



**COMUNE DI CASTELLETTO
SOPRA TICINO**



PROVINCIA DI NOVARA



REGIONE PIEMONTE

*Legge Regionale 5 Dicembre 1977, n°56 "Tutela e uso del suolo"
e successive modifiche ed integrazioni*

*Circolare del Presidente della Giunta Regionale
n°7/LAP, 8 Maggio 1996*

**PIANO REGOLATORE
VARIANTE STRUTTURALE
PROGETTO DEFINITIVO**

STUDIO GEOLOGICO EPIFANI

Via XX Settembre 73 - 28041 Arona (NO)
Tel. 0322 241531 Fax 0322 48422
E-MAIL: studio@geologoepifani.it
PEC: fulvio.epifani@pec.epap.it



**RELAZIONE GEOLOGICA
REL. 1**

Codice lavoro

File

Scala

Emissione
AGOSTO 2022

Committente

Amministrazione Comunale

Revisione	Oggetto	Data	Controllato
1	Revisione a seguito D.D. n. 19 del 14/04/2023	Maggio 2023	
2	Revisione NON SOSTANZIALE a seguito D.D. di rettifica n. 46 del 29/06/2023	Dicembre 2023	
3			

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
1.1.	Integrazioni a seguito Decreto n° 19/2023 del 14/04/2023	2
1.2.	Normativa geologica di riferimento	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	4
3	ANALISI STORICA	5
3.1	Oscillazioni lacustri	5
3.2	Dissesti nella copertura	6
3.3	Esondazioni del reticolo idrografico minore	6
4	COMMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA DI BASE	7
4.1	Carta geomorfologica con elementi litologici e del dissesto (Tavola 1)	7
4.1.1	CENNI METODOLOGICI	7
4.1.2	COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA	7
4.1	Carta Direttiva Alluvioni (Tavola 1 bis)	13
4.2	Carta geoidrologica (Tavola 2)	14
4.2.1	COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA	14
4.3	Carta litotecnica (Tavola 3)	19
4.3.1	CONSIDERAZIONI GENERALI	19
4.3.2	COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA	19
4.4	Carta delle opere idrauliche (Tavola 4)	20
4.4.1	METODOLOGIA APPLICATA	20
4.4.2	COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA	20
4.5	Carta dell'Acclività (Tavola 9)	20
4.5.1	METODOLOGIA APPLICATA	20
4.5.2	COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA	20
5	CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA (TAVOLE 5 E 6)	22
5.1	Cenni metodologici	23
5.1.1	COMMENTO ALLE CARTE REALIZZATE	23
6	MOSAICATURA COMUNI CONTERMINI (TAVOLA 10)	25
7	MECCANISMO ATTUATIVO DELLE OPERE DI RIASSETTO – CRONOPROGRAMMA (TAVOLA 7)	27
8	BIBLIOGRAFIA	29

ELENCO ALLEGATI

Relazione geologica	Rel. 1
Relazione geologico-tecnica	Rel. 2
Chiarimenti tecnici alla relazione geologica	-
Normativa geologica	All. 1
Schede S.I.C.O.D.	All. 2
Stralcio della cartografia P.A.I.	All. 3
Integrazioni ed analisi del reticolo idrografico in località Beati	All. 4
Carta geomorfologica con elementi litologici e del dissesto	Tav. 1 (Scala 1: 10.000)
Carta Direttiva Alluvioni	Tav. 1 bis (Scala 1: 10.000)
Carta geoidrologica	Tav. 2 (Scala 1: 10.000)
Carta litotecnica	Tav. 3 (Scala 1: 10.000)
Carta delle opere idrauliche	Tav. 4 (Scala 1: 10.000)
Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica	Tav. 5 (Scala 1: 5.000)
Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica	Tav. 6 (Scala 1: 10.000)
Cronoprogramma degli interventi di riassetto	Tav. 7 (Scala 1: 10.000)
Sezioni di dettaglio del reticolo idrografico minore	Tav. 8 (Scala 1: 250)
Carta dell'acclività	Tav. 9 (Scala 1: 10.000)
Mosaicatura comuni contermini	Tav. 10 (Scala 1: 15.000)

1 PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Castelletto Sopra Ticino sono stati predisposti gli elaborati geologici a supporto della Variante Strutturale del piano Regolatore (Proposta Tecnica Progetto Preliminare).

In particolare si è proceduto all'analisi geologico-tecnica degli interventi in variante e all'adeguamento della cartografia di analisi in funzione delle avvenute modifiche alle fasce di rispetto dei pozzi idropotabili nonché al recepimento delle nuove fasce PAI lungo il Fiume Ticino.

È stata aggiornata la cartografia di base sostituendo la base esistente CTR con le nuove **BDTRE** della Regione Piemonte.

Sono stati aggiornati i tracciati dei corsi d'acqua e aggiunti i mancanti con le relative fasce.

È stata introdotta la carta della Direttiva Alluvioni (PRGA) e introdotta la perimetrazione delle Aree di Ricarica degli Acquiferi profondi.

Si è inoltre provveduto ad aggiornare la normativa geologica in funzione delle nuove disposizioni entrate in vigore successivamente all'approvazione del PRGC Vigente.

Nell'ambito della Variante Strutturale del vigente PRG si è proceduto all'analisi degli interventi in variante e alla modifica di alcune cambiamenti occorsi nel territorio comunale, nonché l'aggiornamento normativo a seguito delle novità legislative.

Il quadro del dissesto, adeguato al PAI e alla Circ. 7/LAP etc., non subisce modifiche di alcun tipo ma viene integralmente riproposto.

1.1. Integrazioni a seguito Decreto n° 19/2023 del 14/04/2023 e Decreto di rettifica n° 46/2023 del 29/06/2023

I contenuti della presente "Relazione geologica" per effetto del Decreto n°19/2023 dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po rispetto alla versione presente si intendono confermati nel merito tecnico. Le codifiche formali relative ai dissesti PAI e agli areali del PGRA si intendono superate e aggiornate così come riportate negli elaborati cartografici Tavv. 1 e 6, derivate dal decreto stesso.

La cartografia Tavv. 5 - 6 e 7 sono state aggiornate; la Tav. 1 bis riporta la cartografia PGRA *pre-Decreto n.19/2023* in quanto alla data attuale (2/05/2023) la cartografia ufficiale non risulta ancora aggiornata). A seguito del decreto di rettifica DD n. 46/2023 la Tavola 1 bis resta invariata alla versione antecedente D.D. n.19/2023.

Le restanti cartografie e la normativa non subiscono alcuna variazione rispetto a quelle post decreto n. 19/2023.

Si ripropongono gli elaborati con l'inserimento sul testalino del numero di decreto di rettifica (DD n. 46/2023).

1.2. Normativa geologica di riferimento

La presente indagine, redatta in base dallo status geologico geomorfologico, geotecnico e

idrogeologico del territorio comunale, è stata sviluppata ai sensi delle seguenti leggi e norme, che rappresentano anche il quadro normativo di riferimento:

- L. R. 5 dicembre 1977, n° 56 e s.m.i.
- Circolare del Presidente della Giunta Regionale 8 maggio 1996, n° 7/LAP
- Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare P.R.G. 8 maggio 1996 n° 7/LAP
- Circolare del Presidente della Giunta Regionale 18 luglio 1989, n° 16/URE
- Circolare del Presidente della Giunta Regionale 6 luglio 1999, n° 8 PET
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 64-7417 del 7 aprile 2014
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 18-2555 del 9 dicembre 2015
- D.G.R. n. 12-6441 del 01.02.2018 "Aree di ricarica degli acquiferi profondi"
- Direttiva 2007/60/CE, "Direttiva alluvioni", recepita con D.lgs. 49/2010

Ogni costruzione è soggetta alle norme del Decreto Ministero LL.PP. 17 gennaio 2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*".

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale dal punto di vista cartografico compete all'ambito delle Carte Tecniche della Regione Piemonte in scala 1:10.000, nelle sezioni n°094070 "GATTICO", n°094080 "CASTELLETTO SOPRA TICINO" e n°094120 "BORGO TICINO" delle BDTRE (agg. 2019) della Regione Piemonte; dal punto di vista della cartografia geologica, ricade nella porzione sud-occidentale del Foglio n°31 "VARESE" alla scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia.

L'area appartiene al dominio Sudalpino (o Alpi Meridionali), porzione di Alpi a vergenza africana, contrapposta alla catena alpina in senso stretto, che, invece, presenta una vergenza europea. Le Alpi infatti, derivate dalla collisione non ancora conclusa tra due placche, l'adriatica e l'europea, sono caratterizzate da una struttura crostale a doppia vergenza, cioè comprendono due catene a falde che si sono propagate in senso opposto. Attualmente sono suddivise in quattro domini strutturali, composti da una serie di unità tettoniche minori chiamate falde e scaglie: dominio Elvetico, Pennidico, Austroalpino e Sudalpino.

Il contatto tra Alpi Meridionali e catena Europa-vergente è tettonico: la linea di demarcazione tra queste due unità è il lineamento Periadriatico o Linea Insubrica con percorso a settentrione dell'area in esame.

Il Sudalpino è composto nell'area piemontese orientale da un'unità chiamata "Massiccio dei Laghi", comprendente due unità strutturali e litostratigrafiche giustapposte: la zona Ivrea-Verbano (cui si può attribuire il significato di crosta continentale inferiore) e la Serie dei Laghi (cui invece si attribuisce il significato di crosta intermedia e superiore). La Serie dei Laghi, unità costituita per lo più da rocce metamorfiche su cui poggiano le unità quaternarie che caratterizzano il territorio comunale, affiora a SE della zona Ivrea-Verbano e si estende fino al margine della Pianura Padana; è suddivisa in due subunità litostratigrafiche: a nord la zona Strona-Ceneri (principalmente metapsammiti), a sud gli Scisti dei Laghi (metapeliti).

Sul territorio comunale affiorano però esclusivamente depositi superficiali di varia natura e differente potenza (depositi glaciali, fluvioglaciali, fluviolacustri, etc.), legati a differenti azioni geodinamiche, formati a partire dalle ultime fasi glaciali.

Dal punto di vista fisiografico, l'area è molto articolata, a causa del continuo alternarsi di zone subpianeggianti, sulle quali si è verificato lo sviluppo urbanistico, e di piccole alture allungate in direzione nord-sud e costituite dai cordoni morenici. Dal punto di vista stratigrafico si assiste alla sovrapposizione di cicli sedimentari in ambiente glaciale, alternati a cicli in ambiente fluvioglaciale, fluviolacustre e lacustre, messi in posto a partire dalle fasi di ritiro dei ghiacciai.

Tipiche forme che caratterizzano il paesaggio del comune di Castelletto sono infatti da riferire ai movimenti del ghiacciaio del Verbano: cordoni morenici, piane glaciolacustri e fluvioglaciali. Le altre forme presenti sono attribuibili a sedimentazione in facies fluviolacustre o francamente lacustre e sono rappresentate dalla piana limitrofa al Lago Maggiore.

Le altitudini sono comprese tra la quota minima di circa 191 m s.l.m., a sud est della località Dorbiè e la massima di circa 282 m s.l.m. nella zona sud orientale del territorio comunale. La

morfologia dell'area è rappresentata, in generale, da aree sub-pianeggianti o debolmente ondulate, che si raccordano, al passaggio con le facies francamente moreniche più antiche, con blandi rilievi ondulati, a media acclività; i gradienti di pendenza più elevati si raggiungono nella porzione orientale del territorio, in corrispondenza dell'incile del Fiume Ticino.

3 ANALISI STORICA

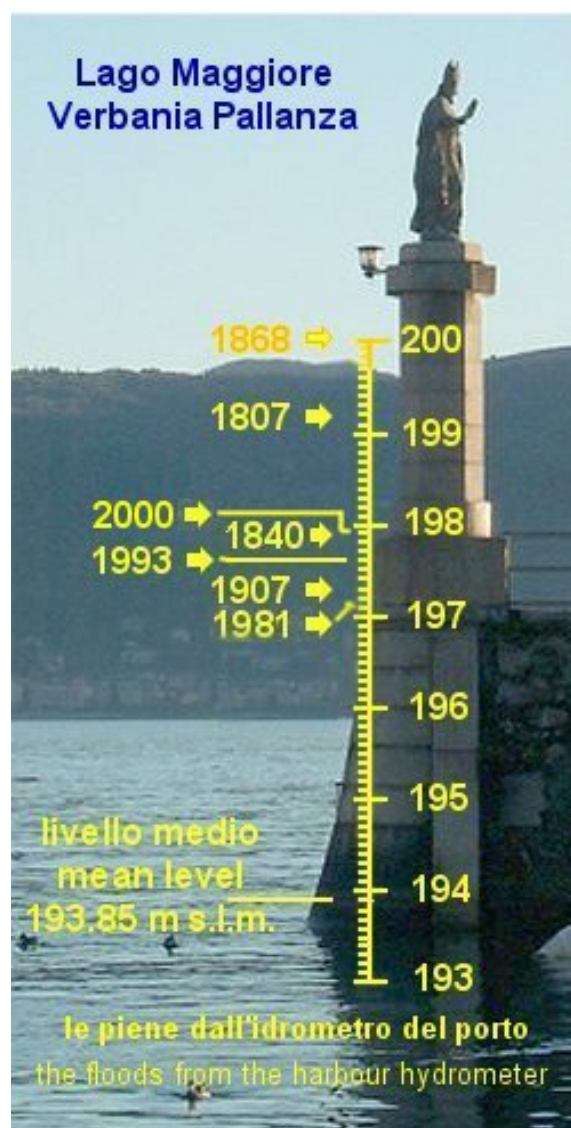
In questo capitolo verranno riassunti i dati ottenuti dall'indagine storica effettuata presso diverse fonti locali e nazionali (GNDC – archivio AVI); i dissesti conosciuti si riducono comunque alle periodiche esondazioni del Lago Maggiore e a limitati allagamenti legati per lo più a cattiva manutenzione del reticolo idrografico minore, oltre a limitati casi di dissesto gravitativo estremamente circoscritti.

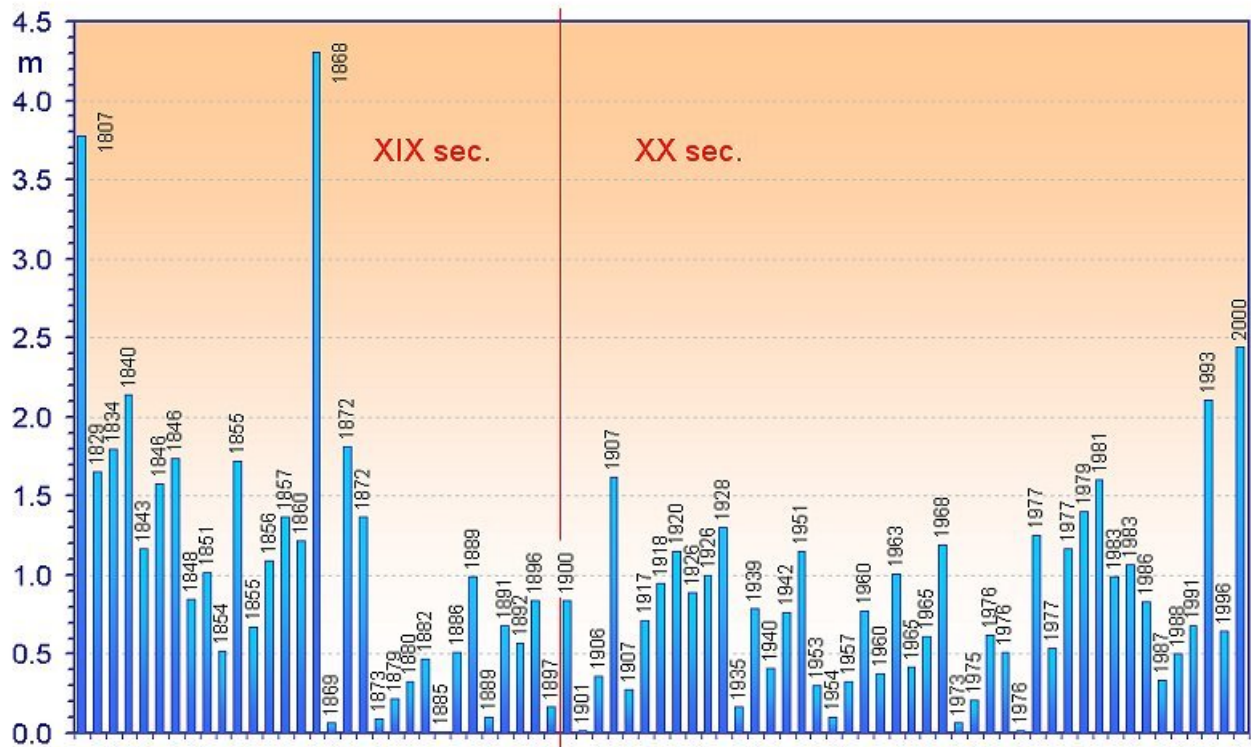
3.1 OSCILLAZIONI LACUSTRI

Per quanto riguarda le oscillazioni del Lago Maggiore e gli eventi di massima piena dello stesso, riportati dall'Istituto Idrobiologico di Pallanza, da cui è stata tratta la figura seguente, si segnala:

- nel periodo 1177-1828, nel corso del quale si hanno a disposizione solo cronache locali, è noto un livello di massima piena pari a 203,67 m s.l.m.;
- nel periodo compreso tra il 1829 ed il 1951 si registrano 53 piene "eccezionali": nel 1840 viene raggiunta quota 197,64 m s.l.m., mentre il massimo registrato in tale periodo corrisponde alla quota di 6,94 m sopra lo zero idrometrico (pari a 199.81 m s.l.m.) rilevata il 4 ottobre 1868 e mai più raggiunta dopo tale periodo, per l'erosione della soglia di Sesto Calende;
- la frequenza delle esondazioni nel periodo 1868-1942 è di 1 ogni 23 mesi; nel periodo 1943-1951 diminuisce sino ad 1 ogni 36 mesi per risalire nel periodo 1952-1993 sino ad 1 ogni 19 mesi;
- la piena lacustre del 16.10.2000, con il picco di 197.94 m s.l.m. risulta essere la maggiore dopo quella del 1868 e del 1807 (vedi figura a lato).

Nel grafico sottostante sono diagrammati gli episodi di esondazione del lago a Pallanza, con superamento della quota 195.5 m s.l.m.





3.2 DISSESTI NELLA COPERTURA

Sono stati censiti sporadici dissesti di origine gravitativa, distribuiti in prevalenza nella porzione orientale del territorio; si tratta di movimenti gravitativi composti, generalmente di dimensioni limitate, tutti allo stato quiescente. I dissesti sono impostati sui terreni di copertura glaciale e fluvioglaciale s.l. e consistono prevalentemente in movimenti roto-traslativi con evoluzione in scivolamento.

Una frana di modeste dimensioni è stata censita in località Croce di Pietra, poco a sud ovest rispetto la concentrico di Castelletto; tale dissesto è stato completamente oggetto di interventi con opere di ingegneria naturalistica e, allo stato attuale, è da considerarsi stabilizzato.

3.3 ESONDAZIONI DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE

Storicamente si segnalano problemi di natura idraulica connessi allo sbocco del Rio Norè nel Lago Maggiore, in concomitanza degli eventi di piena, che favoriscono il rigurgito delle acque fluviali; si segnala che, allo stato attuale, l'area si presenta antropizzata e che la maggioranza degli interventi edificatori più recenti è stata realizzata previa riquotatura del piano campagna, al fine di limitare detti fenomeni di allagamento.

4 COMMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA DI BASE

4.1 CARTA GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI LITOLOGICI E DEL DISSESTO (TAVOLA 1)

4.1.1 CENNI METODOLOGICI

Per quanto riguarda la redazione della carta geomorfologica si è fatto innanzi tutto riferimento alla bibliografia geologica ufficiale (Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 - Foglio 31 "Varese"). Si sono inoltre seguite le indicazioni riportate dal Quaderno Serie III volume 1 pubblicato dal Servizio Geologico Nazionale.

Essendo il territorio comunale caratterizzato dalla presenza di depositi superficiali pleistocenici ed olocenici, per la redazione della carta geologica si è proceduto innanzi tutto allo studio delle fotografie aeree, che hanno permesso di distinguere le diverse unità litologiche su base principalmente morfologica. Si è quindi proceduto alla verifica sul terreno, anche attraverso l'analisi delle sezioni presenti lungo spaccati naturali e/o artificiali.

Per ciò che riguarda la legenda utilizzata per la stesura della carta, si è fatto riferimento a quanto riportato dal Quaderno Serie III volume 4 pubblicato dal Servizio Geologico Nazionale; inoltre per la redazione della suddetta tavola sono state considerate le linee guida della "LEGENDA REGIONALE PER LA REDAZIONE DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA E DEL DISSESTO DEI P.R.G.C. REDATTA IN CONFORMITÀ ALLA CIRCOLARE P.G.R. N° 7/LAP/96 E SUCCESSIVA N.T.E./99".

Nella carta si sono distinte forme di accumulo e di erosione riconducibili ai seguenti processi:

- a. *processi fluviali, fluvioglaciali, glaciali e di versante;*
- b. *dissesti torrentizi e lacustri;*
- c. *processi di versante dovuti alla gravità;*
- d. *elementi dell'idrografia;*
- e. *forme antropiche.*

4.1.2 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

Sono state riconosciute le seguenti unità litologiche quaternarie:

Depositi lacustri (Olocene-attuale): si tratta di sedimenti fini, in prevalenza limi e limi sabbiosi grigi, legati ad aree di recente o recentissima sedimentazione in ambiente francamente lacustre, sovente in condizioni di idromorfia molto spinta; caratterizzano la fascia circumlacuale, posta a settentrione rispetto al territorio comunale.

Depositi fluviolacustri (tardo Pleistocene superiore-Olocene): questo tipo di depositi, costituiti in larga parte da materiali fini, quali limi e sabbie limose, passanti localmente a sabbie ghiaiose, rappresenta il risultato dell'interazione tra il materiale proveniente dalle aree caratterizzate da ambienti in facies fluviale o di conoide di deiezione (fan delta) ed il rimaneggiamento lacustre; i sedimenti fluviolacustri si rinvengono in un ampio settore dell'area e sono stati divisi in due sottounità, in base a criteri puramente altimetrici.

Unità di Mornago (Pleistocene superiore): questa unità, così come la successiva, è stata definita

in base al raffronto con il lavoro pubblicato da Luisa Zuccoli, dal titolo "Geologia dei pianalti di Castelseprio e Tradate" in *Il Quaternario - Italian Journal of Quaternary Science* vol.13° Fasc. 1/2 2000, che rappresenta la sintesi di numerosi rilevamenti sul terreno, eseguiti nell'ambito di tesi di laurea e di dottorato, a cura del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano. L'unificazione di unità informali, precedentemente definita per mezzo di nomenclature prettamente locali, è stata operata alla scala dei principali bacini di alimentazione dei ghiacciai quaternari dell'Italia settentrionale, permettendo la designazione comune delle unità, precedentemente limitate al singolo bacino, in base ai caratteri intrinseci di litologia, alterazione e altri fattori fisici salienti. L'Unità di Mornago, ai fini del presente lavoro, accorpa depositi in facies fluvioglaciale, glaciale e di contatto, suddivisi in due membri in base alla litologia. Il membro più rappresentato sul territorio, è costituito in prevalenza da sabbie limose o ghiaiose, passanti a diamicton consolidati con ciottoli e blocchi arrotondati; morfologicamente, quest'unità si esplica spesso sotto forma di cordoni morenici più o meno evidenti. Il secondo membro è costituito da depositi fluvioglaciali e di contatto; sono sabbie talora limose, passanti inferiormente a ghiaie e sabbie limose con ciottoli, riconoscibili limitatamente alla porzione nord occidentale del territorio comunale.

Unità di Sumirago (Pleistocene superiore): è costituita da depositi fluvioglaciali e glaciali indifferenziati: diamicton consolidati; ghiaie e sabbie con ciottoli eterometrici, mediamente alterati, a matrice limoso-argillosa; talora si riscontra la presenza di coperture loessiche di spessore limitato, i rilievi morenici sono evidenti. L'Unità di Sumirago si rinviene nella porzione sud orientale di Castelletto T., al limite con la valle del F. Ticino.

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

Processi fluviali, fluvioglaciali, glaciali e di versante: si distinguono in processi di erosione e accumulo.

Per la distinzione delle forme e dei depositi generati dai vari processi si è fatto uso di diverse colorazioni, separando le forme ed i processi attivi o quiescenti da quelli non più attivi. A tale proposito si ricorda quanto descritto esaurientemente da Bisci&Dramis (1991): "... per forma attiva si deve intendere una forma che evolve sotto l'attività dei processi geomorfici che l'hanno generata e forma inattiva una forma che non evolve più sotto l'attività di quei processi". Gli autori aggiungono che "... debbono essere considerate attive solamente le forme che possono tuttora essere modificate dagli stessi agenti che ne hanno determinato la genesi e condizionato l'evoluzione. D'altro canto, qualora ci si trovasse di fronte a una forma prodotta da un agente genetico ormai non più presente, che dovesse richiedere modificazioni sostanziali ... per poter tornare ad intervenire efficacemente nell'area ... si potrà senz'altro dire che tale forma deve senz'altro essere classificata tra le inattive".

Da quanto sopra si deduce che le forme che hanno cessato la loro attività possono essere soggette a processi di smantellamento ad opera di fattori geomorfici diversi da quelli che le hanno generate: i.e. le forme rimodellate o modificate (da processi diversi da quelli di origine) devono essere considerate inattive.

E' questo il caso delle forme glaciali e fluvioglaciali, generate in ambienti ormai estinti, che potrebbero ritornare ad agire nella zona in esame solo a seguito di sostanziali modificazioni climatiche, o anche delle forme fluviali: relativamente a queste ultime gli autori propongono l'esempio di un deposito alluvionale che può essere considerato attivo (o quiescente) solo se il fiume che lo ha generato raggiunge la sua superficie sommitale in regime ordinario o straordinario (secolare) mentre deve essere inserito tra le forme inattive se la tracimazione necessita di interventi quali modificazioni climatiche, sbarramenti antropici o gravitativi.

Riguardo al modo di evoluzione della forma nel tempo, gli stessi Autori distinguono 4 differenti tipologie: forme ad attività continua, intermittente, alternata e ad attivazione unica. Il primo è il caso di movimenti continui, tipo creep, a velocità costante; il secondo è il caso di processi sismici, tettonici o vulcanici e di gran parte dei fenomeni franosi, con periodi lunghi di inattività che si interpongono a periodi molto più brevi di intensa attività; nel terzo caso si annoverano processi caratterizzati da periodi di lenta evoluzione alternati a periodi ad evoluzione veloce, quali ad esempio i processi di erosione fluviale e calanchiva, i soliflussi, ecc.; l'ultimo infine caratterizza fenomeni di tipo catastrofico che si esauriscono in un unico evento. Come si può osservare quindi la distinzione tra le diverse modalità di evoluzione è direttamente legata ai tempi di ritorno, che possono variare in funzione, ad esempio, dei diversi ambienti sedimentari. Anche le modalità di attivazione e di cessazione delle forme possono essere diverse: forme ad attivazione (o cessazione) improvvisa dell'attività (crolli) e graduale (erosione areale).

In funzione quindi dei tempi di ritorno, gli Autori propongono di inserire le forme ad attività continua, alternata o intermittente, con tempo di ritorno annuale, tra le forme attive s.s., mentre tra le forme quiescenti debbono essere inserite quelle ad attività intermittente, con tempi di ritorno più lunghi, prodotte da agenti morfogenetici non presenti attualmente o presenti con bassa efficacia, ma che possono riprendere la loro attività senza richiedere cambiamenti sostanziali del sistema morfoclimatico.

Dato che nel caso dei movimenti franosi è difficile la valutazione del grado di attività delle forme, poiché l'agente geomorfico principale resta invariato (gravità), ma mutano solo le condizioni accessorie (acclività, litologia, precipitazioni, oscillazioni della falda, intagli artificiali, attività crioclastica, ecc.), per il territorio in esame i (rari) processi gravitativi sono stati classificati quiescenti. A questi ultimi viene dunque attribuito un significato di potenziale rischio di attivazione al ripresentarsi delle condizioni accessorie di origine, sia in corrispondenza della singola forma sia nell'intorno, se caratterizzato dalle medesime condizioni al contorno.

In conclusione, alla luce di quanto sopra illustrato, nella tavola geomorfologica sono state cartografate come inattive tutte le forme che non sono più soggette a modificazioni dagli stessi processi che le hanno generate, quali ad esempio le scarpate di origine fluvioglaciale, mentre i processi di rimodellamento presenti lungo le suddette scarpate sono stati cartografati generalmente come attivi o quiescenti. Non si ritiene pertanto coerente l'osservazione effettuata in sede di 2° Tavolo Tecnico Interdisciplinare, sull'attività dei versanti verso il Ticino, con la reale situazione morfodinamica del territorio.

I processi di erosione, più numerosi, si rinvergono lungo i corsi d'acqua che formano il reticolo idrografico e lungo i bordi dei terrazzi, sotto forma di scarpate. Tra questi si riconoscono vallecole a "V" e solchi di ruscellamento concentrato, sia attivi che inattivi le prime, principalmente attivi i secondi, impostati sui depositi glaciali e fluvioglaciali, meglio evidenti nelle zone al ciglio delle scarpate dove aumenta l'energia di rilievo e si esplicano fenomeni di erosione regressiva delle testate degli impluvi. Sono state osservate anche vallecole a fondo concavo, inattive ma potenzialmente sede di deflusso occasionale delle acque meteoriche, in prossimità della scarpata che raccorda i depositi glaciali s.l. con la valle del F. Ticino.

I processi di accumulo sono relativi alla sedimentazione dei depositi fluvioglaciali, fluviali e fluviolacustri, che hanno dato origine ad ampie piane, in particolare si riconoscono quella ubicata tra la località Glisente e Beati e un paleoalveo del Ticino, con orientazione NW-SE, che si collega alla piana che digrada verso i sedimenti lacustri.

Nell'ambito di tali processi sono compresi anche alcuni lembi relitti di conoidi (fan delta), morfologicamente poco evidenti sia per fattori primari, legati alla litologia e alla fisiografia del territorio, sia per interventi antropici, ubicati allo sbocco del Rio Norè e tra le località Molino di Sotto e C.na Pre. I conoidi relitti proprio per la loro incertezza di delimitazione e di evidenza non vengono perimetrati con perimetri chiusi come fatto invece per i conoidi alluvionali stabilizzati.

Altri conoidi alluvionali, classificati come stabilizzati, sono riconoscibili verso la scarpata adiacente l'incile del fiume, ad eccezione di un piccolo conoide, ritenuto attivo e classificato come Cam2, presso C.na Vernone di Sopra. Le creste moreniche che caratterizzano chiaramente la zona sud orientale del territorio e l'area a ovest di Glisente sono da riferire a sedimentazione in ambiente glaciale; altri dossi, dalla morfologia decisamente meno espressa, sono stati cartografati in maniera ubiquitaria sui depositi glaciali s.l.: tali rilievi morenici hanno probabilmente mal conservato la propria forma in seguito ad interazioni, avvenute in epoca post-glaciale, con le acque del bacino lacustre, che ne avrebbero addolcito le creste.

Dissesti torrentizi e lacustri: sono state individuate le aree interessate da fenomeni dissestivi, legati alla dinamica torrentizia e lacustre, accogliendo quanto proposto dal Gruppo Interdisciplinare; in particolare, era stato assegnato il grado di pericolosità Eb (processi areali ad intensità elevata) alla fascia esondabile del Lago Maggiore, in base a quanto riportato nella tavola 7d - "Profondità del battente d'acqua nelle zone di esondazione", facente parte degli elaborati geologici e geomorfologici, a firma dei professionisti Dott. Geol. Grimoldi e Viviani, 2001. In base a quanto verrà successivamente giustificato si propone un **grado di pericolosità media/moderata Em** per le aree ricadenti entro la fascia di esondazione del lago soggette esclusivamente a questo tipo dinamica esondativa.

In base agli approfondimenti effettuati, presenti nell'elaborato "Chiarimenti tecnici alla relazione geologica", viene ampiamente motivata tale scelta e viene delimitata su criteri geomorfologici, in base anche ai lavori di manutenzione dell'alveo, l'area di esondazione del T. Norè.

È stata introdotta la delimitazione delle aree allagabili secondo la Direttiva Alluvioni e sovrapposta alla delimitazioni dei limiti di esondazione del Lago Maggiore.

La Direttiva 2007/60/CE propone, con una specifica cartografia, le aree costiere lacustri (ACL) potenzialmente soggette ad esondazione a seguito di eventi alluvionali.

Per la definizione di queste aree, i redattori della cartografia precisano che è stato utilizzato il metodo semplificato che prevede *"... l'utilizzo degli elementi conoscitivi, risultanti generalmente dagli studi di adeguamento al PAI degli strumenti di pianificazione locale (PRG, PTCP) derivanti da analisi di tipo geomorfologico e storico-inventariale e solo localmente di tipo idrologico ed idraulico"*.

Viene inoltre precisato che *"... nelle aree costiere lacuali e marine le aree allagabili sono state delimitate utilizzando un modello di analisi di dati geografici che ha tenuto conto delle caratteristiche morfologiche del tratto di costa considerato. Le diverse altezze critiche, corrispondenti agli scenari di scarsa, media ed elevata probabilità di accadimento, sono state comparate con dati morfologici di dettaglio (rilievi lidar), tenendo conto dello smorzamento e, per quanto possibile, dei percorsi preferenziali seguiti dall'acqua"*.

Nelle mappe di pericolosità viene raffigurata l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari di probabilità di accadimento dell'evento alluvionale:

- alluvioni rare – Low probability L: tr 500 anni
- alluvioni poco frequenti – Medium probability M: tr 100÷200 anni
- alluvioni frequenti – High probability H: tr 20÷50 anni.

A questi tre scenari di probabilità sono associati tre livelli di pericolosità rispettivamente pari a bassa (P1), media (P2) ed elevata (P3).

Si ritiene opportuno evidenziare come questi tre livelli di pericolosità siano i medesimi per tutti i meccanismi di esondazioni (corsi d'acqua, mari e laghi) ma, a giudizio degli scriventi, non possono avere la stessa valenza per ciascuno dei tre elementi che possono generare il fenomeno esondativo.

È infatti ben chiaro che un'esondazione con tempo di ritorno pari a 100 anni ha caratteristiche di pericolosità ben diverse se generata da un corso d'acqua in montagna (energia molto elevata e grande rapidità nel verificarsi) o dal lago (energie molto modeste e tempi lunghi per l'innalzamento del livello).

Per quanto riguarda il limite delle aree esondate dal Lago Maggiore, si è fatto riferimento alla quota massima raggiunta il 16.10.2000 e pari a 197.94 m s.l.m., registrata all'idrometro di Pallanza; è stata inoltre rappresentata la linea di esondazione massima registrata il 14.10.1993, sempre in corrispondenza del citato idrometro, che interpola la quota 197.60 m s.l.m. Per la rappresentazione delle linee citate è stata utilizzato il rilievo topografico di dettaglio eseguito nel corso del precedente studio del 2001 (Grimoldi e Viviani, Tav. 7c – "Rilievo Planoaltimetrico, aree alluvionate ottobre 2000 - ottobre 1993, rilievo geomorfologico

di dettaglio”).

Rispetto a tale elaborato, tuttavia, sono state apportate delle modifiche sostanziali, in quanto in particolar il limite di esondazione 1993 non risultava coerente con la morfologia del terreno, così come evidenziato dal rilievo topografico di dettaglio condotto nell’ambito della suddetta indagine. I limiti massimi di escursione, riportati sulla tavola 1, tengono conto, oltre che del rilievo topografico di dettaglio citato, di una targa osservata sullo spigolo di una proprietà privata nei pressi del Cinema Multisala Metropolis 2; su tale targa (della quale si propone la fotografia) sono riportati entrambi i livelli raggiunti dal lago, sia nel corso dell’alluvione 2000 che in quella del 1993.



Si nota che il livello raggiunto dal lago nel 1993 (contrassegnato da una tacca incisa alla base della targa) in questa zona è molto più avanzato rispetto al limite riportato nella suddetta tavola 7c; la tacca verde si riferisce (anche se non espressamente indicato) alla piena del 2000 e tale indicazione è in armonia con quanto indicato sulla tavola 7c.

Le esondazioni di carattere torrentizio, riferite all’attività del Rio Norè, sono state rappresentate in maniera distinta rispetto a quelle lacustri (e classificate in modo differente, in particolare Eba per il T. Norè e area di esondazione lacustre), come precedentemente detto, in quanto si tratta fondamentalmente da una parte di episodi di rigurgito delle acque del rio, in concomitanza della risalita del livello del lago, dall'altra di possibili fenomeni esondativi legati esclusivamente alla dinamica torrentizia.

Cautelativamente si è preferito mantenere per il T. Norè una pericolosità maggiore rispetto al lago sia in relazione alle energie in gioco sia alla bassa velocità con cui il fenomeno esondativo

lacustre si sviluppa rispetto al fenomeno torrentizio.

Processi gravitativi: consistono sostanzialmente di movimenti compositi, in prevalenza di natura roto-traslativa con possibile evoluzione in scivolamento, allo stato quiescente; la frana osservata nel concentrico, si presenta, allo stato attuale, completamente riassetata e, pertanto, si ritiene corretta la sua classificazione tra i dissesti stabilizzati; si richiama a tal fine, quanto contenuto negli "Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico": "*il fenomeno è da considerarsi stabilizzato (...) quando sono intervenuti fattori antropici che hanno portato alla definitiva stabilizzazione del dissesto*". I fenomeni franosi cartografati si sviluppano tutti nella copertura quaternaria e non mostrano segni recenti di riattivazione.

Elementi dell'idrografia: sono state rinvenute alcune aree acquitrinose, legate all'emergenza della falda freatica o al cattivo drenaggio; tali zone sono ubicate a est di Glisente, a ovest di Mottofulco e a sud ovest del concentrico, nel paleoalveo del F. Ticino. Sono state inoltre indicate le principali risorgive e i bacini, in prevalenza artificiali, presenti sul territorio.

A proposito delle problematiche relative ai corsi d'acqua, sono stati evidenziati, sulla base delle indicazioni riportate nella carte tematiche della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte, gli elementi presenti nel territorio comunale di Castelletto Ticino. La "Carta degli alveo-tipi e portate - Foglio 31 VARESE" è l'unica sulla quale sono stati individuati elementi ricadenti nell'ambito del territorio comunale: si tratta di "corsi d'acqua tendenzialmente unicursali (pendenze comprese tra 1% e 0,1%) con alvei talora poco incisi, prevalentemente in depositi alluvionali. Processi: erosioni, disalveamenti, esondazioni con allagamenti e deposito materiali prevalentemente fini".

Forme antropiche: per quanto riguarda i processi di origine antropica, sono stati riportati i terrazzamenti artificiali e le relative aree riquotate, ricavate anche dagli elaborati di PRG precedenti; sono stati riportati altresì i siti estrattivi e le discariche dimesse, distinte in base alla natura (Inerti e RSU). L'indicazione delle opere di regimazione e dei tratti di restrizione degli alvei lungo i corsi d'acqua sono rimandati alla carta geoidrologica e a quella delle opere di difesa, nella quale sono evidenziati tutti i manufatti presenti.

Sono state riportate le fasce fluviali P.A.I. relative al F. Ticino.

4.1 CARTA DIRETTIVA ALLUVIONI (TAVOLA 1 BIS)

A scopo illustrativo viene proposta la tavola con le mappe di pericolosità del Piano di gestione rischio alluvione (PGRA) aggiornate al 2015, con gli scenari di pericolosità da alluvione. La **Direttiva 2007/60/CE**, cosiddetta "*Direttiva alluvioni*", recepita con D.lgs. 49/2010, ha voluto porre l'accento sulle conseguenze negative per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali, derivanti dalle alluvioni.

Le aree di pericolosità sono suddivise in Probabilità di alluvione elevata (Tr 10/20 anni), Probabilità di alluvione media (Tr 100/200) e Probabilità di alluvione scarsa (Tr 500 anni).

Sulla rappresentazione degli scenari di pericolosità da alluvione, agg. 2019, è stata sovrapposta la delimitazione delle linee di massima esondazione lacustre per diversi tempi di ritorno, includendo anche la massima esondazione registrata nel corso dell'alluvione dell'ottobre 2000: tale sovrapposizione evidenzia una sostanziale coerenza tra i due dati.

I risultati di tali controlli sono stati utilizzati per redigere la carta di sintesi della pericolosità geomorfologica.

4.2 CARTA GEOIDROLOGICA (TAVOLA 2)

4.2.1 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

In base alle caratteristiche litologiche e tessiturali dei depositi presenti, sono stati distinti diversi complessi litologici aventi comportamento geoidrologico omogeneo.

Depositi lacustri e glaciolacustri: si tratta di depositi caratterizzati da una permeabilità bassa (10^{-5} ÷ 10^{-9} m/sec), che interessano tutta la fascia subpianeggiante adiacente il Lago Maggiore.

Depositi fluviolacustri: caratterizzati in genere da una permeabilità da media a bassa (10^{-4} ÷ 10^{-8} m/sec) ed estremamente variabile a causa della disomogeneità tessiturale (la maggiore o minore presenza della frazione limo-argillosa determina la formazione di orizzonti impermeabili che tendono a localizzare falde sospese).

Depositi fluvioglaciali: sono caratterizzati in genere da una permeabilità da media a bassa (10^{-4} ÷ 10^{-7} m/sec), in funzione della posizione stratigrafica.

Depositi glaciali: anche in questa unità prevalgono i sedimenti fini con grado di permeabilità basso (10^{-5} ÷ 10^{-9} m/sec) con probabili variazioni locali nella granulometria dei sedimenti e, conseguentemente, nel valore del coefficiente di permeabilità.

Dal punto di vista idrogeologico è stata riproposta la ricostruzione della superficie freatica come nell'allegato 3 degli elaborati geologici a corredo del PRGC del marzo '97, a firma dei dott. geol. Lurati e Santandrea. I dati della soggiacenza sono stati opportunamente corretti in base alle risultanze emerse in fase della recente indagine idrogeologica per la realizzazione di un nuovo pozzo idropotabile comunale in località Beati e le linee isofreatiche sono state incrementate, con rappresentazione ad equidistanza pari a 2 m. La superficie freatica segue l'andamento topografico e la direzione di flusso principale si conforma alla natura fisiografica del territorio; in particolare, si nota la presenza di marcati assi di drenaggio, in corrispondenza della piana posta a est della località Glisente, presso la località i Valloni a nordovest della località Brabbia. Il gradiente idraulico mostra valori estremamente variabili e ne risulta difficile fornire valori indicativi; a titolo puramente esemplificativo, si nota che nel settore centrale del territorio comunale, in località Montefulco, il gradiente idraulico ha valori pari all'1%, mentre in corrispondenza della scarpata di Dorbiè raggiunge valori molto prossimi al 7%.

Attraverso le stratigrafie del pozzo idropotabile comunale situato in località Beati e dei pozzi contrassegnati dai numeri 6 e 7, (ubicati in Comune di Borgo Ticino), è stata realizzata una

sezione idrogeologica, per meglio illustrare i caratteri dell'acquifero, riportata a margine della tavola. Dal punto di vista idrogeologico è possibile distinguere la presenza di un acquifero superficiale a carattere freatico, captato dalla maggioranza dei pozzi privati, costituito da alternanze di sedimenti eterogenei, separato da un orizzonte a bassa permeabilità da un acquifero semiconfinato, ghiaioso, captato dai pozzi idropotabili; alla base di questo secondo acquifero, ad una profondità compresa tra i 40 e i 50 dal p.c., si rileva la presenza del substrato argilloso, costituito dai depositi marini e transizionali di età pliocenica, non affioranti nel territorio comunale.

In carta è riportato inoltre il reticolato idrografico, sia naturale che artificiale, oltre alle zone di emergenza della superficie freatica e a quelle di ristagno, agli attraversamenti dei corsi d'acqua realizzati con manufatti scatolari o tubolari di sezione ridotta, ai tratti con alveo assente e ai tratti intubati.

Nell'ambito del reticolo idrografico sono stati contraddistinti con differente colorazione i corsi d'acqua pubblici (Rio Scolatore, Fiume Ticino e Lago Maggiore del quale si è omessa la colorazione per motivi grafici) e quelli con alveo demaniale da quelli con alveo privato, sulla base delle planimetrie catastali fornite dall'Amministrazione comunale. In base a sopralluoghi effettuati sul terreno, si è riscontrata la difformità tra il tracciato rappresentato sugli elaborati catastali e il reale andamento del Rio Gola, che a ovest della C.na Rogola, non è più esistente: il corso originario del rio è stato rappresentato a tratto discontinuo e, trattandosi di alveo demaniale, si renderà necessaria una verifica particolareggiata da parte dell'Amministrazione Comunale, in merito agli interventi di occlusione dello stesso. Si segnala che a valle della S.S. 33 del Sempione, la presenza del rio è stata riscontrata solo a partire dal margine dell'ampio piazzale destinato a parcheggio del nuovo cinema multisala.

Per quanto riguarda la Roggia dell'Olearo, è stato effettuato un accurato sopralluogo in sito, che ha evidenziato un sostanziale buono stato manutentivo dell'alveo e delle sponde. Il corso d'acqua scorre in naturalità per tutto il tratto compreso tra il confine comunale meridionale e la località Mottofulco; in corrispondenza della linea ferroviaria la roggia attraversa per mezzo di un sifone: all'epoca del sopralluogo il sifone si presentava in buone condizioni di pulizia (cfr. immagine).



Particolare del sifone sulla Roggia dell'Olearo, presso l'attraversamento FS

Nel tratto a valle del sifone il corso della roggia si presenta a tratti canalizzato, stante l'attraversamento di un breve tratto urbanizzato; la dimensione del canale appare adeguatamente dimensionata al regime idraulico della roggia, che adduce portate generalmente molto ridotte. La manutenzione della roggia, secondo quanto riferito dall'Amministrazione comunale, avviene regolarmente ad opera di un'associazione privata e lo stato riscontrato nell'alveo, conferma quanto riportato. Nel complesso si ritiene che la Roggia dell'Olearo non presenti particolari criticità d'alveo e che, solamente in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, si possano verificare limitate esondazioni, ad energia moderata; la costante manutenzione che viene effettuata periodicamente si presenta sufficiente a garantire le condizioni di deflusso minime sulla roggia, anche se sarebbe opportuno eliminare le uniche criticità riscontrate, corrispondenti ai tratti coperti (cfr. SICOD). Da sottolineare come la roggia, pur essendo rappresentata sul catastale con doppia riga continua, trattandosi di un corso d'acqua artificiale, è ad alveo privato.

Per necessaria completezza di rappresentazione, sulla carta geoidrologica sono stati indicati anche i corsi d'acqua effimeri e i fossi irrigui.

Sono stati aggiornati i tracciati di alcuni corsi d'acqua e inseriti alcuni mancanti.

Per quanto riguarda il reticolo pubblico e demaniale, ad esso si applicano i disposti del R.D. 523/1904, art. 96, di seguito brevemente riassunti:

- i corsi d'acqua iscritti al registro delle acque pubbliche ed i corsi d'acqua naturali con alveo di proprietà demaniale (contraddistinti da doppia linea continua su cartografia catastale) sono delimitati

da fasce di rispetto, ai sensi del R.D. 25.07.1904 n° 523, nelle quali sono vietati “*le fabbriche, gli scavi e lo movimento del terreno a distanza del piede dell’argine ... minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località ed, in mancanza di tali discipline, a distanza minore di dieci metri per le fabbriche e per gli scavi*”. La norma non si applica ai corsi d’acqua con alveo privato, alle rogge di derivazione ed ai canali, tranne che per quelli di proprietà demaniale. L’interpretazione corrente della norma, anche ai sensi della Circolare P.G.R. n°14/LAP/PET del 08.10.1998, è che le norme contenute nel P.R.G.C. e relative alle fasce di rispetto dei corsi d’acqua, ai sensi dell’art 29 della L.R. 56/77 o della Circolare P.G.R. 7/LAP del 08.05.1996, costituiscano “disciplina vigente”, laddove adottate ed approvate dagli Enti regionali competenti. Eventuali riduzioni delle fasce di rispetto a distanze inferiori a 10 metri, in deroga al R.D. 523, devono essere supportate da idonee indagini geologiche ed idrauliche e devono conseguire il parere favorevole della Direzione Regionale OO.PP. e Difesa Suolo.

In questa tavola sono stati riportati anche i valori di massima escursione del livello lacustre in funzione del tempo di ritorno, definito come l’intervallo di tempo nel quale si ha la probabilità che si ripeta un evento (in questo caso il raggiungimento o il superamento di un determinato livello lacustre).

Per l’elaborazione delle linee di massima escursione del livello lacustre, sono stati utilizzati i dati ricavati dalle pubblicazioni dell’Istituto Idrobiologico del C.N.R. di Pallanza, quelli riportati nella pubblicazione a cura della Regione Piemonte “Gli eventi alluvionali del settembre-ottobre 1993 in Piemonte” e i dati elaborati da IDROGEOSTUDIO di Verbania.

Il livello medio del lago risulta essere pari a 193.88 m s.l.m. per il periodo di riferimento 1952-2001, misurato all’idrometro di Pallanza, con minimo di 192.38 m misurato nel 1956 e massimo di 197,94 m misurato nel 2000 (escludendo le misure del secolo XIX influenzate da una quota superiore all’attuale dell’incile di Sesto Calende). L’escursione massima annua è risultata pari a 5.14 m sempre nel 2000.

Dal punto di vista geografico il Lago Maggiore possiede una superficie, considerando un livello medio di 193.85 m s.l.m. (adottato dal CNR di Pallanza), pari a 212 km² suddivisi in circa 80% in Italia ed il rimanente in Svizzera. Il perimetro è di circa 170 km , la lunghezza di 54 km, la larghezza massima è di 10 km con media di 3.9 km, la profondità massima è di 370 m a Ghiffa ed il volume di acqua contenuta di circa 37.5 miliardi di m³.

Il tempo di ricambio delle acque teorico è di circa 4 anni, considerando la portata media del Ticino emissario pari a 297 mc/s. Infine il bacino imbrifero del lago ha superficie pari a 6599 km² dei quali 3299.5 km² in Italia, con altitudine massima di 4633 m s.l.m. (Monte Rosa) e media di 1270 m s.l.m.

L’analisi storica delle massime piene raggiunte dal Lago Maggiore ha inizio con il periodo 1177-1828, nel corso del quale si hanno a disposizione solo cronache locali che forniscono un livello di massima di 203.67 m s.l.m. Nel 1829 entra in funzione l’idrometro di Sesto Calende ed iniziano quindi ad essere disponibili misure più attendibili delle piene lacustri. Nel periodo compreso tra il

1829 ed il 1951 si registrano 53 piene con superamento del livello + 3 metri rispetto allo zero idrometrico locale, pari a 192.87 m s.l.m.; il tempo di ritorno per eventi di tale portata risulta pari a 27 mesi circa. Nel 1840 viene raggiunta quota 197.64 m s.l.m.. Il massimo registrato in tale periodo corrisponde alla quota di 6.94 m (pari a 199.81 m s.l.m.) sopra lo zero idrometrico rilevata il 4 ottobre 1868, quota mai più raggiunta dopo tale periodo.

Nel 1952 iniziano le misure sistematiche all'idrometro di Pallanza e si rendono disponibili quindi un maggior numero di dati per le elaborazioni. In questo ultimo periodo si registrano 26 superamenti della quota 195.50 m, prossima a quella di 195.87 dell'idrometro di Sesto Calende, con un tempo di ritorno di circa 19 mesi. Il massimo in quest'ultimo periodo di misure è stato registrato il 14.10.1993 ed è risultato pari a 197.61 m s.l.m. superato, come più volte detto, dal nuovo massimo del 16.10.2000 con altitudine raggiunta pari a 197.94 m s.l.m.

Analizzando i dati (forniti da IDROGEOSTUDIO) su base statistica si può osservare che i tempi di ritorno per differenti livelli di piena, con intervalli di 0.5 metri, sono i seguenti:

LIVELLI m s.l.m.	TEMPI DI RITORNO anni
197.50	50-100
196.50	6-10
195.50	2-3

Le oscillazioni nel calcolo dei tempi di ritorno per ciascun livello lacustre, sono determinate dalla discontinuità e da incertezze nelle misure, effettuate inoltre in differenti località (Sesto Calende e Pallanza).

Nella carta in parola sono state riportate le linee corrispondenti ai livelli relativi ai tempi di ritorno pari a 2-3 anni e 6-10 anni, alle quali sono state aggiunti i limiti raggiunti dal lago il 14.10.1993 (poco superiore ai 50-100 anni) e il 16.10.2000. Si deve tuttavia considerare che la ricostruzione delle linee di oscillazione è stata fatta per interpolazione delle quote riportate sulla base fotogrammetrica, con possibili imprecisioni soprattutto nelle zone di maggior insediamento antropico.

Relativamente ai tempi di sommersione, il tempo medio per le quote superiori a 196 m s.l.m. risulta pari a circa 0.37%, che corrisponde a circa 1 giorno all'anno.

Infine sono riportate sulla tavola le fasce di rispetto della captazione idropotabile comunale, ridefinite a seguito delle indagini idrogeologiche condotte dallo scrivente ai sensi della normativa vigente in materia di acque e approvate con Det. Reg. n.253 del 03/10/2006. Il pozzo si trova in loc. I Beati ed è affiancato da un piezometro di controllo che non necessita di fasce di rispetto. Sono state tolte le fasce del pozzo posto in prossimità di C.na Pinorini in quanto ha cambiato destinazione d'uso nel 2011 passando a produzione beni e servizi e non più idropotabile con conseguente decadimento della fascia. Il Comune di Castelletto Sopra Ticino inoltre è servito da altri tre pozzi idropotabili tutti in Comune di Borgoticino, il primo a sostituzione del pozzo di Via Sivo, sito in loc. San Fabiano le cui fasce sono state definite su

criteri temporali e approvate con Det. Reg. n.363 del 02/08/2017 e rientrano completamente nel medesimo comune di appartenenza. Gli altri due invece, denominati ARONCO 1 e 2, presentano fascia di rispetto geometrica di $R= 200$ m che intercetta alcuni mappali entro il comune di Castelletto Sopra Ticino.

4.3 CARTA LITOTECNICA (TAVOLA 3)

4.3.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Sulla base dei dati ottenuti dal rilievo geologico e a seguito di indagini geognostiche e geotecniche condotte in loco, è stata redatta la carta della caratterizzazione litotecnica con lo scopo di raggruppare i terreni in base alle loro caratteristiche geotecniche.

4.3.2 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche dei terreni, il territorio comunale è stato suddiviso in 4 grandi gruppi.

Depositi lacustri e glaciolacustri

Caratterizzano l'area circumlacuale, dove prevalgono le facies lacustri con sedimenti a tessitura fine limo-sabbiosa; la parametrizzazione geotecnica di riferimento prevede un angolo di attrito interno (di picco) compreso tra 16° e 32° , angolo di attrito interno a volume costante compreso tra 15° e 22° ed un peso di volume di $1.5-1.7$ t/m³. La coesione non drenata può essere considerata pari a 1 t/m².

Depositi fluviolacustri

In questa unità sono stati riuniti i depositi terrazzati olocenici e tardo pleistocenici caratterizzati da una granulometria medio-fine, relativi a facies sedimentarie in ambiente fluviale e fluviolacustre: si tratta in prevalenza di sabbie limose con intercalazioni più grossolane, con ciottoli poco o mediamente arrotondati. A questi depositi può essere attribuita la seguente parametrizzazione geotecnica: angolo di attrito di picco pari a circa $29^\circ \div 38^\circ$, angolo di attrito interno a volume costante compreso tra 22° e 30° , coesione non drenata stimabile tra 2 e 4 t/m² e peso di volume di $1.7 \div 1.8$ t/m³.

Depositi fluvioglaciali

Sono costituiti da ghiaie e sabbie limose con ciottoli, poco alterate, passanti verso l'alto a sabbie limose. A questi depositi può essere attribuita la seguente parametrizzazione geotecnica: angolo di attrito di picco pari a circa $33^\circ \div 49^\circ$, angolo di attrito interno a volume costante compreso tra 28° e 30° , coesione nulla e peso di volume di $1.9 \div 2.0$ t/m³. Per le coltri fini che li ricoprono la parametrizzazione geotecnica di riferimento prevede un valore di angolo di attrito pari a circa $22^\circ \div 24^\circ$, una coesione non drenata C_u compresa tra 1 e 2 t/m² ed un peso di volume pari a $1.7 \div 1.8$ t/m³.

Depositi glaciali

Sono depositi a tessitura eterogenea; i parametri medi dell'angolo di attrito interno di picco

variano da 29° a 38°, angolo di attrito interno a volume costante compreso tra 22° e 27°, una coesione = 2÷4 t/m² ed un peso di volume pari a 1.7÷1.9 t/m³.

Ai depositi di riporto ed alle zone umide non sono stati assegnati parametri di riferimento.

Nella tavola sono stati inoltre riportati alcuni istogrammi relativi a prove penetrometriche dinamiche effettuate con penetrometri pesanti (63 kg di massa battente), distribuiti su differenti unità litotecniche ed indicativi delle condizioni medie dei sedimenti presenti.

4.4 CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE (TAVOLA 4)

4.4.1 METODOLOGIA APPLICATA

In questa tavola sono riportate le varie opere di regimazione idraulica, utilizzando il sistema SICOD (Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa) proposto dalla Regione Piemonte – Direzione Difesa del Suolo e CSI "...come strumento per redigere il catasto delle opere idrauliche, così come richiesto dai piani regolatori...".

Le opere idrauliche presenti sul territorio sono distinguibili in opere trasversali, opere longitudinali, scolmatori ed attraversamenti di corsi d'acqua. A ciascuna opera censita è associata una scheda, secondo le indicazioni della Regione Piemonte, contraddistinta da sigla e numerazione relativa.

4.4.2 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

Le opere censite si riferiscono per la gran parte ad attraversamenti e a opere radenti, di differenti tipologie e misure. Il forte sviluppo urbanistico che ha caratterizzato la fascia costiera circumlacuale, ha portato nei decenni passati a porre in opera interventi di canalizzazione e copertura dei corsi d'acqua, che in taluni casi possono comportare criticità idrauliche con locali esondazioni.

Le suddette criticità, peraltro già evidenziate nella carta geoidrologica, sono state replicate anche su questa tavola per comodità di lettura.

Relativamente ad opere trasversali, si segnala la presenza di tre soglie sulla Roggia Molinara, in località Molino dei Beati. Sulla tavola sono stati altresì evidenziate le opere radenti che necessitano interventi di manutenzione straordinaria al fine di garantirne la totale efficienza.

4.5 CARTA DELL'ACCLIVITÀ (TAVOLA 9)

4.5.1 METODOLOGIA APPLICATA

In questa tavola viene evidenziato lo sviluppo delle pendenze entro il territorio comunale.

La definizione delle pendenze è stata effettuata attraverso l'analisi del DTM_5m in ambiente GIS.

Le classi di acclività definite sono poi state sovrapposte alla base BDTR in scala 1: 10.000.

4.5.2 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

Sono state definite cinque classi di acclività:

- ✓ classe I: $<7^\circ$
- ✓ classe II: $7^\circ \div 13^\circ$
- ✓ classe III: $13^\circ 21^\circ$
- ✓ classe IV: $21^\circ \div 32^\circ$
- ✓ classe V: $>32^\circ$

L'elaborazione ha considerato anche i rilevati della rete stradale/ferroviaria, facilmente riconoscibili dalla tipica forma.

La porzione maggiore di territorio comunale rientra nella classe I.

Le aree maggiormente acclivi invece si rilevano nella porzione occidentale del Comune veroo Comignago e la porzione orientale lungo il corso del F. Ticino.

5 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA (TAVOLE 5 E 6)

La conclusione delle analisi geologiche, geomorfologiche e idrauliche sopra illustrate è sintetizzata dalla cartografia di pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, redatte per l'intero territorio comunale su base catastale in scala 1:5.000 (tavola 5), con sovrapposizione delle isoipse ricavate dal C.T.R. e su base C.T.R. 1:10.000 (tavola 6).

Dall'esame dei dati raccolti nel corso dell'intero lavoro, è possibile suddividere il territorio comunale in aree definite in base a diverse classi di idoneità alla trasformazione urbanistica, in relazione anche ai vincoli esistenti.

La circolare 7/LAP distingue tre diverse classi di zonizzazione:

CLASSE I

Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.

CLASSE II

Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo.

Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità.

CLASSE IIIA

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti... .

CLASSE IIIB

Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità.

CLASSE IIIC

Porzioni di territorio edificate ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile un'ulteriore utilizzazione urbanistica neppure per il patrimonio esistente, rispetto al quale dovranno essere adottati i provvedimenti di cui alla Legge 9.7.1908 n° 445.

Si tiene a precisare che, in fase di elaborazione e stesura della suddetta carta, è stata effettuata una suddivisione della Classe IIIB, che meglio risponde ai diversi tipi e livelli di rischio presenti, come previsto nella N.T.E. alla Circolare 7/LAP. Viene dunque proposta una normativa differenziata in funzione del grado di pericolo, conservando comunque, in modo rigoroso, i

principi individuati dalla Circolare 7/LAP per questa classe (presenza di pericolo in territori edificati e necessità di effettuare opere di riassetto non risolvibili a livello di singolo lotto, in carenza delle quali non sono consentiti aumenti del carico antropico). Secondo quanto elaborato, si propone la seguente schematizzazione:

CLASSE IIIB (Enunciato generale, comune a tutte le sottoclassi) - *Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico.*

- **SOTTOCLASSE IIIB₁** – non presente;
- **SOTTOCLASSE IIIB₂** – *a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti; è stata introdotta la SOTTOCLASSE IIIB₂ lago legata alle aree edificate soggette esclusivamente all'esondazione del lago.*
- **SOTTOCLASSE IIIB₃** – *anche a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico (ristrutturazioni); non sono ammesse nuove unità abitative e completamenti.*
- **SOTTOCLASSE IIIB₄** – *anche a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.*

5.1 CENNI METODOLOGICI

Nella legenda delle tavole di sintesi sono riportati per ciascuna classe:

- la normativa della Circolare 7/LAP
- il livello di pericolosità geomorfologica, definito indicando l'agente morfogenetico prevalente e il grado (da irrilevante ad elevato)
- la vulnerabilità, di cui viene indicata la causa, e il valore esposto
- il rischio totale (da nullo ad elevato)
- gli interventi proposti per la riduzione o la minimizzazione del rischio: viene fatta una distinzione tra gli interventi di riassetto generali, locali, il controllo e la manutenzione delle opere esistenti, per i quali si dichiara se sono necessari o meno, e le norme tecniche eventualmente da rispettare
- l'idoneità urbanistica, definita mediante un elenco di condizioni a cui deve sottostare un'area appartenente ad una determinata classe.

La carta della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica ha lo scopo di evidenziare lo stato del territorio sotto il profilo della sua pericolosità e rappresenta la sintesi dei dati raccolti per la redazione della cartografia di base.

5.1.1 COMMENTO ALLE CARTE REALIZZATE

Dall'esame della cartografia di base ai seguenti elementi può essere attribuito un significato di

pericolosità geomorfologica.

CLASSE I

In questa classe sono inclusi tutti i terreni che non presentano problematiche dal punto di vista urbanistico, l'idoneità urbanistica incondizionata è estesa a buona parte del territorio comunale.

CLASSE II

In questa classe sono stati raggruppati settori di territorio caratterizzati da differenti condizioni di pericolosità, ancorché moderata, di seguito descritte; alcuni luoghi possono essere condizionati da più di un fattore concomitante.

Pendii caratterizzati da media acclività: riguardano i settori più interni del territorio, ubicati in corrispondenza dei rilievi morenici, dei terrazzi e di ogni cambio di pendenza particolarmente accentuato.

Aree soggette ad esondazione del Fiume Ticino (fascia C del PAI): sono le aree poste nel settore settentrionale del territorio comunale, ricomprese entro il limite tra la fascia B e la fascia C del PAI; si ritiene ammissibile la classe II, in quanto l'area è topograficamente elevata in quanto si trova sopra una scarpata naturale, di quota superiore a 200 m s.l.m.

Zone costituite da terreni con mediocri caratteristiche geotecniche: sono rappresentate dalle aree con substrato caratterizzato da depositi fluviolacustri, ovvero dalla presenza di sedimenti limoso-sabbiosi.

CLASSE IIIA

Comprende le fasce di rispetto degli alvei attivi, di larghezza pari a 10 m da ciascuna sponda, in accordo a quanto previsto dall'art. 96 del R.D. 523/1904, le aree caratterizzate da cattivo drenaggio e/o bassa soggiacenza della falda freatica, le aree ad acclività elevata; in relazione alle condizioni di effettiva pericolosità dei corsi d'acqua presenti sul territorio, non si è ritenuto opportuno aumentare la fascia di rispetto dei corsi d'acqua. In particolare, per quanto riguarda la Roggia Olearo, si segnala che dai sopralluoghi effettuati lo stato manutentivo risulta più che soddisfacente e che, nonostante la presenza di sponde non particolarmente incise, la fascia di rispetto di 10 m appare adeguata allo stato del corso d'acqua.

CLASSE IIIB

Nella sottoclasse IIIB2 sono inclusi alcuni edifici ubicati lungo la scarpata che delimita la valle del F. Ticino, potenzialmente esposti a processi gravitativi e a ruscellamenti concentrati; sono inoltre compresi alcuni edifici situati nelle aree umide, caratterizzate da cattivo drenaggio delle acque superficiali e/o da limitata soggiacenza della falda freatica.

La sottoclasse IIIB2 lago comprende invece porzioni di territorio edificate della fascia circumlacuale, soggetti esclusivamente all'esondazione lacustre ricadenti nell'area delimitata dalla quota 198.50 m s.l.m. soggette a una normativa specifica dato lo specifico processo

geomorfologico di moderata pericolosità al quale è sottoposto. La fascia di 198.50 m corrisponde alla fascia di rispetto della quota del massimo livello registrato in occasione dell'alluvione del 2000 pari a 197.94 m. Tale fascia borda tutta la sponda del Lago Maggiore.

Si é quindi proceduto a riclassificare le aree sottoposte esclusivamente a rischio per esondazione lacustre e classificate come Aree Costiere Lacuali (ACL) nel PGRA, ascrivendole alla classe IIIB2 LAGO, anziché alle classi IIIB3 e IIIB4, e predisponendo specifiche indicazioni per tali aree.

Tale scelta è stata dettata dalle seguenti considerazioni:

- la separazione tra due sottoclassi IIIB3 e IIIB4 era rappresentata dalla quota 196,5 m s.l.m.: tutto ciò che si trova al di sotto di questa quota era stato ascritto alla classe IIIB3 e tutto ciò che si trova compreso tra tale quota e la quota 198,5 m s.l.m. era stato ascritto alla classe IIIB4;
- la precedente scelta di differenziare in due sottoclassi IIIB3 e IIIB4 le aree soggette a esondazione lacustre aveva come criteri fondamentali l'entità dello spessore della lama d'acqua che si sarebbe venuta a formare a seguito dell'esondazione lacustre e la maggiore o minore probabilità che un'area potesse subire un evento di sommersione;
- per quanto concerne gli aspetti relativi all'energia delle acque di esondazione, è possibile affermare che non vi siano grandi differenze in funzione dei diversi settori con maggiore o minore battente idraulico. In ogni caso questi aspetti dovranno essere tenuti in adeguata considerazione in fase progettuale.

In queste zone quindi gli interventi di mitigazione non sono rappresentati da interventi strutturali, come detto non realizzabili in relazione alle problematiche di esondazione lacustre, ma sono rappresentati da misure non strutturali di tipo gestionale e normativo.

La sottoclasse IIIB3 comprende invece piccole porzioni di territorio edificate, limitrofe ai corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, con bacino idrografico e lunghezza dell'asta estremamente ridotte e, di conseguenza, soggette a episodi di tipo torrentizio con pericolosità moderata.

La sottoclasse IIIB4 comprende le porzioni di territorio edificate limitrofe ai corsi d'acqua del reticolo idrografico maggiore (T. Norè a valle del tracciato ferroviario e fascia A e B del PAI per il F. Ticino), con bacino idrografico e lunghezza dell'asta maggiori rispetto ai precedenti e, di conseguenza, soggette a episodi di tipo torrentizio con pericolosità media.

6 MOSAICATURA COMUNI CONTERMINI (TAVOLA 10)

È stata redatta la tavola denominata "Mosaicatura comuni contermini", in scala 1: 15.000, con la mosaicatura delle classi di idoneità urbanistica dei comuni contermini al Comune di Castelletto Sopra Ticino.

Si riscontra una generale coerenza. Le limitate differenze riguardano le classi I e II, e nel caso si conferma la scelta dello scrivente in quanto motivata da studi sul terreno.

7 MECCANISMO ATTUATIVO DELLE OPERE DI RIASSETTO – CRONOPROGRAMMA (TAVOLA 7)

Come previsto dalla Circolare 7/LAP, viene redatto il documento di massima relativo agli interventi di riassetto necessari per la minimizzazione o l'eliminazione della pericolosità geomorfologica delle aree in classe IIIB, documento che dovrà essere elaborato in dettaglio nella fase attuativa di piano regolatore. Per le aree già interessate da opere di difesa, dovrà essere compito dell'Amministrazione comunale verificarne la validità, in base a valutazioni tecniche redatte da professionisti competenti in collaborazione con l'Ufficio Tecnico Comunale, che dovranno stabilire se l'area risulta a rischio minimizzato oppure se necessitano ulteriori opere di completamento.

La procedura per la realizzazione delle opere di riassetto potrà essere gestita dall'Amministrazione comunale o, in alternativa, da altri soggetti pubblici o da privati che hanno specifico interesse nell'attuazione delle previsioni urbanistiche. Gli interventi dovranno essere finalizzati alla messa in sicurezza dell'intera area classificata IIIB e non potranno quindi essere ridotti alla scala del singolo lotto edificatorio, o delegata a professionisti in fase di progettazione esecutiva.

Al completamento delle opere, che hanno specifica valenza di messa in sicurezza dell'area ad esse sottesa, ai fini urbanistici, sarà compito dell'Amministrazione comunale verificare il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione del rischio e consentire l'attuazione delle previsioni del piano regolatore. Nel quadro normativo di riferimento, che dovrà divenire parte integrante delle Norme di Attuazione di Piano, saranno esplicitate le procedure di utilizzo delle aree in classe IIIB, successivamente alla realizzazione delle opere di riassetto.

Secondo quanto riportato al punto 7.10 della N.T.E. alla Circolare 7/LAP, per interventi che rivestono una certa importanza, è possibile prevedere una ottimizzazione dei tempi di esecuzione, avviando contemporaneamente la costruzione dell'opera di riassetto e la realizzazione delle opere di urbanizzazione o di edificazione, consentendo però la fruibilità degli edifici solo a seguito del completamento delle procedure previste dal cronoprogramma.

Inoltre si rammenta che parte integrante della messa in sicurezza dell'area è il programma di manutenzione ordinario e straordinario delle opere di riassetto presenti e la redazione del Piano di Protezione Civile per l'intero territorio comunale, quale misura non strutturale di intervento, che tenga in particolare considerazione le zone inserite in classe III di idoneità urbanistica.

Sulla tavola 7 sono indicati gli interventi da realizzare nelle classi IIIB; tali interventi possono essere sinteticamente ricondotti alle seguenti tipologie:

- adeguamento degli attraversamenti ritenuti insufficienti, in modo da eliminare le restrizioni della naturale sezione di deflusso degli alvei dei corsi d'acqua;
- inserimento nel piano di protezione civile comunale degli edifici indicati nella tavola 7, ivi comprese le aree a campeggio;
- mantenimento in efficienza delle opere di difesa idraulica esistenti;

- pulizia e rimozione del materiale deposto alla foce del Rio Norè, dragaggio del fondo alveo al fine di mantenere un corretto profilo di equilibrio, decespugliamento del materiale vegetale infestante in alveo e lungo le sponde.

Per le aree ascritte alla classe IIIB2 lago è stato predisposto un Cronoprogramma, che riguarda esclusivamente misure non strutturali, è di tipo gestionale e normativo elencate in dettaglio nella Normativa geologico All. 1.

8 BIBLIOGRAFIA

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA. - F. 31 Varese, scala 1:100.000, (1932), Roma.

CNR – I.S.E. Sezione di Idrobiologia ed Ecologia delle Acque Interne – *Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Programma quinquennale 1998-2002. Campagna 2002.* (2004). Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (Ed.): 153 pp.

DUCHAUFOR P. – *Pédogenèse et classification*, (1983) – Masson, Paris.

REGIONE PIEMONTE – *Gli eventi alluvionali del settembre-ottobre 1993 in Piemonte*, (1996) – a cura di P. Tonanzi e C. Troisi, Torino, 112 pp.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - *Carta Geologica d'Italia (Scala 1:50.000) - Guida al rilevamento*, (1992) - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Quaderni Serie III, Volume 1.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - *Carta Geomorfologica d'Italia (Scala 1:50.000) - Guida al rilevamento*, (1994) - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Quaderni Serie III, Volume 4.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - *Carta Idrogeologica d'Italia (Scala 1:50.000) - Guida al rilevamento e alla rappresentazione*, (1995) - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Quaderni Serie III, Volume 5.

SOC. GEOL. IT. - *Guida geologica regionale - Le Alpi dal M.te Bianco al Lago Maggiore*, (1992)

SOC: GEOL. IT. - *Guida geologica regionale - Alpi e Prealpi Lombarde*, (1992)

STRAHLER A. N. - *Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms*, (1958) - Bull. Geol. Soc. Amer., 69, pp. 279-300.