

Regione Piemonte
Provincia del Verbano Cusio Ossola

COMUNE DI ORNAVASSO

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

VARIANTE IN ITINERE ALLA VARIANTE STRUTTURALE n. 1
ai sensi del 4° comma dell' art. 17 della L.R. n° 56/77 e s.m.i.
e contestuale adeguamento al Piano di assetto idrogeologico Bacino Fiume Po'
modificato a seguito dell'accoglimento dei rilievi e proposte della Regione Piemonte
del 22/08/2006

elaborato GeoA	titolo Relazione geologica Progetto Definitivo
--------------------------	---

progetto preliminare

data stesura: 07/2007

adozione D.C. n° 27 del 23/07/2007

pubblicazione dal 28/09/07 al 28/10/07

osservazioni dal 29/10/07 al 29/11/07

progetto definitivo

adozione

stesura definitivo: 12/2007

aggiornamento cartografico 07/2007

scala

IL SINDACO

IL SEGRETARIO

parte urbanistica

 COOP. ARCH. G.1 SOCIETA' COOPERATIVA DI ARCHITETTURA, URBANISTICA, STUDI ECONOMICI E SOCIALI Novara, Piazzale Lombardia 8, tel. 0321-455090, fax 0321-457548 e-mail: glarch@glarch.it Verbania, via Olanda 31, tel. 0323-401155, fax 0323-401155 e-mail: glverbania@glvb.191.it	PROGETTISTA

parte geologica

dott. geol. ITALO ISOLI VERBANIA via cartiera-Possaccio,52/a tel.0323/552007	PROGETTISTA

5.6. ANALISI GEOMORFICA QUANTITATIVA.....	39
5.6.1. Applicazione della metodologia allo studio del Rio San Carlo	40
6. CARATTERISTICHE GEOIDROLOGICHE DEL TERRITORIO	41
6.1. CARATTERISTICHE GENERALI.....	41
6.2. GEOIDROLOGIA DEI VERSANTI COLLINARI E MONTANI	41
6.3. GEOIDROLOGIA DELLA PIANA DEL F.TOCE	42
7. PROCESSI GEOMORFOLOGICI IN ATTO	43
7.1. FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITÀ	43
7.2. FORME FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO	45
7.3. DINAMICA LEGATA AD ACQUE INCANALATE	46
7.4. FORME ANTROPICHE.....	48
8. STABILITA' DEI VERSANTI	49
8.1. STABILITA' DEI VERSANTI IN ROCCIA	49
8.2. STABILITA' DEI VERSANTI IN MATERIALI SCIOLTI.....	49
9. RICERCA STORICA.....	51
9.1. METODOLOGIA E CRITERI DI INDAGINE.....	51
9.2. CRONOLOGIA DEGLI EVENTI CALAMITOSI	51
10. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA, RISCHIO CONNESSO E IDONEITÀ' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA.....	54
10.1. DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO	54
11. PROGETTI DI RIASSETTO IDROGEOLOGICO PER LA DIFESA DELLA AREE CLASSIFICATE IN CLASSE IIB	56
12. PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI INIBIZIONE ALL'EDIFICABILITA'	56
12.1. D.P.C.M. 7 DICEMBRE 1995 – SCHEMA PREVISIONALE E PROGRAMMATICO PER IL RISANAMENTO DEL BACINO DEL F.TOCE E S.M.I.	56
12.2. PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.).....	57
13. NORMATIVA DI PIANO DAL PUNTO DI VISTA GEOLOGICO	57

INDICE

1. CARATTERISTICHE GENERALI DELLO STUDIO.....	1
GeoA Relazione geologica	1
2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	3
3.1. GEOLOGIA DELLE UNITA' AFFIORANTI	3
3.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	6
4. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE E GEOTECNICHE DELLE ROCCE E DEI TERRENI.....	8
4.1. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL SUBSTRATO	8
4.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	12
5. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO	14
5.1. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI DISPONIBILI	14
5.2. FIUME TOCE	15
5.2.1. Caratteristiche morfometriche	15
5.2.2. Afflussi	15
5.2.3. Deflussi	15
5.2.4. Elaborazioni delle portate di piena.....	17
5.2.5. Confronto delle portate all'idrometrografo con il metodo cinematico.....	18
5.2.6. Elaborazioni dei livelli idrometrici.....	19
5.2.7. Livelli idrometrici del Lago Maggiore.....	20
5.2.8. Correlazioni fra colmi di piena del F.Toce e colmi di piena del Lago Maggiore.....	21
5.2.9. L'evento alluvionale dei giorni 14-15-16 Ottobre 2000	21
5.2.10. Modelli idraulici del F.Toce in concomitanza a fenomeni di rigurgito conseguenti ad alti livelli del L. Maggiore	24
5.3. TORRENTE SAN CARLO	25
5.3.1. Caratteristiche generali.....	25
5.3.2. Caratteristiche morfometriche	25
5.3.3. Pluviometria	26
5.3.4. Precipitazioni di notevole intensità con durata fra 1 e 24 ore	27
5.3.5. Precipitazioni brevi e intense di durata compresa fra 10' e 60'	27
5.3.6. Piogge critiche ragguagliate.....	28
5.3.7. Tempo di corrivazione	28
5.3.8. Coefficiente di deflusso di piena.....	29
5.3.9. Deflussi di piena	29
5.3.10. Valutazioni critiche sulle portate di piena.....	31
5.3.11. Valutazione del trasporto solido.....	31
5.4. TORRENTE BLET.....	34
5.4.1. Caratteristiche generali	34
5.4.2. Caratteristiche morfometriche	34
5.4.3. Pluviometria e precipitazioni	34
5.4.4. Piogge critiche ragguagliate.....	34
5.4.5. Tempo di corrivazione	34
5.4.6. Coefficiente di deflusso di piena.....	34
5.4.7. Deflussi di piena	35
5.4.8. Valutazioni critiche sulle portate di piena.....	35
5.4.9. Valutazione del trasporto solido.....	36
5.5. CORSI D'ACQUA MINORI	36
5.5.1. Caratteristiche generali.....	36
5.5.2. Caratteristiche morfometriche	36
5.5.3. Pluviometria e precipitazioni	37
5.5.4. Piogge critiche ragguagliate.....	37
5.5.5. Tempo di corrivazione	37
5.5.6. Coefficiente di deflusso di piena.....	37
5.5.7. Deflussi di piena	37
5.5.8. Valutazione del trasporto solido.....	39

1. CARATTERISTICHE GENERALI DELLO STUDIO

Gli elaborati geologici allegati alla presente variante al P.R.G.I. vigente costituiscono la raccolta delle indagini di natura geologica, geotecnica, idrologica e idrogeologica eseguite nell'ambito della revisione della vincolistica di tipo geologico, eseguita alla luce di quanto disposto dalla normativa più recente in materia, e in particolare dalla L.R. n.56/77, dalla Circ. P.G.R. n.16/URE del 18/7/89, dalla Circ. P.G.R. n.7/LAP del 6/5/96 e secondo quanto previsto dai disposti dal D.P.C.M. 7 Dicembre 1995 "Schema Previsionale e Programmatico per il Risanamento Idrogeologico del Fiume Toce" nonché del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico-PAI.

In particolare la presente stesura contiene gli aggiornamenti richiesti nei vari pareri espressi dal Servizio Prevenzione del Rischio e successivamente dal Gruppo Interdisciplinare a seguito del primo e secondo Tavolo Tecnico Interdisciplinare, rinunciando pertanto ad una esposizione analitica degli stessi con controdeduzioni puntuali che in larga misura risultano superate dalle varie fasi di chiarimento e accoglimento delle osservazioni.

È stata invece conservata in modo separato dalla presente relazione la Documentazione Integrativa riguardante la verifica delle condizioni di pericolosità a tergo del limite di progetto tra fascia B e fascia C in sponda destra del F. Toce, anch'essa peraltro integrata sulla base dell'ultimo parere del secondo tavolo Tecnico.

Alla stesura degli elaborati hanno collaborato con il sottoscritto i seguenti professionisti che, doverosamente, si citano.

Per il rilevamento e la stesura scrittografica: Dr.Geol. Stefano Fardelli e Dr.Geol. Flavio Mignosi.

Per le analisi sull'evento alluvionale dell'ottobre 2000: Dr.Geol. Angelica Sassi.

Le indagini eseguite sono state le seguenti.

- 1) Raccolta ed esame di tutti i dati di natura geologica, geomorfologica, geotecnica, idraulica e idrogeologica già esistenti sul territorio comunale.
- 2) Esecuzione di un rilievo geologico, geomorfologico, geologico-tecnico e idrogeologico a scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale e a scala 1:2.000 nel territorio urbanizzato, con particolare dettaglio nelle aree che presentavano problematiche legate al rischio idrogeologico.
- 3) Esame delle caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua, compresi quelli minori.

Sulla base di tutti i dati già disponibili, di quelli riscontrati durante le rilevazioni dirette sul terreno e delle analisi eseguite è stato possibile stendere una serie di elaborati riassuntivi, e in particolare:

GeoA Relazione geologica

GeoB Documentazioni integrative riguardante la verifica delle condizioni di pericolosità a tergo del limite di progetto tra fascia B e fascia C in sponda destra del F. Toce

Geo1 Carta geologico-strutturale e litotecnica dell'intero territorio comunale - Scala 1:10.000

Geo2 Carta geomorfologica e del dissesto dell'intero territorio comunale (ai sensi della D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656) - scala 1:10.000

Geo3 Carta degli allagamenti relativi alla piena del Toce il giorno 15 Ottobre 2000 - scala 1:10.000

Geo4 Carta idrologica – Scala 1:10.000

Geo5 Carta dell'acclività - Scala 1:10.000

Geo6 Carta delle opere idrauliche censite – Scala 1:10.000

Geo7 Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica dell'intero territorio comunale - Scala 1:10.000

Geo8a-b Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica del territorio urbanizzato - Scala 1:2.000

Geo C Relazione geologico-tecnica delle aree destinate a nuovo insediamento o ad opere pubbliche di particolare importanza ai sensi dell'Art.14 comma 2b della L.R. 56/77 – Schede Geologico-tecniche.

La sintesi dei dati ottenuti è mirata a fornire ai progettisti del Nuovo P.R.G.C. in itinere da un lato una zonizzazione del territorio sulla base della quale definire successivamente le aree edificabili, con o senza condizioni preventive, dall'altro i criteri e le norme relative alle modalità di edificazione da utilizzarsi sotto forma di Norme Tecniche di Attuazione in relazione alle classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica individuata ai sensi della Circ. n.7/LAP.

Sulla base di quanto sopra è stato possibile individuare la fattibilità geologica del progetto preliminare di Piano.

Per la stesura del progetto definitivo, con l'individuazione finale delle aree destinate a nuovo insediamento o ad opere di urbanizzazione, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente, sono state redatte le relative relazioni geologico-tecniche che detteranno, area per area, le condizioni esecutive.

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

Dal punto di vista generale si possono distinguere nel territorio comunale di Ornavasso tre diversi tipi di paesaggio geomorfologico:

- la piana alluvionale del fiume Toce, solo parzialmente urbanizzata;
- le aree dei conoidi dei principali corsi d'acqua, su cui giacciono i centri urbani della sede comunale e delle frazioni;
- la zona montana, la cui antropizzazione è limitata alla presenza di insediamenti rurali e agro-silvo-pastorali.

Un'analisi geomorfologia approfondita permette di riconoscere nel territorio in esame gli effetti dell'azione di numerosi agenti morfogenetici operanti in varie fasi, e in particolare:

- una fase morfogenetica precedente alle glaciazioni quaternarie, durante la quale il basso livello di base dell'erosione ha causato la formazione dei solchi vallivi principali; a questa fase appartengono sia il solco vallivo del Fiume Toce sia le numerose forre dei torrenti montani allo sbocco con i fondovalle e le loro probabili continuazioni sepolte sotto i sedimenti più recenti;
- una fase morfogenetica glaciale, con azione di modellamento della sezione della valle principale realizzatasi con processi di escavazione e di deposito e, a scala inferiore, delle valli minori ad essa perpendicolari. A questa fase appartengono la formazione di depositi morenici, disposti su diversi ordini di terrazzi, il modellamento dei rilievi e la forma della sezione della valle del Toce e delle parti altimetricamente più elevate delle valli secondarie;
- una fase posteriore alle glaciazioni durante la quale è avvenuto il ritiro dei ghiacciai, con rielaborazione dei depositi morenici; al ritiro dei ghiacciai corrisponde l'instaurarsi di un regime di rilascio tensionale e, quindi, di una dinamica di tipo prevalentemente gravitativo con formazione di falde e coni di detrito, meglio riconoscibili nelle porzioni montane del territorio. Contemporaneamente si ha ringiovanimento dei rilievi, dinamica di tipo fluviale e torrentizio con processi di erosione e trasporto, formazione della pianura alluvionale del F.Toce (per progradazione del delta nel bacino lacustre) e dei conoidi alluvionali dei vari torrenti, erosione dei versanti più acclivi delle parti alte dei bacini torrentizi.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale di Ornavasso appartiene geologicamente al Basamento Cristallino Sudalpino che in quest'area è rappresentato dall'unità geo-strutturale nota in letteratura come Zona Ivrea-Verbanò.

Si tratta di una sequenza vulcano-sedimentaria costituita da due sub-unità fondamentali:

- Unità Kinzigitica;
- Formazione Basica

La Formazione Basica è un complesso basico stratificato costituito da unità cicliche basali di duniti, harzburgiti, pirosseniti, noriti e gabbri e da un corpo principale costituito da gabbri e noriti.

L'Unità Kinzigitica, affiorante nell'area di rilevamento, è una sequenza di metapeliti e metabasiti con intercalazioni di marmi, quarziti e scisti.

L'impronta metamorfica è di medio-alto grado passante ad alto grado e cresce da SE verso NW passando dalla facies delle anfiboliti a quella delle granuliti.

3.1. GEOLOGIA DELLE UNITA' AFFIORANTI

Sono state rilevate sia le caratteristiche geologiche e geologico-tecniche delle rocce e dei terreni presenti, sia tutte quelle evidenze di trasformazione continua del territorio dovuta ai vari agenti morfogenetici (gravità, acque ruscellanti e incanalate, ecc.), compresi gli interventi antropici, che rappresentano a volte modifiche fondamentali dell'assetto del territorio.

Nel presente paragrafo verranno esaminate le caratteristiche delle formazioni geologiche presenti.

Nel territorio del Comune di Ornavasso è possibile riconoscere sia un substrato roccioso affiorante o subaffiorante, costituito da alternanze di kinzigiti, anfiboliti e granuliti e, in minor misura da marmi, sia terreni di copertura di vario spessore costituiti da depositi di età quaternaria di diversa origine.

In particolare, per ogni formazione geologica, possono essere fornite le seguenti specifiche.

3.1.1. SUBSTRATO ROCCIOSO

Gneiss biotitico-sillimanitici (Kinzigiti)

Rappresentano il litotipo più diffuso nell'area di rilevamento, si tratta di rocce a tessitura scistosa molto marcata definita dalla disposizione in letti subparalleli dei minerali ad abito lamellare (miche), in affioramento si presentano di colore bruno-violaceo.

Derivano dal metamorfismo in facies anfibolitica di elevata temperatura di sedimenti argillosi o argilloso-arenacei e rappresentano l'incassante delle rocce basiche e ultrabasiche che saranno di seguito descritte.

I componenti essenziali sono quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite e sillimanite, tra gli accessori prevalgono apatite, zircone e minerali opachi (grafite e ilmenite).

In funzione dell'aumentare del grado metamorfico che cresce da SE verso NW, la composizione mineralogica varia con la progressiva sostituzione della biotite e della muscovite con il granato.

L'aspetto di queste rocce muta inoltre in corrispondenza degli affioramenti di anfiboliti e granuliti dove sono evidenti fenomeni di disturbo e mobilizzazione, si riconoscono alternanze di letti di minerali leucocrati e melanocrati e continue variazioni di grana e talora di composizione.

Gli affioramenti rocciosi appaiono spesso caratterizzati da numerosi piegamenti a piccola scala, a volte con lenti o vene di quarzo al nucleo o intercalate; presentano una alterazione limitata al livello più superficiale della roccia, consistente in una ossidazione e lisciviazione dei minerali.

Anfiboliti e Granuliti

Sono presenti come livelli o lenti più o meno continue all'interno delle kinzigiti in tutto il territorio comunale, si tratta di rocce di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro al nero, tessitura massiccia, struttura granulata solo localmente orientata, con grana variabile da medio-fine a grossolana.

Derivano dal metamorfismo in facies anfibolitica ad alta temperatura passante verso N a granulitica di rocce magmatiche di chimismo basico, intruse nella serie sedimentaria in epoca precedente rispetto all'ultima fase metamorfica principale i cui effetti hanno condiviso con le rocce incassanti.

I componenti essenziali delle anfiboliti sono plagioclasio, anfibolo e biotite, accessori diffusi sono titanite, pistacite e apatite, più scarsi ilmenite e zirconio; le granuliti presentano plagioclasio e clinopirosseno, con diffuse plaghe di orneblenda bruna.

Lungo la direttrice Rio Val Buona - Punta Fenore è presente una fascia di rocce anfiboliche che presentano una caratteristica tessitura a chiazze, queste rocce presentano grana medio-fine, struttura orientata con chiazze ellissoidali di composizione plagioclasica e colore grigio-verdastro.

Derivano presumibilmente dalla retrocessione metamorfica di litotipi eclogitici di cui le chiazze rappresentano l'ultimo stadio della trasformazione del granato in plagioclasio.

La composizione è data da orneblenda verde, plagioclasio e granato con corone kelyphitiche; presenza inoltre di simplectiti di orneblenda e plagioclasio che sostituiscono il preesistente pirosseno.

Questa varietà di anfiboliti è stata in passato oggetto di ricerca per lo sfruttamento estrattivo, di cui si riconosce traccia lungo il sentiero che conduce dal Forte Bara alla strada per il Boden.

Marmi

Queste rocce sono presenti in lenti di potenza ed estensione areale limitata, con giacitura concordante con le kinzigiti che le incassano, esclusivamente nella zona compresa tra Ornavasso e il santuario del Boden.

Si tratta in realtà di marmi silicatici o calcefiri di colore grigio chiaro con tessitura massiccia e struttura granoblastica, solo occasionalmente orientata.

I componenti essenziali sono calcite, plagioclasio, quarzo, anfibolo, scapolite e clinopirosseno, accessori sono epidoto, titanite, zirconio e minerali opachi (pirite).

Peridotiti

Questi litotipi affiorano lungo il crinale tra il Poggio Croce e il Monte Cerano e costituiscono una fascia della potenza massima di circa 300 m, di direzione non concordante con i paragneiss incassanti, che si chiude a valle circa all'altezza dell'Alpe Lisangorto.

Sono note in letteratura come "peridotiti dell'Alpe Morello", dal nome della zona, sita in Valle Strona dove presentano la maggiore estensione areale (ca. 500 m).

Si tratta di rocce di colore verde intenso caratterizzate da una superficie di alterazione, talora anche molto pervasiva, di colore bruno-arancio, struttura granulata auto-allotriomorfa non orientata e grana medio-fine.

I minerali componenti sono olivina, anfibolo (tremolite), amesite e minerali opachi (pirrotina e magnetite).

Cenerigneiss

Si tratta di paragneiss a grana medio-fine e composizione granitico-granodioritica derivati da areniti e conglomerati di età pre paleozoica, metamorfosati in epoca ercinica. Tali depositi sono stati intrusi dagli ortogneiss granitico-granodioritici di età Caradociana (rilevabili sulla cresta al confine col comune di Casale) che hanno provocato fenomeni di granitizzazione; successivamente, l'attività della linea Cossato-Mergozzo-Brissago e la messa in posto degli stock appenninici ha provocato limitata fusione parziale negli Cenerigneiss, che nelle parti rilevati assumono di conseguenza facies migmatitica.

Appinniti

Si tratta di filoni di vario spessore a composizione gabbrodioritica e granodioritica messi in posto nelle fasi tardo-erciniche precedenti al magmatismo granitico Permiano e connessi all'attività della linea CMB.

Granito a due miche

È localizzato al confine con il comune di Gravellona: si tratta di un corpo granitico di dimensioni contenute, a grana medio-fine caratterizzato dalla presenza di abbondante muscovite che indica il chimismo peralluminoso della roccia, fattore che testimonia l'origine anatettica del fuso granitico. Tale roccia si è originata col magmatismo Permiano che ha generato i batoliti granitici del Mottarone e del Montorfano.

3.1.2. DEPOSITI SUPERFICIALI

Depositi torrentizi a struttura conoidale

I depositi formati dai corsi d'acqua minori allo sbocco nella piana alluvionale del fiume Toce o in zone pianeggianti sono stati distinti dagli altri depositi alluvionali in quanto caratterizzati da una tipica struttura conoidale con deposizione di materiale più grossolano (ciottoli, ghiaie e sabbie grossolane) nella zona di apice e più fine (sabbie medie e sabbie fini) nella zona più distale.

La struttura di maggiori dimensioni presente sul territorio comunale è quella del rio San Carlo su cui giace l'abitato di Ornavasso, che solo parzialmente è stato smantellato dall'azione del Toce e che, anzi, ha determinato ostacolo al deflusso del corso d'acqua principale che in corrispondenza della porzione distale del conoide presenta una brusca deviazione verso est del tracciato.

Le strutture conoidali degli altri torrenti sono di dimensioni molto più limitate, tra queste la più estesa è quella del rio Blet, mentre minori e, in parte o nella quasi totalità demolite dalla predominante dinamica spondale del fiume Toce, sono quelle dei rii Lanca, Loia e Val Buona.

Depositi alluvionali del F.Toce

I depositi alluvionali del F.Toce costituiscono tutta l'ampia zona pianeggiante posta in sponda idrografica sinistra del fiume e compresa indicativamente tra la base dei rilievi rocciosi e la sponda del fiume stesso.

Si tratta di notevolissimi spessori di sedimenti, di natura prettamente sabbiosa o sabbioso-limosa, con lenti torbose, la cui granulometria ridotta è il risultato di un trasporto prolungato quale quello prodotto dal F.Toce, che giunge nel territorio di Ornavasso ad uno stadio già maturo.

L'area appare completamente pianeggiante, interessata da piccoli terrazzamenti, debolissime ondulazioni dovute ad episodi di esondazione del corso d'acqua e a volte dalla presenza di lanche, canali o meandri abbandonati.

Sono distinguibili i depositi deltizi formatisi per progradazione del F.Toce nel Lago Maggiore in ambienti di conoide subacqueo da quelli più superficiali di deposizione per allagamento delle fasce spondali e dell'intera pianura durante episodi eccezionali.

Depositi morenici

Si tratta dei depositi prodotti dall'azione di erosione, trasporto e deposito dei ghiacciai quaternari; la totalità dei depositi presenti nel territorio comunale è attribuibile alla fase glaciale wurmiana, la più recente.

Questi depositi sono localizzati lungo la maggior parte dei versanti, in corrispondenza molto probabilmente di precedenti aree ad acclività minore (antichi terrazzi morfologici) situati a varie quote, a volte anche allineati, oppure anche sotto forma di morene laterali appoggiate su versanti anche notevolmente acclivi.

Nel territorio comunale di Ornavasso questo tipo di depositi è rappresentato da placche relitte per lo più di dimensioni ridotte, in corrispondenza delle quali sono localizzati la gran parte degli alpeggi e degli antichi insediamenti montani, in particolare lungo il percorso carrabile che conduce dal santuario del Boden all'alpe Cortevocchio.

Le placche di dimensioni maggiori corrispondono alle aree a moderata pendenza poste a monte dell'abitato di Gabbio e a monte dell'abitato di Ornavasso in sponda idrografica destra del rio San Carlo.

La struttura tipica di questi depositi è caotica, rappresentata dalla presenza di elementi di maggiori dimensioni (fino a trovanti con volumi di svariati m³), a superficie spigolosa, immersi in una matrice da sabbiosa a limosa.

Bisogna però segnalare la presenza irregolare sia di lenti di sabbie e sabbie fini sciolte, sia di livelli costituiti quasi esclusivamente da limi e limi argillosi contenenti rari elementi detritici grossolani, che possono essere interpretati come episodi di deposizione più tranquilla tra morene laterali e versanti vallivi.

Quando i depositi morenici sono situati al di sotto del livello di falda, essi sono quasi sempre poco ossidati, grigi o addirittura nerastri con la matrice limosa spesso plastica; viceversa i depositi che sono stati a lungo in ambiente areato sono ossidati e molto compatti, in alcuni casi fortemente coerenti.

Depositi detritici

In questa formazione sono stati riuniti tutti i depositi detritici con varia origine ma presentanti caratteristiche granulometriche e tessiturali simili.

Si tratta infatti prevalentemente di depositi detritici di falda o frana, prodotti dall'azione della gravità, favorita soprattutto dall'azione di gelo e disgelo, che si presentano tipicamente alla base di pareti rocciose; sono costituiti infatti dai materiali che si distaccano da queste per degradazione delle rocce o per movimenti franosi, e che rotolano sino alla loro base. Si tratta di depositi caotici a grana molto grossolana, con un accenno di gradazione di granulometria che aumenta dalle zone vicine alle pareti rocciose verso le zone più distali.

Questi depositi caratterizzano prevalentemente le aree montane del territorio comunale e, in particolare, il versante sud-orientale dell'Eyehorn dove sono presenti estese falde detritiche, costituite da blocchi di dimensioni anche metriche, scarsamente colonizzate dalla vegetazione.

Lungo il corso del rio San Carlo, nel tratto compreso tra il Boden e San Bartolomeo, a valle della strada carrozzabile è presente una fascia stretta e allungata di materiali detritici estesamente colonizzati da vegetazione.

Depositi misti di versante e coltre eluviale

All'azione morfogenetica degli agenti atmosferici sono da attribuire le coltri detritiche eluviali; esse rappresentano il disfacimento chimico-fisico delle rocce e dei terreni, e sono costituite da frammenti detritici di dimensioni varie, provenienti dalla roccia originaria, passanti verso la superficie ad un vero e proprio suolo ad elevata componente organica.

Come indica il termine "coltri" questi materiali sovrastano, con spessori variabili ma in genere limitati (massimo 1-2 m) un substrato roccioso o un deposito quaternario inalterato o poco alterato.

3.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Esteso dalla Linea del Canavese fin sotto i sedimenti della Pianura Padana, il dominio Sudalpino nel quale è compreso il territorio comunale di Ornavasso, rappresenta una sezione quasi completa della crosta continentale pre-alpina. Il basamento cristallino Sudalpino presente nel territorio della provincia è suddiviso dalle discontinuità tettoniche dette Linea Cossato-Mergozzo-Brissago (C.M.B.) e Linea del Pogallo in due unità principali: la Zona Ivrea-Verbano e la Serie dei Laghi.

Zona Ivrea-Verbano

Si tratta di una delle più studiate e meglio esposte sezioni di crosta profonda al passaggio con il mantello litosferico (zona di transizione crosta-mantello).

Comprende due unità:

1. *Complesso kinzigitico*: costituito da alternanze di metapeliti (paragneiss a plagioclasio, biotite, granato e sillimanite detti kinzigiti) e di metabasiti ad affinità tholeiitica, con intercalazioni di livelli di marmi puri o a silicati di Ca. Si tratta di litotipi che hanno subito metamorfismo di età ercinica il cui grado va in crescendo dalla facies anfibolitica alla facies granulitica, spostandosi da un punto di vista geografico da SE a NO, che corrisponde da un punto di vista geologico al passaggio da livelli crostali medi a livelli di crosta profonda. Sono presenti, soprattutto nelle kinzigiti, vistose sacche pegmatitiche nonché porzioni migmatitiche derivate da diffusi processi di fusione parziale. I protoliti del complesso kinzigitico sono interpretati come una sequenza di vulcaniti oceaniche e di sedimenti terrigeni di età Paleozoico inferiore - Proterozoico superiore.
2. *Complesso basico*: è costituito da corpi gabbri stratificati di età permiana intrusi a livelli crostali profondi ed in parte riequilibrati in condizioni granulitiche. Le litologie vanno da sequenze ultramafiche presenti in prossimità della Linea del Canavese (peridotiti a spinello e pirosseniti come per esempio il complesso di Finero, di origine sottocontinentale), a gabbri, dioriti, anortositi caratterizzati da marcato layering composizionale. Tale complesso non è presente nell'area esaminata.

Serie dei Laghi

Essa è identificabile come una porzione di crosta continentale intermedia di età pre-alpina con impronta metamorfica dominante in facies anfibolitica.

Si distinguono tre unità:

1. *Scisti dei Laghi*: si tratta di micascisti e paragneiss di natura pelitico-arenitica composti da plagioclasio, quarzo, biotite, muscovite, granato e \pm staurolite e cianite, interpretati come metasedimenti di ambiente distale.
2. *Zona Marginale della Strona-Ceneri*: è data da una fascia che separa gli Scisti dei Laghi dalla Strona-Ceneri e presenta una composizione estremamente eterogenea, sono presenti infatti metasedimenti di differente composizione (paragneiss di origine terrigena), metabasiti interpretabili come metatufiti e lenti di rocce mafiche e ultramafiche (metagabbri, pirosseniti, orneblenditi e serpentiniti).
3. *Zona Strona-Ceneri*: è a sua volta suddivisa in:
 - a) Cenerigneiss: paragneiss con protoliti arenacei a grana generalmente media-grossolana caratterizzati dalla presenza di noduli a silicati di Ca; sono diffuse facies granitizzate;
 - b) Gneiss Minuti: paragneiss scuri a due miche con aspetto tabulare derivati da arenarie fini e siltiti.

La Serie dei Laghi contiene corpi lentiformi di ortogneiss granodioritici di età ordoviciana con impronta metamorfica ercinica, nonché suite di gabbrodioriti (Appinniti) e plutoni granitici (Mottarone, Montorfono, Quarna, Alzo-Roccapietra) di età permiana non metamorfosati.

L'evoluzione di questa sezione crostale rappresentata dalla Zona Ivrea-Verbanò e dalla Serie dei Laghi è ancora oggetto di discussione nel mondo scientifico; appare comunque accertato che i protoliti sedimentari e vulcano-sedimentari che compongono la Serie dei Laghi fossero compatibili con una situazione di margine continentale in accrezione che si evolveva da margine passivo a margine attivo, intrusi nell'Ordoviciano da magmi granodioritici (gli attuali ortogneiss). Tali litologie sono state sottoposte al metamorfismo polifasico connesso con l'orogenesi Ercinica.

Secondo una prima ipotesi, durante questa fase orogenica, un enorme volume di magma basico si intruse nella Zona Ivrea-Verbanò dando origine al complesso basico e provocando un metamorfismo in facies granulitica probabilmente sovrapposto ad uno a bassa temperatura ed alta pressione connesso con le fasi iniziali del ciclo orogenico ercinico.

Nel Permiano, all'interno di una fase evolutiva legata all'orogenesi Ercinica (tardo-ercinico), si assistette a movimenti trascorrenti lungo la C.M.B. e la linea del Pogallo con sollevamento del margine in accrescimento crostale (cioè la Zona Ivrea-Verbanò); al termine di tali movimenti, si ebbe la messa in posto degli stock appinnitici soprattutto lungo le citate faglie e successivamente dei magmi calc-alcalinici di composizione granitica che costituiscono i plutoni Permiani. Tale magmatismo sarebbe quindi da considerarsi legato ad una situazione geodinamica di arco. L'evoluzione post-permiana non ha mutato significativamente questa situazione.

Un'altra interpretazione vede notevoli differenze nella spiegazione dei processi avvenuti nel Permiano. La messa in posto dei magmi basici che costituiranno il complesso basico sarebbe avvenuta tramite un processo di underplating magmatico al di sotto del complesso kinzigitico, il cui graduale sollevamento in condizioni di distensione regionale consentiva la formazione di camere magmatiche di dimensioni sempre maggiori. Il calore derivato dall'insediamento dei magmi basici sembra essere stato il responsabile dei processi di anatessi crostale presenti nel complesso kinzigitico e del coevo magmatismo gabbrodioritico (Appinniti) e granitico (graniti Permiani).

Persistendo questo regime distensivo, rappresentato dall'assottigliamento crostale permo-triassico che si evolverà nel rifting giurassico, si assiste alla formazione di discontinuità tettoniche a basso angolo (C.M.B. e linea del Pogallo) che smembrando e traslando lateralmente l'originaria crosta continentale hanno "svincolato" la Zona Ivrea-Verbano dalla crosta intermedia rappresentata dalla Serie dei Laghi.

Successivamente, durante la convergenza alpina, vi sarebbe stata la definitiva esumazione della crosta profonda e l'assunzione del suo attuale assetto sub verticale.

Secondo tale ipotesi, quindi, il magmatismo Permiano e la successiva evoluzione strutturale della crosta sudalpina, sono connessi a fenomeni distensivi di assottigliamento crostale, slegati dai processi orogenetici ercinici.

4. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE E GEOTECNICHE DELLE ROCCE E DEI TERRENI

4.1. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL SUBSTRATO

Le caratteristiche geomeccaniche del substrato roccioso sono in stretta dipendenza sia delle caratteristiche mineralogiche e strutturali sia dello stato di alterazione e/o fratturazione, dovuto o agli agenti atmosferici o alla presenza di fenomeni di natura tettonica.

Per quanto riguarda la composizione delle rocce, le caratteristiche geomeccaniche sono buone o discrete, con peggioramenti anche notevoli solo in corrispondenza di livelli con foliazione molto fitta e pervasiva o di zone con accentuata fratturazione.

In corrispondenza degli affioramenti kinzigitici in particolare sono sovente presenti porzioni anche estese caratterizzate da piani di foliazione con spaziatura molto ridotta, zone di elevata fratturazione sono sempre localizzate in corrispondenza delle variazioni litologiche.

Estese fasce detritiche sono presenti ai piedi dei versanti montani che limitano i bacini dei torrenti principali (San Carlo e Blet), dove importanti divengono i fenomeni crioclastici che agiscono su pareti rocciose di varia natura (kinzigiti, anfiboliti, peridotiti) caratterizzate da elevato grado di fratturazione legato sia a cause strutturali-tettoniche sia ai fenomeni di rilascio tensionale post-glaciali.

Si precisa, ad evitare equivoci, che le osservazioni che seguono hanno una valenza ed un approccio ancora geologico e quindi prettamente descrittivo, più che rigorosamente fisico-meccanico e quindi quantitativo.

Le valutazioni numeriche sotto riportate definiscono quindi unicamente un range di valori di cui tenere conto in prima approssimazione, ma la loro utilizzazione non può sostituire in alcun caso l'analisi geotecnica e geomeccanica mirata a definire le caratteristiche progettuali delle opere da definirsi localmente attraverso indagini mirate e standardizzate anche ai sensi della normativa vigente (D.M. 11.03.88).

Al fine di fornire una prima caratterizzazione geomeccanica del substrato roccioso e non potendo disporre di prove tecniche sulle rocce interessate, si è ritenuto di utilizzare la metodologia proposta dalla I.R.S.M. (International Society for Rock Mechanics) denominata B.G.D. (Basic Geotechnical Description of Rock Masses, 1980).

Tale metodologia presenta due requisiti fondamentali:

- è basata su dati quantitativi che è possibile rilevare sia in affioramento che in opere artificiali;
- fornisce una indicazione di massima sul comportamento meccanico di un ammasso roccioso, comunque sottoposto all'azione antropica.

Nell'utilizzare la B.G.D. sono state prese in esame le due litologie che affiorano con buona continuità su gran parte del territorio comunale: Kinzigiti, Cenerigneiss e Anfiboliti.

Per quanto concerne i parametri previsti dalla B.G.D. è stato possibile eseguire le seguenti osservazioni, che vanno intese come ranges di variazioni di larga massima.

CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE DEL SUBSTRATO
B.G.D. (Basic Geotechnical Description of Rock Masses) MODIFICATA

Litotipo	KINZIGITI CENERIGNEISS	ANFIBOLITI
Condizioni di alterazione "W"	W2 localmente W3	W1 localmente W2
Spessore degli strati "L"	L3 - L4	L1 - L2
Intercetta delle fratture "F"	F2-F3 localmente F4	F1-F2 localmente F3
Resistenza compressione monoassiale "S"	Sano: 600-900 kg/cm ² Alterato: 100-300 kg/cm ²	Sano: 1.000-2.000 kg/cm ² Alterato: 700-900 kg/cm ²
Angolo di attrito delle fratture "A"	Sano: 35°-40° Alterato: 25°-30°	Sano: 40°-45° Alterato: 30°-35°

In questo modo, utilizzando la simbologgia riportata nelle allegate tabelle, è possibile sintetizzare le misure e le osservazioni; nel caso in esame lo studio non è avvenuto su un affioramento roccioso singolo e localizzato, ma sono stati riportati i range di variazione dei parametri; a titolo esplicativo le descrizioni per i singoli litotipi nei casi migliori e peggiori sono le seguenti:

LITOTIPO	CONDIZIONI MIGLIORI	CONDIZIONI PEGGIORI
Kinzigite Cenerigneiss	W2-L3-F2-S2,3-A3	W3-L4-F4-S4-A4
Anfibolite	W1-L1-F1-S2-A2	W2-L2-F3-S2,3-A3

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL SUBSTRATO ROCCIOSO
B.G.D.
(Basic Geotechnical Description of Rock Masses, 1980)

DESCRIZIONE DEI LITOTIPI

TERMINE DESCRITTIVO	DESCRIZIONE	SIMBOLO
Fresca	Nessuna traccia di alterazione del materiale roccia; è possibile una leggera decolorazione sulle superfici delle discontinuità maggiori.	W1
Leggermente alterata	La decolorazione indica alterazione sul materiale roccia e/o sulle superfici delle discontinuità. La decolorazione può essere presente su tutto il materiale roccia, che può essere localmente più debole che in condizioni W1.	W2
Mediamente alterata	Meno del 50% del materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra. E' presente in modo discontinuo roccia fresca o decolorata.	W3
Molto alterata	Più del 50% del materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra. E' presente in modo discontinuo roccia fresca o decolorata.	W4
Completamente alterata	Tutto il materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra. La tessitura originaria dell'ammasso roccioso è ancora in gran parte riconoscibile.	W5

SPESSORE DEGLI STRATI

INTERVALLI (cm)	TERMINE DESCRITTIVO	SIMBOLO
>200	Assenti	L0
60-200	Molto spessi	L1
20-60	Spessi	L2
6-20	Medi	L3
<6	Sottili	L4
	Molto sottili	L5

INTERCETTA DELLE FRATTURE

INTERVALLI (cm)	TERMINE DESCRITTIVO	SIMBOLO
>200	Assente	F0
60-200	Molto distanziata	F1
20-60	Distanziata	F2
6-20	Media	F3
<6	Fitta	F4
	Molto fitta	F5

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE MONOASSIALE

INTERVALLI (kg/cm ²)	TERMINE DESCRITTIVO	SIMBOLO
>2000	Molto grande	S1
600-2000	Grande	S2
200-600	Media	S3
60-200	Piccola	S4
<60	Molto piccola	S5

ANGOLO DI ATTRITO DELLE FRATTURE

INTERVALLI (°)	TERMINE DESCRITTIVO	SIMBOLO
>45	Molto grande	A1
35-45	Grande	A2
25-35	Medio	A3
15-25	Piccolo	A4
<15	Molto piccolo	A5

4.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Per quanto riguarda i terreni è possibile ottenere una loro prima caratterizzazione geotecnica sulla base dei seguenti parametri.

A) Granulometria

Rappresenta la distribuzione percentuale secondo le dimensioni dei grani costituenti il terreno; solitamente serve per classificare il tipo di terreno.

B) Peso di volume (γ)

Rappresenta il rapporto fra il peso del terreno e il suo volume. Se non si ottiene in laboratorio può essere valutato sulla base di tabelle in letteratura. In prima approssimazione si intende il peso di volume allo stato naturale medio, ossia con circa il 10%-20% del volume d'acqua possibile nei pori.

C) Angolo di attrito interno (ϕ)

Rappresenta l'angolo secondo cui si rompe un campione di terreno sottoposto a una pressione assiale (rapporto fra sforzo e deformazione). Se non si eseguono prove di resistenza al taglio su campioni in laboratorio, la sua valutazione può essere eseguita sulla base di correlazioni presenti in letteratura (Terzaghi-Peck, Meyerhof, Peck-Hanson- Thornburn) sulla base del numero di colpi degli S.P.T. eseguiti in foro di sondaggio.

D) Coesione totale (C)

Anch'essa viene ricavata in laboratorio sulla base di prove di taglio; tuttavia è possibile valutarla con molta cautela anche sulla base delle correlazioni di Schmertmann, che utilizzano anch'esse i risultati degli S.P.T.

I parametri sopra indicati possono essere valutati approssimativamente anche sul terreno attraverso osservazioni empiriche o semplici prove.

Una completa caratterizzazione geotecnica ai fini progettuali deve però comprendere anche valutazioni dei seguenti altri parametri. che tuttavia esulano dagli obiettivi del presente lavoro:

- E) Densità relativa
- F) Peso specifico dei granuli
- G) Porosità
- H) Peso di volume asciutto
- I) Peso di volume saturo
- L) Peso di volume immerso
- M) Compressibilità

Premesso tutto questo è possibile eseguire una prima caratterizzazione geotecnica dei terreni riconosciuti durante il rilievo geologico nel seguente modo, sulla base anche di varie campagne di indagini in situ e prove di laboratorio eseguite nell'areale..

Depositi misti di versante e coltre eluviale

Rappresenta la parte più superficiale dei terreni, in cui l'azione della vegetazione e degli agenti atmosferici ha prodotto fenomeni di trasformazione tali da escludere la possibilità di una univoca caratterizzazione geotecnica, che comunque appare da scadente a mediocre.

Si tratta in genere di limi sabbiosi con ciottoli ed elevata componente organica; tali terreni non sono mai utilizzabili come terreni di fondazione.

Depositi alluvionali antichi, recenti e conoidi

Sono stati compresi in questa categoria tutti i depositi alluvionali antichi e recenti dei torrenti San Carlo e Blet nonché quelli depositi dai corsi d'acqua minori.

Si tratta di ghiaie e sabbie da grossolane sino a fini, con struttura a lenti e bancate sovrapposte e interdigitate; nel caso di strutture conoidali è riconoscibile una granulometria decrescente dall'apice verso la parte più distale del conoide.

Tali depositi sono sempre sede di una falda freatica il cui livello piezometrico si trova a profondità variabile a seconda della distanza dal Fiume Toce (che ne costituisce il livello di base) e dai torrenti (che alimentano la falda con perdite di subalveo), ma comunque con notevoli oscillazioni legate alle piene fluviali e torrentizie.

I parametri geotecnici generali sono i seguenti, con i limiti inferiori per i depositi più fini e quelli superiori per i depositi più grossolani:

$$\begin{aligned}\gamma &= 1.7 - 2.1 \text{ t/m}^3 \\ C &= 0.0 \text{ kg/cm}^2 \\ \varphi &= 32^\circ - 40^\circ\end{aligned}$$

Depositi morenici

Sono costituiti da terreni a granulometria variabile, definibili come sabbie grossolane a percentuale limosa anche elevata, contenenti ciottoli, massi e trovanti anche di grandi dimensioni.

Tali terreni sono sede di una falda freatica permanente solo se possiedono notevole potenza e sviluppo areale; se invece presentano limitate dimensioni frequente è la presenza di un livello saturo entro questi depositi al contatto con il substrato roccioso impermeabile sottostante.

I parametri geotecnici variano in funzione dello stato di addensamento e soprattutto dell'aliquota della frazione fine. In genere si possono considerare i seguenti valori:

$$\begin{aligned}\gamma &= 1.9 - 2.1 \text{ t/m}^3 \\ C &= 0.1 - 1.0 \text{ kg/cm}^2 \\ \varphi &= 35^\circ - 40^\circ\end{aligned}$$

All'interno di questi depositi possono localmente riscontrarsi livelli più fini e più omogenei dal punto di vista granulometrico nonché dotati di scarsa coesione.

Se tali livelli sono sabbiosi sono spesso sede di circolazione acquifera; in tal caso i parametri geotecnici da considerarsi sono i seguenti:

$$\begin{aligned}\gamma &= 1.7 - 1.9 \text{ t/m}^3 \\ C &= 0.0 \text{ kg/cm}^2 \\ \varphi &= 30^\circ - 35^\circ\end{aligned}$$

Localmente i depositi morenici possono presentare anche orizzonti limosi addirittura coesivi, in tal caso i parametri geotecnici da considerare sono i seguenti:

$$\begin{aligned}\gamma &= 1.6 - 1.8 \text{ t/m}^3 \\ C &= 0.1 - 0.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \varphi &= 27^\circ - 32^\circ\end{aligned}$$

Depositi alluvionali della piana del F.Toce

Si tratta di notevolissimi spessori di alternanze di sabbie fini, sabbie limose, limi, limi torbosi saturi d'acqua fino a profondità molto limitate dal p.c., se non addirittura fino in superficie in corrispondenza di eventi di piena del F.Toce.

I relativi valori dei parametri geotecnici possono essere i seguenti:

$$\begin{aligned}\gamma &= 1.6 - 1.9 \text{ t/m}^3 \\ C &= 0.0 - 0.3 \text{ kg/cm}^2 \\ \varphi &= 25^\circ - 30^\circ\end{aligned}$$

Depositi detritici

Si tratta di accumuli caotici, generalmente con granulometrie che vanno da grossi blocchi a ciottoli frammisti a ghiaie e sabbie; molte volte i depositi appaiono più fini alla base delle pareti rocciose e più grossolani nelle zone più distali.

Tali depositi, se presenti su ampie aree e con discreto spessore possono essere caratterizzati dalla presenza di una falda o comunque di un livello saturo al contatto con il substrato roccioso.

I parametri geotecnici generali sono i seguenti:

$$\begin{aligned}\gamma &= 1.8 - 2.0 \text{ t/m}^3 \\ C &= 0.0 \text{ kg/cm}^2 \\ \varphi &= 35^\circ - 45^\circ\end{aligned}$$

5. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO

Il territorio comunale di Ornavasso presenta un reticolato idrografico piuttosto articolato, con corsi d'acqua di diversa importanza.

Nei paragrafi seguenti verranno quindi esaminati i corsi d'acqua presenti, indicando per ognuno gli studi e i dati disponibili sia per una valutazione delle portate di piena, sia nei riguardi di quanto avvenuto durante l'evento alluvionale del luglio 1996 o di eventi precedenti di notevole entità.

In particolare sono stati oggetto di analisi i seguenti corsi d'acqua:

- Fiume Toce
- Torrente San Carlo
- Torrente Blet
- Rii minori, affluenti di destra del Fiume Toce (R.Val Buona, R.Loia, R.Lanca) .

5.1. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI DISPONIBILI

- "Annali idrologici" a cura dell'Ufficio Idrografico del Po (vari anni).
- "Progetto per la sistemazione e protezione delle sponde del F.Toce" in Comune di Mergozzo, area denominata "della Lanca" a cura del Consorzio Idraulico del Basso Toce (novembre 1973) sulla base di uno studio eseguito dall'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova.
- "Rapporti su studi e ricerche condotti nel bacino del Lago Maggiore" della Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere, di cui fanno parte studiosi del C.N.R. - Istituto Italiano di Idrobiologia di Verbania.
- "Carta delle Potenzialità Pluviometriche di 12 mesi" e "Carta delle Precipitazioni, Regimi ed Eventi Eccezionali" di A.Carollo, F.Contardi, V.Libera e A.Rolla del C.N.R. - Istituto Italiano di Idrobiologia di Verbania.
- "La piena del Lago Maggiore dell'autunno 1993" di W.Ambrosetti, L.Barbanti, R.De Bernardi, V.Libera e A.Rolla del C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia di Verbania)
- "D.P.C.M. 7 Dicembre 95 - Approvazione dello Schema Previsionale e Programmatico per il risanamento idrogeologico del bacino del Fiume Toce"
- "Analisi delle precipitazioni dell'evento alluvionale 8 Luglio 1996" a cura di I.Isoli e A. Sassi.
- Documentazione varia reperita nell'Archivio Storico del Comune di Ornavasso.

5.2. FIUME TOCE

5.2.1. Caratteristiche morfometriche

Il bacino sotteso risulta pari a 1532 km² in corrispondenza della sezione dell'idrometrografo di Candoglia.

Il bacino comprende anche 45 km² di aree glaciali e bacini artificiali per un valore di 164.5 x 10⁶ mc.

La massima quota è rappresentata dalla Cima Dufour (4633 m s.l.m.), la quota media è di 1641 m s.l.m., mentre la foce coincide con il livello del Lago Maggiore (quota media 193.87 m s.l.m.).

Il corso d'acqua è monitorato da un idrometrografo localizzato alla passerella di Candoglia, con zero idrometrico posto a 194.99 m s.l.m.

5.2.2. Afflussi

Gli afflussi significativi ai fini delle portate di piena hanno durata di qualche ora, quelli determinanti per il raggiungimento delle portate massime hanno durata pari o superiore al tempo di corrivazione, stimato in circa 9 ore all'idrometrografo.

Per il calcolo degli afflussi massimi di varia durata t e a vari tempi di ritorno T , possono utilizzarsi le curve di possibilità climatica del tipo $h = a * t^n$ mediate sulle varie stazioni meteorologiche presenti sull'areale; i relativi parametri "a" e "n" sono i seguenti (validi per durata compresa fra 6 e 24 h).

Tempo di ritorno (anni)	10	30	50	100	200	500	1000
n	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
a (mm/h)	43	52	56	62	68	75	81

5.2.3. Deflussi

I dati ufficiali disponibili sono quelli pubblicati sugli annali del Servizio Idrografico per i periodi 1933÷1935 e 1939÷1968.

Dal 1974 ad oggi i dati sono stati rilevati dal C.N.R., Istituto idrobiologico "De Marchi" di Pallanza, e non sono stati ad oggi pubblicati, eccetto che per le alluvioni del 1978, 1993 e 2000.

I dati più certi sono ovviamente quelli idrometrici, mentre quelli delle relative portate sono calcolati in funzione delle caratteristiche della sezione, che a sua volta cambia nel tempo, e sono da considerarsi più aleatori.

Occorre precisare ancora che, in seguito all'alluvione del 1968, che ha provocato l'abbassamento dell'alveo di 2-3 m, lo strumento di misura è stato riposizionato nel 1974; i dati rilevati fino al 1968 fanno quindi riferimento ad uno zero idrometrico posto a quota 197.99 m s.l.m., mentre i dati del periodo 1974-1983 sono riferiti ad uno zero idrometrico posto a quota 194.99 m s.l.m.; ad evitare equivoci i livelli idrometrici nei paragrafi che seguono sono sempre riportati a quote assolute sul livello del mare.

Le quote d'argine prima del 1981 possono essere interpretate approssimativamente col rilievo aerofotogrammetrico, redatto dal Consorzio Idraulico del Toce nel 1969 e valutate in 203.5 m s.l.m. (tuttavia tale rilievo presenta parecchie anomalie).

Al fine di correlare i dati idrometrici con le quote degli argini e delle sponde, è stata eseguita una campagna di misura con metodo G.P.S. sul territorio del Comune di Ornavasso, appoggiata sulla livellazione geodetica I.G.M., al fine di poter utilizzare le quote altimetriche per la determinazione delle aree inondabili (vedi allegato - RETE GEODETICA).

Si fa presente che anche la carta C.T.R. è appoggiata alla rete IGM di livellazione del 1952, ma su un numero di punti molto distanti (qualche chilometro).

Di conseguenza anche la precisazione di tale base topografica è scarsa; inoltre le ondulazioni del geode nell'area sono vistose a causa della presenza di spessori alluvionali elevati e di emergenze rocciose rilevanti.

Si è preferito pertanto eseguire una nuova campagna di misure appoggiate su punti IGM molto più vicini, evidenziando così differenze fra CTR e rete geodetica comprese fra 0 e 2 m.

I dati corretti attualmente disponibili consentono di poter affermare che gli argini, realizzati nel 1981 all'altezza della passerella, presentano una quota di circa 203.5 m s.l.m. in sponda sinistra e di circa 204.00 m s.l.m. in sponda destra, corrispondente a 8.5-9.0 m rispetto allo zero idrometrico attuale (194.99 m s.l.m.); trattasi di argini prevalentemente a difesa dalle erosioni che tuttavia non si sopraelevano di molto sull'ampia zona pianeggiante in sponda destra, che presenta quote di circa 203.00 m s.l.m..

Le piene che hanno tracimato gli argini all'altezza dell'idrometrografo dovrebbero essere state le seguenti:

- **Periodo 1933-1968** (esclusi gli anni 1936-37-38, in cui tuttavia non si sono verificate piene rilevanti).

Le fasce spondali destre circostanti alla passerella erano prive di argine significativo e presentavano, all'altezza della passerella, una quota di circa 203.00 m s.l.m., da cui si possono ricavare i battenti d'acqua, approssimativamente confermati dalle fondi orali.

Le piene rilevanti si sono verificate nei seguenti anni:

Anno	Portata al colmo (m ³ /s)	Livello (m s.l.m.)
1938	1900	203.79
1942	1850	203.79
1948	1932	204.03
1954	2100	204.19
1968	2030	204.09
Media	1962	203.98

- **Periodo 1969-1973**

Mancano i dati relativi al periodo, non dovrebbero essersi comunque verificate piene rilevanti.

- **Periodo 1974-2000**

Le piene rilevanti si sono verificate nei seguenti anni:

Anno	Portata al colmo (m ³ /s)	Livello (m s.l.m.)
1977	≈3100 *	203.87
1978	2137	201.39
1993	2530	203.75
2000	>2500	204.16 **
Media	2567	203.29

* Il dato del 1977 non è ufficiale, non è mai stato pubblicato dal C.N.R. e potrebbe non corrispondere al reale evento; tuttavia le marche di piena segnalate sugli edifici a Migliandone evidenziano livelli idrometrici superiori di quasi 1 m sopra tutte le altre piene successive.

** Il dato è riportato nelle pubblicazioni regionali ma vi sono ragionevoli ipotesi che l'idrometrografo fosse starato; infatti le marche di piena sull'edificio idrometrografico indicano che il livello massimo non ha superato la quota di 204 m s.l.m..

La portata del 1993 è riportata in DOCUMENTA dell'Istituto Italiano di Idrobiologia "La piena del Lago Maggiore dell'autunno 1993", a cura di W.Ambrosetti, L.Barbanti, R.De Bernardi, V.Libera e A.Rolla, ed è interpretata come "il colmo di portata più elevato fra quelli noti"; nella stessa pubblicazione viene citato anche il dato di portata del 1978 di 2137 mc/sec (Ambrosetti e Al. 1980).

Si osserva immediatamente che i livelli idrometrici del 1977 e 1978 a Candoglia sono molto bassi se confrontati con i livelli relativi a piene con portate anche inferiori del periodo 1933-1969.

Questo fatto va interpretato con la sovraescavazione dell'alveo avvenuta nel 1968 che ha causato un migliorato deflusso e più bassi livelli idrometrici.

Occorre precisare inoltre che le piene del 1977 e 1978 sono avvenute senza argine a Candoglia e che le piene del 1977, 1993 e 2000 sono avvenute con livelli lacustri alti ossia con pelo libero della corrente molto influenzato dal profilo di rigurgito, per cui occorrerebbe poter conoscere se nei calcoli delle varie piene è stata utilizzata sempre la stessa pendenza o se invece sono state eseguite anche misure delle marche di piena a valle e a monte.

Si osserva anche che la costruzione dell'argine, eseguito nel 1981, non ha impedito il verificarsi di allagamenti in destra, in quanto immediatamente a monte della passerella esiste un varco per lo scarico delle acque, posto ad una quota di circa 202.00 m s.l.m.; si deve però ritenere che l'argine abbia funzionato nei riguardi dell'erosione spondale.

5.2.4. Elaborazioni delle portate di piena

Le elaborazioni illustrate nei paragrafi che segnano sui dati disponibili presentano alcune limitazioni dovute ai seguenti fattori, già illustrati nei paragrafi precedenti.

- nel 1968 l'alveo si è abbassato di 2-3 m e le quote d'argine in sponda destra sono state modificate nel 1981, determinando un significativo aumento delle capacità di deflusso a parità di livelli idrometrici.
- i livelli delle portate di Candoglia risentono del rigurgito del Lago Maggiore quando quest'ultimo presenta livelli elevati.

Pur con queste limitazioni, di cui si è tenuto conto con opportune cautele, è stato possibile ottenere alcuni risultati significativi.

Si premettono qui di seguito alcune considerazioni metodologiche.

Quando si ha interesse a valutare la ricorrenza media del verificarsi di un evento disponendo di una ampia serie di osservazioni, è possibile conoscere il periodo di anni (tempo di ritorno T_r) in cui un determinato evento sia uguagliato o superato.

A tal fine, i massimi valori di una serie di dati possono essere adattati a varie distribuzioni di probabilità (Gumbel, Pearson, Fuller, Galton, ecc.).

E' noto che nel caso di portate di corsi d'acqua, la distribuzione che meglio si adatta ai dati è quella di Gumbel, detta anche distribuzione doppia esponenziale.

Essa assegna a P l'espressione:

$$P(x) = \exp \{-\exp[-\alpha(x-u)]\}$$

$$P = 1 - 1/T$$

Noti i valori campionari dei momenti, i parametri sono dati da:

$$\alpha = 1,2825/s$$

$$u = \bar{X} - 0,45*s$$

Con $s = s.q.m.$ del campione
 $\bar{X} =$ media dei campioni

Ai dati disponibili costituenti una serie di eventi indipendenti può essere applicata la descrizione statistica di seguito riportata:

$$X_T = \underline{X} + k*s$$

In essa compaiono il valore medio degli eventi considerati (\underline{X}), lo scarto quadratico medio (s) ed un fattore di frequenza K così valutabile:

$$K = -\{0,45+0,7797 \ln[-\ln(1-1/T)]\}$$

K è quindi esclusivamente dipendente dal tempo.

E' possibile eseguire elaborazioni sulla serie dal 1933 al 1968 (esclusi gli anni 1936-37-38), o nella serie più completa includendo anche i dati del 1974 al 1993, ma non quelli del 2000, non ancora determinati.

Anche in questo caso i risultati sono abbastanza diversi sulle due serie e, inoltre, anche se si accetta o non si accetta il dato del 1977, come evidenziabile nelle tabelle che seguono.

Si sono ottenute le seguenti regolarizzazioni (Gumbel):

	Serie	Tempo di ritorno (anni)					
		10	30	50	100	200	500
A	1933-1968	1704	2161	2369	2650	2930	3300
B	1933-1968; 1974-1983 senza il dato del 1977	1808	2309	2539	2847	3155	3561
C	1933-1968; 1974-1983 con il dato del 1977	1951	2517	2775	3124	3742	3930

Si osservano significative differenze fra le varie elaborazioni.

Si ritiene che tali differenze siano dovute con ogni probabilità a diversità di metodo nella valutazione delle portate (nella serie più antica non era fra l'altro disponibile la teleferica), più che a variazioni climatiche di difficile valutazione.

Non potendosi però, almeno per il momento, risalire a tali diversità ed eventualmente a correggerle, si ritiene accettabile di utilizzare la serie C, più completa, accettando cautelativamente anche il dato del 1977, che determina le portate più alte.

5.2.5. Confronto delle portate all'idrometrografo con il metodo cinematico

A puro titolo di confronto con i risultati ottenuti al punto precedente, si è eseguita una verifica condotta con il metodo cinematico proposto da Giandotti.

$$Q_{max} = 0.277 * \lambda * \varphi \frac{h * S}{K * t_c}$$

Con:

Q_{max} = portata al colmo (m^3/sec)

T_c = tempo di corrivazioni (ore)

h = altezza di pioggia nel tempo T_c (mm)

S = superficie del bacino sotteso (Km)

λ, K, φ = valori sperimentali in funzione della dimensione del bacino, rispettivamente, nel caso in esame, pari a 6, 5.5, 0.25.

Con le precipitazioni critiche ricavate dalla curva di possibilità climatica illustrata al paragrafo 3., si ottiene la seguente tabella.

	TEMPI DI RITORNO (ANNI)					
	10	30	50	100	200	500
Pc (mm)	135	163	175	194	213	235
Qmax (m^3/sec)	1736	2096	2250	2495	2739	3022

Si osserva buona corrispondenza con le elaborazioni eseguite sul periodo 1933-1968; ciò non è strano in quanto il modello di Giandotti è stato sicuramente elaborato anche sulle piene ufficiali del F.Toce.

5.2.6. Elaborazioni dei livelli idrometrici

I dati idrometrici dovrebbero essere più certi, in quanto ottenuti mediante misure e non da calcolo.

Resta comunque il dubbio su come siano stati ottenuti i dati più elevati della serie più antica quando non era funzionante l'idrometrografo attuale e la teleferica.

I dati sono inoltre pesantemente viziati dalla sovraescavazione dell'alveo avvenuta nel 1968.

Comunque, anche applicando una distribuzione di probabilità ai dati idrometrici, come quella applicata alle portate, si ottengono dati assolutamente non convincenti in quanto, a partire dalla quota di argine, inizia la laminazione in sponda destra e sinistra.

L'unico modo possibile sarebbe quello di costruire un modello di laminazione.

Occorrerebbe pertanto eseguire una simulazione dell'onda di piena e tenere conto delle aree allagabili ai fini della laminazione, a partire da Crevoladossola.

Tuttavia tale approccio, sicuramente necessario e da eseguirsi per l'intera asta del F.Toce, produrrebbe, nel caso in esame, risultati meno precisi di quelli che si propongono nel presente paragrafo poiché, a monte di Candoglia, non esistono altre stazioni idrometrografiche, per cui le valutazioni andrebbero ricondotte ai classici modelli dell'invaso a partire dalle precipitazioni.

Si è ritenuto pertanto di procedere per gradi, da approcci di carattere empirico ma non per questo poco affidabili, sino a estrapolazioni più raffinate di taratura più elaborate, tarate sempre su dati storici.

Approccio empirico alla valutazione di alcuni dati di portata di piena e di livelli idrometrici.

Se si considera la piena del 1977 (stimata in circa 3100 mc/sec con tempo di ritorno di circa 100 anni - Serie C) si ottiene un livello idrometrico di 203.86 m s.l.m..

Anche la piena del 1993 (2530 mc/sec con tempo di ritorno 30 anni - Serie D) ha presentato un livello idrometrico di 203.75, di poco inferiore (si osservi però che nel 1993 il Lago Maggiore aveva raggiunto i livelli idrometrici più alti del secolo).

Secondo questo approccio empirico le portate di piena a tempo di ritorno 100 anni non superano i livelli di 204 m s.l.m. se avvengono con livelli lacustri medi.

Portate a tempo di ritorno più breve, come quella del 1993, (stimabile a tempo di ritorno 30 anni) possono però raggiungere gli stessi livelli idrometrici se avvengono con contemporanei livelli del Lago Maggiore elevatissimi, ma in questo caso occorrerebbe valutare la probabilità dell'evento composto da elevate portate di piena ed elevati livelli lacustri, che avrà sicuramente un tempo di ritorno più elevato (vedi punto d) successivo).

Anche i livelli idrometrici della portata dell'Ottobre 2000, che ha determinato la piena più importante del Lago Maggiore a partire da quella storica del 1868, sono stati sicuramente influenzati da fenomeni di rigurgito del Lago Maggiore, per cui la stima di questo evento in termini di tempi di ritorno deve essere eseguita con molta prudenza e solo dopo verifica ufficiale (o smentita) dei dati idrometrici pubblicati.

Ricostruzione di una scala di deflusso.

Un approccio più analitico che volutamente non tiene conto dei rigurgiti del lago è quello di ricostruire la scala di deflusso della sezione di Candoglia a partire dall'evento di sovraescavazione del 1968 ossia con la serie 1974-1983.

Si è eseguita pertanto una correlazione fra portate Q e livelli H con varie curve di regressione di cui la migliore equazione è risultata la seguente:

$$H = -3 \cdot 10^{-7} Q^2 + 0.0034Q + 196.1$$

L'equazione è riconducibile ad una forma generale di tipo:

$$H = aQ^2 + bQ + c$$

che corrisponde all'equazione di una parabola.

Utilizzando l'equazione di cui sopra è possibile ricostruire una scala di deflusso. Nella tabella seguente vengono riportati i valori ottenuti:

PORTATA mc/s	QUOTA m s.l.m.
200	196.77
400	197.41
600	198.03
800	198.63
1000	199.20
1200	199.75
1400	200.27
1600	200.77
1800	201.25
2000	201.70
2200	202.13
2400	202.53
2600	202.91
2800	203.27
3000	203.60
3200	203.91 *
3400	204.19 *
3600	204.45 *
3800	204.69 *
4000	204.90 *

I dati idrometrici con asterisco sono estrapolati e devono considerarsi cautelativi in quanto non tengono conto della laminazione determinata dalle aree allagabili in sponda destra e sinistra a partire dalla quota 203.00 m s.l.m..

5.2.7. Livelli idrometrici del Lago Maggiore.

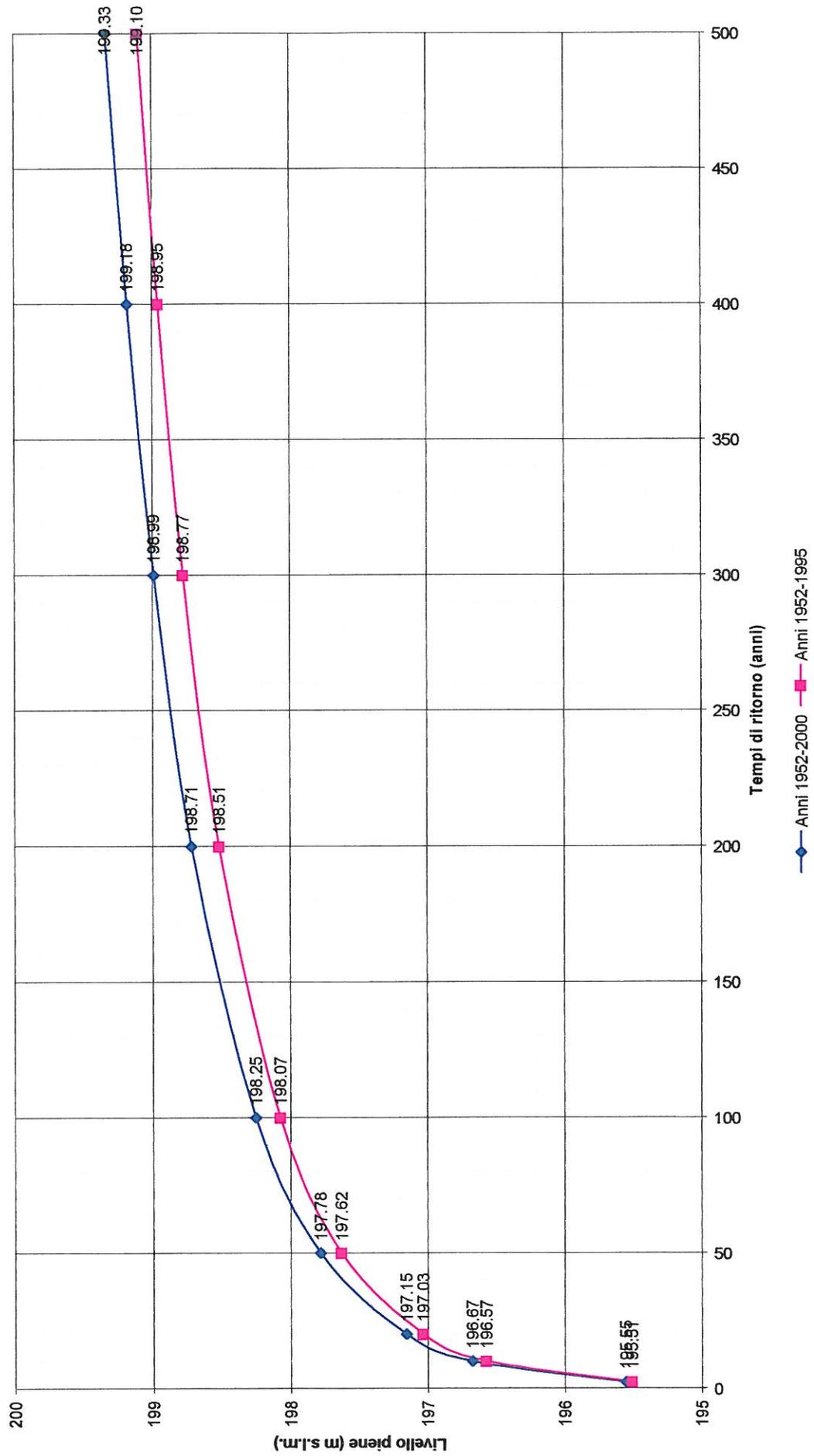
Al fine di valutare gli effetti sul profilo di rigurgito del F.Toce causati dalle variazioni di livello del Lago Maggiore è stata eseguita una estrapolazione (Gumbel) dei massimi livelli annuali di quest'ultimo, sulla serie 1952-1995 e sulla serie 1952-2000 in modo tale da evidenziare gli effetti statistici dell'ultimo evento (ovviamente da non utilizzare come prova di ipotetici cambiamenti climatici).

I risultati sono illustrati nella seguente tabella:

tempo di ritorno (anni)	Livello (m s.l.m.) Serie 1952-1993	Livello (m s.l.m.) Serie 1952-2000
2.33	195.51	195.55
10	196.57	196.67
20	197.03	197.15
50	197.62	197.78
100	198.07	198.25
200	198.51	198.71
300	198.77	198.99
400	198.95	199.18
500	199.10	199.30

Secondo l'ultima elaborazione la piena del 1993 deve considerarsi a tempo di ritorno quarantennale, mentre quella dell'Ottobre 2000 sembra riferirsi ad un tempo di ritorno di circa 75 anni.

Livelli del Lago Maggiore



5.2.8. Correlazioni fra colmi di piena del F.Toce e colmi di piena del Lago Maggiore.

E' stata eseguita una ricerca sulla concomitanza dei colmi di piena del Toce e di quelle del Lago Maggiore, nel periodo di sovrapposizione delle due serie disponibili fra il 1952 e il 1969.

I dati reperiti sono illustrati nella tabella allegati.

Si osserva quanto segue:

- ◆ i colmi di piena del lago sono sempre successivi a quelli del Toce con una differenza temporale di 1-2 giorni;
- ◆ si conferma il fatto che sul piano probabilistico la concomitanza dei due eventi è un fatto da ritenersi praticamente impossibile in quanto legata da causalità idrologica che nasce dalle enormi capacità laminatorie del Lago Maggiore.

CORRELAZIONE FRA LIVELLI E PORTATE A CANDOGLIA E LIVELLI LACUSTRI

Anno	Data	Portate a Candoglia	Livello Idrometrico	Livello lacustre contemporaneo	Livello lacustre del giorno successivo	Livelli lacustri di due giorni successivi	Differenze di quota nel colmo di piena
1952	18/06	342	200.17	194.03	194.22	194.21	6.14
1953	28/10	1244	202.65	195.65	195.75	195.80	7.00
1954	22/08	2100	204.19	194.80	195.60	195.54	9.39
1955	09/06	639	201.18	194.83	195.36	195.26	6.35
1956	26/09	1310	202.79	194.13	194.45	194.39	8.66
1957	17/06	843	201.73	195.39	195.39	195.39	6.34
1958	20/08	954	202.00	194.23	194.26	194.70	7.77
1959	23/05	324	200.10	194.15	194.16	194.14	5.95
1960	17/09	1620	203.39	195.71	195.82	195.96	7.68
1961	13/08	746	201.48	193.94	193.94	193.93	7.54
1962	08/11	820	201.67	193.23	193.70	193.86	8.44
1963	06/11	900	201.87	196.03	196.51	196.39	5.84
1964	20/04	582	201.01	194.68	194.81	194.77	6.33
1965	22/08	1026	202.17	193.50	194.51	194.71	8.67
1966	16/10	916	201.91	194.50	195.08	195.07	7.41
1967	15/05	261	199.85	194.27	194.86	195.08	5.58
1968	03/11	2030	204.09	196.30	196.69	196.63	7.79
1969	24/06	----	201.48	194.63	195.14	195.08	6.85

5.2.9. L'evento alluvionale dei giorni 14-15-16 Ottobre 2000

Nei giorni 14-15-16 Ottobre 2000, a seguito eccezionali precipitazioni su tutto il bacino del Lago Maggiore avvenute con particolari intensità nella parte montana del bacino del Fiume Toce, si sono verificati deflussi altrettanto eccezionali nella zona mediana e terminale del fiume stesso, nonché, di conseguenza, elevatissimi livelli idrometrici del Lago Maggiore che ha raggiunto la quota di 197.94 m s.l.m. alle ore 23.30 del giorno 16/10, da considerarsi il livello più elevato a partire dalla storica piena del 1868 anno in cui peraltro il Lago Maggiore aveva raggiunto la ragguardevole quota di 199.81 m s.l.m..

Il colmo di piena del lago è stato raggiunto con un ritardo di circa 36 ore rispetto al colmo di piena del Toce, verificatosi alle ore 18.30 del 15/10/2000, con un livello idrometrico a 204.16 m s.l.m., forse affetto da errore per staratura della strumentazione, più verosimilmente di poco inferiore a 204.00 m s.l.m..

Sono state esaminate le caratteristiche con cui si è manifestato l'evento complessivo relativo al sistema fiume Toce - Lago Maggiore, nella parte terminale del fiume, ossia tra la foce e il ponte di Migliandone, in corrispondenza del quale è presente una soglia di significativa altezza e tale da determinare condizioni di deflusso significativamente diverse a valle e a monte della stessa.

L'area interessata dall'alluvione nel Territorio di Ornavasso è stata rappresentata sulla cartografia allegata GEO2 (scala 1:10.000) su base C.T.R., che rappresenta lo strumento planimetricamente più moderno disponibile nella zona, per le analisi di tipo idrologico e pianificatorio su area vasta come quello in esame.

Per le analisi di maggior dettaglio sono state, invece, utilizzate anche le seguenti basi cartografiche:

- Rilievi aerofotogrammetrici del Fiume Toce – Consorzio Idraulico del Basso Toce - scala 1:2000.
- Rilievi aerofotogrammetrici del Comune di Gravellona Toce - scala 1:2000 - 1998

E' stato eseguito anche un confronto con il rilievo più recente disponibile sull'area, rappresentato dal D.T.M. fatto eseguire con metodologia LASER dal Consorzio del Ticino per conto dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

I confronti fra le varie cartografie sono stati eseguiti sulla base della citata rete geodetica appositamente eseguita sul territorio di Ornavasso.

La valutazione del dato altimetrico è infatti particolarmente importante nelle rappresentazioni dei fenomeni di inondazione, in cui occorre la precisione decimetrica.

Sembra superfluo precisare che l'acqua in quiete si dispone su superfici equipotenziali rispetto al campo gravitazionale e che quindi le quote vanno riferite esclusivamente alla rete geodetica.

Tale precisazione risulta meno superflua se si considera che la rete altimetrica nazionale (livellazione) è estremamente rada (in alcuni casi anche di due ordini di grandezza meno fitta di quella degli stati europei più evoluti, quali Francia e Germania) e in parte anche compromessa o inaffidabile per problemi di manutenzione, decadimento o addirittura demolizione delle strutture ospitanti i punti geodetici.

Se a ciò si aggiunge il problema delle già citate forti anomalie gravitazionali presenti nella piana alluvionale del Toce, legate alla presenza di rocce basiche (Ivrea Verbano), si comprendono le difficoltà di utilizzare le cartografie disponibili ai fini degli studi di allagamento.

A questo problema si aggiunge la scarsa precisione intrinseca della cartografia CTR dal punto di vista altimetrico, vistosamente evidente per confronto con i vari livelli lacustri, le cui quote possono essere verificate sui vari idrometri, con particolare riguardo per la zona in esame, all'idrometrografo lacustre del C.N.R., Istituto Idrobiologico di Pallanza, che è stato più volte verificato per confronto con punti geodetici altimetricamente affidabili.

Anche l'ultimo evento di piena lacustre, con quote lago a 197.94 ha messo in evidenza un errore sistematico del C.T.R.N. di quasi 2 m, lungo tutta la strada Fondotoce-Mergozzo, nonché della strada Suna-Fondotoce, che erano sfiorate dalle acque lacustri e sulle quali in cartografia si appoggia l'isoipsa 200 m s.l.m..

Molto più precisi altimetricamente appaiono i vari rilievi aerofotogrammetrici – scala 1:2000 (ferme restando le considerazioni geodetiche relative alla scarsità di punti di appoggio affidabili) disponibili sul territorio, ma alcuni di questi sono obsoleti e non più corrispondenti alle rilevanti trasformazioni territoriali avvenute negli ultimi trent'anni nella piana del Toce; da questo punto di vista il più aggiornato risulta il rilievo aerofotogrammetrico di Gravellona Toce (oltretutto disponibile in forma numerica), ma riguarda solo una parte modesta del territorio in esame.

Decisamente interessante il rilievo eseguito dalla società Aquater con metodologia LASER per conto del Consorzio del Ticino nell'ambito delle indagini commissionate allo stesso dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, anche se non si tratta di una vera e propria cartografia, ma solo di un D.T.M., ossia di un insieme di punti quotati.

Secondo il "Rapporto sull'evento alluvionale del 13-16 Ottobre 2000" della Regione Piemonte, la piena del Toce, con livello idrometrico di 9,16 m all'idrometrografo di Candoglia, sarebbe stata superiore a 2500 m³/s, ossia superiore all'evento del 1993, stimato in 2400 m³/s e considerato dal Rapporto come evento storico di riferimento; il tempo di ritorno dell'evento dell'ottobre 2000 viene stimato dal Rapporto in circa 100 anni.

Occorre tuttavia precisare quanto segue:

- la misura all'idrometrografo di Candoglia appare discordante con le marche di piena sull'edificio stesso dell'idrometrografo, che sembrano indicare un livello inferiore, sia pur di poco, alla quota di 9 m della scala idrometrica esterna;
- lo zero dell'idrometrografo è stato riposizionato nel 1974 a quota 194.99 m s.l.m., a seguito dell'alluvione del 1968 (che lo aveva distrutto), per cui la piena del 2000 dovrebbe aver raggiunto una quota assoluta di 204.15 m s.l.m. (oppure secondo le marche di piena di poco meno di 204 m s.l.m.);
- secondo i dati del Servizio Idrografico la quota 204 m s.l.m. all'idrometrografo è stata superata 3 volte (negli anni 1948, 1954 e 1968) con il vecchio strumento (in funzione dal 1933 al 1968) e mai con il nuovo strumento (in funzione dal 1974 ad oggi), ma occorre ricordare che la situazione della zona di misura non è più la stessa (nel 1978 vi è stata una sovraescavazione e nel 1981 sono state eseguite delle arginature); per confronto, comunque, occorre precisare che nel 1993 è stata raggiunta una quota di 203.75 e nel 1977 di 203.86 m s.l.m.;
- secondo le marche di piena segnate sulle porte delle case a Migliandone la piena più gravosa del secondo dopoguerra è stata quella del 1977, superiore di quasi 1 m rispetto a quella dell'ottobre 2000; anche in questo caso, tuttavia, sono state eseguite opere di arginatura;
- di segno contrario è invece il dato relativo alla casa cantoniera ANAS posta a fianco del ponte Verbania-Gravellona, dove la piena dell'ottobre 2000 risulta quella più gravosa fra le piene del dopoguerra;
- rispetto alle altre piene storiche, che sono poco conosciute nel loro sviluppo areale e di battente d'acqua, per l'evento del 2000 sono disponibili numerose marche di piena, rilevate sia dal sottoscritto, che dal Servizio Prevenzione del Rischio Geologico della Regione Piemonte.

Concludendo si può ritenere senz'altro che la piena dell'ottobre 2000 sia stata la più gravosa del secolo a causa dell'elevatissimo livello lacustre concomitante, ma resta il dubbio se sia stata in assoluto anche la piena più gravosa del secolo come vera e propria portata a Candoglia.

La piena del Lago Maggiore dell'ottobre 2000 ha presentato il suo colmo alle ore 23.30 del giorno 16/10/200, con un livello idrometrico massimo di 197.94 m s.l.m. a Pallanza.

La risalita di livello del lago è stata lineare, con un aumento pressoché continuo di 4-5 cm/ora, senza punti di flesso; la piena del 1993, al contrario, era costituita da tre risalite, intervallate da periodi di stasi.

Del resto le precipitazioni del 1993 si erano sviluppate su un periodo di tre settimane, mentre nell'ottobre 2000 l'evento è risultato concentrato in pochi giorni.

Dopo il colmo, il livello del lago ha cominciato a scendere con una diminuzione media di 1 cm/ora.

Il valore di colmo dell'ottobre 2000, di 197.94 m s.l.m., costituisce il massimo valore del secolo; tale livello elaborato statisticamente con i valori registrati nel periodo 1952-2000, contribuisce ad aumentare sia pur di poco i livelli di piena previsti a vari tempi di ritorno, così come già evidenziato nel diagramma e nelle tabelle allegate.

Dal grafico allegato risulta che, indicativamente, a valle del ponte della ferrovia Milano-Domodossola prevalgono i fenomeni di tipo lacustre, mentre a monte predomina la piena del Toce; in ogni caso i due fenomeni sono strettamente interdipendenti.

I punti critici evidenziati dalla piena dell'Ottobre 2000 nel Comune di Ornavasso sono stati i seguenti:

- a) Fuoriuscita del F.Toce attraverso il sottopasso del Rio Conchetta con deposizioni sabbioso limose sulla piana coltivata fino al Rio Blet.
- b) Fuoriuscita del F.Toce attraverso il sottopasso del Rio Blet e allagamenti della piana sino a Migliandone.
- c) Fuoriuscita del F.Toce attraverso il viadotto della superstrada e allagamenti fino a Teglia con erosione di fondo profonde fino a 2 m, e scarico dell'acqua attraverso il sottopasso ferroviario.
- d) Fuoriuscita del F.Toce attraverso i sottopassi della Ferrovia Novara-Domodossola e allagamenti della piana sottostante sino al centro storico di Ornavasso.
- e) Fuoriuscita del F.Toce sopra le arginature a valle della confluenza del Rio S.Carolo e allagamenti della piana retrostante sino alla località la Segheria.

5.2.10. Modelli idraulici del F.Toce in concomitanza a fenomeni di rigurgito conseguenti ad alti livelli del L. Maggiore

Lo stato delle conoscenze sul profilo di rigurgito del F.Toce in condizioni limite è abbastanza controverso.

Nel grafico sono rappresentati i profili dei modelli idraulici disponibili sul Fiume Toce fra Migiandone e la foce:

- 1973: Istituto di Idraulica di Padova – Profilo di piena di frequenza probabile centenaria, corrispondente a circa 2850 m³/s a Candoglia con livello idrometrico a 204,20 m s.l.m. e 3250 m³/s alla foce e con livello lacustre di 197,57 m s.l.m.;
- 1996: Autorità di Bacino del Fiume Po – Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Profilo delle portate di piena fra Migiandone e la foce, per portate a tempo di ritorno 20,100, 200 anni, corrispondenti rispettivamente a 1983, 2631 e 2909 m³/s e con livello lacustre a 194,50 m s.l.m., con relativo profilo del fondo alveo;
- Marzo 2000 – Consorzio del Ticino per conto dell'Autorità di Bacino del Fiume Po – Profilo idraulico del F.Toce a tempo di ritorno 200 anni, corrispondente a circa 3195 m³/s a Candoglia e un livello lacustre di 198,65 m s.l.m. con relativo profilo del fondo alveo;
- Ottobre 2000 – Profilo della piena del Toce alle ore 18.30 del 15/10/2000, ricavato dalle marche di piena spondali, con portata di piena superiore a 2500 m³/s a Candoglia (con livello idrometrico ufficiale a 204,16 m s.l.m. e livello di marche di piena di 203,80 m s.l.m.) e un livello lacustre di 197 m s.l.m..

La prima considerazione che si può ricavare dall'esame dei dati raccolti è quella che le osservazioni a suo tempo avanzate dal Comune di Ornavasso all'Autorità di Bacino, nonché le richieste di taratura del modello, erano giustificate.

Secondo lo studio redatto dall'Istituto di Idraulica di Padova nel 1973, per conto del Consorzio Idraulico del Basso Toce, il profilo di rigurgito fra Candoglia e il Lago Maggiore presenta sempre superficie concava e raccordo regolare di tipo asintotico.

Secondo tale modello, in condizioni limite, ossia con livello idrometrico a Candoglia di 204 m s.l.m., corrispondenti ad una portata di piena di 3300 mc/s, valutabile a tempo di ritorno superiore a 100 anni e, contemporaneamente, con livello del Lago Maggiore a 197.60 m s.l.m., pure da considerarsi a tempo di ritorno secolare, si avrebbe, all'altezza del ponte della S.S. n.34 tra il Comune di Verbania e il Comune di Gravellona Toce, un livello di circa 200 m s.l.m..

Il dato corrisponde bene ai dati osservati che dicono che in questa zona il livello del F.Toce non ha mai superato la quota di 199.80 m s.l.m., in tutta la serie di osservazioni a partire dal 1933.

Sulla base delle considerazioni esposte al paragrafo precedente si può ritenere tra l'altro che l'evento considerato (concomitanza dei due eventi) avrebbe un tempo di ritorno ben superiore a 200 anni in quanto con tale livello idrometrico il F.Toce supererebbe sicuramente i 3000 mc/sec e altrettanto sicuramente il Lago Maggiore, nel giorno successivo, salirebbe all'incirca di un altro metro, portandosi quindi ad un evento con tempo di ritorno di almeno 200 anni (vedi a questo proposito la tabella dei tempi di ritorno dei livelli lacustri).

Pur con queste considerazioni cautelative si evidenzia che il profilo di rigurgito immediatamente a valle di Candoglia presenta una pendenza del pelo libero della corrente pari a 0.00118 ossia di circa 120 cm per ogni Km.

Gli altri modelli elaborati successivamente presentano tutti profili più irregolari e livelli idrometrici molto superiori a quelli storici osservati.

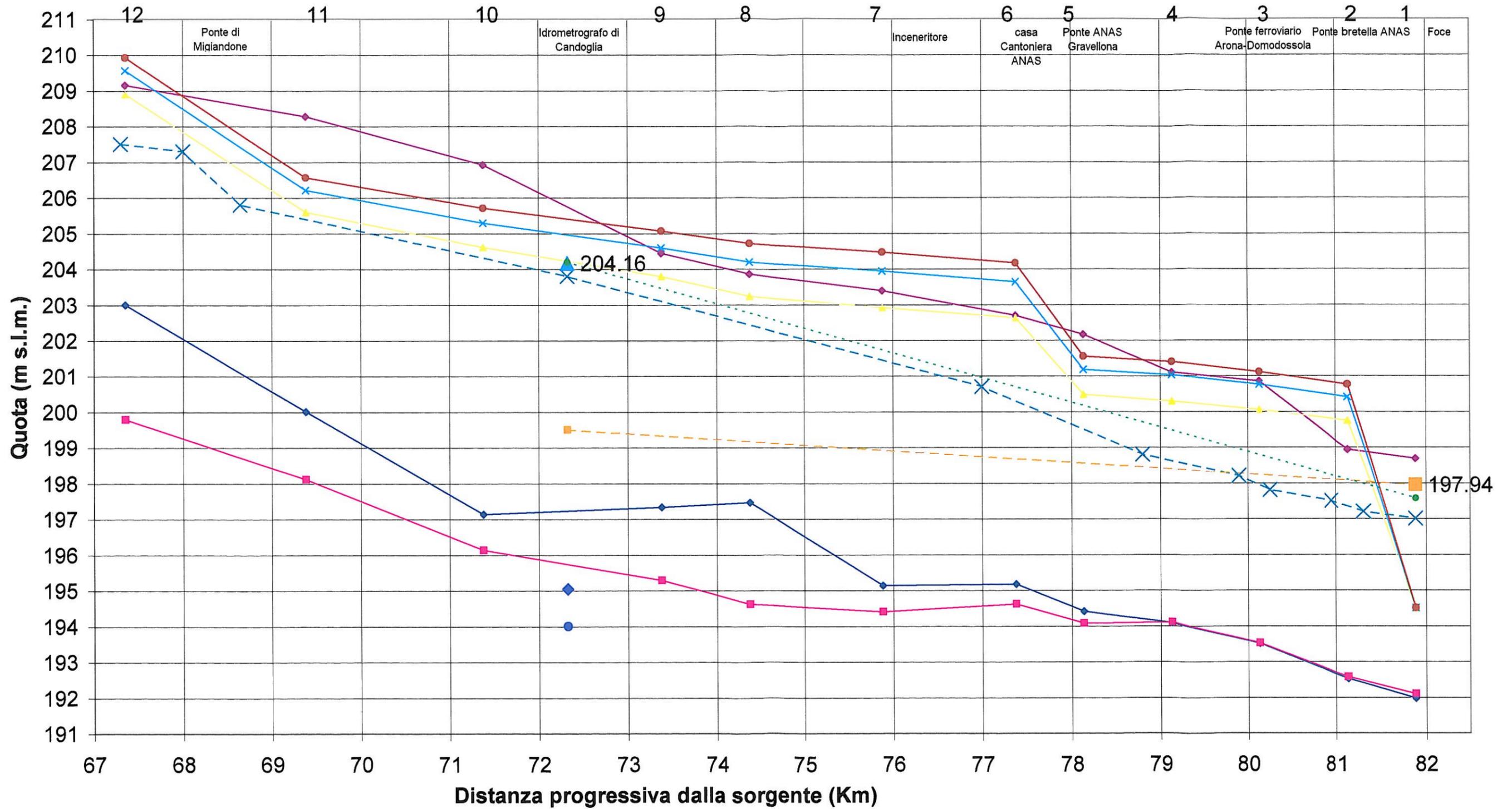
Per quanto concerne il confronto fra i modelli più recenti e i dati dell'evento 2000 si può affermare che tale confronto è prematuro fino a quando non sarà possibile conoscere la portata effettivamente defluita, ma già fin d'ora si può osservare che il profilo idrometrico di piena è stato più regolare e nel complesso più concavo di quello previsto dai modelli, e che le differenze fra i dati osservati e i livelli idrometrici ipotizzati sono rilevanti.

Altrettanto vistose sono le differenze fra il fondo alveo effettivo a Candoglia e quello utilizzato per le varie modellizzazioni e non si può escludere quindi che le notevoli differenze fra le varie modellizzazioni siano imputabili prevalentemente a incertezze di tipo topografico.

FIUME TOCE

Inviluppo livelli di massima piena (m s.l.m.) - Sez. 1-12 del P.A.I.

Rielaborazione a cura Dott. Geol. Italo Isoli



- | | | | |
|---|--|--|---|
| ◆ Consorzio Ticino - Profilo fondo alveo | ◆ Consorzio Ticino - Tempo di ritorno 200 anni | ■ PAI - fondo alveo | ▲ PAI - Tempo di ritorno 20 anni |
| × PAI - Tempo di ritorno 100 anni | ● PAI - Tempo di ritorno 200 anni | × 15/10/2000 ore 18,30 (marche di piena spondali) | ▲ Colmo di piena del Toce ufficiale |
| ■ Colmo di piena del Lago Maggiore | ■ 16/10/2000 ore 23,30 | ● Istituto Idraulico di Padova - Tempo di ritorno 100 anni | ◆ Zero dell'idrometrografo di Candoglia |
| ● Fondo alveo effettivo all'idrometrografo di Candoglia | | | |

Secondo l'elaborazione eseguita dall'Autorità di Bacino, il profilo di rigurgito presenterebbe invece notevoli irregolarità in corrispondenza di soglie naturali o artificiali con alternanze di correnti lente e veloci.

Sempre alla stessa sezione del ponte sulla S.S. n.34, i livelli ipotizzati sarebbero di 201.17 m s.l.m. a tempo di ritorno 100 anni e i 201.54 m s.l.m. a tempo di ritorno 200 anni e il livello del Lago Maggiore risulterebbe poco influente in quanto il F.Toce si immetterebbe in esso in corrente prevalentemente veloce.

Occorre però precisare che il profilo così ipotizzato dall'Autorità di Bacino non trova riscontro nei dati storici.

5.3. TORRENTE SAN CARLO

5.3.1. Caratteristiche generali

Il Torrente San Carlo nasce sulle pendici nord-orientali della cresta che collega da nord verso sud la Cima delle Tre Croci (1878.5 m s.l.m.), l'Eyehorn (2131 m s.l.m.) e il Monte Cerano (1702 m s.l.m.).

Il reticolato idrografico è piuttosto articolato a definire un pattern di tipo convergente, caratteristico di bacini che si sviluppano su terreni poco permeabili ad elevata acclività, in cui localmente si riconosce un controllo di tipo tettonico, con le discontinuità principali che determinano la direzione prevalente di deflusso, con particolare riferimento all'asta principale del corso d'acqua.

Scorre con direzione circa SO-NE, attraversa il centro abitato di Ornavasso e sfocia nel Fiume Toce poco a monte della stazione idrometrografica di Candoglia.

E' caratterizzato da un apparato conoidale ampio con pendenza media non elevata (ca. 4%), la cui porzione distale risulta in parte erosa dal fiume Toce.

5.3.2. Caratteristiche morfometriche

Il Torrente San Carlo nasce sulle pendici nord-orientali della cresta che collega da nord verso sud la Cima delle Tre Croci (1878.5 m s.l.m.), l'Eyehorn (2131 m s.l.m.) e il Monte Cerano (1702 m s.l.m.).

Scorre con direzione circa SO-NE, attraversa il centro abitato di Ornavasso e sfocia nel Fiume Toce poco a monte della stazione idrometrografica di Candoglia.

Il reticolato idrografico montano del T. San Carlo è piuttosto articolato a definire un pattern di tipo convergente, caratteristico di bacini che si sviluppano su terreni poco permeabili ad elevata acclività, in cui localmente si riconosce un controllo di tipo tettonico, con le discontinuità principali che determinano la direzione prevalente di deflusso, con particolare riferimento all'asta principale del corso d'acqua.

Allo sbocco del tratto montano il torrente forma un apparato conoidale ampio con pendenza media non elevata (ca. 4%), la cui porzione distale risulta in parte erosa dal fiume Toce.

Il reticolato idrografico originario era verosimilmente di tipo divergente, con frequenti anastomizzazioni; a partire dalla disastrosa alluvione del 1868 il tratto in conoide è stato sempre più regimato, sino all'attuale situazione, caratterizzata da un profondo canale arginato rettilineo, localizzato nella zona centrale della conoide.

E' stata presa in considerazione, ai fini della dinamica del corso d'acqua, la sezione di chiusura corrispondente all'apice del conoide che rappresenta storicamente quella più significativa al fine della valutazione del rischio; gli apporti laterali lungo il canale sono ininfluenti, per cui le valutazioni che seguono valgono anche per la zona distale.

Le caratteristiche geometriche e morfometriche del bacino sono di seguito illustrate:

Superficie del bacino:	11.02 km ²
Lunghezza asta principale:	5.4 km
Quota media:	1117.8 m s.l.m.
Quota sezione di apice:	250 m s.l.m.
Quota sezione distale:	200 m s.l.m.

Analizzando la curva ipsografica del bacino o l'equivalente ipsometrica, utile per il confronto con gli altri bacini si può osservare che oltre il 70% della superficie della stesso si trova a quote superiori i 900 m.s.l.m.

La forma della curva indica che, come altri bacini della zona, il T. San Carlo è abbastanza "giovane" cioè abbastanza attivo nei confronti dell'erosione.

Quest'ultima è però distribuita irregolarmente lungo il bacino; si può osservare infatti che l'erosione è elevata nella parte alta e medio bassa del bacino mentre il torrente ha caratteristiche di trasporto e deposizione nella parte medio alta e nel conoide terminale.

Queste considerazioni, importanti per la localizzazione delle opere di regimazione, sono poi verificabili anche nell'esame del letto del torrente e attraverso la presenza o meno di alveo roccioso o riempito da depositi alluvionali.

5.3.3. Pluviometria

I dati raccolti dall'Istituto Idrobiologico di Pallanza indicano, per la zona in esame, una piovosità media annua di 2200-2400 mm, che rappresenta quasi il triplo della piovosità media annua nazionale (904 mm).

Nel periodo 1921-1970 si sono avute piovosità massime annue di 3300 mm e minime di 550 mm.

Nello stesso periodo il numero medio annuo di giorni piovosi è stato di 80-90.

Per quanto riguarda il regime delle precipitazioni si può osservare che esistono due minimi in corrispondenza dell'estate e dell'inverno.

Tuttavia mentre il massimo primaverile è sempre presente, il massimo autunnale può a volte mancare: in tale occasione si manifestano le massime siccità, collocate quindi nel periodo invernale.

Per quanto riguarda le precipitazioni brevi ed intense, che sono poi quelle che possono determinare le massime piene dei corsi d'acqua a piccolo bacino idrografico quale quello in esame, è possibile far riferimento ai dati delle stazioni pluviometriche presenti sul territorio, elaborati secondo le opportune leggi statistiche.

Nel caso in esame si sono utilizzate le curve di possibilità climatica del tipo $H = a \cdot T^n$ elaborate da I. Isoli e A. Sassi sui dati delle stazioni di Candoglia, Pallanza, Unchio, Cannobio, Gignese e Lesa, a seguito dell'alluvione dell'8 Luglio 1996.

Si sono esaminate le precipitazioni di durata compresa fra 1 e 24 ore e quelle di durata inferiore all'ora.

5.3.4. Precipitazioni di notevole intensità con durata fra 1 e 24 ore

In tale studio, per ogni stazione e per ogni durata sono stati raccolti i dati massimi annuali disponibili sugli Annali. A tale insieme di dati sono state applicate le varie distribuzioni di probabilità più utilizzate in questi casi (Gumbel, Fuller, Galton) e sui risultati è stato eseguito il test di Kolmogorov-Smirnov.

Per ciascuna stazione le altezze di pioggia risultanti sono state normalizzate mediante metodo dei minimi quadrati, per ricavare i parametri "a" e "n" a vario tempo di ritorno.

Si riassumono qui di seguito i risultati ottenuti:

STAZIONE	PARAMETRI "a" E "n" RELATIVI A VARI TEMPI DI RITORNO									
	10		50		100		200		500	
	a	n	a	N	a	n	A	n	a	n
Candoglia	60.9	0.50	79.1	0.52	89.3	0.51	96.4	0.53	109.1	0.52
Pallanza	52.1	0.46	64.9	0.47	69.7	0.47	74.8	0.47	79.6	0.49
Unchio	61.4	0.36	84.3	0.35	91.2	0.36	101.1	0.35	116.1	0.33
Cannobio	53.1	0.46	68.5	0.48	75.2	0.48	82.2	0.48	90.3	0.49
Gignese	48.3	0.45	61.4	0.46	67.1	0.47	71.1	0.48	79.1	0.47
Lesna	49.5	0.37	66.5	0.33	72.8	0.33	77.1	0.34	86.9	0.33

Si è tentato anche di ottenere i parametri "a" e "n" relativi all'intera zona colpita dall'evento, scegliendo fra le sette stazioni disponibili per ogni anno del periodo 1951-1981 e per l'anno 1996 le maggiori altezze di pioggia a durata 1-3-6-12-24 ore.

Questi massimi annuali sull'areale sono stati sottoposti alla stessa procedura di analisi descritta per i dati delle singole stazioni, e hanno prodotto i seguenti risultati, che ovviamente devono considerarsi cautelativi per le modalità con cui sono state raccolte.

STAZIONE	PARAMETRI "a" E "n" RELATIVI A VARI TEMPI DI RITORNO									
	10		50		100		200		500	
	A	n	a	n	a	n	A	n	a	n
Areale	66.8	0.45	84.9	0.47	93.1	0.47	101.6	0.47	109.9	0.48

Si osserva che i risultati sono simili a quelli della vicina stazione di Candoglia, ma superiori a questi di circa il 10% per i tempi di ritorno minori.

Considerando che il bacino presenta altitudine superiore a quelle della stazione di Candoglia e che le perturbazioni hanno andamento subparallelo all'alveo, con direzione verso la foce e che tutto l'areale appartiene alla fascia Strona-Ornavasso-Pogallo, notoriamente con le precipitazioni più elevate forse dell'intero arco alpino, si ritiene valida la distribuzione di possibilità climatica relativa all'intero areale.

5.3.5. Precipitazioni brevi e intense di durata compresa fra 10' e 60'

Le precipitazioni brevi e intense di durata compresa fra 10' e 60' sono riportate negli Annali Idrologici in modo molto irregolare (in genere per ogni evento si può trovare un'osservazione sulla stazione maggiormente colpita e nessuna osservazione sulle stazioni adiacenti).

Pertanto al fine di individuare una legge di possibilità climatica che rappresentasse un riferimento comune per le progettazioni da eseguirsi sulle aree dissestate dall'evento dell'8 Luglio 1996 nel caso di tempi di corruzione inferiori all'ora sono stati utilizzati tutti i dati disponibili sugli Annali.

Poiché i campioni contengono durate molto variabili è stata innanzitutto eseguita una estrapolazione dei dati originali in modo tale da trasformarli in dati appartenenti a classi di durata prestabilite di 10', 20', 30', 45', 60' (in realtà il dato di 60' è quasi sempre indistinguibile negli Annali da quello di 1 ora).

Sui dati così corretti sono stati eseguiti gli adattamenti alle varie distribuzioni di probabilità.

Tale elaborazione consente di determinare la probabilità che una certa altezza di pioggia si verifichi nell'areale considerato; i suoi risultati sono i seguenti:

TEMPI DI RITORNO (ANNI)	DURATE (ORE E MINUTI)				
	10'	20'	30'	45'	1h
10	20.2	29.2	35.7	50.5	66.4
50	26.3	38.8	49.1	67.7	83.5
100	29.0	42.8	54.8	75.1	90.8
200	31.5	46.8	60.5	82.3	98.0
500	35.0	52.2	68.0	91.9	107.5

Con un processo di normalizzazione si sono ottenuti i parametri "a" e "n" a vari tempi di ritorno e validi per l'areale colpito dall'evento dell'8 Luglio 1996.

STAZIONE	PARAMETRI "a" E "n" RELATIVI A VARI TEMPI DI RITORNO									
	10		50		100		200		500	
	a	n	a	n	a	n	A	n	a	n
Areale	62.1	0.68	79.8	0.63	89.0	0.64	96.8	0.64	107.0	0.63

Si osserva che la distribuzione è praticamente identica quella della stazione di Candoglia per durate comprese fra 1 e 24 ore, mentre differisce leggermente da quella relativa all'insieme dell'areale sempre su durate superiori a 1 ora.

Tuttavia, questo fatto è abituale in tali tipi di analisi, cioè le due curve si intersecano in un punto che nel caso in esame si colloca su una durata di poco superiore all'ora (1.19-1.37 ore).

5.3.6. Piogge critiche ragguagliate

Si sono innanzitutto calcolati i coefficienti "a" e "n" per le piogge ragguagliate secondo Gabella:

$$a' = a (1 - 0.052 \cdot A + 0.002 A^2)$$

$$n' = \frac{(4 \cdot n + 0.07 \cdot A)}{3}$$

Su un bacino di circa 10 Km² come quello in esame l'uso di tali equazioni corrisponde ad una riduzione di circa il 70% che è leggermente inferiore a quella proposta dal Westher Boreau.

Considerando l'andamento sudovest-norddest dell'asta torrentizia, andamento parallelo e con lo stesso verso di quello delle abituali perturbazioni, si è ritenuto di utilizzare un coefficiente di ragguaglio più elevato e pari a 0.8.

5.3.7. Tempo di corrivazione

Si è utilizzato il metodo Visentini-Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{Q_m - Q_s}}$$

da cui $t_c = 0.91$ ore = 55 minuti

Si è ritenuto pertanto di utilizzare le curve di probabilità climatica per durate comprese tra 10' e 60'.

5.3.8. Coefficiente di deflusso di piena

Il coefficiente di deflusso di piena ϕ può esprimersi attraverso il seguente prodotto:

$$\phi = \phi_c \cdot \phi_p \cdot \phi_i$$

dove:

- ϕ = coefficiente di deflusso di piena
- ϕ_c = coefficiente dipendente dalla copertura vegetale
- ϕ_p = coefficiente dipendente dalla permeabilità
- ϕ_i = coefficiente dipendente dalla pendenza del bacino

Il calcolo eseguito su numerosi bacini dell'areale varia in genere attorno a 0.6 e 0.75.

Nel caso in esame si è ottenuto $\phi = 0.751$, ossia più elevato di quello di altri bacini.

5.3.9. Deflussi di piena

Generalmente la determinazione dei deflussi di piena può essere eseguita in quattro modi diversi:

- attraverso formule empiriche e semiempiriche che tengono conto soltanto delle caratteristiche morfometriche e del regime pluviometrico del bacino;
- per confronto con altri bacini della stessa zona, di cui si conoscano gli eventi massimi;
- attraverso metodi analitici che tengono conto in qualche modo della precipitazione che provoca la piena;
- attraverso l'elaborazione statistica delle portate di piena conosciute.

Qui di seguito sono illustrati i risultati ottenibili con i vari metodi.

a) Tra le formule empiriche e semiempiriche utilizzabili in queste condizioni per il calcolo delle portate di massima piena si deve annoverare la formula di Pagliaro (ha lo scopo di individuare una portata di piena che non dovrebbe essere mai superata, in quanto utilizzabile per il dimensionamento degli scarichi delle dighe):

$$Q_{\max} = \frac{2900}{A + 90} ; \quad \text{dove } A = \text{area del bacino}$$

Tale formula per la sezione esaminata in apice di conoide fornisce una portata di piena di 316.8 m³/s corrispondente a 28.7 m³/s • kmq di bacino.

La formula di De Marchi, valida per bacini montani soggetti a piogge giornaliere elevatissime, quale è quello in esame, possiede analoga struttura:

$$Q_{\max} = 6 \cdot \frac{500}{A + 125} + 1 ; \quad \text{dove } A = \text{area del bacino}$$

Tale formula per la medesima sezione fornisce una portata di piena di 254.07 mc/s corrispondente a 23 m³/s • kmq di bacino.

b) Tra i metodi che consentono di confrontare le piene di bacini analoghi o della stessa regione vi è la formula di Mongiardini, dedotta dall'autore analizzando statisticamente le portate di massima piena dei corsi d'acqua italiani e corretta per bacini di superficie compresa fra i 5 e i 10 km²;

$$Q_{\max} = Q_{100} \cdot (A/100)^{-1/2} \quad \text{dove } A = \text{area del bacino}$$

Q_{100} è un parametro caratteristico della regione idrologica a cui appartiene il bacino.

Il valore di Q_{100} proposto da Mongiardini è alquanto variabile in funzione della Zona geografica e dei tempi di ritorno.

Utilizzando tempi di ritorno secolari e i valori di $Q_{100} = 6$ proposti da Gheraldelli e Marchetti per i bacini della Zona si ottiene $199.2 \text{ m}^3/\text{s}$ corrispondenti a circa $18 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$.

Nel caso del Torrente San Carlo una valutazione dei deflussi di piena sulla base dell'analogia con altri bacini simili non è facilmente eseguibile soprattutto per le sue piccole dimensioni rispetto ai bacini di cui si dispone di dati, tuttavia è possibile, sempre utilizzando la formula di Mongiardini, rapportare al nostro bacino i dati elaborati dal sottoscritto per il Torrente San Bernardino che almeno, per pluviometria e idrogeologia, risulta analogo e per il quale è stato ricavato un Q_{100} di 8.35.

Questo valore rapportato al Torrente San Carlo fornisce una portata di piena di $277 \text{ m}^3/\text{s}$ corrispondente a un contributo di $25 \text{ m}^3/\text{s}$.

c) Il più usato dei metodi analitici che tengono conto della precipitazione che provoca la piena (ossia di quella precipitazione pari al tempo di corrivazione) è quello dovuto a Giandotti, successivamente modificato da Visentini per adattarlo a bacini più piccoli.

La formula che esprime la portata massima liquida è la seguente:

$$Q_{\max} = 0.277 \cdot \frac{\varphi \cdot A \cdot R \cdot P_c}{T_c}$$

dove: R = coefficiente di ragguglio
 A = area del bacino (in km^2)
 φ = coefficiente di deflusso
 P_c = piogge critiche (in mm)
 t_c = tempo di corrivazione (in ore)

Con i parametri idrologici individuati $Q_{\max} = 2.02 \cdot P_c$

I risultati sono i seguenti:

Tempi di ritorno (anni)	Piogge critiche (mm)	Q max (m^3/s)
10	58.12	117
50	75.05	152
100	83.62	169
200	90.95	184
500	100.63	203

Si osservi che, con tempo di ritorno di 500 anni il contributo di piena di sola acqua viene stimato in $18.4 \text{ m}^3/\text{s}$ per km^2 di bacino.

a) Il calcolo delle portate attraverso l'elaborazione statistica si basa sull'analisi di tipo probabilistico di una serie più o meno estesa di osservazioni idrometriche relative ad una data sezione di un corso d'acqua.

Per quanto riguarda il caso in esame non esiste una serie di misure disponibili, e ciò impedisce l'applicazione di tali metodi.

5.3.10. Valutazioni critiche sulle portate di piena

I valori di portata ottenuti con tutti i metodi sono notevolmente alti.

Si devono comunque fare le seguenti osservazioni:

- molte formule usate danno notoriamente valori eccessivi per piccoli bacini;
- molti valori usati da vari Autori per definire i Q_{100} sono stati ottenuti attraverso l'analisi delle marche di piena che sono attribuibili non solo al trasporto liquido ma anche a quello solido e spesso ad eventi di pulsazione di piena dovuti a sbarramenti effimeri formati negli alvei;
- il metodo della corrivazione consente una migliore definizione delle condizioni idrologiche locali ma fornisce portate di piena di sola acqua.

Si è ritenuto pertanto di utilizzare il metodo Visentini Giandotti che consente di stimare le portate in funzione del tempo di ritorno, ma di integrarlo con le valutazioni relative al trasporto solido (vedi paragrafi specifici nella presente relazione).

5.3.11. Valutazione del trasporto solido

La valutazione del trasporto solido di un corso d'acqua montano e a regime torrentizio è sempre molto complessa.

È possibile ottenere alcune valutazioni attraverso metodologie diverse.

a) Valutazione dell'erosione globale

Per quanto riguarda la valutazione dell'erosione globale si può far riferimento ai dati di letteratura nella colmatazione di serbatoi o laghi naturali.

Sulla colmatazione del bacino del Lago Maggiore si conoscono valutazioni relative ai corsi d'acqua Ticino e Maggia rispettivamente di 388 e 362 mc/kmq annui, da considerarsi valori molto alti, se confrontati con quelli dei corsi d'acqua alpini settentrionali meridionali che si aggirano attorno a 200 mc/annui.

Nel caso in esame, con circa 11 kmq di bacino, si potrebbero stimare 2-4000 mc annui di erosione.

In precedenti indagini sul T. San Carlo il sottoscritto, utilizzando il metodo di Gavrilovic, aveva ottenuto un valore di circa 2000 mc/annui.

L'erosione così calcolata è un'erosione media ed è quindi il risultato di erosioni molto basse per lunghi periodi e molto elevati in corrispondenza di eventi eccezionali.

b) Considerazioni sui fenomeni di trasporto

Una considerazione importante sul trasporto solido in relazione al particolare problema affrontato in questo studio è quello riguardante la distribuzione delle classi granulometriche che si osservano nell'alveo del torrente messo in relazione con la capacità di trasporto.

Ossia è importante individuare le classi granulometriche del materiale che durante una piena, in corrispondenza dei punti in cui diminuisce la pendenza dell'alveo, sono suscettibili di deposizione.

Vi sono presenti pertanto anche frazioni che non si depositano nella conoide del San Carlo ma vengono ancora trasportate dal Toce.

Si può ritenere che quest'ultima frazione corrisponda grossolanamente a quella trasportata in sospensione o, in parte, per saltazione, dal T. S. Carlo, ossia superiore ad oltre il 50% dell'erosione.

Un'altra considerazione importante è quella che il trasporto solido così calcolato è un trasporto solido medio e che quindi è il risultato di trasporti anche molto bassi in alcuni anni e molto elevati in corrispondenza di anni con forti piene ed eventi di grave dissesto gravitativo.

Non esiste però attualmente la possibilità teorico-matematica di calcolare la distribuzione probabilistica di tali variazioni dalla media, con metodi analoghi a quelli usati per il calcolo dei tempi di ritorno delle piene.

c) Valutazione dei fenomeni di deposizione attraverso la stima del volume della conoide

Il valore medio appare coerente, sulla base di altre osservazioni nella zona, con la dimensione attuale della conoide del San Carlo, il cui volume è valutabile molto grossolanamente in oltre 20.000.000 mc.

Tale conoide, nell'ipotesi fatta, si sarebbe formata in circa 10.000 anni; con le dovute cautele nei riguardi di questi calcoli, che vanno usati solo per valutazioni di larga massima, l'ipotesi fatta può essere plausibile, tenuto conto che 10.000 anni or sono la piana attuale del Toce all'altezza di Ornavasso non si era ancora colmata e che quindi i materiali alluvionali si depositavano in acqua a quote inferiori a quella considerata.

Se si considera invece solo la conoide emersa si ottengono volumi inferiori a 10.000.000 di mc, di cui solo una modesta parte depositatasi dopo l'avanzamento del delta del Toce (3-4.000 anni or sono).

I valori medi di deposizione sarebbero anche in questo caso coerenti con i dati di erosione (2000 m³/anno), ma occorre tenere presente che le condizioni iniziali di formazione della conoide potevano essere diverse, per la maggior disponibilità di materiali erodibili dopo il ritiro dei ghiacciai.

d) Confronto con eventi eccezionali di altri bacini simili

Durante l'evento dell'8 Luglio 1996, da considerarsi indicativamente a tempo di ritorno secolare, è stato possibile stimare i fenomeni di deposizione di materiale grossolano sulle conoidi torrentizie del Verbano e del Cusio interessate da fenomeni di debris-flow.

I risultati sono approssimativamente i seguenti:

CORSO D'ACQUA	SUPERFICIE APPROSSIMATIVA BACINO km ²	VOLUMI DEPOSTI m ³	CONTRIBUTI m ³ /km ²
T. Selvaspessa	6	60.000	10.000
T. Frassino	4	30-40.000	10.000
T. Inferno	2	50.000	20-25.000
T. Bertogna	1.5	17.000	13.000

Si osserva che i valori più alti di contributo si sono verificati ovviamente nei bacini più piccoli, mentre ambedue i corsi d'acqua maggiori hanno presentato un contributo di circa 10.000 m³/km²; ovviamente non compaiono nel computo i materiali fluitati oltre le conoidi.

Si potrebbe, pertanto, ritenere, per analogia e tenuto conto delle maggiori dimensioni del bacino del T. San Carlo, che la possibile deposizione di materiali in tale corso d'acqua possa raggiungere i 100.000 m³, in un evento indicativamente a tempo di ritorno a 100 anni.

Anche in questo caso non si tiene conto dei possibili materiali più fini fluitati nel Toce.

a) Modifiche antropiche che influenzano le modalità di deposizione.

Le opere di difesa realizzate negli ultimi 150 anni sul T. San Carlo hanno modificato sostanzialmente le condizioni di deposizione rispetto a quelle naturali.

Innanzitutto la formazione di un canale centrale ad elevata pendenza e a bassa scabrezza ha impedito la deposizione di materiali grossolani in apice di conoide e ha trasferito questo problema nella parte medio inferiore della conoide.

L'aumentato sovralluvionamento in corrispondenza del ponte ferroviario è stato successivamente superato mediante lastricatura del fondo alveo con il conseguente trasferimento del sovralluvionamento alla foce.

La recente formazione di due briglie selettive al termine del tratto montano ha invece determinato migliori condizioni di trattenimento, rallentamento e, forse, anche di arresto di fenomeni di trasporto di massa.

f) Distribuzione del trasporto solido nel periodo di piena

La valutazione del trasporto solido nel canale, durante il colmo di piena è alquanto complessa.

Tenendo conto tuttavia:

- di un evento catastrofico che mobilizzi 100.000 m³ di materiale, da medio a grossolano, teoricamente depositabile in conoide per condizioni naturali e, forse, altrettanti materiali fini fluitabili;
- di un trattenimento da parte delle briglie selettive già realizzate, e dei tratti immediatamente a monte, di almeno 40.000 m³ della frazione più grossolana con caratteristiche selettive e di massa;
- di un trattenimento lungo il canale di deflusso di altri 20.000 m³ di frazione media selezionata granulometricamente;
- di una durata dell'evento pari al tempo di corrivazione e di circa la metà dell'onda di piena;
- di altri 30.000 m³ di materiali fini fluitati nello stesso tempo

Si avrebbe una portata solida media transitata e non depositata pari a:

$$Q_s = (100.000 - 40.000 - 20.000 + 30.000) \text{ m}^3/3600 \text{ s} \cong 20 \text{ m}^3/\text{s}$$

che rappresentano circa il 10% della portata idrica.

Ovviamente, nel colmo di piena la portata solida è sicuramente più elevata di quella media e ragionevolmente può essere stimata in circa il 20% della portata idrica.

g) Conclusioni

Da tutte le considerazioni sopra illustrate sembra di poter evincere quanto segue, per quanto concerne il T. San Carlo:

- L'erosione globale media del termine della glaciazione può essere stimata in 2.000-4.000 m³/anno.
- L'erosione iniziale deve essere stata più elevata a causa di maggior disponibilità di materiali mentre quella attuale non supera i 2.000 m³/annui.
- I materiali depositi in conoide rappresentano solo una parte di tale erosione, ossia di circa 1.000 m³/anno.
- Il materiale più grossolano viene mobilizzato in corrispondenza di pochi eventi eccezionali (a tempo di ritorno 20-100 anni).
- Ciascun evento può depositare materiale grossolano (ghiaie, ciottoli e massi) nella conoide in condizioni naturali per volumi dell'ordine di 10.000 m³/km² di bacino, ossia di circa 100-110.000 m³ totali.
- Altrettanto materiale più fine (sabbie e limi) può essere mobilizzato e trasportato poi dal F.Toce, ma con tempi di ritorno più lunghi rispetto a quelle di un evento catastrofico.
- Le aree di deposizione in un singolo evento non sono solamente localizzate in conoide o nel Toce, ma anche nei tratti montani meno ripidi e, di recente, dopo la formazione di due nuove briglie selettive, anche a monte delle medesime.
- La canalizzazione nel tratto di conoide determina, invece, un maggior trasferimento a valle dei materiali mobilizzati.
- La frazione di trasporto solido fluitata nel canale in conoide nelle condizioni attuali può essere stimata in ragione del 10% della portata idrica a tempo di ritorno 100 anni e riferita alla durata della piena pari al tempo di corrivazione e anche del 20% nel colmo di piena.

5.4. TORRENTE BLET

5.4.1. Caratteristiche generali

Il Torrente Blet nasce sulle pendici settentrionali della Cima delle Tre Croci (1878.5 m s.l.m.), scorre con direzione sud-nord prevalentemente sul substrato roccioso e sfocia nel Fiume Toce a monte del ponte sulla Strada Statale n.229 in località Migliandone.

Il tracciato del torrente è circa rettilineo e il reticolato idrografico definisce un pattern di tipo convergente che si sviluppa in modo asimmetrico, prevalentemente in corrispondenza del fianco sinistro della valle.

5.4.2. Caratteristiche morfometriche

Anche in questo caso è stata presa in considerazione, ai fini della dinamica del corso d'acqua, la sezione di chiusura corrispondente all'apice del conoide che rappresenta storicamente quella più significativa al fine della valutazione del rischio.

Le caratteristiche geometriche e morfometriche del bacino sono di seguito illustrate:

Superficie del bacino:	2.94 km ²
Lunghezza asta principale:	2.85 km
Quota media:	1100.3 m. s.l.m.
Quota sezione di chiusura:	220 m s.l.m.

5.4.3. Pluviometria e precipitazioni

Per quanto attiene alle caratteristiche pluviometriche della zona, ai valori delle precipitazioni di notevole intensità comprese tra 1 e 24 ore e a quelli delle precipitazioni brevi e intense di durata compresa tra 1' e 60', si fa riferimento a quanto indicato nel relativo capitolo dedicato al Torrente San Carlo.

5.4.4. Piogge critiche ragguagliate

Si è ritenuto sulla base delle considerazioni già fatte per il T.San Carlo di utilizzare un coefficiente di ragguaglio pari a 0.8.

5.4.5. Tempo di corrivazione

Si è utilizzato il metodo Visentini-Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{Q_m - Q_s}}$$

da cui $t_c = 0.47$ ore = 28 minuti

Si è ritenuto pertanto di utilizzare le curve di probabilità climatica per durate comprese tra 10' e 60'.

5.4.6. Coefficiente di deflusso di piena

Nel caso in esame si è assunto cautelativamente $\varphi = 0.8$

5.4.7. Deflussi di piena

Il calcolo dei deflussi di massima piena è stato condotto utilizzando le formulazioni dei diversi autori citati nel relativo capitolo dedicato al T. San Carlo:

- Pagliaro :
$$Q_{max} = \frac{2900}{A + 90}$$
 ; dove A = area del bacino

Tale formula per la sezione esaminata in apice di conoide fornisce una portata di piena di 31.2 mc/s corrispondente a 10.6 mc/s • kmq di bacino.

- De Marchi:
$$Q_{max} = 6 \cdot \frac{500}{A + 125} + 1$$
 ; dove A = area del bacino

Tale formula per la medesima sezione fornisce una portata di piena di 24.45 mc/s corrispondente a 8.32 mc/s * kmq di bacino.

- Giandotti e Visentini:
$$Q_{max} = 0.277 \cdot \frac{\varphi \cdot A \cdot P_c}{t_c}$$

dove: R = coefficiente di ragguglio
A = area del bacino (in kmq)
φ = coefficiente di deflusso
Pc = piogge critiche (in mm)
tc = tempo di corrivazione (in ore)

Con i parametri idrologici individuati $Q_{max} = 1.38 \cdot P_c$

I risultati sono i seguenti:

Tempi di ritorno (anni)	Piogge critiche (mm)	Q max (mc/s)
10	37.11	41.24
50	49.53	55.04
100	54.82	60.92
200	59.63	66.26
500	66.41	73.80

Si osservi che, con tempo di ritorno di 500 anni il contributo di piena di sola acqua viene stimato in 25.1 mc/s per kmq di bacino.

Per le possibilità probabilistiche offerte dal metodo Visentini Giandotti, si è ritenuto di utilizzare quest'ultimo.

5.4.8. Valutazioni critiche sulle portate di piena

Valgono anche in questo caso le valutazioni già eseguite per il T.San Carlo.

È stato opportuno pertanto esaminare le caratteristiche del trasporto solido (vedi paragrafo successivo) a fine di aggiungere tale dato alle valutazioni eseguite con il metodo della corrivazione.

5.4.9. Valutazione del trasporto solido

Il bacino del T.Blet si sviluppa quasi interamente in roccia, gli apporti di materiale detritico in alveo sono sensibilmente inferiori rispetto a quelli caratteristici del bacino del San Carlo.

L'elevata pendenza del tratto montano del bacino determina fenomeni di deposizione piuttosto rilevanti soltanto nel tratto di alveo che scorre nel fondovalle, dove le pendenze sono molto limitate.

In questo tratto i depositi in alveo sono costituiti prevalentemente da ciottoli decimetrici e da ghiaie, i materiali a granulometria più grossolana tendono a depositarsi invece in corrispondenza dell'apice del conoide.

Risulta difficile fare una valutazione quantitativa del trasporto solido sulla base dei volumi dell'edificio di conoide, in quanto esso risulta in buona parte demolito dall'azione erosiva del Fiume Toce.

Il trasporto avviene prevalentemente in coincidenza di episodi di piena eccezionale e può essere stimato pari a circa il 20% della portata liquida.

5.5. CORSI D'ACQUA MINORI

5.5.1. Caratteristiche generali

I corsi d'acqua minori analizzati sono tutti affluenti di destra del fiume Toce, presentano bacini di superficie inferiore a 1 km² che si sviluppano nell'area compresa tra i due bacini principali (San Carlo e Blet) a quote inferiori rispetto a questi.

I bacini di tutti questi rii si presentano in genere con sviluppo allungato secondo la linea di massima pendenza, lungo la quale si sviluppa per lo più l'asta principale, con direzione variabile da W-E a S-N.; sono per la maggior parte interessati da una copertura vegetale di tipo arboreo, tranne che nelle fasce più prossime alle aree urbanizzate.

I reticolati idrografici sono scarsamente sviluppati, con affluenti brevi e non ramificati, i patterns sono di tipo convergente.

I bacini dei tre rii analizzati convergono e si chiudono all'altezza della Punta Fenore (1435 m s.l.m.)

Il rio Val Buona (o Hinni, secondo la toponomastica walser) è caratterizzato da andamento estremamente rettilineo con bacino stretto e allungato lungo l'asse E-W; l'apparato conoidale è molto ridotto.

I rii Loia e Lanca presentano bacini con caratteristiche simili al precedente, allungati in direzione circa S-N.

Sui conoidi di questi corsi d'acqua si trovano le frazioni rispettivamente di Loia e Gabbio.

Le acque del rio Loia e del rio Lanca vengono raccolte da un canale collettore comune che le convoglia verso il fiume Toce poco a valle della località Punta di Teglia.

5.5.2. Caratteristiche morfometriche

Le caratteristiche morfometriche dei singoli bacini relative alle sezioni corrispondenti all'apice di conoide sono riassunte nella seguente tabella.

CORSO D'ACQUA	SUP. BACINO km ²	LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE km	QUOTA MEDIA m s.l.m.	QUOTA SEZ. DI CHIUSURA m s.l.m.
Rio Val Buona (Hinni)	0.95	2.15	742	210
Rio Loia	0.80	1.25	609.2	220
Rio Lanca	0.75	1.10	759.3	220

5.5.3. Pluviometria e precipitazioni

Per quanto attiene alle caratteristiche pluviometriche della zone, ai valori delle precipitazioni di notevole intensità comprese tra 1 e 24 ore e a quelli delle precipitazioni brevi e intense di durata compresa tra 1' e 60', si fa riferimento a quanto indicato nel relativo capitolo dedicato al Torrente San Carlo.

5.5.4. Piogge critiche ragguagliate

Su bacini di dimensioni modeste come quelli in esame, si è ritenuto di utilizzare un coefficiente di ragguaglio pari a 0.9.

5.5.5. Tempo di corrivazione

Si è utilizzato il metodo Visentini-Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{Q_m - Q_s}}$$

I risultati relativi ai singoli corsi d'acqua sono riassunti nella seguente tabella:

Corso d'acqua	t _c ore	T _c Minuti
Rio Val Buona:	0.39	23.4
Rio Loia:	0.35	21
Rio Lanca:	0.28	16.8

Si è ritenuto pertanto di utilizzare le curve di probabilità climatica per durate comprese tra 10' e 60'.

5.5.6. Coefficiente di deflusso di piena

Nel caso in esame si è assunto cautelativamente $\varphi = 0.8$

5.5.7. Deflussi di piena

Il calcolo dei deflussi di massima piena è stato condotto utilizzando le formulazioni dei diversi autori citati nel relativo capitolo dedicato al T. San Carlo:

- Pagliaro : $Q_{max} = \frac{2900}{A + 90}$; dove A = area del bacino

Di seguito vengono riassunti i risultati relativi ai singoli corsi d'acqua:

Corso d'acqua	Q _{max} mc/s	Contributo unitario mc/s * kmq
Rio Val Buona (Hinni)	31.88	33.56
Rio Loia	31.93	39.90
Rio Lanca	31.95	42.60

- De Marchi: $Q_{max} = 6 \cdot \frac{500}{A + 125} + 1$; dove A = area del bacino

Di seguito vengono riassunti i risultati relativi ai singoli corsi d'acqua:

Corso d'acqua	Qmax mc/s	Contributo unitario mc/s * kmq
Rio Val Buona (Hinni)	24.82	26.13
Rio Loia	24.85	31.06
Rio Lanca	24.86	33.15

$$Q_{max} = \varphi \cdot A \cdot P_c$$

• Giandotti e Visentini: $Q_{max} = 0.277 \cdot \frac{\varphi \cdot A \cdot P_c}{t_c}$

dove: R = coefficiente di ragguaglio
A = area del bacino (in kmq)
 φ = coefficiente di deflusso
Pc = piogge critiche (in mm)
tc = tempo di corrivazione (in ore)

I risultati relativi ai diversi corsi d'acqua sono riassunti nelle seguenti tabelle:

RIO VAL BUONA			
Tempo di ritorno Anni	Pioggia critica mm	Qmax mc/s	Contributo unitario mc/s*kmq
10	32.51	14.18	14.92
50	43.81	19.11	20.11
100	48.40	21.11	22.22
200	52.64	22.96	24.17
500	58.75	25.63	26.98

RIO LOIA			
Tempo di ritorno Anni	Pioggia critica mm	Qmax mc/s	Contributo unitario mc/s*kmq
10	30.15	12.37	15.46
50	40.85	16.77	20.96
100	45.08	18.51	23.14
200	49.03	20.13	25.16
500	54.78	22.49	28.11

RIO LANCA			
Tempo di ritorno Anni	Pioggia critica mm	Qmax mc/s	Contributo unitario mc/s*kmq
10	25.83	12.48	16.64
50	35.40	17.10	22.80
100	38.98	18.83	25.11
200	42.40	20.48	27.31
500	47.47	22.93	30.57

Anche in questo caso si è ritenuto utilizzare il metodo Visentini Giandotti che consente di stimare i tempi di ritorno delle varie piene.

5.5.8. Valutazione del trasporto solido

Come avanti descritto relativamente al Torrente Blet, anche nel caso dei corsi d'acqua minori risulta difficoltosa una valutazione quantitativa del trasporto solido in alveo, gli apporti di materiale detritico in alveo non sono in ogni caso molto significativi.

I fenomeni di trasporto solido sono occasionali e si verificano quasi esclusivamente in occasione di piene eccezionali, in queste occasioni possono essere valutati, in via cautelativa, pari a circa il 20% della portata liquida.

5.6. ANALISI GEOMORFICA QUANTITATIVA

L'analisi di un reticolato idrografico mediante l'applicazione delle leggi di Horton permette di valutare le caratteristiche medie dei vari segmenti (frequenze, lunghezze, pendenze, aree dei relativi bacini e dislivelli in funzione dell'ordine di appartenenza).

L'attribuzione dell'ordine gerarchico si effettua sulla base dei rapporti di confluenza: le aste di primo ordine corrispondono ai segmenti privi di diramazioni, le aste di secondo si originano dall'intersezione di due di primo, e così via, fino alla determinazione dell'ordine più elevato, che corrisponde all'asta terminale e definisce il bacino.

La prima fase di lavoro si effettua quindi sulla carta e consiste nell'attribuzione dell'ordine ai vari segmenti e al relativo conteggio; successivamente, per ogni singola asta, vengono valutati i quattro parametri che la caratterizzano: lunghezza, dislivello e pendenza (calcolati sull'asta dell'ordine in esame) e area (valutata in senso cumulativo, considerando gli eventuali sottobacini di ordine inferiore inclusi).

Quindi, per ogni ordine, si procede alla definizione dei valori medi (aree e pendenze) o di quelli medi cumulativi (lunghezze e dislivelli), che si ottengono sommando alla media dell'ordine la media dell'ordine immediatamente precedente.

La fase successiva prevede il confronto dei valori medi ottenuti con il modello teorico che può essere ricostruito a partire dagli stessi dati, ma riferibile a una condizione ideale (omogeneità litologica, strutturale e climatica su tutta l'area nel corso delle varie fasi evolutive).

La rappresentazione dei dati e dei relativi modelli teorici si effettua su diagrammi semilogaritmici, recanti in ascissa (scala aritmetica) l'ordine gerarchico e in ordinata (scala logaritmica) il parametro considerato.

Interpolando i punti che traducono le condizioni medie individuate con la regressione a maggior significatività (equazioni logaritmiche di forma positiva o negativa, rappresentate da linee rette in questo tipo di diagrammi) si ottengono i modelli teorici cercati. Essi costituiscono la rappresentazione della legge che descrive il regolare variare del parametro in funzione dell'ordine.

L'analisi prevede il confronto dei valori sperimentali con quelli riconducibili ai modelli e l'individuazione delle situazioni a maggiore anomalia, che possono essere interpretate combinando le osservazioni fatte sui vari diagrammi.

5.6.1. Applicazione della metodologia allo studio del Rio San Carlo

A conclusione dell'analisi condotta sul reticolato idrografico del Rio San Carlo viene proposta la seguente tabella riassuntiva:

u	N	ΣL m	L_m m	L_{mc} m	ΣA kmq	A_m kmq	ΔH_m m	ΔH_{mc} m	θ_m %
1	81	23710	293	293	5.26	0.06	192	192	68.5
2	18	9130	507	800	5.30	0.29	269	461	56.6
3	6	3730	622	1422	3.69	0.61	276	737	44.4
4	2	2120	1060	2482	6.72	3.36	305	1042	31.1
5	1	3700	3700	6182	11.02	11.02	442	1484	11.9

dove:

- u ordine gerarchico
- N frequenza, ossia numero delle aste di un dato ordine
- ΣL lunghezza complessiva delle aste di un dato ordine
- L_m lunghezza media delle aste di un dato ordine
- L_{mc} lunghezza media cumulativa delle aste di un dato ordine
- ΣA area complessiva dei bacini di un dato ordine
- A_m area media dei bacini di un dato ordine
- ΔH_m dislivello medio delle aste di un dato ordine
- ΔH_{mc} dislivello medio cumulativo delle aste di un dato ordine
- θ_m pendenza media percentuale delle aste di un dato ordine

Seguendo le modalità precedentemente esposte sono stati realizzati i diagrammi che hanno consentito di caratterizzare la rete idrografica; per ciascuno viene proposta anche l'equazione che descrive la progressione geometrica ideale.

Diagramma Ordine-Frequenza: ha messo in evidenza un significativo deficit di aste a livello del II e III ordine e un eccesso di quelle di I. Un rapido esame cartografico consente di valutare visivamente questa situazione, evidenziando la scarsità di aste di ordine intermedio sul versante sinistro della valle e la concentrazione di quelle di primo sul versante opposto.

Diagramma Ordine-Lunghezze Medie Cumulative: in questo caso è stato evidenziato l'eccesso di lunghezza delle aste di II ordine e il difetto di quelle di IV.

Diagramma Ordine-Pendenze Medie: riscontrare una buona adesione al modello teorico in questo tipo di diagramma è sempre piuttosto difficile, essendo la pendenza delle aste il parametro più facilmente condizionabile dalla variabilità litologico-strutturale.

Come evidente nel diagramma l'unico ordine che rispetta la previsione è il II: il I e il V sono risultati inferiori, mentre il III e il IV inferiori.

Diagramma Ordine-Aree Medie Cumulative: in questo caso è risultata significativa la situazione relativa al III ordine, con bacini decisamente inferiori rispetto al valore teorico prevedibile.

Diagramma Ordine-Dislivelli Medi Cumulativi: gli scostamenti osservati sono piuttosto ridotti; significativo è comunque risultato il dislivello delle aste di primo ordine.

Diagramma Aree-Lunghezze Medie Cumulative: un'ulteriore possibilità di analisi dei reticolati idrografici consiste nel confronto dei parametri areali e lineari per un dato ordine; in questo caso l'interpolazione fornisce un modello teorico che può essere descritto mediante un'equazione esponenziale, rappresentata da una retta in un diagramma bilogarithmico.

Come si può osservare anche in questo caso i punti sperimentali cadono molto vicino alla retta teorica. Le situazioni che presentano un maggiore scostamento (III e IV ordine) sono interpretabili diversamente: mentre per il III ordine è evidente un elevato sviluppo lineare unitario rispetto alle condizioni medie che caratterizzano gli altri ordini, il IV ordine indica una situazione opposta.

Combinando queste osservazioni si può concludere che la rete idrografica nonostante un diffuso difetto di aste a livello degli ordini intermedi presenta comunque un adeguato sviluppo lineare, che si ricorda però essere prevalentemente concentrato sul versante destro della valle.

Particolarmente significativa, per le dirette conseguenze sulla possibilità di trasporto e deposito, è risultata l'analisi delle pendenze che ha evidenziato gli elevati valori delle aste di terzo e quarto ordine, decisamente superiori alla media ipotizzabile e il ridotto gradiente dell'asta principale.

6. CARATTERISTICHE GEOIDROLOGICHE DEL TERRITORIO

6.1. CARATTERISTICHE GENERALI

La circolazione delle acque sotterranee avviene in misura strettamente dipendente dalla permeabilità dei terreni; da questo punto di vista il territorio in esame può essere suddiviso in:

a) Zone a flusso nullo.

Sotto questa denominazione sono raggruppati tutti gli affioramenti di rocce impermeabili che permettono alle acque uno scorrimento esclusivamente superficiale.

b) Zone a flusso per fessurazione.

Si tratta di zone caratterizzate dalla presenza di rocce fratturate o dislocate in modo da permettere una circolazione sotterranea al loro interno.

L'alimentazione di tale circolazione avviene per cessione d'acqua dalle coperture permeabili sovrastanti, per infiltrazione lungo gli alvei dei corsi d'acqua o, più limitatamente, per infiltrazione superficiale diretta. L'emersione delle acque avviene mediante sorgenti di frattura.

La lunghezza dei percorsi sotterranei influisce in modo rilevante sul regime di tali sorgenti e sulle loro caratteristiche chimiche e batteriologiche.

L'individuazione di tali sorgenti è in genere abbastanza ovvia, in quanto si tratta di emergenze conosciute da lungo tempo, salvo nei casi in cui gli affioramenti siano nascosti da depositi superficiali (sorgenti geologiche).

c) Zone a flusso per porosità.

Sono tutte le aree coperte da depositi superficiali incoerenti, in posto o rielaborati, nei quali avviene una circolazione di acque sotterranee provenienti in larga misura dall'infiltrazione superficiale (compatibilmente con la permeabilità dei terreni), dalle perdite in subalveo, e in misura minore dalle diaclasi e fratture sotto forma di sorgenti geologiche.

Nell'ambito di questi depositi sono possibili locali aumenti del valore del coefficiente di permeabilità dei materiali; tali aumenti sono da imputare alla creazione, ad opera delle acque di filtrazione, di percorsi preferenziali lungo i quali la velocità di flusso può aumentare in modo non indifferente.

6.2. GEOIDROLOGIA DEI VERSANTI COLLINARI E MONTANI

I versanti collinari e montani che caratterizzano buona parte del territorio comunale di Ornavasso presentano una struttura caratterizzata da un substrato roccioso affiorante o ricoperto da deboli spessori di coltre eluviale o detritica e nelle zone meno acclivi, da terreni di natura morenica.

L'infiltrazione delle acque di scorrimento superficiale (ruscellanti o incanalate) avviene in corrispondenza di tutte le superfici permeabili, quindi nei depositi superficiali e nelle aree a substrato roccioso fratturato, che generalmente corrispondono ad alvei torrentizi o zone di conca (a causa della migliore erodibilità delle fasce fratturate).

Se è presente un acquifero in roccia di sufficienti dimensioni (fratturazioni pervasive su vaste aree e, soprattutto, in profondità) si può instaurare una importante circolazione idrica.

Nel caso in cui il substrato roccioso sia privo di fratturazione esso funge da limite di base di un acquifero in depositi sciolti, che può essere permanente nel caso di depositi a notevole sviluppo areale e spessore ed effimero nel caso della presenza solo della coltre eluviale o di depositi morenici di limitata entità. In quest'ultimo caso infatti si forma, a seguito di piogge prolungate, una zona satura nei depositi immediatamente al di sopra del contatto con il substrato.

Il flusso di tutte queste acque sotterranee rispecchia quello dei maggiori gradienti idraulici, e quindi in genere ha direzione corrispondente alla linea di massima pendenza dei versanti; sono possibili però locali variazioni legate o ad una diversa orientazione delle fratture acquifere oppure alla presenza di percorsi preferenziali nei depositi sciolti (ad esempio legati alla presenza di intercalazioni di sabbie fini sciolte all'interno dei depositi morenici).

L'emergenza di tali acque può avvenire mediante sorgenti di frattura sgorganti direttamente dalla roccia oppure sorgenti di limite di permeabilità definito, situate caratteristicamente in corrispondenza del passaggio fra depositi superficiali e substrato. Tipiche in queste situazioni sono le sorgenti localizzate alla testata di vallecole e le emergenze diffuse lungo l'asse dell'alveo dei torrenti.

In corrispondenza dei principali alpeggi, sovente localizzati su terrazzi di origine glaciale posti ai piedi dei versanti, sono presenti sorgenti per limite di permeabilità captate in modo rudimentale mediante tubazioni e vasche di raccolta.

Per la complessità della circolazione idrica sotterranea nelle zone collinari e montane, non si è ritenuto possibile realizzare una cartografia geoidrologica.

6.3. GEOIDROLOGIA DELLA PIANA DEL F.TOCE

L'area pianeggiante interessata dall'ultimo tratto del F.Toce rappresenta l'altra zona del territorio comunale interessata da notevolissimi spessori di depositi sciolti sede di una falda.

Infatti si tratta di sabbie, sabbie fini, sabbie limose, limi depositi dal F.Toce sul fondovalle in tempi anche piuttosto recenti.

Entro questi depositi, molto sciolti e privi di orizzonti impermeabili di sufficiente spessore e continuità orizzontale, è presente una falda freatica alimentata dall'infiltrazione superficiale, dalle perdite di subalveo del F.Toce, del T.San Carlo e, molto più limitatamente, dagli altri corsi d'acqua minori provenienti dai versanti montuosi adiacenti.

La superficie piezometrica su tutta la piana del fiume si trova a profondità limitata e addirittura, in corrispondenza di piene del F.Toce e di alti livelli lacustri, può innalzarsi fino a raggiungere in alcune zone più depresse la superficie topografica.

I coefficienti di permeabilità dei terreni presenti variano in genere da 10^{-4} a 10^{-7} m/s (passando da sabbie fini sciolte a limi), ed i gradienti idraulici sono in genere molto deboli.

La direzione di flusso tende verso il F.Toce e verso il Lago Maggiore, con isopiezometriche molto distanziate e, quindi, velocità di flusso delle acque sotterranee piuttosto bassa.

Per la superficialità della falda in condizioni limite non si è ritenuto necessario realizzare una cartografia della soggiacenza della stessa.

7. PROCESSI GEOMORFOLOGICI IN ATTO

7.1. FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITÀ

Sotto questa denominazione possono essere raggruppati tutti quei processi geomorfologici che hanno l'azione della gravità come elemento preponderante o scatenante.

Le forme riconosciute sono state rappresentate sulla Carta Geomorfologica e del dissesto a Scala 1: 10.000.

Frane

Con questo termine si definiscono i fenomeni gravitativi più intensi che coinvolgono le parti meno superficiali di un versante.

In un movimento franoso vengono distinte in genere:

- *nicchia di distacco* che corrisponde alla zona di versante in cui si è mobilizzato il materiale e che presenta geometria solitamente arcuata;
- *alveo o pendio di frana* che corrisponde alla porzione di versante in cui si è realizzato lo spostamento del materiale;
- *cumulo di frana* che corrisponde all'insieme dei materiali accumulatisi alla base del pendio e che presenta solitamente forma convessa e rilevata rispetto alla topografia preesistente.

Per la classificazione di questo tipo di fenomeni si farà riferimento a quella definita da Varnes (1948 e 1978) ripresa e commentata da Carrara, D'Elia e Semenza (1983), di seguito verranno riportate le definizioni relative ai fenomeni effettivamente osservati nell'ambito del territorio comunale e la descrizione degli episodi più esemplari individuati.

Spesso i movimenti franosi assumono tipologie complesse per cui ad esempio uno scorrimento può evolvere in colamento, in questi casi nella rappresentazione è stato considerato il fenomeno morfogenetico principale mediante il quale il movimento ha avuto inizio.

Frane di Crollo

Questo fenomeno può coinvolgere materiali lapidei o incoerenti che si distaccano improvvisamente dai versanti.

Lo spostamento dei materiali avviene prevalentemente in caduta libera, quindi il materiale si sposta per salti e rimbalzi e per rotolamento, durante il movimento la massa rocciosa può disgregarsi e frantumarsi.

Generalmente i distacchi avvengono in corrispondenza di preesistenti discontinuità strutturali (fratture o faglie), l'inizio del movimento è legato ad un incremento degli sforzi di taglio che può essere dovuto a diversi fattori determinanti tra i quali si ricordano : escursioni termiche, azioni crioclastiche (gelo e disgelo), erosioni da parte delle acque superficiali ai piedi del versante, effetti destabilizzanti degli apparati radicali, azioni antropiche.

Tali fattori possono contribuire in maniera singola o congiunta all'innescare del movimento.

Nell'ambito del territorio comunale fenomeni di franamento per crollo sono osservabili prevalentemente nelle porzioni montane e in particolare in corrispondenza delle testate dei bacini idrografici del T. San Carlo, del Rio Amonto e del Rio Blet.

In questi casi il fenomeno coinvolge esclusivamente il substrato roccioso che è qui caratterizzato da gradi elevati di alterazione e fratturazione, dovuti sia a disturbi di carattere tettonico-strutturale che a fenomeni di decompressione post-glaciale che inducono un generale rilascio tensionale che si manifesta con sistemi di fratturazione continui e pervasivi con direzione circa parallela a quella del versante.

Nel territorio urbanizzato l'episodio più rilevante accertato risale al 1931 e si è realizzato sul versante a monte del Santuario del Boden su una parete rocciosa costituita da marmi e calciferi in evidente stato di alterazione (la nicchia di distacco aveva una larghezza di circa 30 m).

All'impatto con il versante la massa distaccatasi si è frantumata in vari blocchi che si sono arrestati ad oltre 40 m di distanza verso valle, dopo una serie di rimbalzi e rotolamenti (alcuni, di notevoli dimensioni, si sono spinti molto più in basso, fino alla mulattiera di accesso al M. Massone).

L'area è stata quindi bonificata e consolidata e, da allora, non ha più manifestato segni di instabilità.

Frane di scorrimento

Il movimento avviene mediante uno spostamento dovuto al superamento della resistenza al taglio, lungo una o più superfici di neoformazione o preesistenti (contatto tettonico, contatto tra depositi superficiali e substrato, contatto tra porzione alterata del substrato e quella integra ecc.).

Si distinguono in:

- *Rotazionali* : movimenti di rotazione che si realizzano intorno ad un punto esterno al versante posto al di sopra del baricentro della massa.
- *Traslazionali* : il movimento si realizza lungo una superficie piana o debolmente ondulata che corrisponde in genere ad una discontinuità preesistente (faglie, fratture, limiti litologici, contatti tra copertura e substrato ecc.).

Le cause determinanti sono quelle che portano ad un decremento della resistenza al taglio lungo queste discontinuità e, in particolare, preminente risulta l'azione delle acque superficiali e/o di infiltrazione.

Nel territorio comunale questo tipo di fenomeni si riscontra sovente in corrispondenza dei versanti, spesso molto ripidi, di raccordo delle sponde dei torrenti principali e degli affluenti minori e sono in genere prodotti dall'erosione al piede del pendio da parte dei corsi d'acqua oppure dall'azione delle acque di infiltrazione.

Si tratta in genere di fenomeni di estensione limitata che non risultano cartografabili alla scala della rappresentazione.

In epoca storica (1933) l'episodio più rilevante interessò la zona del Santuario del Boden dove, in occasione di un violento nubifragio, a causa anche dell'assenza di opportune opere di drenaggio, si verificò lo scivolamento delle coltri moreniche su cui si fondavano il muro di sostegno della strada (franato per 15 m) e il muraglione di contenimento del santuario (abbassatosi per 22 m ed in parte franato).

I materiali mobilizzati raggiunsero l'alveo del Rio San Carlo provocando la sua parziale occlusione.

A seguito di tale evento la strada e le relative opere di sostegno e di drenaggio vennero spostate verso monte in modo da poter essere fondate su roccia, mentre il muraglione di contenimento fu consolidato con un robusto sistema di contrafforti in calcestruzzo collegati da arconi. Per stabilizzare e preservare le superfici sottostanti dai fenomeni di degradazione meteorica furono previste "graticciate vegetali" (fascinate) opportunamente distanziate.

Anche in questo caso l'intervento di sistemazione ha garantito il ripristino delle condizioni di stabilità dell'area che non è stata più interessata da fenomeni di dissesto.

Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV)

Nell'area sud occidentale del territorio comunale di Ornavasso ed in particolare nella dorsale che va dalla Cima delle Tre Croci all'Eyehorn, al confine con il comune di Anzola d'Ossola, sono rilevabili chiare evidenze morfologiche dell'esistenza di DGPV; in particolare sono stati riconosciuti sdoppiamenti di creste, contropendenze, porzioni rocciosi molto fratturate ed estese falde detritiche non colonizzate. Tali morfologie indicano l'esistenza del dissesto, tuttavia non sono da sole in grado di dare una risposta definitiva sull'attività della frana, che di conseguenza è stata cartografata come quiescente; sarebbe quindi necessario, vista la complessità morfologica sottolineata in precedenza, approfondire con adeguati monitoraggi ad esempio di tipo interferometrico SAR, rilievi topografici e studi geomorfologici di dettaglio l'eventuale presenza di elementi indicatori di stato di attività residua di versante a scala multimetrica, ma si deve ritenere incongruo tale approfondimento nell'ambito della stesura di indagini a corredo di un nuovo Piano Regolatore Comunale.

La presenza di tale dissesto infatti, potrebbe essere la causa della elevata potenzialità detritica riscontrabile nei bacini del T. San Carlo e del Rio Blet, fattore che concorre in maniera evidente a determinare lo stato di pericolosità molto elevata rilevato per i due corsi d'acqua.

Crolli e caduta massi da pareti rocciose

Si tratta di fenomeni di crollo e distacco di massi, lastre o limitate porzioni rocciose, localizzati in corrispondenza di pareti rocciose fratturate o di falde detritiche instabili e con elevata pendenza.

I distacchi possono essere inoltre favoriti dall'azione crioclastica di gelo-disgelo, dalla presenza di acque circolanti o dall'esecuzione di interventi umani destabilizzanti (p.es. scassi stradali o per l'esecuzione di opere edilizie, scavi al piede, ecc.).

Come avanti descritto questi fenomeni sono molto diffusi in corrispondenza delle testate delle valli principali, ma sono stati osservati anche lungo la strada che dal Boden conduce verso San Bartolomeo e sulle ripide pareti rocciose che definiscono in talune zone gli alvei dei torrenti minori.

Situazioni locali sono state rappresentate in cartografia.

Orlo di scarpata di degradazione

Questa forma è collegata a fenomeni erosivi più o meno intensi che coinvolgono i depositi superficiali posti in corrispondenza delle porzioni morfologicamente più elevate di versanti ad acclività media o elevata.

Il fenomeno è generalmente favorito dall'azione delle acque meteoriche e superficiali che dilavano i versanti e provocano l'asportazione delle particelle fini dei terreni ed il conseguente arretramento verso monte del ciglio della scarpata.

Si tratta di forme che caratterizzano in particolare gli orli delle placche moreniche che costituiscono in genere modeste aree pianeggianti limitate da versanti da acclivi a molto acclivi.

Sovente questo tipo di dissesto è localizzato anche in corrispondenza degli intagli stradali lungo i pendii.

7.2. FORME FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO

Dilavamento diffuso

Questo processo è generato dalle acque meteoriche che non si infiltrano nel terreno e scorrono in superficie in modo diffuso sotto forma di una rete anastomizzata di filetti d'acqua oppure in modo pellicolare.

Lo sviluppo di tale fenomeno è favorito su terreni con scarsa copertura vegetale, poco permeabili oppure impregnati di acqua in modo tale da impedire una ulteriore infiltrazione.

In condizioni morfologiche favorevoli il ruscellamento diffuso può evolvere in una concentrazione in rivoli e quindi in solchi di ruscellamento concentrato.

Solco da ruscellamento concentrato

Questo tipo di fenomeno è legato prevalentemente all'azione delle acque meteoriche e delle acque di ruscellamento non incanalate lungo i versanti, l'aumento di energia e, quindi, del potere erosivo di queste determina la tendenza progressiva a concentrarsi in rivoli.

Questi processi si sviluppano in prevalenza su terreni con scarsa copertura vegetale oppure scarsamente permeabili.

Il procedere dell'approfondimento provoca un ulteriore incremento del potere erosivo delle acque di ruscellamento, si generano così solchi allungati e spesso ramificati con progressivo arretramento delle testate delle incisioni.

Con questa simbologia sono state indicate in carta anche vere e proprie incisioni torrentizie minori non segnalate sulla base cartografica di riferimento.

Fenomeni di ristagno

Si tratta di fenomeni che possono essere ricondotti a due tipologie di fenomeno, ad emergenze di acque sotterranee o a fenomeni di ristagno dovuti ad una difficoltosa infiltrazione delle acque di scorrimento superficiale nel terreno, formando in ogni caso zone umide o addirittura allagate.

Tali fenomeni non creano dissesto ma sono penalizzanti nel caso di progetti di utilizzo delle aree in quanto necessitano di innalzamenti artificiali o di drenaggi.

Zone soggette a ristagno, o comunque a difficoltà di deflusso sono presenti nella regione denominata Prà del Fico dove i canali collettori delle acque provenienti dai versanti ("lanche"), in occasione di eventi piovosi intensi e di concomitanza con le piene del Fiume Toce, presentano difficoltà a smaltire le portate liquide anche a causa del cattivo stato manutenzione delle opere idrauliche esistenti .

7.3. DINAMICA LEGATA AD ACQUE INCANALATE

Orli di scarpata torrentizia

Il reticolo idrografico della zona , per quanto attiene ai bacini dei torrenti principali e minori, può essere considerato in uno stadio di sviluppo giovanile nel quale i fenomeni erosivi rivestono un ruolo predominante.

In queste condizioni i fenomeni di trasporto, in coincidenza con eventi alluvionali intensi, sono caratterizzati da notevole energia, le piene più forti modificano localmente in modo significativo la morfologia degli alvei.

E' quindi frequente la presenza, lungo le fasce spondali dei corsi d'acqua principali, di scarpate incise nei depositi incoerenti dall'azione erosiva delle acque. Queste forme presentano in genere profilo subverticale o strapiombante e una forte tendenza all'arretramento, la loro evoluzione è rapida, l'azione delle acque corrive può determinare lo scalzamento al piede delle sponde e l'innescò di frane di scorrimento che possono produrre l'occlusione dell'alveo del torrente.

Con questa simbologia sono stati indicati anche gli orli degli impluvi dei rii minori che, localmente, presentano scarpate con dislivelli anche di alcuni metri.

Tali forme sono state riconosciute sia all'interno delle zone a depositi alluvionali (sia antichi terrazzati che recenti o attuali) sia in corrispondenza di aree a substrato roccioso affiorante (limiti di forre torrentizie) o subaffiorante o caratterizzate da depositi morenici.

Inoltre in corrispondenza di depositi superficiali (morenici o di coltre detritica) una forma di questo tipo nei pressi della testata delle vallecòle sta a indicare fenomeni di erosione regressiva dovuta alla presenza generalmente di venute sorgentizie alla base.

Nel territorio comunale sono state riconosciute moltissime di queste forme; la scelta di segnalarle il più possibile è dovuta al fatto che esse rappresentano un aspetto fondamentale da considerare nell'ambito delle previsioni di edificabilità o comunque di utilizzo di un'area, benchè non siano da considerarsi come forme di dissesto.

Erosione spondale e di fondo

Enormi fenomeni erosivi, come già accennato, furono presenti in passato in corrispondenza di periodi di bassissimi livelli marini, con produzione di profondi canyons e forre nei corsi d'acqua che affluivano al mare e, via via, nei rami confluenti in essi.

Al ritiro dei ghiacciai l'attività erosiva dei corsi d'acqua riprese ma in condizioni completamente mutate soprattutto dalla presenza del Fiume Toce, che rappresenta il livello di base dei profili di erosione dei torrenti in esso confluenti.

Fenomeni di erosione spondale e del fondo dell'alveo sono frequenti anche ora nel territorio comunale, in quanto sia i torrenti minori che i maggiori San Carlo e Blet, presentano tratti a elevata pendenza tale da produrre fenomeni erosivi nel caso in cui scorrano su depositi sciolti.

L'erosione spondale è concentrata soprattutto sulle sponde esterne delle anse, quella di fondo in corrispondenza delle maggiori pendenze del profilo di fondo dei corsi d'acqua.

E' probabile che uno degli agenti morfogenetici fondamentali per tale evoluzione sia stato il lento abbassamento del livello lacustre, avvertibile anche nell'ultimo millennio, nonché il mutato apporto di materiale solido dovuto ad opere di sistemazione idrogeologica e alla formazione di invasi e derivazioni idroelettriche.

Tali forme non sono state cartografate puntualmente (anche perché difficilmente rappresentabili a scala 1:10.000) e pertanto sono da considerarsi rappresentati nella Carta Geomorfologica e del dissesto come dissesti lineari ad energia elevata o molto elevata.

Deposizione spondale o sovralluvionamento del F. Toce

E' costituita dal fenomeno di deposizione lungo l'alveo che avviene in corrispondenza di rallentamenti della corrente e, quindi, di diminuzione delle capacità di trasporto del corso d'acqua.

Può avvenire o solo su un lato dell'alveo, in genere in corrispondenza della sponda interna delle anse, con formazione di barre di meandro oppure su tutta l'ampiezza dello stesso (sovralluvionamento) con formazione di isole fluviali.

Tali tematismi sono riportati nella carta geologico-strutturale e non costituiscono dissesto.

Rotta d'argine o tracimazione

Come già precisato in parte al punto precedente, nel caso della presenza di sezioni di deflusso insufficienti a seguito di piene elevate si possono avere delle rotte d'argine con smantellamento di parte degli argini naturali o artificiali) o comunque delle tracimazioni sulle aree limitrofe ai corsi d'acqua.

Si tratta di fenomeni che, soprattutto in passato, hanno interessato buona parte dei corsi d'acqua a carattere torrentizio nel territorio comunale e in particolare il Rio San Carlo che nella seconda metà del secolo scorso è stato protagonista di eventi alluvionali catastrofici che hanno più volte causato ingenti danni all'abitato di Ornavasso.

Le tracimazioni sono state spesso indotte, oltre che dall'assenza di adeguate opere di regimazione e dalla presenza di sezioni di deflusso insufficienti, dal verificarsi di fenomeni di dissesto gravitativo lungo le sponde del torrente che hanno causato la parziale ostruzione dello stesso e hanno, inoltre, alimentato di detriti le acque provocando l'innescò di veri e propri debris-flows.

La quasi totalità di queste tracimazioni o rotte d'argine risalgono a piene eccezionali avvenute in passato, e non più presentatesi negli ultimi decenni, in parte probabilmente in quanto controllate dall'esecuzione di opere di sistemazione del corso d'acqua: tali episodi sono stati ugualmente segnalati, in quanto non si può escludere totalmente la possibilità di un loro nuovo accadimento, anche se con basse probabilità.

Per quanto riguarda il Fiume Toce gli episodi di tracimazione sono invece molto più frequenti, favoriti dalla presenza di opere di arginatura utili a proteggere dall'erosione le sponde, ma non sufficienti a contenere le piene eccezionali i cui effetti risultano amplificati nel caso di concomitanza con le piene del Lago Maggiore a causa dei fenomeni di rigurgito da esse indotti.

7.4. FORME ANTROPICHE

Cava attiva o abbandonata

Si tratta di aree di coltivazione che interessano o interessavano gli orizzonti carbonatici (marmi e calcefiri) affioranti nel territorio comunale.

L'unica cava attualmente in fase di coltivazione si trova in corrispondenza dell'imbocco della mulattiera per il Forte Bara, la coltivazione, che interessa una bancata di limitata estensione, avviene attualmente in sotterraneo.

L'altra zona principale di attività estrattiva si trova lungo la strada che porta dal Boden all'Alpe Cortevocchio, ma risulta attualmente dismessa.

Una serie di modesti tentativi di coltivazione sono distribuiti in varie zone del territorio, la gran parte degli "assaggi" riguardano i marmi, ma sono riconoscibili tracce di coltivazione anche riferite a litotipi di natura anfibolitica (anfibioliiti a chiazze) lungo la mulattiera che costeggiando il versante porta al Forte Bara, ma si tratta probabilmente di una piccola cava di prestito utilizzata soltanto nelle fasi di realizzazione della strada militare.

Orlo di scarpata di cava

Si tratta di ripide scarpate in roccia la cui origine è legata all'attività estrattiva presente e/o pregressa, in particolare questo tipo di forma assume l'aspetto di una vera e propria forra nell'area di attuale coltivazione dove la limitata estensione laterale delle bancate coltivate ha obbligato alla realizzazione di sbancamenti lungo "canali".

Le pareti sono circa verticali o localmente strapiombanti, mentre il fondo scavo risulta localmente in parte colmato con materiali di discarica.

Miniere abbandonate

I litotipi appartenenti alla Zona Ivrea-Verbanò hanno rappresentato, in particolare alla fine del secolo scorso, un'importante oggetto di ricerca e di coltivazione mineraria in ragione delle rilevanti concentrazioni di minerali metalliferi utili per l'estrazione di rame e nickel (calcopirite e pirrotina).

Nella zona di Ornavasso l'area di maggiore interesse giacimentologico è quella di Migliandone, dove lungo il Rio Blet incontriamo numerosi saggi e gallerie comunicanti fra loro con dei camini d'aerazione. L'area di coltivazione è racchiusa da due affioramenti di anfiboliti, il primo posto ad una quota di 300mt, il secondo ad una quota di 375mt; all'interno di quest'area che ha una potenza di circa 100-120 m, sono presenti rocce kinzigitiche con dei livelli mineralizzati con assetto concordante rispetto alle rocce incassanti.

La mineralizzazione oggetto di coltivazione era costituita prevalentemente da calcopirite, minerale principale per l'estrazione del rame.

In tutto il territorio comunale sono comunque presenti diverse tracce di saggi e di piccole gallerie all'interno sia delle anfiboliti che delle kinzigiti; in carta sono state segnalate quelle di cui restano le testimonianze più rilevanti che si trovano all'interno del bacino del Rio Boo e in prossimità dell'Alpe Barumboda.

8. STABILITA' DEI VERSANTI

8.1. STABILITA' DEI VERSANTI IN ROCCIA

La stabilità naturale dei versanti rocciosi appare in stretta dipendenza da un lato delle caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso, dall'altro delle caratteristiche geometriche delle superfici di scistosità e/o fratturazione rispetto allo sviluppo del versante stesso, e infine dall'azione intensa o concentrata di agenti morfogenetici.

Dal punto di vista delle caratteristiche meccaniche si può affermare che:

- generalmente le rocce più scistose (kinzigiti) presentano le condizioni peggiori dal punto di vista geomeccanico;
- le deformazioni duttili, piegamenti a piccola e media scala, a volte determinano condizioni migliori dal punto di vista geomeccanico, in quanto aumentano l'attrito lungo la superficie dei giunti;
- importanti appaiono soprattutto le deformazioni di tipo fragile (fratture), soprattutto se sono costituite da sistemi di fratturazione molto pervasivi e a spaziatura ridotta; in questo caso anche rocce generalmente molto competenti, come le anfiboliti, possono presentare una facile suddivisibilità in lastre, che diminuiscono la stabilità generale dell'ammasso;
- infine le rocce in prossimità di faglie e fratture presentano generalmente pessime caratteristiche geomeccaniche, dovute alla loro intensa deformazione e fratturazione, fino a poter essere considerate delle vere e proprie rocce incoerenti.

Dal punto di vista delle caratteristiche geometriche dei piani di scistosità e fratturazione rispetto allo sviluppo del pendio si può affermare che:

- nel caso di superfici aventi giacitura simile a quella del pendio (strati a "franapoggio") la situazione appare migliore nel caso di superfici con angolo di inclinazione superiore a quella del pendio, in quanto può determinarsi solo eccezionalmente un distacco per ribaltamento di bancate di dimensione limitata a seguito di notevoli azioni di soliflusione dello strato di alterazione superficiale; invece nel caso di superfici con angolo di inclinazione inferiore rispetto a quello del pendio i distacchi appaiono favoriti anche dalla semplice azione della gravità e possono assumere dimensioni anche rilevanti;
- nel caso di superfici aventi giacitura opposta a quella del pendio (strati a "reggipoggio"), la stabilità dell'insieme appare dal punto di vista geometrico generalmente buona; la possibilità di instabilità locale è presente soprattutto nel caso di superfici con alto angolo di inclinazione sull'orizzontale, che possono dar luogo a ribaltamenti di bancate rocciose.

Dal punto di vista dell'azione disgregatrice degli agenti morfogenetici appare importante soprattutto quella dovuta alla gravità, alle acque ruscellanti selvagge e al fenomeno di gelo-disgelo.

La valutazione di stabilità ai fini progettuali deve pertanto essere eseguita sulla base di una analisi geomeccanica puntuale, con determinazione e classificazione di tutte le superfici di discontinuità e delle loro relazioni rispetto al pendio (metodo di Markland e similari).

Ai fini urbanistici è possibile invece esprimere condizioni di stabilità generale meno precise ma comunque sufficientemente cautelative, sulla base delle caratteristiche generali dell'ammasso roccioso (metodo B.G.D. e similari), in relazione all'acclività media del pendio.

8.2. STABILITA' DEI VERSANTI IN MATERIALI SCIOLTI

Nel caso di versanti costituiti da materiali sciolti, appaiono importanti da un lato le caratteristiche geotecniche dei terreni, e dall'altro, data l'incoerenza dei materiali, molta più importanza che nel caso precedente hanno l'eventuale presenza di acqua e l'azione disgregatrice degli agenti atmosferici.

Come si può osservare anche dalla legenda dei fogli della Carta Geologica fondamentale ai fini della stabilità è l'acclività del pendio formato da materiali sciolti.

Infatti per pendenze fino a 20° la stabilità appare per tutti i materiali da discreta a buona; solo nel caso di terreni glaciali a granulometria fine e dei materiali di riporto tale stabilità può essere considerata mediocre ma ciò è dovuto oltre alle peggiori caratteristiche geotecniche anche alla possibile maggiore azione destabilizzante delle acque, sia quelle di ruscellamento superficiale che di saturazione dei terreni.

Su pendenze superiori ai 20° nei riguardi della valutazione di stabilità fondamentale è il rapporto tra le caratteristiche geotecniche dei materiali (e in particolare l'angolo di attrito interno e la coesione) e l'acclività.

Sempre facendo riferimento alle diverse categorie di terreni avanti descritte è possibile fare per ciascuna le seguenti ulteriori considerazioni.

Coltre detritico-eluviale

Come già detto in precedenza la coltre detritico-eluviale presenta mediocri o scadenti caratteristiche geotecniche; la sua stabilità è in genere aumentata dalla presenza dell'impianto vegetazionale (d'alto fusto, arbustivo o anche solo erbaceo).

Problemi di stabilità possono derivare da una imbibizione della coltre nella zona al contatto con il substrato roccioso impermeabile sottostante in occasione di periodi piovosi prolungati o intensi.

Nel caso di interventi su di essa importante sarà il suo modellamento secondo pendenze massime di 30° (o il sostegno con opere adeguate dotate di drenaggio a monte) e il successivo ricoprimento delle superfici create con essenze vegetali, come protezione contro l'azione delle acque di scorrimento superficiale.

Depositi alluvionali antichi, recenti e conoidi

Si tratta di terreni con generalmente buone caratteristiche geotecniche; anche nel caso di pendenze medio-elevate la stabilità può essere considerata discreta su tempi brevi a patto di evitare l'azione delle acque selvagge sulle superfici di scavo.

Problemi di stabilità possono essere presenti nel caso in cui gli scavi interessino orizzonti a deposizione inclinata di tipo deltizio, soprattutto nel caso in cui siano formati di sabbie medio-fini o da ghiaie con patina argillosa a granulometria uniforme senza matrice fine.

Depositi morenici

Generalmente le coltri moreniche presentano una buona stabilità in quanto dotate di una discreta coesione per la presenza di una matrice fine; proprio per questo motivo i maggiori problemi sorgono quando, a seguito di precipitazioni notevoli, i materiali si saturano di acqua.

In questo caso, sia se sono presenti disomogeneità dei parametri geotecnici (livelli sabbiosi sciolti, livelli limoso-argillosi impermeabili, ecc.), sia se il substrato su cui appoggiano risulta molto inclinato o addirittura "lisciato" dall'erosione glaciale, si possono avere dei dissesti o delle erosioni accelerate alla base dei depositi.

Depositi alluvionali della piana del F.Toce

Data la morfologia della piana del F.Toce, i depositi presenti, che pure posseggono caratteristiche geotecniche non ottimali, possono essere definiti in genere pienamente stabili allo stato naturale; le sole aree naturalmente più acclivi (scarpate delimitanti l'alveo del corso d'acqua, nelle aree in cui si possono osservare fenomeni di erosione spondale) tendono ad assumere nel tempo una pendenza adeguata ai parametri geotecnici dei terreni.

Nel caso di scavi o intagli artificiali invece dovranno essere generalmente previste opere di sostegno, provvisorie o definitive, considerando anche la presenza delle acque di falda e l'azione delle acque di ruscellamento superficiale.

Depositi detritici

Per quanto riguarda i depositi detritici la stabilità appare raggiunta nel caso di depositi ormai colonizzati dalla vegetazione.

Tale stabilità può essere compromessa solo da azioni naturali (per esempio scalzamento dovuto all'azione di corsi d'acqua) o antropiche che modifichino soprattutto la zona di piede dei depositi senza la realizzazione di adeguate opere di sostegno; nel caso di depositi recenti, importante potrebbe risultare sulle aree più acclivi l'azione erosiva e destabilizzante delle acque di scorrimento superficiale in occasione di forti piogge.

Depositi di origine antropica

Data l'estrema diversità delle tipologie dei materiali che li possono costituire appare necessario valutare ogni intervento previsto su di essi previo esame delle caratteristiche geotecniche dei materiali costituenti tali depositi.

9. RICERCA STORICA

9.1. METODOLOGIA E CRITERI DI INDAGINE

In ottemperanza a quanto prescritto dalla Circolare P.G.R. n. 7/LAP, Allegato B, è stata eseguita una ricerca di carattere storico volta a raccogliere ed analizzare i dati relativi a fenomeni dissestivi avvenuti in passato nel territorio comunale.

L'esame critico è stato eseguito mediante l'analisi di pubblicazioni di storia locale, la ricerca mirata nell'archivio comunale e, quando possibile, la raccolta di testimonianze dirette ed è stata integrata con le notizie fornite dalla Banca Dati Geologica Regionale.

Nella cronologia che segue sono state indicate le date degli eventi principali, la tipologia e la localizzazione degli eventi e la fonte storica di provenienza.

Per quanto possibile si è cercato di aggiornare la toponomastica a quella attuale, talvolta tale ricerca è risultata però infruttuosa, per completezza di informazione, in questi casi, sono state comunque riportate le notizie ricavate dai documenti analizzati.

9.2. CRONOLOGIA DEGLI EVENTI CALAMITOSI

Settembre – Ottobre 1839

Un prolungato periodo di precipitazioni si concluse con una piena eccezionale del T. San Carlo (Riale) che, per una serie di circostanze, straripò riversando sulle aree limitrofe una notevole quantità di materiale detritico grossolano. L'evento ha avuto inizio tra il 14 e il 15 di settembre a seguito di una prima piena straordinaria che ha determinato una diffusa erosione della base dei versanti costituenti la valle del torrente; le continue e intense precipitazioni dei giorni successivi favorirono quindi il franamento delle superfici sovrastanti. Tra il 5 e il 6 di ottobre intensissime precipitazioni innescarono le frane maggiori: il materiale accumulatosi in alveo ostruì momentaneamente le acque del torrente, finché la corrente riuscì a mobilitarlo in massa. L'ondata di piena che ne derivò (con probabili caratteristiche da debris flow) non poté essere contenuta dall'alveo e dalle arginature esistenti e si riversò sulle aree circostanti rilasciando una notevole quantità di materiale che distrusse e ostruì muri, canali, case e cortili (la maggiore altezza di ingombro segnalata nelle notificazioni dei danni subiti è stata di 3,5 m). La dispersione della corrente favorì l'arresto nell'alveo del materiale più grossolano, che fu rilasciato anche a causa della diminuzione della pendenza del tracciato. In seguito a questo terribile evento fu effettuata una perizia da parte del Corpo Reale del Genio Civile, nella quale si afferma la necessità di rimuovere i detriti dall'alveo prima di un'eventuale elevazione degli argini.

Fascicoli 1, 2, 3

Ottobre 1840

In una notificazione di danni si accenna ad un'inondazione che si sarebbe verificata in questo periodo.

Fascicolo 2

1843 e Giugno 1844

In questi anni si verificarono alcune piene del T. San Carlo di non particolare intensità, ma comunque ricordate in due deliberazioni del Consiglio comunale (28 maggio 1844 e 29 agosto 1844), a sostegno della richiesta di spostamento ed ampliamento del ponte lungo la Strada Reale del Sempione (Strada Statale n. 33). In occasione degli eventi di piena infatti questa struttura dalla particolare disposizione (obliqua rispetto all'asse del torrente) e il tratto di arginatura sovrastante ostacolavano e rallentavano il deflusso delle acque, favorendo il deposito del materiale e quindi l'occlusione della sezione utile (anche a causa della vegetazione trattenuta dalla struttura), con conseguente rigurgito della corrente sulla strada e verso le aree depresse limitrofe (Contrada dei Ronchi), con interruzione del passaggio per quelle località.

8 Agosto 1851

Una straordinaria piena del T. San Carlo fu responsabile di un diffuso scalzamento degli argini con conseguente lesione delle fondamenta. Per ovviare ad una possibile estensione delle quattro breccie individuate, il Consiglio Comunale deliberò (30 agosto 1851) di intervenire celermente nella sistemazione sotto la direzione del Consigliere Delegato Geom. Luigi Perona.

Fascicolo 5

10 Ottobre 1857

In seguito ad una nuova straordinaria piena del San Carlo si decise di completare il tratto di argini al di sopra del ponte sulla Strada Nazionale del Sempione, affidando l'incarico della progettazione all'Ingegnere provinciale Mosti che, successivamente (1861), realizzò anche la progettazione della pavimentazione (cunettone).

Fascicolo 7

2 Ottobre 1868

Il comune di Ornavasso fu nuovamente devastato da una spaventosa esondazione del San Carlo, indotta dall'ostruzione dell'alveo da parte di una frana. La piena determinò l'asportazione del ponte intermedio in sasso e la distruzione di molte case. Di fronte a questa ennesima calamità la Giunta Comunale deliberò l'istituzione di un Comitato di Soccorso avente lo scopo di raccogliere e distribuire i sussidi inviati. Furono inoltre inoltrate presso il Governo tre richieste: il finanziamento delle spese per la rimozione del materiale in alveo, la necessità di condurre una perizia tecnica volta ad individuare gli interventi più opportuni (valutate le caratteristiche del torrente) per ovviare ad ulteriori esondazioni e la sospensione dell'esazione delle imposte.

Fascicolo 16

1873-1875

Per assicurare i terreni agricoli limitrofi dalle esondazioni del F. Toce, tra Migiandone ed Ornavasso sulla sponda destra idrografica, furono progettate delle opere di protezione spondale (un tratto di argine e tre pennelli).

Fascicolo 20

9 – 10 Ottobre 1889

Le piogge dirotte del giorno 9 favorirono l'innescarsi di una serie di scoscendimenti che raggiunsero l'alveo del San Carlo. Il materiale venne quindi trascinato dalle acque di piena verso valle fino al ponte sulla Strada Nazionale dove, a causa della limitata sezione di deflusso e dell'ostruzione dovuta alla vegetazione accumulatasi, la corrente veniva rallentata con deposito del materiale. L'ostruzione del passaggio determinò il giorno 10 lo straripamento delle acque che inondarono le case e le proprietà limitrofe. Nel verbale di deliberazione di un'adunanza straordinaria (10 ottobre) viene indicata la necessità di provvedere al più presto alla pulizia dell'alveo del San Carlo (soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento stradale) e di quelli dei rii Val Buona (Hinn) e Boò; inoltre viene dato incarico di ripristinare le rogge alimentate dal San Carlo, ad uso domestico. Successivamente (probabilmente proprio il 10 di ottobre) una piena del San Carlo favorì il crollo del sopracitato ponte.

Fascicolo 30

15 Dicembre 1904

Il Geom. Antonio Piana progettò tre briglie da realizzarsi nell'alveo del S. Carlo. Il 12 marzo 1905 la Prefettura di Novara approvò la costruzione di una delle tre.

Fascicolo 34

Dicembre 1917

L'alveo del Rio Val Buona (Hinni) venne ostruito da una frana originatasi sul versante sovrastante in seguito alla realizzazione di una strada militare per il Monte Bara. In accordo con l'Amministrazione Militare che coprì le spese, il comune si occupò della rimozione del materiale e della sistemazione dell'alveo.

Fascicolo 35

21 Gennaio 1921

Progetto di briglia da realizzarsi nel San Carlo a firma del Geom. Antonio Piana.

17 Gennaio 1925

Il Consiglio Comunale deliberò di provvedere celermente alle opere di sottomurazione e correzione degli argini e delle briglie del san Carlo.

10 Novembre 1931

In seguito ad un periodo di intense precipitazioni si è verificato il crollo (scivolamento) di una porzione del versante che sovrasta verso ovest il Santuario della Madonna del Boden. La frana ha avuto origine a circa 150 m dal santuario su una parete rocciosa (marmi) in evidente stato di alterazione (la nicchia di distacco aveva una larghezza di circa 30 m). All'impatto con il versante la massa distaccatasi si è frantumata in vari blocchi che si sono arrestati ad oltre 40 m di distanza verso valle, dopo una serie di rimbalzi e rotolamenti (alcuni, di notevoli dimensioni, si sono spinti molto più in basso, fino alla mulattiera di accesso al M. Massone). Il progetto di sistemazione, a firma dell'Ing. Marcello Bologna, prevedeva la realizzazione di 2 muri a secco in pietrame della lunghezza di 30 m (uno per stabilizzare il corpo franato, l'altro per ovviare al possibile movimento di una porzione di versante poco più a nord), la sottomurazione dei blocchi instabili di maggiori dimensioni, la sigillatura delle fessure individuate sulle pareti e la rimozione dei blocchi arrivati alla mulattiera e di quelli arrestatisi nel bosco in posizione precaria.

Fascicolo 38

Giugno 1933

I nubifragi verificatisi nell'ultima decade di giugno determinarono nei pressi del Santuario della Madonna del Boden due frane che raggiunsero l'alveo del San Carlo. La causa fu attribuita ai considerevoli afflussi pervenuti sul piazzale del santuario e quindi affluenti sulla strada comunale di accesso allo stesso: in assenza di opportune opere di drenaggio queste correnti favorirono lo scivolamento delle inconsistenti coltri moreniche su cui si fondavano il muro di sostegno della strada (franato per 15 m) e il muraglione di contenimento del santuario (abbassatosi per 22 m ed in parte franato). Anche in questo caso il progetto di sistemazione venne affidato all'Ing. M. Bologna: la strada e le relative opere di sostegno e di drenaggio vennero spostate verso monte in modo da poter essere fondate su roccia, mentre il muraglione di contenimento fu consolidato con un robusto sistema di contrafforti in calcestruzzo collegati da arconi. Per stabilizzare e preservare le superfici sottostanti dai fenomeni di degradazione meteorica furono previste "graticciate vegetali" (fascinate) opportunamente distanziate.

10. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA, RISCHIO CONNESSO E IDONEITÀ' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

10.1. DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO

Occorre premettere alcune definizioni della terminologia utilizzata (vedi Circ. P.R.G. n.7/LAP dell'8/5/96).

"Secondo la più recente letteratura internazionale (Tung & Mays 1981, U.S.Geol.Survey 1982, Projet Duti 1983, Cancelli 1983, Haymes 1984, Varnes 1984, Hartien & Viberg 1988, Einstein 1988), il rischio geologico è definito dalla probabilità che un determinato evento naturale si verifichi, incidendo sull'ambiente fisico in modo tale da recare danno all'uomo e alle sue attività.

La valutazione in termini probabilistici dell'instabilità potenziale, indipendentemente dalla presenza antropica, definisce invece il grado di pericolosità di una certa area in funzione della tipologia, della quantità e della frequenza dei processi che vi si possono innescare.

La pericolosità, dunque, si traduce in rischio non appena gli effetti dei fenomeni naturali implicano un costo socio-economico da valutarsi in relazione all'indice di valore attribuibile a ciascuna unità territoriale.

Tale misura di valore socio-economico integra i parametri indicatori dei processi naturali nella determinazione dei livelli di rischio." (da GOVI M. in Banca Dati Geologica, pp.17-18).

Dal punto di vista strettamente matematico la pericolosità dovrebbe potersi calcolare come prodotto della probabilità dell'evento di dissesto per la sua energia.

Il rischio geologico è a sua volta dato dal prodotto della pericolosità per la vulnerabilità e per il valore del bene che può essere distrutto.

Tale metodologia però non è facilmente applicabile alla pianificazione del territorio, in primo luogo perché non è semplice stabilire la probabilità del verificarsi di eventi naturali e, soprattutto, perché non esiste ad oggi una normativa che consenta di valutare un rischio accettabile (vedi anche limiti imposti dalla L.R.n.56/77, art.13 e 30).

Pertanto anche la Circ.P.G.R. n.7/LAP dell'8/5/96 suggerisce una valutazione di pericolosità di tipo geomorfologico che prescindendo quindi, in generale, da valutazioni di tipo probabilistico e che tenda ad escludere l'edificazione in zone pericolose o, per lo meno, di un tipo di pericolosità che non possa essere eliminato mediante accorgimenti tecnici realizzabili nell'abito del singolo progetto edificatorio e senza interferenze o peggioramenti sulle aree circostanti.

In riferimento a quanto citato l'intervento del geologo deve consistere innanzitutto, nella valutazione della pericolosità delle aree oggetto di studio, in termini di presenza od assenza di fattori di pericolosità; in una fase successiva, assieme all'urbanista, deve valutare il rischio geologico connesso con l'urbanizzazione dell'area, esistente o di progetto, in zone soggette a tali fattori.

In quest'ottica è necessario quindi mettere in luce la tipologia dell'evento in relazione alla tipologia del danno, che è a sua volta funzione delle scelte urbanistiche e/o degli interventi di riassetto idrogeologico.

Si deve intendere cioè che l'analisi geologica deve integrarsi con l'analisi urbanistica in modo tale da mettere in evidenza sia il rischio in atto sia le caratteristiche di edificabilità del territorio in funzione del rischio potenziale connesso con tale edificabilità.

Per esemplificare, un'area soggetta ad un'elevata probabilità di evento di dissesto geologico di elevata energia può essere considerata:

- **a rischio in atto praticamente nullo** se non è interessata da alcuna edificazione o opera, né tanto meno vi sono previsioni di insediamenti o interventi; in questo caso l'analisi geologica può senz'altro suggerire l'inedificabilità dell'area stessa (classe IIIa);
- **a rischio in atto elevato** se l'area è edificata; in tal caso si possono verificare molte situazioni su cui l'analisi geologica può indirizzare le scelte urbanistiche:

- l'area può essere considerata a rischio tecnicamente non superabile o a costi di riassetto eccessivi; in questo caso si può ragionevolmente porre il problema del trasferimento degli insediamenti esistenti (classe IIIc);

- il rischio può essere eliminato attraverso interventi generali di riassetto che agiscano definitivamente sulla possibilità di verificarsi dell'evento; in questo caso l'analisi geologica può suggerire una edificabilità condizionata alla realizzazione degli interventi (classe IIIb);

- il rischio può essere controllato attraverso opere che esigono manutenzione nel tempo; si tratta di una situazione intermedia fra le due precedenti in cui la decisione di edificabilità o di trasferimento è anche connessa con i costi di manutenzione.

- **a rischio potenziale** in quanto l'area è ineditata ma esiste un preminente interesse pubblico all'edificazione; è chiaramente la situazione più delicata e complessa; si possono verificare varie situazioni, fra cui quelle più comuni sono le seguenti:

- può accadere che nell'area debbano essere realizzate opere di rilevante interesse pubblico non altrimenti localizzabili; in tal caso se i costi del riassetto e/o della difesa dagli eventi calamitosi e/o addirittura la valutazione del possibile danno sono ragionevolmente compatibili con i vantaggi pubblici dell'opera, è possibile che l'indagine geologica suggerisca la possibilità dell'utilizzo dell'area a determinate condizioni; in genere queste aree possono essere considerate in classe IIIa ove sono ammessi appunto tali tipi di interventi di interesse pubblico.

- l'interesse pubblico può manifestarsi anche nel caso in cui le esigenze di equilibrato sviluppo del territorio rendano potenzialmente interessanti anche aree parzialmente edificate con moderato rischio geologico generale il quale possa essere superato con limitati interventi di riassetto con effetti anche su aree limitrofe; in questo caso l'analisi geologica può indicare le caratteristiche degli interventi necessari al superamento del rischio e la classe di edificabilità può essere considerata ancora di tipo IIIb, includendo in esse porzioni di aree non edificate come aree di completamento all'interno dell'urbanizzazione o, al limite, in area di "frangia".

Tutte le situazioni sopra illustrate riguardano aree nelle quali è presente un dissesto in atto o potenziale, in cui la presenza di una nuova edificazione comporta già di per sé un elemento di rischio o addirittura in cui alcuni tipi di opere possono aggravare la situazione di dissesto dell'area circostante, per cui solo un intervento coordinato dall'ente pubblico può consentire il superamento del rischio.

Esistono invece situazioni in cui le singole opere non determinano un aggravamento della stabilità o del dissesto dell'intera area ma vanno eseguite con criteri particolari: si tratta per esempio di terreni pianeggianti, geotecnicamente scadenti o a falda affiorante, oppure aree passibili di inondazioni non distruttive che possono essere affrontate con criteri costruttivi particolari (fondazioni speciali, innalzamenti del piano campagna, ecc.), oppure anche di aree ragionevolmente acclivi in relazione al contesto litologico; per queste opere il rischio è solo connesso con le modalità costruttive e quindi è possibile evidenziare tali modalità, che è opportuno siano rese vincolanti (classe II).

Quest'ultimo aspetto presenta ancora alcuni elementi di contraddittorietà, non tanto nella normativa, che è assolutamente chiara, ma nella prassi e soprattutto nei momenti di confronto fra Amministrazione Comunale, professionisti incaricati della redazione degli studi geologici e Servizio Prevenzione del Rischio Geologico.

Sento la necessità di definire ulteriormente i criteri con cui ho individuato le aree in classe II e nell'ambito delle quali saranno poi individuate le nuove edificazioni con i necessari approfondimenti di carattere geologico tecnico, in particolare sulle aree acclivi e sulle aree allagabili a bassa energia.

- Aree acclivi: sono state inserite in classe II le aree per le quali non è stato evidenziato alcun movimento gravitativo a monte e a valle e non è presente un reticolato idrografico pericoloso.

L'acclività è stata esaminata nel contesto litologico pur nella consapevolezza che ciascun intervento su aree acclivi può determinare una modifica dell'acclività per scavi e riporti e relative opere di sostegno la cui efficacia riguarda esclusivamente le modalità costruttive nel singolo lotto e non devono mai riguardare interventi di carattere pubblico nelle aree circostanti.

Con tali precisazioni un'acclività anche del 15-20% su territori argillosi come quelli delle Langhe non può a volte essere controllata dal privato, ma su territori montani con substrato subaffiorante o con depositi morenici grossolani anche pendenze di 30-35% possono essere utilizzate senza problemi, come si evidenzia su tutto il territorio urbanizzato montano, purché alle condizioni sovraesposte.

Per poter mettere in luce tali situazioni, durante il rilievo geologico, eseguito a scala 1:2000, sono state evidenziate le aree con propensione al dissesto e la presenza o meno di edificazioni e/o infrastrutture; a tali dati sono stati aggiunti quelli risultanti dall'idrogeologia, dalla caratterizzazione geotecnica e di stabilità delle rocce e dei terreni, nonché dalle valutazioni sulla dinamica dei corsi d'acqua.

11. PROGETTI DI RIASSETTO IDROGEOLOGICO PER LA DIFESA DELLE AREE CLASSIFICATE IN CLASSE IIB

Il presente Piano Regolatore prevede Piani di Riassetto idrogeologico a difesa delle aree classificate in classe IIIb.

La classe è stata ulteriormente divisa in sottoclassi IIIb1, IIIb2, IIIb3, in base alla tipologia e al livello di pericolosità.

In tali classi sono previsti Progetti Pubblici di Riassetto idrogeologico mirati all'eliminazione o alla minimizzazione del rischio sulle aree edificate.

Nella normativa allegata sono state previste tutte le modalità di esecuzione dei Progetti, di verifica e collaudo delle opere e di conseguente modifica delle condizioni di fruibilità urbanistica.

12. PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI INIBIZIONE ALL'EDIFICABILITÀ

Sul territorio comunale sono vigenti alcuni provvedimenti cautelari di inibizione all'edificabilità, come risulta dai paragrafi seguenti:

12.1. D.P.C.M. 7 DICEMBRE 1995 – SCHEMA PREVISIONALE E PROGRAMMATICO PER IL RISANAMENTO DEL BACINO DEL F.TOCE E S.M.I.

Il citato D.P.C.M. ha posto sulle fasce spondali e sui versanti del bacino del Fiume Toce, su cui insiste parte del territorio comunale di Ornavasso, alcune limitazioni all'utilizzo urbanistico consistenti in fasce di rispetto di 150 m dal F.Toce e in alcune zone relative alla conoide del T.San Carlo e altre minori.

Lo stesso D.P.C.M. prevede che tali provvedimenti cautelativi decadano all'adozione di varianti di strumenti urbanistici che esaminino in dettaglio le problematiche individuate.

A tale riguardo le analisi condotte a corredo del presente P.R.G. hanno esaminato analiticamente le aree vincolate e hanno proposto modifiche delle stesse.

È prassi della Regione Piemonte di esaminare preventivamente le analisi geologiche a corredo di tali varianti prima della loro adozione.

La procedura è pertanto quella dell'invio dei documenti geologici al Servizio Prevenzione del Rischio Geologico per ottenere un parere preventivo che consenta una corretta e, per quanto possibile, concordata adozione dello strumento urbanistico.

Nel corso delle analisi geologiche a corredo del P.R.G.C. di Ornavasso tale esame preliminare si è già concluso con un parere con prescrizione.

Tutte le prescrizioni sono state esaminate e, per quanto possibile, recepite.

Si ritiene quindi possibile procedere alla stesura del progetto preliminare di Piano in modo tale che il Settore Prevenzione del Rischio possa esprimere un ulteriore parere su cartografie adottate; il nuovo parere potrà essere recepito come osservazione tecnica, e le eventuali modifiche adottate in sede di progetto definitivo.

12.2. PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

L'Autorità di Bacino del Po ha approvato in data 28 Aprile 2001 il Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico; la nuova cartografia, le relazioni illustrative e le Norme di Attuazione non sono al momento disponibili. Si è fatto riferimento quindi alla cartografia, alle relazioni illustrative e alle Norme di Attuazione relative all'adozione del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico e pubblicate presso la Provincia del V.C.O..

I provvedimenti cautelari sono anche in questo caso di due tipi:

- Fasce fluviali del F.Toce;
- delimitazione delle aree in dissesto per frana e dinamica torrentizia.

La presente analisi geologica a corredo del P.R.G.C. di Ornavasso ha comunque già tenuto conto delle situazioni illustrate nelle cartografie del P.A.I. e rappresentate da:

- dinamica del F.Toce e relative aree allagabili;
- conoide e alveo del T.San Carlo e degli altri corsi d'acqua minori;
- aree in frana in zona montana.

Le risultanze dello studio eseguito differiscono per alcuni limitati aspetti da quelle del P.A.I., vedi ad esempio aree allagabili dal Fiume Toce e conoidi, con modifiche in alcuni casi in aggiunta a quelle previste dal PAI e, in altri casi, in diminuzione; sostanzialmente, tuttavia, non sono emerse significative differenze.

13. NORMATIVA DI PIANO DAL PUNTO DI VISTA GEOLOGICO

In allegato è illustrata la proposta di normativa di Piano dal punto di vista geologico redatta ai sensi della Circ. P.G.R. n. 7 LAP/96 e coerentemente con quanto illustrato nella Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica.

Dott. Geol. Italo Isoli

Verbania, dicembre 2007

COMUNE DI ORNAVASSO
PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE
PROGETTO PRELIMINARE
NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE

ART. 26 - NATURA DELLE CLASSI DI IDONEITÀ GEOMORFOLOGICA ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

Il Piano Regolatore Generale individua le porzioni di territorio in cui, per caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del territorio è presente una omogenea pericolosità, indipendentemente dall'utilizzo antropico.

A ciascuna di tali zone corrisponde una diversa classe di idoneità all'utilizzazione urbanistica, ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP del 8/5/96, di cui agli articoli seguenti, nei quali vengono dettate le norme inerenti le singole classi individuate.

Le zone omogenee relative a ciascuna classe sono rappresentate sui seguenti elaborati grafici, che fanno parte integrante delle Norme Tecniche di Attuazione:

- Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica dell'intero territorio comunale, a scala 1:10.000;
- Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica del territorio urbanizzato, a scala 1:2.000.

In ogni caso per le aree rappresentate in entrambe le carte, valgono i riferimenti normativi e le delimitazioni della cartografia a scala maggiore.

L'inserimento di una porzione di territorio in una determinata classe di idoneità urbanistica non esime i soggetti attuatori degli interventi ad adeguare gli interventi stessi alle condizioni del suolo anche attraverso provvedimenti non normati.

Normativa nazionale e regionale vigente a carattere geologico

In ciascuna classe permane l'efficacia di tutte le norme vigenti, nazionali e regionali, di carattere geologico, geotecnico, idrogeologico e idraulico; in particolare dovranno pertanto essere sempre osservate:

- le disposizioni di cui al D.M. 11/3/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- le disposizioni di cui al Testo Unico Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicato sulla G.U. 23/09/2005;
- per le aree soggette a vincolo idrogeologico, di cui al R.D. 30/12/23 n.3267 e al R.D. 13/2/33 n.215, le disposizioni di cui alla L.R. n.45 del 9/8/89 "Nuove norme per interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici";
- tutte le norme di carattere geologico, geotecnico e idrogeologico presenti nella L.R. n.56/77 e sue successive modificazioni e integrazioni, nella Circ. P.G.R. del 18/7/1989, n.16/URE, nella Circ. P.G.R. 7/LAP/96 e relativa N.T.E.;
- la normativa relativa alla regolamentazione dell'attività estrattiva, e in particolare la L.R. 22/11/78 n.69 e il R.D. 29/7/27 n.1443;

- le disposizioni previste dal R.D. 25/7/04 n.523 “Testo unico delle disposizioni di legge sulle opere idrauliche” e la Circ. P.G.R. n.14/LAP/PET dell’8/10/98;
- le norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei laghi e delle acque pubbliche disposte dalla L. 5/1/94 n.37;
- le disposizioni di cui al “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico per il Bacino Idrografico di rilievo nazionale del fiume Po” (PAI) approvato con D.P.C.M. 24/05/2001, pubblicato su G.U. n.183 del 08/08/2001, e successiva “Variante del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico – Variante delle fasce fluviali del Fiume Toce” adottata dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, con deliberazione n.15 del 05/10/2004 e approvata con D.P.C.M. pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.28 in data 05/02/2005;
- i disposti di cui agli art. 915, 916, 917 del CC e in genere tutte le norme relative al mantenimento del territorio in condizioni di sicurezza nei riguardi della pubblica e privata incolumità;
- le disposizioni riguardanti le aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile, ai sensi del D.Lgs. 11/05/1999 n.52, della L.R. 29/12/2000 n.61 e del D.P.G.R. 11/12/2006, n.15/R, Regolamento Regionale recante: “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate ad uso umano”

ART. 27 - INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE A CORREDO DEI PROGETTI DI OPERE PUBBLICHE E PRIVATE

I progetti di opere pubbliche e private da realizzarsi sul territorio comunale devono essere corredati già in fase istruttoria da indagini geotecniche e, ove richiesto, geologiche, redatte ai sensi del D.M. 11 marzo 1988, n.47 e delle relative Istruzioni Applicative di cui alla Circ. LL.PP. del 24 settembre 1988 n.30483, nonché delle disposizioni di cui al Testo Unico Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicate sulla G.U. 23/09/2005. I risultati delle indagini, degli studi e dei calcoli geotecnici devono essere esposti in una «Relazione geotecnica», che sarà parte integrante degli atti progettuali e firmata da professionisti abilitati.

Nei casi in cui il D.M. 11 marzo 1988 prescriva uno studio geologico, deve essere redatta anche una «Relazione geologica», che farà parte integrante degli atti progettuali e sarà firmata da professionisti abilitati.

Relazione geotecnica e relazione geologica devono essere reciprocamente coerenti; a tale riguardo la relazione geotecnica deve fare esplicito riferimento alla relazione geologica e viceversa. Le eventuali indicazioni di carattere geologico tecnico comprese nella "Relazione geologica" non possono sostituire la "Relazione geotecnica" vera e propria.

Ai sensi del D.M. 11 Marzo 1988, comma 8 del punto A2 e comma 4 del punto C3, nel caso di costruzioni e opere di modesto rilievo in rapporto alla stabilità dell'insieme opera-terreno e ricadenti in aree già note, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo può essere ottenuta anche semplicemente attraverso una raccolta di notizie e dati sui quali possa responsabilmente essere basata la progettazione. In questo caso i calcoli geotecnici di stabilità e la valutazione degli spostamenti possono essere omessi, ma l'idoneità delle soluzioni progettuali adottate deve essere sempre motivata nell'ambito del progetto, mediante apposita relazione, in cui vengano specificate le fonti dalle quali si è pervenuti alla caratterizzazione fisico-meccanica del sottosuolo.

Nelle aree appartenenti alle Classi 2 e 3, nonché in quelle soggette a vincolo idrogeologico ai sensi della L.R.n.45/89, è sempre prescritta la relazione geologica, in ottemperanza al dettato del punto B5, secondo comma, del D.M. 11 Marzo 1988; essa deve confermare esplicitamente la situazione di pericolosità indicata sulla Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica e relativa all'area oggetto di

trasformazione o, eventualmente, indicare variazioni in aumento o diminuzione di tale pericolosità sopravvenute nel tempo o non individuate a scala di P.R.G., valutare le conseguenti situazioni di rischio connesse con l'opera in progetto e l'idoneità della stessa al superamento del rischio. Va comunque precisato che un'eventuale valutazione di pericolosità inferiore a quella individuata dal Piano Regolatore non può peraltro produrre una declassazione dell'area se non attraverso un'apposita procedura di variante.

Nelle aree appartenenti alle classi 2 e 3, a causa della peculiarità delle problematiche e per la disomogeneità dei terreni, non può essere ammessa la deroga di cui al comma 8 del punto A2 e al comma 4 del punto C3 del D.M. 11 Marzo 1988, salvo che per opere di modestissimo rilievo in rapporto alla stabilità opera-terreno e alle eventuali dinamiche geomorfologiche.

In ogni caso, in aree di qualsiasi classe, non possono essere considerate opere di modesto rilievo geotecnico (ai sensi del D.M. 11 marzo 1988 punti E, F, G, H, I, L, M, O): le fondazioni indirette e i consolidamenti fondali, gli scavi e le opere di sostegno di altezza superiore ai 2 m, i manufatti in materiali sciolti, le gallerie e i manufatti sotterranei, le sistemazioni dei pendii in frana o dissestati, le discariche e le colmate, gli emungimenti di falde idriche, il consolidamento di terreni, gli ancoraggi in terreni e rocce, le opere su grandi aree, comprendendo in esse anche le sistemazioni idrauliche dei corsi d'acqua. Pertanto, ai sensi del D.M. 11 marzo 1988, per i suddetti interventi è sempre prescritta la relazione geologica.

Per i contenuti della relazione geotecnica e geologica si deve fare riferimento a quelli previsti dal D.M. 11 Marzo 1988, e alle relative istruzioni applicative di cui alla Circ. Min. LL.PP. 24/9/88 n.30483, nonché a quelli esplicitamente previsti dalle presenti norme.

Ai sensi del D.M. 11/3/88, punto B5, commi 3 e 4 la relazione geologica, ove obbligatoria, "deve sempre comprendere ed illustrare la situazione litostratigrafica locale, con definizione della natura e dell'origine dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità, i lineamenti geomorfologici della zona, nonché gli eventuali processi geomorfici e i dissesti in atto e potenziali; deve precisare inoltre i caratteri geologico-strutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea. La relazione geotecnica deve comprendere e illustrare la localizzazione dell'area interessata dalle opere, i criteri di programmazione ed i risultati delle indagini in sito e in laboratorio e le tecniche adottate, nonché le scelte dei parametri geotecnici di progetto, riferiti alle caratteristiche della costruenda opera ed il programma di eventuali ulteriori indagini, che si raccomandano per la eventuale fase esecutiva."

Le relazioni geologiche e geotecniche non possono in nessun caso essere sostituite dalla "Relazione geologico-tecnica delle aree interessate da nuovi insediamenti o opere pubbliche di particolare importanza" (Art.14, punto 2b della L.R.n.56/77) allegata al Progetto Definitivo del P.R.G.C., che riguarda l'idoneità dell'area all'utilizzazione urbanistica, ma non è riferita ad un progetto specifico con proprie e peculiari interazioni opera-terreno.

Per quanto riguarda le indagini sulla stabilità dei versanti e, in particolare, per le zone soggette a Vincolo Idrogeologico ai sensi della L.R.n.45/89, i contenuti dello studio geologico e geotecnico devono fare riferimento anche a quelli previsti dalla stessa L.R. n.45 del 9/8/89 e relative Circolari esplicative e applicative.

Per quanto riguarda le indagini sui corsi d'acqua, esse devono contemplare anche una "Relazione idrologica e idrogeologica" che partendo dai dati meteorologici, da quelli morfometrici, geologici e geomorfologici del bacino, giunga ad una valutazione delle massime piene e del relativo trasporto solido, mentre la relazione tecnica del progetto di regimazione deve essere corredata da "Relazione idraulica" che dimostri la compatibilità delle opere previste con gli episodi di massima piena ipotizzati.

Per quanto concerne le opere di attraversamento dei corsi d'acqua con alveo di proprietà

demaniale e relativi rilevati di accesso, le indagini geomorfologiche e idrauliche devono essere condotte in conformità alle prescrizioni della Deliberazione dell'Autorità di Bacino del F.Po n.2/99 dell'11/05/99.

ART. 28 – PROGETTI PUBBLICI DI RIASSETTO IDROGEOLOGICO

Nelle aree del territorio comunale sulle quali il Piano Regolatore ha identificato una pericolosità geologica elevata o molto elevata e un conseguente rischio su aree parzialmente o completamente edificate (Classe 3b), le presenti norme prevedono Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico mirati all'eliminazione e/o minimizzazione del rischio.

Tali Progetti devono esplicitamente far riferimento agli obiettivi di minimizzazione della pericolosità geomorfologica o della vulnerabilità delle aree urbanizzate, alle caratteristiche e alle modalità di realizzazione delle opere in relazione agli obiettivi, alle modalità di verifica dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione del rischio.

Nei Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico dovrà essere privilegiato per i corsi d'acqua il ripristino delle condizioni ottimali di deflusso, della capacità di laminazione e della possibilità di naturale evoluzione morfogenetica, per i versanti il miglioramento delle condizioni di stabilità, privilegiando ove possibile le opere di difesa attiva e l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

I Progetti dovranno contenere inoltre il programma dettagliato di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere di difesa eseguite.

La completa esecuzione delle opere previste da Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico può trasformare interamente o parzialmente le condizioni di fruibilità urbanistica, con le modalità e le ulteriori limitazioni eventualmente prescritte dai Progetti specifici; la fruibilità dovrà essere confermata nell'ambito della relazione di collaudo di cui alla Nota degli Assessorati all'Ambiente e all'Urbanistica della Regione Piemonte (prot. 1208/LAP del 29/11/2000), con preciso riferimento alla avvenuta eliminazione o minimizzazione della pericolosità ed esplicitazione di quali settori siano stati messi in sicurezza e quali permangano a rischio.

Qualora l'esecuzione delle opere di Riassetto Idrogeologico renda necessaria una modifica di classificazione delle aree oggetto del Progetto, occorrerà comunque procedere mediante apposita Variante di P.R.G. ai sensi della L.R. n.56/77, Art.17, punto 4d, relativa alla nuova classificazione di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica in coerenza con la Circ. P.G.R. n.7/LAP dell'8/5/96 e della relativa Nota Tecnica Esplicativa, e quindi previo parere della Regione Piemonte.

I Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico potranno seguire l'iter previsto dall'art.47 della L.R. n.56/77 come Piani Tecnici Esecutivi di Opere Pubbliche nelle zone in cui la pericolosità dipenda anche da situazioni esistenti su territori di Comuni limitrofi o comunque quando la progettazione esecutiva comporti un complesso di opere integrate fra di loro, eventualmente di competenza di molteplici Enti, la cui progettazione unitaria comporti vantaggi economici e funzionali.

Anche soggetti privati potranno avanzare proposte di Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico, e contribuire alle spese per la loro realizzazione, ma tali Progetti dovranno comunque assumere carattere di interesse pubblico, essere recepiti e verificati già in fase progettuale dall'Ente pubblico e approvati dal Consiglio Comunale.

Le sistemazioni idrogeologiche puntuali richieste, concesse ed eseguite da soggetti privati nell'ambito dei singoli lotti di proprietà non possono, pertanto, assumere il carattere di Progetto Pubblico di Riassetto Idrogeologico e modificare le caratteristiche di idoneità all'utilizzazione urbanistica prevista dalla cartografia di Piano.

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP/96 i Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico e il Piano di Protezione Civile dovranno essere reciprocamente coerenti.

Vista l'estensione delle aree dichiarate a rischio in ambito edificato, considerato che i Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico prospettano un influsso notevole per quanto riguarda la modifica delle condizioni di pericolosità del territorio, il Piano di Protezione Civile del territorio comunale dovrà essere annualmente verificato, ed eventualmente aggiornato, in funzione delle indicazioni fornite da una apposita relazione annuale redatta da tecnico abilitato e concernente la situazione di pericolosità del territorio comunale, in funzione delle opere eseguite e del loro stato di manutenzione.

ART. 29 – NORME GENERALI DI CARATTERE IDROGEOLOGICO

Su tutto il territorio comunale:

- si ricordano le prescrizioni del D.M. 11/03/1988 “Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”, evidenziando l'obbligatorietà di tali norme che “si applicano a tutte le norme pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica”;
- in base alla Circ. 8/PET “Adeguamento degli Strumenti Urbanistici Comunali al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali” dell'8/07/1999 (B.U.R. n.28 del 14/07/1999), gli ambiti delle fasce A, B e C dovranno obbligatoriamente rientrare nel “Piano di Protezione Civile” redatto a cura dell'Amministrazione Comunale, ex lege 225/1992;
- dovranno essere integralmente rispettate le indicazioni contenute negli studi geologici redatti dai professionisti estensori degli studi geologici e idraulici;
- non sono ammessi prelievi non autorizzati di acque superficiali o sotterranee;
- non sono ammessi scarichi non autorizzati di acque o reflui nei corpi idrici superficiali;
- non sono ammesse dispersioni non autorizzate di acque o reflui sul suolo o nel sottosuolo;
- non sono ammessi stoccaggi non autorizzati di rifiuti, ivi compresi i materiali inerti provenienti da demolizioni e scavi;
- è sempre ammessa la demolizione di edifici e strutture;
- il ricorso all'innalzamento artificiale del p.c., al fine di evitare possibili coinvolgimenti dei nuovi manufatti in fenomeni d'inondazione, è permesso qualora sia accertato che tale intervento non provochi innalzamenti anomali del livello idrico nel corso di eventi di piena tali da provocare maggiori danni nelle aree adiacenti;
- gli innalzamenti artificiali del piano campagna dovranno essere realizzati previa asportazione della vegetazione e recupero dello strato di terreno agrario, in modo tale da consentire il regolare deflusso e drenaggio delle acque anche nelle aree circostanti, e con valutazione degli eventuali cedimenti provocati.

Lungo gli alvei dei corsi d'acqua e sulle fasce spondali:

- tutti i corsi d'acqua, sia pubblici, sia privati, non dovranno essere confinati in manufatti tubolari o scatolari di varia forma o sezione, subire restringimenti d'alveo o rettifiche del loro naturale percorso; è fatto inoltre divieto assoluto di edificare al di sopra dei corsi d'acqua intubati;
- salvo che per opere di attraversamento viabilistico non è consentita la copertura dei corsi d'acqua; i Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico individuano i tratti tombinati dei corsi

d'acqua che devono essere riportati a cielo libero; in ogni caso è vietata l'edificazione al di sopra dei tratti coperti, anche nel caso di pertinenze ed accessori;

- non sono ammesse occlusioni parziali o totali dei corsi d'acqua, incluse le zone di testata, tramite riporti o scarti vegetali;

- non sono ammessi manufatti in materiali sciolti che non siano sostenuti da adeguate opere di sostegno e protezione, atte anche a sopportare eventi alluvionali e quindi a non essere scalzate al piede o aggirate dall'acqua di piena;

- non sono ammesse difese spondali su una sola sponda o regimazioni di fondo parziali di un corso d'acqua salvo nel caso in cui sia dimostrato che tali opere non peggioreranno la situazione idraulica o idrogeologica sulla sponda opposta o immediatamente a valle o a monte dell'intervento;

- gli interventi di sistemazione idraulica e di attraversamento dei corsi d'acqua dovranno tener conto di episodi alluvionali a tempi di ritorno di 200 anni per le fasce spondali del T. San Carlo e per il Fiume Toce, e di 100 anni per i restanti corsi d'acqua minori, fatte salve le indicazioni dell'Autorità idraulica competente oltre che le eventuali prescrizioni specifiche della normativa vigente;

- le nuove opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua dovranno essere realizzate mediante ponti in maniera tale che la sezione di deflusso ottenuta non vada in alcun modo a ridurre l'ampiezza dell'alveo "a rive piene" misurata a monte dell'opera;

- non sono ammesse recinzioni, muri di cinta o altri manufatti attraverso e lungo gli alvei e le fasce spondali dei corsi d'acqua che non consentano il regolare deflusso delle acque con portate di massima piena; nel caso di corsi d'acqua demaniali dovranno essere assicurate alle stesse condizioni anche la percorribilità pedonale parallelamente agli alvei e l'accesso alle opere di difesa idraulica;

- dovrà essere garantita costantemente la pulizia e la manutenzione degli alvei dei corsi d'acqua, naturali o artificiali, pubblici o privati, limitrofi agli insediamenti previsti, verificando le sezioni di deflusso, soprattutto per i tratti d'alveo intubati, adeguando quelle insufficienti;

- sulle fasce spondali dei corsi d'acqua non sono ammessi accumuli neppure temporanei di scarti vegetali provenienti dalle pratiche agrarie e dalla manutenzione di parchi e giardini;

Lungo i versanti e le zone acclivi:

- nelle zone acclivi o poste alla base di ripidi versanti, una particolare attenzione dovrà essere posta nella regimazione delle acque superficiali che andranno captate, regimate e convogliate in impluvi naturali; dovrà essere costantemente garantita la manutenzione di eventuali muretti a secco limitrofi agli insediamenti previsti, verificando il loro stato di conservazione;

- non sono ammesse opere di raccolta e canalizzazione delle acque ruscellanti che producano concentrazioni delle stesse su terreni erodibili;

- non sono ammesse opere per la viabilità che intercettino le acque del versante di controripa e le convogliino nei tratti di sottoscarpa in modo concentrato e tale da produrre erosioni e dissesti;

- non sono ammesse opere di dispersione nel sottosuolo di acque piovane o reflui (subirrigazioni) senza uno studio che dimostri la compatibilità delle opere con la stabilità del versante;

- non sono ammessi scavi e riporti che peggiorino la stabilità naturale del pendio;

- qualora siano necessari sbancamenti artificiali delle scarpate e riporti di materiale, gli stessi dovranno essere sostenuti e drenati, al fine di garantire, a breve e a lungo termine, la stabilità dei pendii;
- nel caso siano presenti scarpate limitrofe a nuovi insediamenti in progetto, dovranno essere garantite adeguate fasce di rispetto dall'orlo inferiore delle stesse;
- non sono ammessi nuovi impianti vegetazionali di alto fusto di essenze con apparato radicale non idoneo a garantire sufficiente stabilità; per quelli esistenti si provvederà di norma alla loro sostituzione;
- non sono ammessi tagli vegetazionali generalizzati non autorizzati;
- è fatto obbligo ai proprietari dei fondi di mantenere in buono stato di conservazione le opere di sostegno e di presidio, con particolare riguardo ai terrazzamenti sostenuti da murature a secco.

ART. 30 – CLASSI DI IDONEITÀ GEOMORFOLOGICA ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA PREVISTE NEL TERRITORIO COMUNALE

Le Norme Tecniche di Attuazione prevedono le seguenti classi di idoneità geomorfologica all'utilizzazione urbanistica, ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP dell'8/5/96:

- Classe 2 e sottoclassi
- Classe 3a
- Classe 3b e sottoclassi
- Classe 3 indifferenziata

Le Carte di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica riportano tale classificazione con i riferimenti alle Norme relative a ciascuna classe.

In ciascuna classe sono indicati gli interventi ammessi secondo la tipologia prevista dalla Circ. PGR n.5/SG/URB del 27/04/84 e con i seguenti simboli abbreviati.

- MO: Manutenzione ordinaria
- MS: Manutenzione straordinaria
- RC: Restauro e risanamento conservativo
- RE: Ristrutturazione edilizia in generale
- REA: Ristrutturazione edilizia di tipo A
- REB: Ristrutturazione edilizia di tipo B
- A: Ampliamento in generale
- AS: Ampliamento per sopraelevazione
- D: Demolizione
- NC: Nuova costruzione in generale
- MD: Modifica di destinazione d'uso

Ai fini della valutazione del rischio idrogeologico, alle precedenti tipologie vengono aggiunte le seguenti ulteriori specificazioni:

- NCr: Nuova costruzione residenziale
- NCp: Nuova costruzione produttiva
- NCs: Nuova costruzione per servizi sociali e di interesse comune con elevato carico antropico e difficoltà di evacuazione (scuole, asili, ospedali, ecc.)

NCu: Nuova costruzione per servizi tecnologici di interesse pubblico (parcheggi, impianti di depurazione, ecc.)
NCa: Nuova costruzione accessoria di uso privato senza carico antropico
MDA: Modifica di destinazione d'uso senza aumento del carico antropico
MDB: Modifica di destinazione d'uso con aumento del carico antropico
DS: Demolizione senza ricostruzione
DRA: Demolizione con ricostruzione senza aumento del carico antropico
DRB: Demolizione con ricostruzione con aumento del carico antropico
OP: Opere pertinenziali ai sensi dell'art.56 lettera f) della L.R.n.56/77 e dell'art.56 lettera g) della L.R.n.56/77 (esclusi i fabbricati accessori definiti come NCa)
MU: Manufatti di arredo urbano
SP: Strade private
PI: Piani interrati sotto il p.c.

ART. 31 - CLASSE 2

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP/96 la Classe 2 riguarda «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 esplicitati a livello di Norme di attuazione ispirate al D.M. 11 marzo 1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionare la propensione all'edificabilità».

In tutte le zone del territorio comunale soggette a Classe 2 ogni nuova opera sarà preceduta da approfondite verifiche locali di carattere geologico e geotecnico secondo quanto previsto all'Art. 2 delle presenti norme e in coerenza con il D.M. 11 marzo 1988 e, ove presente il vincolo idrogeologico ai sensi R.D. n.3267/23, con i disposti della L.R. n.45/89.

Sulla base delle tipologie di pericolosità geologica individuate nella Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica oltre alle norme generali per la classe 2 sono previste norme specifiche per le seguenti sottoclassi individuate cartograficamente.

Classe 2a - Aree di conoide torrentizia in zone distali

Tale classe riguarda aree appartenenti a conoidi torrentizie in zona distale ossia in prossimità del raccordo con la sottostante pianura fluviale, con presenza di terreni prevalentemente sabbiosi, con dinamica torrentizia e possibilità di allagamento modestissime e superabili con accorgimenti tecnici circostanti all'area di intervento.

In tali aree le relazioni geologiche e geotecniche dovranno esaminare prevalentemente i problemi di drenaggio durante eventi eccezionali e la stabilità delle opere di fondazione in relazione alla presenza di terreni a mediocri caratteristiche geotecniche e alla falda superficiale.

È ammessa la riquotatura del terreno a condizione di non creare problemi di drenaggio nelle aree circostanti.

Piani interrati sono ammissibili solo a seguito di progettazione mirata a definire le quote di sicurezza rispetto agli innalzamenti della falda e alle eventuali opere di impermeabilizzazione; di norma non sono ammessi accessi ai locali interrati dalle zone di provenienza dei flussi.

Classe 2b - Aree di fondivalle fluviali

Tale classe riguarda zone subpianeggianti, caratterizzate da terreni di origine alluvionale fluviale a granulometria prevalentemente sabbiosa o sabbioso-limosa, spesso sovrastati da limitati livelli di terreni di riporto, con presenza di falda periodicamente molto superficiale e possibilità di parziale sommersione con bassa o nulla energia in occasione di piene fluviali eccezionali o difficoltà di drenaggio in locali aree di depressione.

In tale classe le relazioni geologiche e geotecniche dovranno esaminare prioritariamente le condizioni di stabilità con particolare riferimento alle opere di fondazione soprattutto in relazione alla presenza di terreni a mediocri caratteristiche geotecniche, alla presenza di falda superficiale o subaffiorante e alla possibilità di sommersione.

Non saranno ammessi nuovi piani residenziali o produttivi, costruzioni accessorie e strutture tecniche al di sotto di una quota minima di sicurezza, che andrà definita dal progettista dell'opera per ogni singola situazione ma che comunque, per la porzione di territorio inserita in questa classe, sarà di almeno 50 cm al di sopra della quota del piano della vecchia S.S. 33 del Sempione.

È ammessa la riquotatura del terreno per raggiungere le quote di sicurezza. Quote inferiori a quelle di sicurezza per piani residenziali o produttivi, costruzioni accessorie e strutture tecniche saranno ammesse solo per particolari motivazioni documentate, in relazione a problematiche storico-architettoniche o tecnico-funzionali e previa specifica accettazione del relativo aumentato rischio da parte del richiedente;

I progetti devono comunque sempre esplicitare l'accettazione delle condizioni di rischio connesse con la possibilità di allagamento per eventi di piena con allagamenti a quote superiori a quelle indicate come quote minime di sicurezza, nonché gli accorgimenti tecnici atti al loro superamento, con presa d'atto da parte dei titolari del permesso di costruire dell'entità del rischio con riferimento agli studi idrologici e idraulici presenti nelle analisi di piano, e in relazione alle condizioni di vulnerabilità e al valore dei beni a rischio;

In ogni caso ogni nuova opera o parte di opera eseguita al di sotto delle quote di possibile allagamento dovrà essere progettata e costruita con criteri che consentano la sommersione periodica senza particolari danni. Le misure delle quote di progetto vanno presentate mediante rilievo altimetrico di precisione appoggiato su quote geodetiche sicure.

Classe 2c - Versanti collinari o montani

Tale classe riguarda zone di versante collinare o montano con acclività da medio-bassa a media (indicativamente inferiore ai 30°), in cui il substrato è a tratti affiorante, oppure è ricoperto da depositi superficiali, le cui caratteristiche geotecniche possono rilevarsi localmente scadenti, ma che nel complesso determinano condizioni di stabilità naturale positiva; la classe comprende anche aree subpianeggianti intercluse, oppure situate alla base e alla sommità del versante stesso.

In tale classe le relazioni geologiche e geotecniche dovranno esaminare prioritariamente le condizioni di stabilità naturale del pendio circostante e quelle determinate dall'intervento, con particolare riferimento alla stabilità dei fronti di scavo, dei riporti, delle opere di sostegno, ecc., soprattutto in relazione alla eventuale presenza di fenomeni di ruscellamento concentrato, di circolazione di acque sotterranee e di terreni geotecnicamente mediocri.

ART. 32 - CLASSE 3

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP/96 la Classe 3 riguarda «Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, questi ultimi derivanti dalle urbanizzazioni dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo viceversa la

previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente».

La classe 3 è suddivisa nelle sottoclassi 3°, 3b e 3 indifferenziata descritte negli specifici articoli delle presenti norme.

ART. 33 – CLASSE 3A

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP/96 la Classe 3a riguarda: «Porzioni di territorio inedificate che presentano carattere geomorfologici o idrogeologici che le rendano inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (con specifico riferimento ad es. ai parchi fluviali) vale quanto già indicato all'Art.31 della L.R. 56/77».

Tale classe riguarda:

- le zone di alveo e le fasce spondali dei corsi d'acqua torrentizi, soggette a dinamica attiva attuale o di possibile evoluzione;
- le fasce spondali del F.Toce che costituiscono le fasce di pertinenza fluviale nonché quelle con importanti effetti sulla laminazione delle piene;
- le fasce di territorio potenzialmente soggette a dinamica gravitativa, antica o recente, di tipo naturale o dovuto ad attività antropica;
- i versanti montani boscati o comunque a pendenza elevata.

Nel caso della presenza in aree soggette a classe 3a di edifici non evidenziati in cartografia, per questi si applicano le norme della classe 3b2c.

Nelle aree comprese in Classe 3a, classificate come Fascia A e B, valgono i disposti previsti nel Titolo II delle N.T.A. del "PAI" approvato con D.P.C.M. 24/05/2001, pubblicato su G.U. n.183 del 08/08/2001, con particolare riferimento agli Art. 29, 30, 31 e 39.

Nelle restanti aree inserite in Classe 3a, sono ammessi solo i seguenti interventi, i cui progetti siano stati redatti sulla base di rigorosi accertamenti geologici, geotecnici, idrogeologici e idraulici che stabiliscano gli accorgimenti tecnici atti a garantire la fattibilità degli interventi stessi nell'ambito di requisiti di sicurezza propria e tali da non aggravare la situazione di pericolosità esistente:

- a) le opere previste dal Piano Territoriale e quelle che abbiano conseguito la dichiarazione di pubblica utilità;
- b) le opere pubbliche non altrimenti localizzabili attinenti alla viabilità, alla produzione e al trasporto dell'energia, alle reti e agli impianti di depurazione, alle telecomunicazioni o ad altre attrezzature e impianti per l'erogazione di servizi pubblici o di pubblica utilità;
- c) le opere attinenti alla regimazione e all'utilizzo delle acque, compresi i pozzi, le captazioni sorgive, le derivazioni e gli attingimenti di acqua purché adeguatamente eseguiti e concessi dagli Enti competenti;
- d) le opere attinenti alle sistemazioni idrogeologiche, al contenimento e al consolidamento dei versanti, nonché tutti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere di difesa esistenti;
- e) l'eliminazione dei tratti coperti dei corsi d'acqua e l'ampliamento delle tombature;
- f) gli attraversamenti dei rii minori e la viabilità per il necessario collegamento, non altrimenti localizzabile, di zone residenziali o produttive esistenti o previste dal P.R.G. e dai P.P.;
- g) le strade e piste ad uso agro-silvo-pastorale, regolamentate ai sensi delle normative vigenti;

- h) i percorsi pedonali o ciclabili, le aree pedonali attrezzate e i percorsi didattici attrezzati;
- i) le attività estrattive, e relative strade di accesso, autorizzate ai sensi delle normative vigenti;
- l) le opere antincendio, gli interventi selvicolturali, il mantenimento delle colture agricole, o le loro trasformazioni, nuovi impianti di colture agricole sia a pieno campo che in strutture mobili (tunnel), previa idonee indagini che definiscano la compatibilità idrogeologica nei riguardi delle trasformazioni previste;
- m) la recinzione dei terreni, realizzabile unicamente con pali infissi e rete metallica, purché le opere non modifichino la stabilità dei versanti e il regolare deflusso delle acque (anche in occasione di piene eccezionali) e permettano lo svolgimento delle operazioni antincendio e di protezione civile;
- n) sugli edifici rurali esistenti sono ammessi gli interventi di tipo MO, MS, RC (con esclusione della possibilità di cambio di destinazione d'uso).

Le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua classificate in Classe 3a costituiscono "disciplina vigente nelle diverse località" ai sensi del R.D. 25/7/1904 n.523 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle opere idrauliche", così come normate dalla Circ. P.G.R. n.14/LAP/PET dell'8 ottobre 1998.

ART. 34 – CLASSE 3B

Ai sensi della Circ. P.G.R. n. 7/LAP/96 tale classe comprende.

«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 quali, a titolo di esempio, interventi di manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, risanamento conservativo, ecc.; per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto all'Art.31 della L.R. n.56/77. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità. Gli strumenti attuativi del riassetto idrogeologico e i Piani Comunali di Protezione Civile dovranno essere reciprocamente coerenti.»

Si tratta di aree edificate o parzialmente edificate, in cui si rende necessaria la realizzazione di efficaci interventi di attenuazione o eliminazione della pericolosità, oppure di controllo periodico dell'efficienza delle opere di difesa esistenti.

Pertanto l'Amministrazione Comunale provvederà ad integrare lo strumento urbanistico con un cronoprogramma di controllo e manutenzione periodica delle opere di difesa esistenti e di integrazione di nuove opere negli alvei montani, con la finalità di ridurre l'erosione, il trasporto solido e l'accumulo nei bacini di sedimentazione e nei canali di deflusso in conoide.

Sulla base delle tipologie di pericolosità geologica il P.R.G.C. definisce le seguenti sottoclassi di cui è normata la fruibilità urbanistica allo stato attuale e a seguito di verifica positiva dell'efficienza delle opere di difesa o a seguito della realizzazione di Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico secondo quanto previsto dalle presenti norme.

Classe 3b3a - Aree alluvionali torrentizie

Tale classe comprende le aree edificate o intercluse in aree edificate, comprese entro le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua torrentizi, con elevato livello di pericolosità e non sufficientemente protette da opere di difesa.

In assenza di opere di riassetto e difesa adeguate vi sono ammessi solo i seguenti interventi

senza incremento di carico antropico:

- gli interventi previsti nelle aree soggette a Classe 3a;
- per gli insediamenti preesistenti, gli interventi del tipo MO, MS, RC, REA, DS, MDA, MU, OP, NCu, SP.

Dopo la realizzazione di Progetti di Riassetto Idrogeologico che minimizzino o eliminino la pericolosità esistente possano essere realizzati anche gli interventi di tipo MDB, REB, DRA, AS, NCa.

La nuova situazione di pericolosità dovrà essere verificata come equivalente ad una classe 3b2a speciale , con particolari restrizioni cautelative e rigorosa esclusione di nuove costruzioni Ncr e Ncp.

In ogni caso ai progetti di interventi edilizi in queste aree dovranno essere allegate:

- una relazione tecnica che dimostri le ricercate caratteristiche di progetti a bassa vulnerabilità per allagamenti con trasporto solido e medio alta energia, connessi ad eventi con potenziale pericolosità residua per tracimazione di argini. con tempi di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni
- una dichiarazione del richiedente la concessione edilizia, di consapevolezza della presenza di una pericolosità residua di tipo idrogeologico, connessa ad eventi di tracimazione di argini, a tempo di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni..

Classe 3b3b- Aree alluvionali fluviali

Tale classe comprende le aree edificate o intercluse in aree edificate, comprese entro le fasce di pertinenza del F. Toce, con elevato livello di pericolosità e non sufficientemente protette da opere di difesa.

Nelle aree comprese in Classe 3b3b, classificate come Fascia A, B e B di progetto, valgono i disposti previsti nel Titolo II delle N.T.A. del "PAI" approvato con D.P.C.M. 24/05/2001, pubblicato su G.U. n.183 del 08/08/2001.

Nelle restanti porzioni individuate in Classe 3b3b, in assenza di opere di riassetto e difesa adeguate, sono ammessi solo i seguenti interventi senza incremento di carico antropico:

- gli interventi previsti nelle aree soggette a Classe 3a;
- per gli insediamenti preesistenti, gli interventi del tipo MO, MS, RC, REA, DS, MU, OP, NCu, SP; per le edificazioni esistenti in località Gabbio, interessata da esondazioni ad elevato battente ma a bassa energia, sono ammesse anche le MDA per quanto riguarda piani sopraelevati con piano di calpestio oltre la quota 209.00 m s.l.m.

Dopo la realizzazione di Progetti di Riassetto Idrogeologico che minimizzino o eliminino la pericolosità esistente possano essere realizzati anche gli interventi di tipo, MDA, MDB, REB, DRA, AS, NCa.

La nuova situazione di pericolosità dovrà essere verificata come equivalente ad una classe 3b2b speciale , con particolari restrizioni cautelative e rigorosa esclusione di nuove costruzioni Ncr e Ncp.

In ogni caso ai progetti di interventi edilizi in queste aree dovranno essere allegate:

- una relazione tecnica che dimostri le ricercate caratteristiche di progetti a bassa vulnerabilità per allagamenti a medio bassa energia, connessi ad eventi con potenziale pericolosità residua per tracimazione di argini. con tempi di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni

- una dichiarazione del richiedente la concessione edilizia, di consapevolezza della presenza di una pericolosità residua di tipo idrogeologico, connessa ad eventi di tracimazione di argini, a tempo di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni.

Classe 3b2a - Aree alluvionali torrentizie

Tale classe comprende le aree edificate o intercluse in aree edificate, con livello di pericolosità media, interessate da dinamica torrentizia, protette da opere di difesa non completamente adeguate.

Allo stato attuale vi sono ammessi:

- gli interventi previsti nelle aree soggette a Classe 3a;
- gli interventi del tipo MO, MS, RC, REA, DS, MDA, MU, REB, AS, NCa, DRA, SP, OP, NCu.

Dopo la realizzazione di Progetti di Riassetto Idrogeologico sono ammessi anche nuove costruzioni NC e interventi del tipo DRB e MDB ad esclusione delle nuove costruzioni di tipo NCs.

In ogni caso ai progetti di interventi edilizi in queste aree dovranno essere allegate:

- una relazione tecnica che dimostri le ricercate caratteristiche di progetti a bassa vulnerabilità per allagamenti a media energia, con possibile trasporto solido, connessi ad eventi con potenziale pericolosità residua per tracimazione di argini. con tempi di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni
- una dichiarazione del richiedente la concessione edilizia, di consapevolezza della presenza di una pericolosità residua di tipo idrogeologico, connessa ad eventi di tracimazione di argini, a tempo di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni.

Classe 3b2b - Aree alluvionali fluviali

Tale classe comprende le aree edificate o intercluse in aree edificate, con livello di pericolosità media, interessate da dinamica fluviale, protette da opere di difesa non completamente adeguate.

Allo stato attuale vi sono ammessi:

- gli interventi previsti nelle aree soggette a Classe 3a;
- gli interventi del tipo MO, MS, RC, REA, DS, MDA, MU, REB, AS, NCa, DRA, SP, OP, NCu.

Dopo la realizzazione di Progetti di Riassetto Idrogeologico sono ammessi anche nuove costruzioni NC e interventi del tipo DRB e MDB ad esclusione delle nuove costruzioni di tipo NCs.

In ogni caso ai progetti di interventi edilizi in queste aree dovranno essere allegate:

- una relazione tecnica che dimostri le ricercate caratteristiche di progetti a bassa vulnerabilità per allagamenti a medio bassa energia, connessi ad eventi con potenziale pericolosità residua per tracimazione di argini. con tempi di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni
- una dichiarazione del richiedente la concessione edilizia, di consapevolezza della presenza di una pericolosità residua di tipo idrogeologico, connessa ad eventi di tracimazione di argini, a tempo di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni.

Classe 3b2c - Versanti collinari o montani

Tale classe comprende le aree edificate o intercluse in aree edificate, poste alla base di scarpate di versanti in roccia a media pericolosità, protette da opere di difesa non completamente adeguate.

Allo stato attuale vi sono ammessi:

- gli interventi previsti nelle aree soggette a Classe 3a;
- gli interventi del tipo MO, MS, RC, REA, DS, MDA, MU, REB, AS, NCa, DRA, SP, OP, NCu.

Dopo la realizzazione di Progetti di Riassetto Idrogeologico, che eliminino ogni pericolosità di tipo gravitativo, sono ammessi anche nuove costruzioni NC e interventi del tipo DRB e MDB ad esclusione delle nuove costruzioni di tipo NCs.

In ogni caso ai progetti di interventi edilizi in queste aree devono essere allegate:

- Una relazione tecnica che dimostri l'assenza di residua pericolosità di tipo gravitativo in forza della presenza di efficienti opere di difesa.
- Una dichiarazione del richiedente la concessione edilizia di consapevolezza della presenza di una pericolosità residua di tipo gravitativo dovuta alla necessità di manutenzione nel tempo delle opere di difesa.

Classe 3b1a - Aree alluvionali torrentizie

Tale classe interessa le aree edificate o parzialmente edificate, comprese entro le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua torrentizi, sufficientemente protette da opere di difesa.

Allo stato attuale vi sono ammessi interventi edilizi di ogni tipo ad esclusione degli interventi di tipo NCs a condizione della periodica verifica della pericolosità naturale e dello stato di efficienza delle opere e della eventuale necessaria manutenzione ordinaria o straordinaria delle stesse.

Le verifiche dello stato di efficienza delle opere dovranno essere effettuate sia in occasione di ogni evento alluvionale che interessi lo specifico corso d'acqua o di modifiche naturali o artificiali delle condizioni di stabilità a monte, sia in occasione delle eventuali verifiche periodiche previste dal Piano di Protezione Civile, a cura dell'Ufficio Tecnico Comunale. Il Comune inoltre potrà richiedere verifiche specifiche in occasione di ogni richiesta di nuova edificazione, ampliamento o completamento e comunque ogni 10 anni.

L'eventuale verifica negativa dello stato di efficienza delle opere di difesa potrà trasformare la classificazione delle aree in una delle precedenti classi più pericolose 3b2a o 3b3a.

In ogni caso ai progetti di interventi edilizi in queste aree devono essere allegate:

- Una relazione tecnica che verifichi localmente le quote da rispettarsi per i piani abitabili rispetto ad eventi di allagamento a tempo di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni.
- Una dichiarazione del richiedente la concessione edilizia di consapevolezza della presenza di una pericolosità residua di tipo idrogeologico connessa ad allagamenti con tempi di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni.

Classe 3b1b - Aree alluvionali fluviali

Tale classe interessa le aree edificate o parzialmente edificate, comprese entro le fasce di pertinenza del F. Toce, sufficientemente protette da opere di difesa.

Allo stato attuale vi sono ammessi interventi edilizi di ogni tipo ad esclusione degli interventi di

tipo NCs a condizione della periodica verifica della pericolosità naturale e dello stato di efficienza delle opere e della eventuale necessaria manutenzione ordinaria o straordinaria delle stesse.

Le verifiche dello stato di efficienza delle opere dovranno essere effettuate sia in occasione di ogni evento alluvionale che interessi lo specifico corso d'acqua o di modifiche naturali o artificiali delle condizioni di stabilità a monte, sia in occasione delle eventuali verifiche periodiche previste dal Piano di Protezione Civile, a cura dell'Ufficio Tecnico Comunale. Il Comune inoltre potrà richiedere verifiche specifiche in occasione di ogni richiesta di nuova edificazione, ampliamento o completamento e comunque ogni 10 anni.

L'eventuale verifica negativa dello stato di efficienza delle opere di difesa potrà trasformare la classificazione delle aree in una delle precedenti classi più pericolose 3b2b o 3b3b.

In ogni caso ai progetti di interventi edilizi in queste aree devono essere allegate:

- Una relazione tecnica che verifichi localmente le quote da rispettarsi per i piani abitabili rispetto ad eventi di allagamento a tempo di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni.
- Una dichiarazione del richiedente la concessione edilizia di consapevolezza della presenza di una pericolosità residua di tipo idrogeologico connessa ad allagamenti con tempi di ritorno elevati, indicativamente superiori a 20-50 anni.

Classe 3b1c - Versanti collinari o montani

Tale classe interessa le aree edificate o parzialmente edificate, poste alla base di scarpate di versanti in roccia a moderata pericolosità, sufficientemente protette da opere di difesa.

Allo stato attuale vi sono ammessi interventi edilizi di ogni tipo ad esclusione degli interventi di tipo NCs a condizione della periodica verifica della pericolosità naturale e dello stato di efficienza delle opere e della eventuale necessaria manutenzione ordinaria o straordinaria delle stesse.

Le verifiche dello stato di efficienza delle opere dovranno essere effettuate sia in occasione di ogni evento alluvionale che interessi lo specifico corso d'acqua o di modifiche naturali o artificiali delle condizioni di stabilità a monte, sia in occasione delle eventuali verifiche periodiche previste dal Piano di Protezione Civile, a cura dell'Ufficio Tecnico Comunale. Il Comune inoltre potrà richiedere verifiche specifiche in occasione di ogni richiesta di nuova edificazione, ampliamento o completamento e comunque ogni 10 anni.

L'eventuale verifica negativa dello stato di efficienza delle opere di difesa potrà trasformare la classificazione delle aree nella precedente classe più pericolosa 3b2c.

In ogni caso ai progetti di interventi edilizie in queste aree devono essere allegate:

- Una relazione tecnica che dimostri l'assenza di residua pericolosità di tipo gravitativo in forza della presenza di efficienti opere di difesa.
- Una dichiarazione del richiedente la concessione edilizia di consapevolezza della presenza di una pericolosità residua di tipo gravitativo dovuta alla necessità di manutenzione nel tempo delle opere di difesa.

ART. 34bis- CLASSE 3 INDIFFERENZIATA

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP/96, tale classe riguarda alcuni ambiti estesi di versanti montani non edificati o con presenza di isolati edifici in cui l'identificazione puntuale e cartografica delle rare edificazioni è omessa e l'analisi di dettaglio necessaria a identificare eventuali situazioni locali meno pericolose, potenzialmente attribuibili a classi meno condizionanti

(classe 2 o classe 3b) è rinviata ad eventuali future varianti di Piano che dovranno essere supportate da studi geomorfologici di dettaglio adeguati.

Sino a tali ulteriori indagini in classe 3 indifferenziata valgono tutte le limitazioni previste per la classe 3a.

ART. 35 - AREE DI SALVAGUARDIA DELLE OPERE DI CAPTAZIONE AD USO IDROPOTABILE

Ai sensi degli articoli 3, 4, 5, 6, 7, 8 del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 11/12/2006, n. 15/R – Regolamento Regionale recante: “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29/12/2000 n.61)” sono definite le aree di salvaguardia delle opere di captazione distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto all’interno delle quali sono definiti i vincoli e le limitazioni d’uso da rispettarsi.

A) Zona di tutela assoluta: è la porzione di territorio immediatamente circostante l’opera di captazione, adibita esclusivamente all’opera stessa e alle collegate infrastrutture di servizio; deve essere adeguatamente protetta da possibili infiltrazioni d’acqua dalla superficie, recintata e possedere un’estensione di raggio non inferiore a 10 m.

B) Zona di rispetto: è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta ed è, di norma, distinta in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata. Il dimensionamento e l’articolazione della zona di rispetto dipendono dalla tipologia dell’opera di captazione e dalla situazione di vulnerabilità intrinseca della risorsa captata e sono definiti sulla base di studi e criteri definiti dallo stesso D.P.G.R. n. 15/R.

Nella zona di rispetto sono vietati l’insediamento di centri di pericolo e lo svolgimento di attività ritenute inquinanti sia in riferimento ad attività agricole, sia relativamente all’utilizzazione urbanistica, come specificatamente dettagliato all’Art.6 del D.G.P.R. n. 15/R a cui, conseguentemente, si rimanda.

COMUNE DI ORNAVASSO

SCHEDA SICOD

Dott. Geol. Italo Isoli
via alla Cartiera 52/a - Verbania Possaccio (VB)

**ARGINE**

comune

Ornavasso

provincia

VB

**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

CODICE	SPONDA	CARATT. GEOMETRICHE		TIPOLOGIA					tavola grafica	località
		lunghezza (m)	altezza da p. c. (m) min. max.	inerbito	rivestito	muro	gabbloni	massi cementati		
COREAR001	destra	450	1 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Rio Blet
La parte dell'argine rivolta verso il Rio Blet è rivestita in massi da cava										
COREAR002	sinistra	190	2,5 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Rio Blet
La parte rivolta verso il Rio Blet è rivestita di massi non cementati, l'argine in alcuni tratti è formato da terreno non ancora inerbito										
COREAR003	destra	850	4 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Fiume Toce
COREAR004	sinistra	110	1 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
COREAR005	destra	1000	1 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
COREAR006	sinistra	1000	1 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
COREAR007	sinistra	25	1 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Rio Gamber


REGIONE PIEMONTE
 Direzione Difesa del Suolo

 martedì 28 settembre
 2004

DIREZIONE SERVIZI
 Settore Controllo Ambiente
 Area Prevenzione Rischi Naturali



ATTRAVERSAMENTI E GUADI

comune

Ornavasso

provincia

VB

**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

CODICE	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE					MATERIALI			tavola grafica	località
		larghezza (m)	lunghezza (m)	altezza (m)	sezione (m ²)	diametro (m)	acciaio	cis	massi		
COREAG001	ATTRAVERSAMENTO	2	4,5	2			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Vada
COREAG002	ATTRAVERSAMENTO scotolare	4	10	3,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Vada
COREAG003	ATTRAVERSAMENTO	3	9	2,2			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
COREAG004	ATTRAVERSAMENTO	5	9	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
COREAG005	ATTRAVERSAMENTO	3	1	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
COREAG006	ATTRAVERSAMENTO scotolare	1	4	1,2			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
COREAG007	ATTRAVERSAMENTO	1	2	1,2			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
COREAG008	ATTRAVERSAMENTO	1	4,5	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
COREAG009	ATTRAVERSAMENTO	3	6	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
COREAG010	ATTRAVERSAMENTO	3	2,5	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Loia
COREAG011	ATTRAVERSAMENTO	3	2,5	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Loia
COREAG012	ATTRAVERSAMENTO	4	5	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG013	ATTRAVERSAMENTO	5	8	2			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso



REGIONE PIEMONTE
Direzione Difesa del Suolo

lunedì 17 dicembre 2007

DIREZIONE SERVIZI
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali

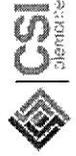


**ATTRAVERSAMENTI E GUADI**comune
Ornavassoprovincia
VBSistema Informativo
Catasto Opere di Difesa

CODICE	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE					MATERIALI			tavola grafica	località
		larghezza (m)	lunghezza (m)	altezza (m)	sezione (m ²)	diametro (m)	acciaio	cls	massi		
COREAG014	GUADO artificiale	2	4	1			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG015	GUADO artificiale	1	4	1			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG016	ATTRAVERSAMENTO	4	9	3			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG017	ATTRAVERSAMENTO	4	5	6			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG018	ATTRAVERSAMENTO	4	5	2,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG019	GUADO artificiale	2	3,5	1			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG020	ATTRAVERSAMENTO	2	4,5	1			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG021	ATTRAVERSAMENTO tubazione		4,5			1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG022	ATTRAVERSAMENTO	2	6	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG023	ATTRAVERSAMENTO	2	5	1,5			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
COREAG024	GUADO artificiale	1	4	1			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio

REGIONE PIEMONTE
Direzione Difesa del Suolo

lunedì 17 dicembre 2007

DIREZIONE SERVIZI
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali



BRIGLIA

comune

Ornavasso

provincia

VB

**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

CODICE	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE			MATERIALI						tavola grafica	località			
		larghezza (m)	lunghezza (m)	altezza (m)	cis	legname e pietrame	gabbioni	massi							
COREBR001	Trattenuta	1,5	6,5	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rio Lda
COREBR002	Trattenuta	2	9	1,5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rio Lda				
COREBR003	Filtrante	3	18	4,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Torrente S. Carlo
COREBR004	Filtrante	4	65	4,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Torrente S. Carlo

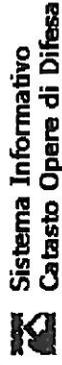


REGIONE PIEMONTE
Direzione Difesa del Suolo

martedì 28 settembre
2004

DIREZIONE SERVIZI
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali



**CANALIZZAZIONE**comune
Ornavassoprovincia
VB**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

CODICE	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE				MATERIALI						tavola grafica	località					
		larghezza (m)	lunghezza (m)	altezza (m)	sezione (m ²)	diametro (m)	dis	legname e pietra	gabbioni	acciaio	massi			CAVA SECCO	CAVA	intasati	alveo secco	alveo intasati
CORECA001	a sezione aperta	2	20	1			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Vada								
La sponda sinistra ha un'altezza inferiore al metro (60 cm); il fondoalveo è realizza to in cls mentre le sponde sono in massi da cava intasati																		
CORECA002	a sezione aperta	11	17	2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
CORECA003	fondo alveo	6	13				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio
Presenta due salti di fondo di altezza pari a 50 cm al suo interno, uno a metà della canalizzazione l'altro alla fine dell'opera.																		
CORECA004	a sezione chiusa	1	40	1,2			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio								
CORECA005	a sezione chiusa	1	50	1,5			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio								
CORECA006	a sezione chiusa	1	18	1			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio								
CORECA007	a sezione chiusa	3	20	1,5			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Loia								
CORECA008	a sezione chiusa	7	16	2,5			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Loia								
CORECA009	fondo alveo	15	16				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
CORECA010	fondo alveo	15	70				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso
CORECA011	a sezione aperta	1	80	1,5			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso								
CORECA012	a sezione chiusa		300			1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso								

**REGIONE PIEMONTE**
Direzione Difesa del Suolo

lunedì 17 dicembre 2007

DIREZIONE SERVIZI
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali



CANALIZZAZIONE

comune

Ornavasso

provincia

VB

**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

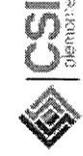
CODICE	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE					MATERIALI							tavola grafica	località		
		larghezza (m)	lunghezza (m)	altezza (m)	sezione (m ²)	diametro (m)	cis	legname e pietra.	gabioni	acciaio	massi	cava secco	cava intasati			alveo secco	alveo intasati
CORECA013	a sezione aperta	1	15	1,5			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio							
CORECA014	a sezione chiusa	1	50	1			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio							
CORECA015	a sezione aperta	1	28	1,5			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio							
CORECA016	a sezione chiusa	1	50	1			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gabbio							

REGIONE PIEMONTE
Direzione Difesa del Suolo



lunedì 17 dicembre 2007

DIREZIONE SERVIZI
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali





PONTE

comune

Ornavasso

provincia

VB

**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

CODICE	TIPOLOGIA	STRUTTURA	CARATT. GEOMETRICHE					RILEVATI		tavola grafica	località
			n. campate	lunghezza totale (m)	luce libera totale (m)	larghezza impalcato (m)	altezza intradosso fondo alveo (m)	alt. Max sponda sx (m)	alt. Max sponda dx (m)		
COREPO001	autostradale	travata	1	10	8	20	8	9	9	01-073010	Rio Lanchetta
Tratto di Autostrada realizzato su rilevato											
COREPO002	stradale	travata	1	15	11	7	2			01-073010	Rio Blet
COREPO003	autostradale	travata	1	60	30	22	8	9	9	01-073010	Rio Blet
COREPO004	stradale	travata	1	7	6	4	2			01-073010	Rio Boeoch
COREPO005	pedonale	travata	1	11	7	2	2			01-073010	Rio Boeoch
COREPO006	pedonale	travata	1	9	8	1	3			01-073010	Rio Lada
COREPO007	pedonale	travata	2	22	17	2	2			01-073010	Torrente S. Carlo
COREPO008	stradale	arco	1	15	9	6	4			10-073010	Torrente S. Carlo
COREPO009	stradale	arco	1	15	9	6	4			01-073010	Torrente S. Carlo
COREPO010	stradale	travata	1	19	15	10	4			01-073010	Torrente S. Carlo



REGIONE PIEMONTE
Direzione Difesa del Suolo

martedì 28 settembre
2004

DIREZIONE SERVIZI
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali





PONTE

comune

Ornavasso

provincia

VB

**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

CODICE	TIPOLOGIA	STRUTTURA	CARATT. GEOMETRICHE					RILEVATI		tavola grafica	località
			n. campate	lunghezza totale (m)	luce libera totale (m)	larghezza impalcato (m)	altezza intradosso fondo alveo (m)	alt. Max sponda sx (m)	alt. Max sponda dx (m)		
COREPO011	ferrviario	travata	1	19	15	4	4	4		01-073010	Torrente S. Carlo
COREPO012	stradale	arco	5	140	100	8	11			01-073010	Fiume Toce
COREPO013	ferrviario	travata	2	140	100	8	12			01-073010	Fiume Toce
COREPO014	pedonale	travata	1	120	100	2	15			01-073010	Fiume Toce



REGIONE PIEMONTE
Direzione Difesa del Suolo

martedì 28 settembre
2004



DIREZIONE SERVIZI
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali



SOGLIA

comune

Ornavasso

provincia

VB

**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

CODICE	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE			MATERIALI						tavola grafica	località			
		larghezza (m)	lunghezza (m)	altezza (m)	cls	legname e pietram.	gabbioni	massi	cava secco	cava			intasati	alveo secco	alveo intasati
CORES001	Soglia	1	11	0,8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Rio Bief
Posta all'inizio dell'opera CORECA002															
CORES002	Soglia	2,5	7	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	01-073010	Rio Boeath
CORES003	Salto di fondo	2,5	7	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Rio Boeath
Massi posti alla rinfusa															
CORES004	Salto di fondo	3	9	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES005	Salto di fondo	3	9	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES006	Salto di fondo	3	9	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES007	Salto di fondo	3	9	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES008	Salto di fondo	3	9	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES009	Salto di fondo	3	11	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES010	Salto di fondo	3	11	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo



REGIONE PIEMONTE
Direzione Difesa del Suolo

martedì 28 settembre
2004

DIREZIONE SERVIZI
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali



CODICE	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE			MATERIALI						tavola grafica	località		
		larghezza (m)	lunghezza (m)	altezza (m)	cls	legname e pietram.	gabbioni	massi	cava secco	cava intasati			alveo secco	alveo intasati
CORES0011	Salto di fondo	3	11	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES0012	Soglia	3	15	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES0013	Soglia	4	15	1,5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo
CORES0014	Soglia	3	15	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Torrente S. Carlo

**DIFESA DI SPONDA**

comune

Ornavasso

provincia

VB**Sistema Informativo
Catasto Opere di Difesa**

CODICE	SPONDA	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE		MATERIALI							tavola grafica	località			
			lunghezza (m)	altezza (m) min. max.	cls	legname e pietram.	gabbioli	materiale vivo	massi	cava secco	cava intasati			alveo secco	alveo intasati	
CORED001	sinistra	Muro	550	2 3											01-073010	Gabbio
CORED002	sinistra	Scogliera	40	2 2											01-073010	Gabbio
Alternanza di massi da cava e massi provenienti dall'alveo, quest'ultimi posti alla rinfusa																
CORED003	sinistra	Muro	240	2,5 3											01-073010	Rio Boeoch
CORED004	destra	Muro	250	2 2											01-073010	Gabbio
CORED005	destra	Muro	50	1,5 2											01-073010	Gabbio
CORED006	sinistra	Muro	130	1,5 2											01-073010	Loia
CORED007	destra	Muro	130	1,5 2											01-073010	Loia
CORED008	destra	Muro	140	3 3											01-073010	Loia
Alternanza di tratti realizzati in massi da cava e materiale d'alveo																
CORED009	destra	Muro	120	3 3											01-073010	Loia
CORED010	sinistra	Muro	260	1,5 3											01-073010	Loia
Alternanza di materiale da cava e proveniente dall'alveo.																
CORED011	destra	Muro	100	3 3											01-073010	Gabbio
CORED012	sinistra	Muro	90	2 3											01-073010	Ornavasso

**REGIONE PIEMONTE**
Direzione Difesa del Suolomartedì 28 settembre
2004**DIREZIONE SERVIZI**
Settore Controllo Ambiente
Area Prevenzione Rischi Naturali



CODICE	SPONDA	TIPOLOGIA	CARATT. GEOMETRICHE		MATERIALI							tavola grafica	località				
			lunghezza (m)	altezza (m) min. max.	cls	legname e pietram.	gabbioni	materiale vivo	massi	cava secco	cava			intasati	alveo secco	alveo intasati	
COREDS013	destra	Muro	90	2 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso					
COREDS014	sinistra	Muro	30	2 3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso				
COREDS015	destra	Muro	35	2 3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso				
COREDS016	destra	Scogliera	120	4 5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso				
COREDS017	sinistra	Scogliera	80	4 5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso				
COREDS018	sinistra	Muro	20	1 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso					
COREDS019	destra	Muro	25	1 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso					
COREDS020	destra	Scogliera	110	2 2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso				
COREDS021	destra	Scogliera	2400	2 4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Gobbio				
COREDS022	destra	Scogliera	1750	2 4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01-073010	Ornavasso				

