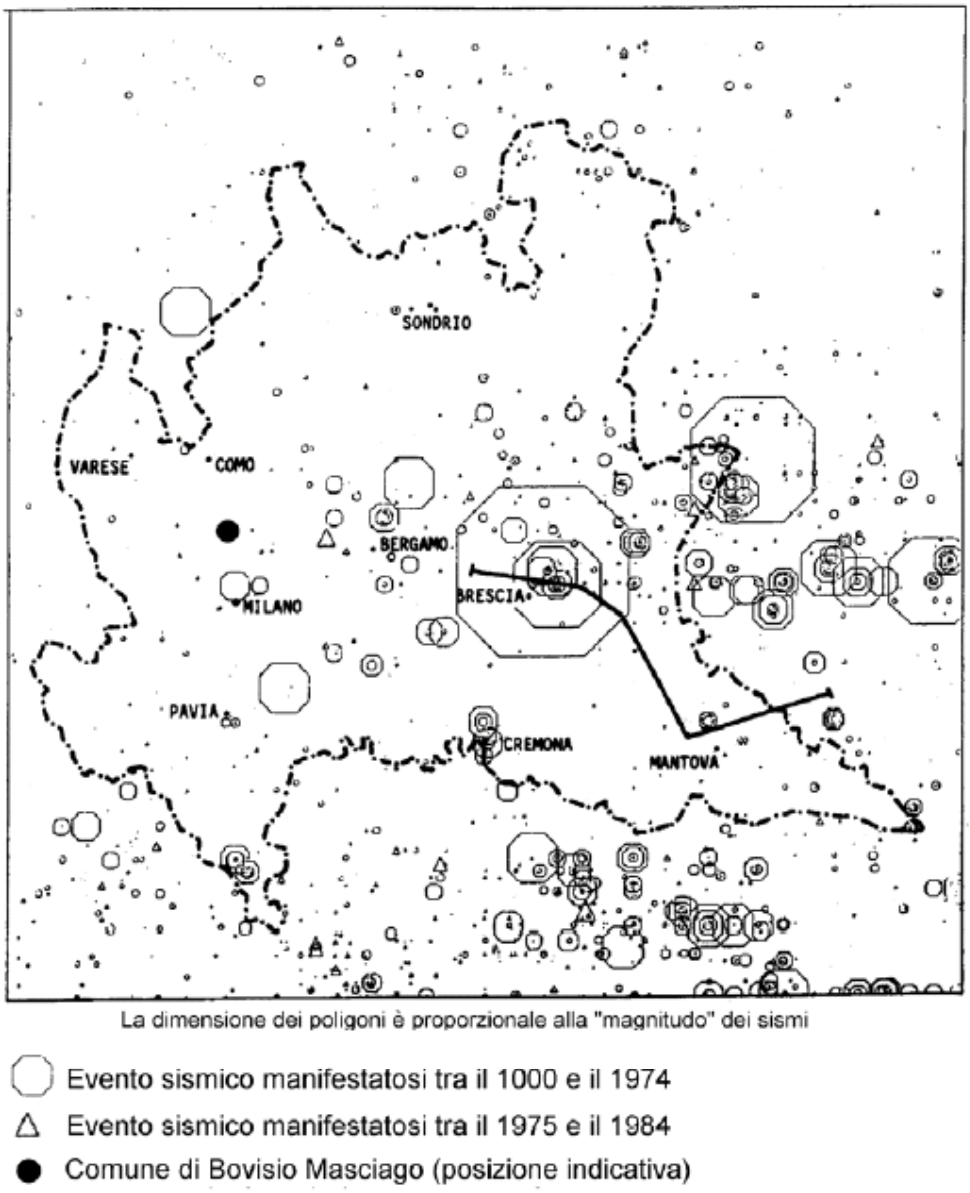

Figura Ubicazione indicativa dell'area di indagine
Terremoti in Lombardia tra il 1000 e il 1984 (da "Guide Geologiche Regionali" Alpi e Prealpi Lombarde – 1990)

La Provincia è stata interessata nell'ultimo decennio da fenomeni sismici "di riflesso", cioè sono state risentite scosse telluriche generate da epicentri localizzati in aree anche piuttosto lontane.
L'ultimo di questi eventi è stato registrato il 20 novembre alle ore 11:49:15 ora italiana dai sismografi del Centro Geofisico Prealpino di Varese. Il sisma, localizzato a Sud-Ovest

di Milano con epicentro nella zona di Vermezzo, Zelo, Surrigone, Gaggiano, Gudo Visconti (nelle vicinanze di Abbiategrasso), ha raggiunto una magnitudine di 305 della scala Richter, equivalente al 2°-3° della scala Mercalli. Un sisma con tale intensità può essere avvertito dalle persone all'interno degli edifici sopratutto ai piani alti; le vibrazioni avvertite sono paragonabili a quelle prodotte dal passaggio di un pesante automezzo.

Risulta quindi importante verificare gli effetti generati dai fenomeni di amplificazione sismica locale determinati da particolari condizioni topografiche e litologiche specifiche di particolari ambiti localizzati.

Attualmente è in fase di redazione da parte della Regione Lombardia il documento recante "*Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica ed idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'articolo 57 della L.R. 12/05*". In tale documento verranno definiti i nuovi criteri per la definizione della vulnerabilità e del rischio sismico basati sulle più recenti metodologie messe a punto dalla comunità scientifica.
I Comuni dovranno, quindi. ottemperare sia alle prescrizioni della Ordinanza 20.3.03 del PCM che ai successivi provvedimenti che verranno emanati dalla Regione.

6.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO VARESINO

6.5.1 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRITORIO

6.5.1.1 Serie idrogeologica

Al di sopra del substrato, che comprende unità costituite da rocce cristalline (micascisti, gneiss, granofiri, rocce filoniane) e rocce sedimentarie discretamente permeabili (calcari e dolomie) e di permeabilità molto ridotta (arenarie e argille) le unità idrogeologiche di maggiore interesse sono costituite dai sedimenti deltizi alluvionali e glaciali che ricoprono in parte il substrato roccioso e che vengono ad assumere rilevante spessore nella zona di pianura. Nella pianura si possono infatti distinguere le unità di seguito descritte.

<u>1) Primo acquifero</u>

L'unità 1 e l'unità 2a (che ad essa è generalmente sottoposta) costituiscono l'acquifero indicato con A dalla Regine Lombardia (2002)[21]. La distinzione fra 1 e 2a è definita dal fatto che l'unità 1 è formata da ghiaie e sabbie con limitati livelli argillosi.

[21] La serie idrogeologica proposta dalla Regione Lombardia (2002) prevede uno schema dei rapporti stratigrafici basata sui seguenti criteri:

- UNITA' A che comprende il Fluvioglaciale Wurm Auct. e corrisponde al primo acquifero di Francani e Pozzi (1981)
- UNITA' B che corrisponde al Fluvioglaicale Riss e Mindel e al Ceppo (secondo acquifero di Francani e Pozzi)

Si possono distinguere in superficie da 0 a 30-40 m le litologie appartenenti alle unità 1 (alluvioni in prevalenza ghiaiose prive di livelli argilloso-limosi continui) dovute a un episodio di sedimentazione per lo più olocenico. La permeabilità risulta superiore a 10-3 m/s, fino a 3,5.10-3 m/s, mentre lo spessore dell'acquifero è valutabile da 5 m a 10 m (T max 7,5*10-2 m2/s, T min 0,5*10-2 m2/s).

Dal momento che l'unità 2a, generalmente si trova al di sotto dell'unità 1, è stata inserita nel secondo gruppo.

2) Secondo acquifero

2a. L'unità 2a fa parte dell'unità A della Regione Lombardia (2002). Questa unità si colloca nell'area di Busto mediamente fra 30 e 90 m di profondità, mentre in altre aree si presenta subaffiorante. L'unità 2a presenta, a differenza dell'unità 1, intercalazioni argillose o comunque poco permeabili continue, che possono localmente separare acquiferi semiconfinati.

2b. Fra 90 e 130 m circa sono presenti litologie caratterizzate da molti livelli limosi, con un acquifero ben delineato intorno ai 100–110 m di profondità nella parte centrale del Comune, che sono talora ferrettizzati. Gli acquiferi presenti risultano confinati e solo raramente, dove vengono a portarsi in prossimità della superficie, sono semiconfinati.

2c. Fra -215 e -200 m si hanno depositi talora ferrettizzati, costituiti da limi con livelli sabbioso-ghiaiosi che formano il terzo livello del secondo acquifero, confinato.

In questa unità ricadono prevalentemente i conglomerati del Ceppo dell'Olona, distinto con la sigla cd e i termini litologici poco cementati che ad essi si accompagnano. Livelli mitologicamente equivalenti (contrassegnati per semplicità anch'essi con la sigla cd) si trovano inclusi nelle unità 2a, 2b e nella 3, anche se con minore continuità laterale. Anche se i depositi contenuti in queste due sottounità non appartengono al Ceppo dell'Olona, sono stati indicati con la medesima sigla cd. L'unità 2c presenta acquiferi continui, che si possono seguire agevolmente sulle sezioni geologiche nei quali sono riportati i maggiori dettagli, dotati di inclinazione anche superiore a quella del piano campagna e separati da livelli poco permeabili spessi e discretamente continui. Per il secondo acquifero la permeabilità risulta mediamente di 5.10-4 m/s, e la trasmissività, data come somma delle trasmissività dei singoli comparti, è mediamente di 10-2 m2/s.

3) Terzo acquifero o acquifero villafranchiano degli Auct. (acquifero compartimentato e confinato).

Si trova mediamente a partire da 200 m di profondità. La permeabilità è mediamente di 10^{-4} m/s, e la trasmissività media di circa 10-3 m2/s.

- UNITA' C che corrisponde alla parte sommitale del terzo acquifero di Francani e Pozzi
- UNITA' D che comprende i depositi marini del Quaternario

La provincia, da un punto di vista idrogeologico, può, quindi, essere distinta in:

A) Zona di montagna:

Dumentino, Valcuvia, Margorabbia, Luino, Cuasso-Ponte Tresa, Castelveccana

B) Zona di media montagna:

Lago di Varese, Laghi di Comabbio e Monate, Alta Valle Olona, Val Morea, Lentate-Sesto- Ticino Nord.

C) Valli Olona e Arno

D) Pianura da Somma a Busto Arsizio

A) Zona di montagna

Dumentino, Valcuvia, Margorabbia, Luino, Cuasso-Ponte Tresa, Castelveccana

L'area montana varesina si distingue per l'elevata piovosità e per l'estensione della coltre glaciale che ricopre a Nord rocce in prevalenza cristalline, e nella parte meridionale rocce prevalentemente carbonatiche e arenaceo-argillose. La combinazione di questi fattori, considerando l'elevata permeabilità delle rocce calcaree e il discreto stato di fatturazione delle rocce cristalline, determina la presenza di un elevato numero di sorgenti, alcune delle quali di portata molto significativa, di grande importanza per le aree montane. Le sorgenti sono riportate nella carta delle opere di captazione. Carenza di risorse si verifica per le aree,peraltro non estese, dotate di scarsa copertura detritica su un substrato argilloso o arenaceo-argilloso. Le aree vallive risultano invece percorse da falde di apprezzabile portata, soggette a un intenso sfruttamento.

Complessivamente la potenzialità idrica della parte montana della Provincia di Varese è rilevante, ma caratterizzata da una marcata variabilità nei diversi punti del territorio in dipendenza delle caratteristiche idrogeologiche locali.

B) Zona di media montagna:

Lago di Varese e sorgenti della struttura del Campo dei Fiori

L'alimentazione delle acque sotterranee proviene dall'infiltrazione entro le permeabili rocce calcaree della struttura del Campo dei Fiori e dalla loro circolazione in condotti carsici, che alimentano l'acquedotto di Varese. Le falde invece sono complessivamente di scarsa importanza, per il ridotto spessore e permeabilità dei terreni acquiferi; i pozzi forniscono singolarmente portate di 1-2 l/s, che salgono a 4 l/s in prossimità del lago, dove i depositi glaciali e alluvionali presentano il maggiore spessore Le maggiori riserve idriche risultano concentrate fra Comabbio e il lago di Varese, e nella piana di Caravate.

Bacini del Ticino Nord-Lago Maggiore

1.Ispra-Monvalle

Comprende la piana e i rilievi collinari che si estendono in prossimità del lago. Come indicato in precedenza, tale bacino, formato da depositi fluvioglaciali e glaciali poggianti

su un substrato roccioso generalmente poco permeabile (rocce carbonatiche con alternanze di marne, porfidi ecc.) riceve alimentazione dalla falda della Valcuvia. La presenza di depositi fluvioglaciali di permeabilità da mediocre a discreta e di spessore talora consistente (20-30 m), permette una debole circolazione idrica, con rese medie di 2-3 l/s per pozzo.

2.Laghi di Monate e Comabbio

E' identificabile, sulla base dei dati dei pozzi, la presenza di una falda che, contenuta entro depositi fluvioglaciali wurmiani di spessore interessante (mediamente ben 15 m) scende dal Lago di Monate Verso quello di Comabbio e da questo alla palude Brabbia, dalla quale è parzialmente separato dal rilievo di calcari nummulitrici di Ternate, alimentando anche il bacino di Sesto Calende e parte della valle del t.Strona.

I prelievi su questa falda sono elevati, anche per la presenza di industrie idroesigenti.

3. Lentate-Sesto Calende

Si tratta di un bacino povero di acque sotterranee, separato da quelli della pianura dallo sbarramento morenico di Golasecca, e prevalentemente imperniato sul paleoalveo del t.Strona, del quale peraltro non si hanno dati sufficientemente sicuri per una sua delimitazione e sfruttamento. Le riserve idriche sono contenute in acquiferi sabbioso-ghiaiosi dallo spessore medio di circa 10 m.

4. Bacino di Mornago- Cimbro-Daverio

Si tratta di un bacino geologicamente chiuso per la presenza di un substrato poco permeabile di Gonfolite su tutti i lati, salvo su quello di valle. L'acquifero più consistente è formato dalla sovrapposizione di depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi per oltre 120 m nella parte meridionale del bacino , determinando un arricchimento consistente delle risorsa idrica fra Mezzana e Somma Lombardo. Esso rappresenta probabilmente il deposito dello scaricatore della cerchia glaciale wurmiana. Si hanno così situazioni contrastanti: sul lato meridionale del bacino un'ottima resa delle falde; nella parte centrale, invece, rendimenti molto ridotti, da 2 a 4 l/s.

L'interesse dell'area è dettato dalla presenza di paleoalvei, che costituiscono corpi geologici più trasmissivi dei terreni che li fiancheggiano, nei quali si possono concentrare risorse idriche interessanti a uso locale.

Sul versante occidentale, questo bacino, il cui spartiacque geologico è costituito da Gonfolite impermeabile, risulta costituito da depositi glaciali mediocremente permeabili di spessore consistente (oltre 30 m) nei quali l'acquifero si presenta frazionato in molti corpi idrici. Questi sono localmente separati da livelli limosi di qualche m di spessore, e spesso le diverse falde defluiscono verso direzioni tra loro diverse.

Nella zona di Mornago è facilmente distinguibile un acquifero principale, profondo mediamente 20 m, dotato di uno spessore superiore ai 10 m, sovrastato da un gruppo di falde freatiche tra lorointercomunicanti di bassa resa (portata specifica dei pozzi di frazioni di l/s). L'acquifero principale defluisce verso il t.Strona, che rappresenta l'asse drenante di tutto il lato occidentale del bacino, convogliando successivamente la falda al di fuori del bacino in esame, verso la piana di Vergiate e infine nel Ticino. Questo acquifero consente un discreta resa delle captazioni, che permette di ottenere 2-5 l/s con un modesto abbassamento del livello nel pozzo. Più a oriente, in comune di Sumirago, i depositi glaciali presentano una maggiore permeabilità, ed uno spessore complessivo molto consistente (anche 60 m). Essi poggiano sul substrato roccioso non permeabile, che Brunello presenta un evidente culminazione in corrispondenza dello spartiacque idrogeologico, e sono intagliati da paleolavei di discreto spessore incisi nel substrato. In particolare a Castronno un paleolaveo di circa 30 m di spessore, formato da sabbie e ghiaie con limi , con falda di tipo freatico subaffiorante, risulta inciso in una depressione del substrato impermeabile che ha una larghezza interessante (oltre 1 km). Secondo i dati esistenti, questo paleolaveo del t.Arno, i cui sedimenti più antichi sono coperti da depositi glaciali wurmiani, presenta nel vicino comune di Morazzone uno spessore ancora più ragguardevole (circa 80 m), e può fornire anche 10 l/s , con una portata specifica di circa 2 l/s per metro di abbassamento. Le falde in questo tratto non vengono drenate verso il vicino F.Olona, per l'interposizione fra Morazzone e Lozza del substrato roccioso.

C) Valli Olona e Arno

Valle Olona

La Valle Olona, pur essendo costituita da terreni di non grande trasmissività formati prevalentemente da depositi delle unità 2c e cd , la cui produttività è spesso legata al cosiddetto "acquifero sotto il Ceppo" rappresentante della facies disciolta del Ceppo, comprende lungo l'asse della valle tratti a in cui i pozzi presentano una buona resa, particolarmente nella sua parte inferiore.

Valle del Torrente Arno

Solamente nella parte alta, il bacino del t.Arno si appoggia visibilmente al substrato impermeabile che affiora a Brunello e negli immediati dintorni. Si tratta quindi di un bacino idrogeologico che è costituito fino a notevole profondità da depositi alluvionali e fluvioglaciali, subordinatamente glaciali. Ciò determina una maggiore facilità di assorbimento delle precipitazioni, sotto forma di infiltrazione diretta, e una maggiore facilità a raccogliere l'alimentazione proveniente dalle falde di altri bacini idrogeologici.

D) Pianura da Somma a Busto Arsizio

Pianura Rile-Tenore-Olona

Nei comuni di Busto Arsizio, Samarate, Gallarate e Cassano Magnago la situazione idrogeologica è caratterizzata dal progressivo incremento da N verso S e da Ovest verso

est della consistenza dei depositi alluvionali dotati di maggiore trasmissività. Sono state distinte falde secondo l'appartenenza alle unità 1 ,2 e 3 e alle sottounità 2a, 2b, 2c ,cd e 3 corrispondenti alle descrizioni precedentemente fornite. L'alimentazione delle falde di maggiore interesse, concentrate nei primi 100 m (in particolare a Busto fra 80 e 100) avviene principalmente da monte, da un'area estesa corrispondente all'intero territorio comunale e da quello dei comuni posti a Nord di esso fino alla cerchia morenica. Quest'area è dotata di buona capacità di infiltrazione, essendo costituita da ghiaie e sabbie in prevalenza (Fl Wurm auct.) e solo in parte da depositi attribuiti a unità meno permeabili. La sezione attraverso la quale avviene tale alimentazione è molto vasta, avendo uno spessore di almeno 20 m, e ricevendo acque dall'infiltrazione su un'area molto vasta (almeno 50 kmq) . Lo spessore dei depositi permeabili che contiene il primo acquifero è molto elevato, e varia da 40 a 60 m. Le falde fino a questa profondità mostrano una reazione molto significativa alle precipitazioni, come indicato dal sollevamento anche di 4-5 m in occasione di piogge prolungate e di entità rilevante. Le falde più profonde del secondo acquifero (gruppo b e gruppo c), che sono separate dalle precedenti dalla presenza di livelli limosi, ricevono invece alimentazione da aree dotate di minore permeabilità, con limi, sabbie e conglomerati (Fl.Riss e Fl.Mindel Auct) , che ne ostacolano parzialmente la ricarica dall'alto.

Tale situazione determina per il gruppo 2c un'alimentazione naturale precaria; le falde situate intorno ai 150 m a Busto Arsizio presentano quindi una ricarica naturale che può avvenire solo in tempi prolungati, dell'ordine di uno o più anni. Migliori sono le condizioni per le falde della sottounità 2b, che possono, sia pure localmente, ricevere alimentazione dalle falde libere presenti nei primi 60 m dalla superficie nel comune di Cassano Magnago. Si osserva tuttavia che si assiste a una evidente riduzione della trasmissività delle unità 2b e 2 c nella parte meridionale del Comune di Busto. Le condizioni di alimentazione delle falde dell'unità 3 sono molto difficili, in quanto ad esse pervengono (anche se non solamente) acque infiltrate prevalentemente nei depositi glaciali poco permeabili degli archi morenici e dalle alluvioni di mediocre permeabilità dei corsi d'acqua minori (Rile e Tenore). Un'attiva componente nell'alimentazione di queste falde è fornita dal drenaggio dei livelli semipermeabili. Queste falde possono fornire quindi una riserva idrica limitata, il cui sfruttamento non può avvenire se non con prelievi ridotti. I prelievi nel Comune di Busto comportano in effetti l'evidenza di una leggera depressione piezometrica, che può essere valutata nell'ordine di due metri. Considerato lo stato di squilibrio significativo che caratterizzava quest'area a metà degli anni '90, si avverte un deciso miglioramento delle condizioni della riserva, corrispondente a un minore sfruttamento delle falde idriche sotterranee quale quello risultante dai dati disponibili.

Considerate le premesse sulla struttura idrogeologica del comune, le modellazioni eseguite indicano che si osserva che un prelievo di 500 – 1000 l/s, come quello stimato per queste aree, è in grado di determinarvi una depressione piezometrica media profonda da uno a due metri, compatibile con il mantenimento dell'equilibrio idrogeologico.

La Pianura fra Ticino e Arno

I comuni di quest'area sono Lonate Pozzolo, Ferno, Somma Lombardo, Casorate Sempione, Cardano al Campo, Vizzola Ticino. A iniziare da monte, esaminiamo dapprima le condizioni dei comuni posti in prossimità del Fiume Ticino, i quali offrono le condizioni favorevoli per uno sviluppo dei prelievi su buona parte della loro estensione. Somma Lombardo presenta in superficie livelli di grande spessore e ottima permeabilità, ma mediocre resa degli acquiferi di media profondità, in quanto ricevono alimentazione da aree glacializzate, costituite da 20-40 m di terreni limoso-sabbiosi, la cui ridotta permeabilità riduce gli afflussi a questi acquiferi.

Pianura a Oriente del Fiume Olona

Il comune di Gorla Maggiore, come Castellanza, è un ambito caratterizzato dalle numerose attività industriali, e da una struttura idrogeologica molto favorevole a una alimentazione anche dei pozzi che perforano gli acquiferi profondi, mentre fino a circa 80 m di profondità si hanno condizioni freatiche o semiconfinate (acquiferi 1, 2a e 2b).

La zona di alimentazione dell'unità 2c (oltre gli 80 m di profondità) si colloca infatti fra i comuni di Fagnano e Cairate nella bassa valle dell'Olona, e risulta caratterizzata dalla discreta permeabilità verticale degli acquiferi del gruppo 2b che costituiscono i depositi nei quali avviene l'infiltrazione , e dal loro ridotto spessore.

Il terzo acquifero si presenta con le caratteristiche spiccate di un acquifero multistrato senza intercomunicazione diretta fra gli acquiferi.

Si può ritenere che l'area del Comune di Gorla Maggiore buone possibilità di reperimento di acque anche dalle falde profonde, elemento molto favorevole nella strategia di gestione delle acque sotterranee.. La potenzialità idrica è confrontabile con quella di Busto Arsizio.

Il Comune di Marnate, situato in parte a valle dei precedenti, anch'esso notevolmente interessato da attività produttive, risulta caratterizzato da un buono sviluppo delle unità 1 e 2a circa 40 m) e da un elevato spessore dell'unità 2b (almeno 60 m, con acquiferi di spessore complessivo di circa 30 m). La presenza del terrazzo sepolto di Cairate tende ridurre i valori di trasmissività in una ristretta parte dell'aerea comunale, in prossimità del F.Olona, senza che peraltro tale fattore locale possa incidere sulla complessiva buona garanzia offerta dalle trasmissive alluvioni delle altre unità.

Le condizioni ottimali di questo settore, si attenuano spostando l'attenzione sui comuni dell'area più orientale della Provincia, che comprende i comuni di Gerenzano, Cislago, Uboldo, Origlio, Caronno Pertusella e Saronno. Infatti, in tutto questo settore viene ad affiorare il terrazzo di Gerenzano-Turate, formato da depositi delle unità del pleistocene e medio e antico che prosegue quello di Tradate, costituito da terreni di minore trasmissività (unità 2b e 2c).

6.5.2 TUTELA QUANTITATVA DELLA RISORSA IDRICA

6.5.2.1 Il bilancio idrico della conurbazione varesina e della sua pianura

Lo studio eseguito per il PTUA regionale ha permesso di identificare settori in cui non si manifestano squilibri sensibili (classi quantitative A e B) e aree di classi quantitative C,D,E nelle quali si manifestano problemi in quanto il drenaggio operato da prelievi, corpi idrici superficiali naturali e artificiali, non è adeguatamente controbilanciato dagli afflussi. Si genera in tali condizioni una depressione piezometrica tanto più accentuata ed estesa quanto maggiore è lo squilibrio rilevato.
I settori individuati in Provincia di Varese dal Piano di Tutela delle Acque della Regione per la descrizione degli aspetti del bilancio idrico quantitativo, sono riportati tabella seguente (con (*) si indica che l'area comunale è parzialmente compresa nel settore).
Tabella 5

Numerazione PTUA	**SETTORI**	**COMUNI**
1	Vergiate	Sesto Calende, Vergiate, Mornago, Sumirago, Castronno, Caronno Veresino, Gornate Olona*, Albizzate, Solbiate Arno, Carnago, Arsago Seprio, Besnate, Jerago con Orago, Cavaria con Premezzo, Oggiona S. Stefano, Cairate*.
2	Tradate	Castiglione Olona*, Venegono Sup., Venegono Inf., Lonate Ceppino, Tradate, Cairate*, Gornate Olona*, Vedano Olona
5	Busto Arsizio	Golasecca, Somma Lombardo, Casorate Sempione, Cardano al Campo, Gallarate, Vizzola Ticino, Ferno, Samarate, Lonate Pozzolo, Busto Arsizio, Olgiate Olona, Solbiate Olona, Fagnano Olona, Cassano Magnago
6	Legnano	Gorla Maggiore, Gorla Minore Marnate, Castellanza, Cislago, Gerenzano, Uboldo, Origgio
7	Saronno	Saronno, Caronno Pertusella

La pianura della provincia di Varese era caratterizzata nel 1996 da un moderato deficit del bilancio idrogeologico, quantificabile in poche centinaia di litri al secondo sull'intera zona di pianura. Negli ultimi anni la diminuzione dei prelievi ha portato il bilancio idrico verso una situazione di sostanziale equilibrio. In generale nella conurbazione varesina e nella sua pianura si è verificato un innalzamento della falda, specialmente nelle zone maggiormente industrializzate che negli ultimi anni hanno diminuito notevolmente i prelievi, a favore del bilancio idrico.

In Val Morea, a Varese ed in alcuni tratti dell'alta valle Olona, vengono superati i prelievi medi areali che consentono un ottimale sfruttamento della risorsa idrica, dando luogo ad un sovrasfruttamento delle modeste risorse idriche locali.
Questo ampio settore risulta quindi un'area che deve essere continuamente monitorata, per evitare uno sfruttamento non sostenibile della risorsa idrica.

- Settore 1 – Vergiate

  Classe PTUA quantitativa di appartenenza – **Classe A,** situazione di compatibilità tra uso e disponibilità della risorsa idrica.

  Nel 2003 per il Settore era stato anche evidenziato un differente comportamento della falda nel settore orientale rispetto a quello centrale. Rispetto alla piezometria del 1996 nel 2003 erano stati registrati innalzamenti della falda nella zona centrale di questo settore (Arsago Seprio, Besnate, Jerago con Orago), mentre nella zona orientale di questo settore (Albizzate, Castelseprio, Carnago, Cairate) si sono verificati notevoli abbassamenti. Per tale ragione già nel Piano di Tutela delle Acque della regione Lombardia era stata segnalata la necessità di uno studio di maggior dettaglio per il Settore al fine di comprendere al meglio le dinamiche in atto.. I dati 2004 relativi ai prelievi idrici mostrano una loro generale diminuzione nel Settore, con variazioni comprese tra -23% di Ternate e -77% di Mornago. Fanno eccezione a questa tendenza negativa Arsago Seprio (+24%) e Sesto Calende che si è mantenuto pressoché invariato (+1,6%). Il sollevamento registrato nel 2003 nella zona di Arsago Seprio, seppure apparentemente in contrasto con le variazioni dei prelievi di questo comune, trova spiegazione nella diminuzione dei prelievi particolarmente intensa registrata nei comuni limitrofi di Vergiate (-71%) e Mornago, nonché in quelli posti a valle nel Settore 5 (Gallarate e Somma Lombardo).

- Settore 2 – Tradate

  Classe PTA quantitativa di appartenenza – **Classe B,** situazione di equilibrio tra la ricarica e lo sfruttamento della risorsa idrica sotterranea.

  La tendenza dei livelli piezometrici degli ultimi 5 anni appare essere improntata ad una leggera diminuzione del livello di falda (circa -2,5 m). La limitata variazione complessiva del livello piezometrico, attualmente tale trend non desta preoccupazioni particolari.

- Settore 5 – Busto Arsizio

  Classe PTA quantitativa di appartenenza – **Classe A,** situazione di compatibilità tra uso e disponibilità della risorsa idrica.

  Sulla base dei dati disponibili al 2004 è possibile affermare che la classe quantitativa si è mantenuta invariata. Nel settore i prelievi idrici sono complessivamente diminuiti dal 1993 al 2004, con intervallo di variabilità compreso tra il -5% e -53%..

  Nel Settore 5 è stato registrato un incremento dei livelli piezometrici desunto dal confronto della piezometria del 1996 con quella del 2003 e dall'analisi dei dati della rete piezometrica ARPA riferiti al periodo 1992-2005.

- Settore 6 – Legnano

  Classe PTA quantitativa di appartenenza – **Classe A,** situazione di compatibilità tra uso e disponibilità della risorsa idrica.

  In questo Settore rientrano anche alcuni comuni facenti parte della provincia di Milano e che in passato, così come molti comuni che si affacciano sulla Valle Olona, sono stati caratterizzati da una buona attività industriale e da prelievi idrici piuttosto rilevanti. Per questa ragione il Settore presentava nel 1996 una classe quantitativa C ad indicare che l'entità dei prelievi registrata nel 1996 non risultava adeguatamente bilanciata dalla ricarica. Gli studi condotti nell'ambito del PTA della Regione Lombardia hanno mostrato una consistente riduzione dei prelievi in questo settore con il conseguente passaggio alla classe quantitativa A. Oggi la classe quantitativa A appare essere stata mantenuta. La diminuzione dei prelievi è stata infatti confermata: sulla base del confronto 1993-2004 risulta che nei comuni facenti parte della provincia di Varese i decrementi oscillano tra il -6% di Gorla Minore e il -29% di Origgio e Castellanza.

- Settore 7 – Saronno

  Classe PTA quantitativa di appartenenza – **Classe B,** situazione di equilibrio tra la ricarica e lo sfruttamento della risorsa idrica sotterranea.

  Solo i comuni di Saronno e Caronno Pertusella ricadono in questo Settore della regione Lombardia.

  Il settore è stato da sempre caratterizzato da notevoli prelievi idrici tanto che nel 1996 sussisteva una condizione di squilibrio nell'uso della risorsa idrica sotterranea che aveva determinato l'assegnazione della classe quantitativa D. Nell'ambito dell'ultimo bilancio condotto sulla base dei dati 2003 risultava un pareggio dei prelievi rispetto alla ricarica, fatto che ha permesso al settore di passare da una situazione di squilibrio tra disponibilità ed uso della risorsa a una situazione di sostanziale equilibrio classe quantitativa B.

  Come per il Settore 6 di fatti si registra un sollevamento della falda il cui livello nel solo 2001 si è alzato di circa 8 m indicando un incremento superiore a quanto registrato a Castellanza e Busto Arsizio.

6.5.2.2 La domanda idrica nella provincia di Varese

Il bilancio idrico per settori, secondo la metodologia proposta nel PTUA della Regione, si basa sostanzialmente sul criterio del confronto con il "livello piezometrico ideale". Nel caso della Provincia di Varese, il paragone con il livello ottimale ipotizzato ha dimostrato univocamente che, nell'area in cui sono noti i dati di prelievo e di piezometria, si è molto prossimi a tale situazione particolarmente favorevole.

In particolare, partendo dai dati della popolazione si è compiuta una prima stima dei volumi consumati. A tale proposito sono stati identificati 3 tipologie di consumi:

1. **Basso**: 200 l/(ab giorno); per i comuni della zona montana che risultano, per lo più, avere bassa densità di popolazione e nei quali si registra un basso tasso di industrializzazione;
2. **Medio**: 300 l/(ab giorno); per i comuni con una densità di popolazione sufficientemente elevata e in cui sono presenti un discreto numero di industrie. Fanno parte di questa categoria i comuni delle zone limitrofe ai laghi;
3. **Alto**: 500 l/(ab giorno); per i comuni in cui si concentra il maggior numero di insediamenti produttivi. Questi comuni appartenenti alla zona di pianura, alle valli dei fiumi Olona ed Arno e alla Valcuvia sono in media, anche densamente popolati.

6.5.2.3 Classificazione delle aree di crisi e scelta dei criteri di intervento

Le modalità di gestione delle acque sotterranee dipendono soprattutto dalla classe quantitativa, e secondariamente dai parametri del bilancio determinati nel corso dello studio, che evidenziano le cause del deficit e dei problemi che interessano le aree considerate.

Nell'ambito degli studi di settore eseguiti dal Politecnico di Milano per la Provincia di Varese[22] si è constatato che, ai fini del mantenimento dell'equilibrio nelle zone con classe quantitativa A e B, sono sufficienti controlli sull'entità complessiva dei prelievi in modo da evitare il superamento dei limiti della classe.
Per le aree in stato di squilibrio più o meno accentuato (C-E), per ogni nuova captazione si ritiene opportuno limitare i prelievi a valori tali da non determinare interferenze tra la nuova depressione piezometrica e quelle preesistenti che, quindi, portino ad un ulteriore abbassamento del livello piezometrico complessivo. A questo scopo è consigliabile disporre di un studio idrogeologico che accompagni il progetto del pozzo, nel quale siano riportati gli elementi di giudizio che confermino la non interferenza dei nuovi prelievi con gli effetti prodotti da quelli preesistenti. Infine, per le aree urbane e industriali più idroesigenti, per le quali sia accertata la convenienza di mantenere una depressione piezometrica accentuata per la sicurezza degli edifici e delle infrastrutture, appare opportuno indicare come più idoneo criterio di gestione quello della ottimizzazione dei prelievi in funzione del livello piezometrico ideale.
Sulla base di tali criteri, si è proceduto alla scelta degli interventi successivamente descritti per ciascuna classe.

[22] Studio del Prof. Francani – Ottobre 2005

Tabella 6

CATEGORIA	TIPOLOGIA D'INTERVENTO	FINALITA' DA OTTENERE
A B	- monitoraggio dei prelievi; - controllo della qualità delle acque; - controllo della piezometria	Non superamento dei limiti di categoria
C D E	Concessione di nuovi prelievi, in base ai criteri: - la sovrapposizione delle depressioni esistenti con quelle dei nuovi prelievi deve essere limitata - l'abbassamento non deve crescere nel tempo; - massimo abbassamento pari al 5% rispetto al livello di riferimento.	Non superamento dei limiti di guardia del deficit controllato
Tutte le categorie	- Controllo qualitativo; - Eventuali integrazioni con nuove risorse; - Predisposizione di zone di riserva	

Gli interventi potranno esser differenziati a seconda della struttura idrogeologica dell'area in esame, in particolare in base alle caratteristiche idrogeologiche naturali.
Accanto alla classificazione dianzi esposta, ai fini degli interventi appare opportuna l'introduzione di una guida per le correzioni del bilancio che tenga conto della condizioni naturali dell'area indagata.

Le indicazioni divergono sostanzialmente secondo che il bilancio sia in equilibrio (classi A e B) oppure in deficit più o meno pronunciato (classi C-E).

- Indicazioni per le aree in classe A e B

  Ai fini del controllo del deficit, appare necessario stabilire che nelle aree A e B si provveda a conservare lo stato attuale e che quindi gli interventi di gestione siano mirati ad impedire che un aumento dei prelievi determini il superamento dei limiti di classe. I provvedimenti più opportuni sono quindi :
  - monitoraggio dei prelievi
  - controllo della qualità delle acque sotterranee.

  Come sottolineato in precedenza, per tali settori non sono previsti limiti particolari, salvo attenzione al superamento dei valori estremi della classe quantitativa di

appartenza (rappresentati dal rapporto prelilevi/ricarica); tale consiglio è genericamente riassunto nella dizione : "Non sono previsti limiti, salvo prelievi che portino al passaggio alla classe quantitativa A (o B, se il settore è in classe B) "

Monitoraggio piezometrico e idrochimico
Dove non risultano particolari alterazioni al bilancio, l'unico intervento consigliabile è la creazione di una rete di monitoraggio piezometrico e idrochimico, al fine di garantire la conservazione delle pregevoli caratteristiche dell'area e, tramite modelli idrogeologici o calcoli, valutare la compatibilità di eventuali nuovi prelievi con tali condizioni di equilibrio.

Consigli sulle portate –limite da adottare
In alcuni Comuni, che presentano una struttura idrogeologica caratterizzata da trasmissività non elevata e rialimentazione difficoltosa, si consigliano limiti di prelievo per le singole captazioni in progetto, oltre ai quali risulta necessario affidare a uno studio idrogeologico il controllo della fattibilità del pozzo in base alle risorse disponibili . A Vergiate e Tradate ad esempio, dove la trasmissività in alcuni casi risulta mediocre, il limite consigliato è di 15 l/s, valore di portata che per le trasmissività presenti garantisce abbassamenti ridotti e una depressione piezometrica ancora relativamente contenuta. Per Legnano si consiglia di evitare prelievi superiori ai 25 l/s. Si ritiene di dover sottolineare che i valori qui riportati, risultanti dallo studio regionale compiuto e conseguenti alle caratteristiche di trasmissività, modalità di rialimentazione degli acquiferi, rapporto prelievi/ricarica e afflusso totale riassunte nelle tabelle riportate in allegato, possono essere modificati da studi compiuti in sede locale in modo più approfondito.

Consigli sui limiti in condizioni particolari
Per alcune aree comunali, situate in settori con classe quantitativa A o B, si raccomanda di evitare l'aumento dei prelievi nelle aree urbane, in quanto una concentrazione delle captazioni può creare localmente eccessi di sfruttamento delle falde tali da portare al superamento dei limiti di classe quantitativa.

Pozzi profondi
Nelle aree in cui la falda tradizionale (primo acquifero) è intensamente sfruttato, è opportuno che i pozzi ricavino la loro alimentazione dal secondo acquifero. Per alcune aree comunali, si indica nelle tabelle l'opportunità di indirizzare i quantitativi estratti verso un aumento mirato al raggiungimento dei livelli di riferimento.

- <u>Indicazioni per le aree in classe C-E</u>

Non si sono identificate nell'aerea di pianura settori in deficit (C-E); è possibile che essi vengano identificati nell'area montana in seguito all'acquisizione di nuovi dati.

In queste aree è invece indispensabile che i nuovi pozzi siano posti in opera solo quando si accerti che, in conseguenza dei nuovi prelievi, non si determinerà una consistente riduzione della risorsa disponibile incompatibile con le caratteristiche del sistema. E' pertanto necessario prefissare un livello piezometrico di riferimento, corrispondente a quello che si ritiene ottimale per lo sviluppo sostenibile del prelievi, secondo i criteri dianzi espostidell'area.

In particolare, dovranno essere evitati i prelievi che portino :

- una depressione piezometrica via via crescente nel tempo
- un abbassamento che superi a regime permanente il 5% dello spessore dell'acquifero a partire dal livello considerato ottimale per l'area in oggetto

Per tali motivi, si sottolinea l'importanza della creazione e del controllo di una rete di monitoraggio piezometrico che permetta di valutare con ragionevole sicurezza l'andamento della piezometria, e il fornire indicazioni precise sul limite dei prelievi consentiti, basato sulle conoscenze dell'idrogeologia locale.

Nella pratica si possono adottare i seguenti elementi per valutare l'estensione della depressione piezometrica in rapporto ai prelievi, sulla base della trasmissività dell'area considerata.

Tabella 7 - correlazione tra l'estensione del raggio di influenza, la trasmissività e la portata di estrazione del pozzo

Trasmissività media (m2/s)	**Portata (l/s)**	**Raggio d'influenza (m)**
>0,02	50	300
0,02-0,005	15	300
<0,005	<5	100

Con le portate indicate, gli abbassamenti nel pozzo si riducono a pochi metri.

Necessità di studi idrogeologici per la valutazione della possibilità di aprire nuovi pozzi

Come evidenziato in precedenza, per molte aree in classe C-E risulta necessario limitare i prelievi per evitare l'aggravio dello squilibrio già esistente. In queste condizioni, è necessario applicare le indicazioni precedentemente fornite per queste aree, in particolare la valutazione sulla base della trasmissività e delle modalità di alimentazione, della depressione piezometrica prodotta dai pozzi in progetto, che non dovrà sommarsi con quella dei pozzi esistenti.

6.5.2.4 Le aree di riserva provinciale

Ai fini della gestione del territorio assumono interesse particolare i settori nei quali avviene il prelievo delle acque distribuite dai principali acquedotti.

Risultano ad esempio di grande importanza gli acquedotti di Gallarate, Busto Arsizio, e Varese, che sono i centri di maggiore densità abitativa, quelli di Barza, Arnona, Tradate e Gerenzano gestiti da SOGEIVA, quelli del Campo dei Fiori gestito da ASPEM, dai quali

dipendono molti dei Comuni della Provincia, e gli acquedotti di Somma Lombardo, Lonate Pozzolo, Ferno, disposti intorno al sistema aeroportuale della Malpensa.
Tutti i settori nell'ambito dei quali si osserva un'elevata concentrazione di pozzi pubblici. risultano di particolare interesse, rientrando nella categoria delle zone di riserva, prevista dalle normative che introducono le aree di salvaguardia delle captazioni. Infatti, in merito alla tutela e alla salvaguardia dei corpi idrici significativi e non significativi, nella relazione generale del PTUA si dice che*:"[…] le Province […] elaborano, nell'ambito della pianificazione territoriale, la caratterizzazione integrata di maggior dettaglio dei corpi idrici significativi*[23] *e ne estendono l'applicazione ai corpi idrici minori[…]".* In base a questo criterio il PTC individua delle "Aree di Riserva" alla scala provinciale sulla base della maggiore concentrazione di pozzi pubblici (presenza di campi pozzi significativi che alimentano le reti acquedottistiche sopra citate). Tali aree sono identificate alla grande scala nella Carta tutela risorse idriche.
Sarà poi compito dei comuni identificare con precisione tali aree e definire i regimi di tutela adatti che dovranno essere adottati secondo gli indirizzi del PTC e del PTUA e della normativa in tema di aree di salvaguardia (DGR 6645/2001). Si deve in particolare tener conto del fatto che questi settori, nei quali le risorse idriche risultano di particolare pregio e interesse per lo sviluppo sociale ed economico dei centri abitati e per l'approvvigionamento in caso di emergenza, sono da considerare, appunto, "aree di riserva" e come tali devono essere tutelate con particolare cura.

La Provincia di Varese risulta, poi, particolarmente esposta a casi di emergenza idrica: ad esempio, si ricorda il caso di Ferno e Lonate Pozzolo in occasione degli inquinamenti da triazine negli anni '80, e quello di Malnate e altri comuni nel corso dei più recenti episodi di carenza idrica durante il periodo di scarse precipitazioni successivo all'autunno del 2002. In tutti questi casi si dovette ricorrere all'approvvigionamento idrico dall'esterno, con rilevanti costi e disagi prolungati per la popolazione.
In merito a tale problematica il PTC, oltre ad evidenziare il problema, ritiene opportuno che, a scala comunale, sia utile limitare, per quanto possibile, all'uso potabile le aree comunali, attualmente a bassa concentrazione di prelievi nelle quali lo stato qualitativo delle falde è comunque buono e dove la potenzialità idrica appare rilevante. La Provincia, quindi, tramite il PTC, invita comuni a definire ed esaminare con cura, tramite appropriati studi idrogeologici, le possibilità di adottare tali norme di sicurezza previste dalla legislazione corrente.

6.5.2.5 Caratterizzazione idrochimica della risorsa idrica varesina

La tipologia delle acque della Provincia di Varese risulta, nell'area montana settentrionale, caratterizzata da una bassa durezza e residuo molto ridotto, tipica dei bacino di rocce prevalentemente cristalline; nella parte carbonatica della Provincia (quale ad esempio il massiccio del Campo dei Fiori), la durezza risale mediamente intorno ai 20 gradi francesi, e il residuo a circa 300 mg/l. Circa doppia invece risulta la durezza delle

[23] La definizione di corpo idrico significativo è quella indicata nel D-Lgs 152/99.

acque della pianura, per la presenza prevalente di ioni calcio e magnesio. I solfati sono sempre inferiori a 0,5 meq/litro, e i cloruri inferiori ai 20 mg/l.
Per la presenza di una elevata antropizzazione, già negli anni '80 le condizioni idrogeochimiche della Provincia di Varese, condizionate da un ridotto livello di conoscenza, che rendeva arduo ogni tipo di intervento e controllo, si presentava decisamente scadenti.
Si presentano in merito alcuni esempi:

- La valle del T.Arno era interessata da contaminazioni di limitata estensione, soprattutto da solventi clorurati, e inquinamenti caratterizzati talora da concentrazioni localmente elevate sono presenti nelle valli a N di Varese (es. Valcuvia) e in prossimità del lago di Biandronno.
- La valle Olona recava manifestazioni rilevanti di inquinamenti da prodotti industriali, in particolare solventi clorurati e cromo.
- L'area di pianura presentava estesi inquinamenti, soprattutto da nitrati, che scendevano verso la Provincia di Milano a partire dalle aree di Busto, Legnano, Castellanza, e contaminazioni da nitrati e da prodotti industriali (in generale cromo e solventi) venivano segnalate nelle aree di Ferno, Lonate Pozzolo e Gallarate, dove erano presenti anche inquinamenti da cloruri, derivanti anche a da lavorazioni industriali tipiche dell'area.

Attualmente la qualità delle acque, come indicato le analisi dell' ARPA di Varese, non presenta situazioni di particolare degrado rispetto alle rimanenti aree industriali della Regione, pur mostrando significativi inquinamenti derivanti da prodotti di origine antropica.
Il miglioramento qualitativo è avvenuto tramite un controllo accurato dello stato sanitario delle acque sotterranee e l'identificazione delle fonti di contaminazione. Tale processo ha portato alla cessazione di impianti di smaltimento degradati, alla sostituzione e miglioramento delle reti di fognatura urbana e industriale, allo stoccaggio controllato dei rifiuti.
Un importante contributo è stato determinato dalla riduzione dell'attività industriale idroesigente, in particolare chimica e di raffinazione.
Inoltre, le istituzioni regionali e provinciali hanno adottato un sistema di monitoraggio con scadenza regolare dei pozzi di maggiore interesse.
La Regione ha infine completato la stesura di un articolato Piano di Tutela delle Acque, che riguarda principalmente lo stato sanitario delle acque superficiali e sotterranee e le modalità per la loro gestione. Nell'ambito del PTUA è stata adottata una classificazione della qualità delle acque sotterranee basata sui criteri del DL 152/99:

- Classe 1 - Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche;
- Classe 2 - Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche;
- Classe 3 - Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;

- Classe 4 - Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti;
- Classe 0 - Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3

Nell'ambito della rete di monitoraggio regionale, l'ARPA di Varese conta su 16 punti di controllo per la pianura, localizzati a Gallarate, Samarate, Busto, LonatePozzolo, Caronno Pertusella e, per gli acquiferi locali, a Casale Litta, Mornago, Albizzate, Arcisate, Cittiglio, Luino, Sesto Calende, Venegono Inferiore.
In base ai monitoraggi eseguiti da ARPA e raccolti in una recente relazione dello stesso Ente, è possibile notare come dei 16 pozzi costituenti la rete di controllo qualitativo:

- un unico pozzo capta acque appartenenti alla classe 4 in forza dei valori di concentrazione assunti dal parametro composti organo-alogenati;
- due pozzi captano acque ascrivibili alla classe 3 in forza dei valori di concentrazione assunti dai parametri nitrati e solfati;
- dodici pozzi captano acque ascrivibili alla classe 2 per nitrati (6 pozzi), per conducibilità e nitrati (n. 3 pozzi), per solfati e nitrati (n. 2 pozzi) e per ammoniaca (n. 1 pozzo);
- un unico pozzo capta acque ascrivibili alla classe 1.

Risulta evidente come la qualità delle acque degli acquiferi monitorati per la Provincia di Varese risulti sostanzialmente buona e come il parametro "Nitrati" rappresenti il principale fattore di degrado.

Le sostanze di maggiore interesse per l'esame dello stato qualitativo delle acque in Provincia di Varese sono:

- **Nitrati** - al momento attuale, non si possiede una cartografia dello stato di contaminazione da nitrati della Provincia di Varese. Si deve osservare, tuttavia, che tale rilevamento avrebbe una significativa importanza, dal momento che si ripercuote in modo evidente sui comuni della Provincia di Milano.
- **Cromo e Arsenico** - le rilevazioni effettuate nel passato recente, evidenziavano elevati tenori di cromo allo sbocco della valle Olona, nell'area fra Cairate, Cassano Magnago, Busto Arsizio e Castellanza, e in quella di Saronno - Caronno Pertusella. All'inizio degli anni 90, si segnalava per la sua gravità la contaminazione della falda nella piana di Lozza.
  Un recente notevole incremento hanno ricevuto le segnalazioni della presenza di arsenico nelle acque sotterranee, già ricordato dal monitoraggio dell'ARPA descritto in precedenza. Questo metallo è legato alla mineralizzazione delle rocce cristalline del substrato, ed è quindi particolarmente diffuso nell'area settentrionale (nel Luinese si raggiungono anche valori di 200 microgrammi/l) e nei depositi che derivano dalla loro alterazione (Coarezza e Golasecca). La presenza di questo metallo nelle falde della pianura alluvionale può essere ricollegata alla dissoluzione dell'acquifero, ed è quindi da ritenere occasionale.

- **Antiparassitari** - Nel 2004 sia ha un decremento del livello di concentrazione di questo inquinante nelle acque di falda rispetto al passato.
- **Solventi clorurati** - sui solventi clorurati, che da tempo costituiscono un prodotto da grande incidenza sulla qualità delle acque, sono state eseguite accurate campagne di indagine e valutazione, che hanno portato nel tempo a una consistente riduzione dei casi di contaminazione segnalati. Questi composti, per la loro persistenza in falda e per l'estensione dei plume, risultano tuttavia di fondamentale importanza per la riduzione del degrado qualitativo delle falde.

  Si osserva in ogni modo una notevole diminuzione dei casi di superamento rilevati fra il 1990 e i nostri giorni

  E' da ricordare il fatto che spesso questi composti presentano un aumento improvviso delle concentrazioni, che vengono ad essere anche superiori ai valori limite, per poi ritornare nella norma.

PROVINCIA di VARESE

RISCHI

RIS a

Scala 1:25.000

Carta della Pericolosità Dighe

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Dighe lago Delio

Legenda

Pericolosità esondazione dighe

- Pericolosità media
- Confini comunali
- Confini comunali fuori provincia
- Confini provinciali
- Confine regionale
- Corpi idrici
- Fiumi

Elaborazioni cartografiche: Ufficio S.I.T. della Provincia di Varese

PINO SULLA SPONDA DEL LAGO MAGGIORE

TRONZANO LAGO MAGGIORE

Lago Delio

VEDDASCA

MACCAGNO

Lago Maggiore

AGRA

LUINO

DUMENZA

PROVINCIA di VARESE

RISCHI

RIS b

Scala 1:25.000

Carta della Pericolosità Dighe

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Diga di Creva

Legenda

Pericolosità esondazione dighe

- Pericolosità media
- Confini comunali
- Confini comunali fuori provincia
- Confini provinciali
- Confine regionale
- Corpi idrici
- Fiumi

Elaborazioni cartografiche: Ufficio S.I.T. della Provincia di Varese

Lago Maggiore

LUINO

GERMIGNAGA

BREZZO DI BEDERO

PORTO VALTRAVAGLIA

BRISSAGO VALTRAVAGLIA

MESENZANA

CREMENAGA

MONTEGRINO VALTRAVAGLIA

CADEGLIANO-VICONAGO

CUGLIATE FABIASCO

PROVINCIA di VARESE

RISCHI

RIS c

Scala 1:25.000

Carta della Pericolosità Dighe

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Montallegro Induno

Legenda

Pericolosità esondazione dighe

- Pericolosità media
- Confini comunali
- Confini comunali fuori provincia
- Confini provinciali
- Confine regionale
- Corpi idrici
- Fiumi

Elaborazioni cartografiche: Ufficio S.I.T. della Provincia di Varese

CUASSO AL MONTE

BRINZIO

VALGANNA

BISUSCHIO

INDUNO OLONA

ARCISATE

VARESE

CASCIAGO

CANTELLO

PROVINCIA di VARESE

RISCHI

RIS d

Scala 1:25.000

Carta della Pericolosità Dighe

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Sbarramento Bardello
Sbarramento Varese

Legenda

Pericolosità esondazione dighe

- Pericolosità media
- Confini comunali
- Confini comunali fuori provincia
- Confini provinciali
- Confine regionale
- Corpi idrici
- Fiumi

Elaborazioni cartografiche: Ufficio S.I.T. della Provincia di Varese

SANGIANO
CARAVATE
GEMONIO
AZZIO
ORINO
LEGGIUNO
COCQUIO TREVISAGO
MONVALLE
BESOZZO
COMERIO
GAVIRATE
BARASSO
BARDELLO
Lago di Varese
BREBBIA
ISPRA
MALGESSO
BREGANO
BIANDRONNO
CASCIAGO
TRAVEDONA MONATE
VARESE

PROVINCIA di VARESE

RISCHI

RIS e

Scala 1:50.000

Carta della Pericolosità Dighe

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Sbarramento Ticino

GOLASECCA

BESNATE

ARSAGO SEPRIO

SOMMA LOMBARDO

CASORATE SEMPIONE

CARDANO AL CAMPO

VIZZOLA TICINO

SAMARATE

FERNO

BUSTO ARSIZIO

LONATE POZZOLO

Legenda

Pericolosità esondazione dighe

- Pericolosità media
- Confini comunali
- Confini comunali fuori provincia
- Confini provinciali
- Confine regionale
- Corpi idrici
- Fiumi

Elaborazioni cartografiche: Ufficio S.I.T. della Provincia di Varese