

INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	CARATTERISTICHE GENERALI DELLO STUDIO.....	6
3	RACCOLTA ED ANALISI DI DATI ESISTENTI.....	7
4	PIANI REGOLATORI DEI COMUNI LIMITROFI.....	10
5	RICOSTRUZIONE STORICA DEI FENOMENI D'INSTABILITA'.....	11
6	INFORMAZIONI RISULTANTI DALLE CARTE TEMATICHE DELLA REGIONE PIEMONTE.....	16
7	CARATTERI GEOLOGICI.....	18
7.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	18
7.2	ANALISI GEOLOGICA E STRUTTURALE GENERALE.....	19
7.3	GEOLOGIA STRUTTURALE.....	20
7.3.1	Tettonica duttile.....	21
7.3.2	Tettonica fragile.....	21
8	ANALISI CLIVOMETRICA.....	22
9	ANALISI GEOMORFOLOGICA E DISSESTI ATTUALI.....	23
9.1	Frane a meccanismo singolo.....	25
9.2	Frane a meccanismi di vario tipo combinati (frane di tipo alpino).....	27
9.3	Fenomeni franosi nella copertura superficiale.....	28
9.4	Dissesti legati alla rimobilizzazione del detrito di falda.....	31
9.5	Fenomeni di dissesto legati alla rete idrica principale.....	31
9.6	Avvallamenti di sponda.....	32
10	I DEPOSITI SUPERFICIALI.....	33
10.1	DEPOSITI GLACIALI.....	33
10.2	DEPOSITI ALLUVIONALI.....	35
10.3	DEPOSITI DI DELTA LACUSTRE.....	36
10.4	DEPOSITI DI CONOIDE.....	37
10.5	DETRITO DI FALDA.....	37
10.6	COLTRE ELUVIO-COLLUVIALE.....	38
10.7	DEPOSITI TORBOSI E LACUSTRI.....	38
10.8	DEPOSITI DI SPIAGGIA.....	38
11.	GEOLOGIA TECNICA.....	39
11.1.	CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL SUBSTRATO.....	39
11.2.	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	41
11.2.1.	Analisi granulometriche.....	42
11.2.2.	Limiti di Atterberg.....	42
11.2.3.	Peso specifico dei grani.....	42
11.2.4.	Umidità naturale percentuale.....	43
11.2.5.	Peso di Volume.....	43
11.2.6.	Prove di taglio diretto.....	43
12.	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO.....	44
12.1.	STUDI IDRAULICI SULLA TRATTA TERMINALE DEL TORRENTE CANNOBINO.....	44
12.1.1.	Studio Idrologico ed Idraulico per Variante Generale D.G.R. 11 maggio 1998 n.6-24548.....	44
12.1.2.	Interventi di sistemazione idrogeologica ed idraulico forestale L.R. 72 del 9 ottobre 1995.....	46
12.1.3.	Studio propositivo per interventi di regimazione idraulica tratto terminale torrente Cannobino.....	46

12.1.4.	Studio Idraulico Regione Piemonte Direzione Difesa del Suolo	46
12.1.5.	Progetto per il completamento e potenziamento delle opere di difesa idraulica del tronco terminale del torrente Cannobino.....	47
12.1.6.	Variante Strutturale 1/2001 approvata con D.G.R.	47
12.1.7.	Verifica idraulica secondo il PAI Direttiva Piena Allegato 1 D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656	48
12.2.	IDROLOGIA E CARATTERISTICHE FISICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE CANNOBINO	48
12.3.	CONSIDERAZIONI SUL TRASPORTO SOLIDO DEL TORRENTE CANNOBINO.....	56
12.3.1.	CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA DELL'ALVEO	56
12.4.	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SUI CORSI D'ACQUA MINORI.....	63
12.5.	LE PIENE STORICHE DEL LAGO MAGGIORE.....	67
12.6.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELLE SORGENTI	70
12.6.1.	Dati di permeabilità.....	72
12.6.2.	Sorgenti captate	73
12.6.3.	Pozzi.....	74
12.7.	CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE CENSITE E DEL RETICOLO DEMANIALE	78
12.8.	INTERVENTI ANTROPICI.....	80
13.	ANALISI DELLA VINCOLISTICA	84
13.1.	D.P.C.M. 7 dicembre 1995 e s.m.i.	84
13.2.	DISPOSITIVI EX L.18 MAGGIO 1989 N. 183 "NORME PER IL RIASSETTO ORGANIZZATIVO E FUNZIONALE DELLA DIFESA DEL SUOLO E S.M.I.....	84
13.2.1.	PSFF "PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI"	84
13.2.2.	ANALISI CRITICA DEL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL PO	84
14.	CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE PER LE AREE CLASSIFICATE 3b2-3b3-3b4.....	86
14.1.	Interventi per la messa in sicurezza delle aree interessate da problemi di natura idrogeologica:	87
14.2.	Interventi per la messa in sicurezza delle aree caratterizzate da acclività elevata o poste in prossimità di scarpate	89
15.	PROPENSIONE AL DISSESTO E DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI IDONEITÀ URBANISTICA DEL TERRITORIO	89
16.	CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA.....	90
17.	NORMATIVA GEOLOGICO-TECNICA	91
	Art. 1 - Natura delle classi di idoneità geomorfologica all'utilizzazione urbanistica.	91
	Art. 2 - Indagini geologiche e geotecniche a corredo dei progetti di opere pubbliche e private	93
	Art. 3 – Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico	96
	Art. 4 – Norme generali di carattere idrogeologico finalizzate alla fruibilità urbanistica	97
	Art. 5 – Classi di idoneità geomorfologica all'utilizzazione urbanistica previste nel territorio del Comune.....	101
	Art. 6 - Classe I	102
	Art. 7 - Classe II.....	102
	Art. 8 - Classe III.....	105
	Art. 9 - Classe IIIa.....	105
	Art. 10- Classe IIIb.....	108
	Art. 11- Fasce di rispetto dei corsi d'acqua	115
	Art. 12 - Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.....	116
	Art. 13– Fascia di rispetto dei depuratori.....	117

ALLEGATI

- carta geologica 1:100.000 estratto carta geologica d'Italia
- carta batimetria del lago Maggiore
- schede rilievo processi lungo la rete idrografica
- schede frane
- schede sugli effetti e sui danni indotti da fenomeni di instabilità naturale dell'ARPA Piemonte, Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche
- stralcio cartografia PAI 1:25.000
- tabelle portata con metodo regionalizzazione
- ubicazione stazioni di indagine granulometrica scala 1:10.000, istogrammi e curve granulometriche, tabelle velocità e trasporto solido, immagini
- tabella caratteri morfologici dei corsi d'acqua
- stratigrafie pozzi
- sezione elettrostratigrafica ed idrogeologica (Traffiume)
- carta freaticometrica Cannobio capoluogo 1:5.000
- dati storici relativi ai dissesti reperiti presso l'archivio comunale
- carte geomorfologiche e dei dissesti relative a PRG comuni limitrofi (Trarego Viggion-Cannero-Cavaglio)
- elenco corsi d'acqua demaniali

TAVOLE FUORI TESTO

- **TAVOLA 1**, Carta geologico strutturale, a scala 1:25.000
- **TAVOLA 2a-2b**, Carta idrologica, a scala 1:10.000
- **TAVOLA 3a-3b**, Carta geomorfologica e dei dissesti, a scala 1:10.000
- **TAVOLA 4**, Carta dell'acclività a scala, 1:10.000
- **TAVOLA 5a-5b**, Carta delle opere di difesa idrauliche censite e del reticolo demaniale a scala 1:10.000,
- **TAVOLA 6a**, Carta delle aree esondabili con $Tr = 200 \cdot 0.8 - 200 - 500$ anni (Studio Ambiente-Gervasio), a scala 1:5000
- **TAVOLA 6b**, Carta delle aree esondabili con $Tr = 30 - 200 - 500$ anni (D'Elia-Pagani), a scala 1:5000
- **TAVOLA 7a-7b**, Carta della localizzazione dati storici dei dissesti reperiti, a scala 1:10.000

-
- **TAVOLA 8a-8b**, Carta dei corsi d'acqua demaniali e/o iscritti all'elenco delle acque pubbliche, a scala 1:10.000
 - **TAVOLA 9a**, Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (Nord), a scala 1:5.000
 - **TAVOLA 9b**, Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (Sud), a scala 1:5.000
 - **TAVOLA 10**, Mosaicatura della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica con i comuni limitrofi a scala 1:25.000
 - **TAVOLA 11a**, Carta litotecnica (Nord), a scala 1:10.000
 - **TAVOLA 11b**, Carta litotecnica (Sud), a scala 1:10.000
 - **SCHEDE DELLE OPERE IDRAULICHE CENSITE SICOD**

1 PREMESSA

Il Comune di Cannobio è dotato di uno strumento urbanistico Variante Generale di cui alla **D.G.R. 11 maggio 1998 n.6-24548** che non risulta ancora adeguato alla Circ. P.G.R. n.7/LAP del 6 Maggio 1996.

Nel frattempo sono stati approvati i seguenti S.U.:

- **Variante Strutturale 01/01** di cui alla D.G.R. 9-6-2003 N-3-9578 BUR 19.06.2003 n. 25: si tratta di una Variante puramente normativa volta alla riduzione della fascia di rispetto sul torrente Cannobino laddove sono stati eseguite delle opere di difesa efficaci;
- **Variante Strutturale n. 3/03** in adeguamento al P.A.I. approvata dal Comune di Cannobio con D.C.C. 73 del 6.12.05, D.C.C. 37 del 21.9.06, ed infine approvata dalla Regione Piemonte con D.G.R. 26 marzo 2007 n. 17-5565 BUR n.14, 5 Aprile 2007

2 CARATTERISTICHE GENERALI DELLO STUDIO

Nell'ambito dell'incarico volto all'adeguamento dello strumento urbanistico vigente alla Circ. P.G.R. n.7/LAP del 6 Maggio 1996, il nostro studio ha redatto la presente relazione geologico-tecnica che si sviluppa a partire dalla **Variante Strutturale n. 3/03** in adeguamento al PAI (secondo le modalità ad i criteri della ai sensi delle D.G.R. N° 31-3749 del 06/08/2001, N° 45-6656 del 15/07/2002, N° 1-8753 del 18/03/2003) che aveva per oggetto solamente il settore di territorio che risulta essere interessato dalla dinamica fluviale del torrente Cannobino.

Quanto sopra e cioè la verifica di compatibilità effettuata solo su parte del territorio comunale è stata possibile in quanto come citato a pag. 10 punto 3 dell'allegato 1 della normativa PAI citata in quanto il territorio oggetto di variante PAI presenta caratteristiche differenti rispetto alla restante parte del territorio.

Si è quindi, in prima analisi, verificata la compatibilità delle previsioni urbanistiche vigenti della zona soggetta ad allagamenti situata lungo l'asta fluviale del Cannobino e conseguentemente modificato il quadro del dissesto rappresentato dal PAI e le previsioni urbanistiche vigenti.

Questa verifica di compatibilità conclusa viene inserita nell'ambito della verifica di compatibilità riguardante l'intero territorio comunale e costituiscono anticipazione.

Lo studio di Revisione Generale è stato sviluppato attraverso la lettura sia della documentazione tecnica precedente sia dell'evoluzione geomorfologica del territorio anche a seguito dell'evento alluvionale dell'Ottobre 2000.

L'indagine e la documentazione presentata nella presente Revisione Generale è stata sviluppata nel rispetto della Circolare 7/LAP ed ai sensi della D.G.R. n. 31 – 3749 del 06.08.2001.

Gli elaborati geologici allegati al presente studio costituiscono il risultato delle indagini di natura geologica, geomorfologica, idrologica, idrogeologica e geotecnica eseguite, dal nostro studio, in un ambito territoriale significativo rispetto all'area oggetto di Revisione Generale, come disposto dalla L.R. n.56/77, dalla Circ. P.G.R. n.16/URE del 18/7/1989 e dalla Circ. P.G.R. n.7/LAP del 6 Maggio 1996.

Sulla base della documentazione raccolta e precedentemente elaborata in occasione della Variante Strutturale 01/01 e della Variante Strutturale 03/03 in adeguamento al P.A.I. di tutti i dati raccolti mediante rilevazioni dirette sul terreno e delle analisi eseguite, si è ritenuto di predisporre una serie di elaborati di seguito elencati ed allegati alla presente.

La sintesi dei dati ottenuti ha permesso di fornire al progettista di Piano da un lato una zonizzazione del territorio sulla base della quale definire le aree edificabili, dall'altro i criteri e le norme che definissero le modalità di edificazione; le risultanze delle analisi idro-geomorfologiche dovranno essere recepite e tradotte in norme dall'urbanista, di concerto con in geologo redattore del piano.

Sulla base di quanto sopra è stato possibile individuare la fattibilità geologica del progetto Preliminare di piano.

Nella 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, verranno redatte le relative schede geologiche-tecniche che dettano, area per area, le condizioni esecutive.

Le schede verranno raccolte in un unico elaborato denominato «*Relazione geologico-tecnica delle aree destinate a nuovo insediamento o ad opere pubbliche di particolare importanza ai sensi dell'Art.14 comma 2b L.R. 56/77*».

3 RACCOLTA ED ANALISI DI DATI ESISTENTI

Sono stati esaminati, e, ove necessario, utilizzati per la stesura dello studio, i seguenti documenti:

Documenti cartografici:

- Carta d'Italia I.G.M., scala 1:25.000 Cartografia Ufficiale I.G.M. in scala 1.25.000, tavoletta CANNOBIO, 16III SE;
- Banca Dati Geologica: carte tematiche scala 1:100.000 (Regione Piemonte Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico).

- A. Carollo, F. Contardi, V. Libera, A. Rolla - Edizioni dell'Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza: Carta delle potenzialità pluviometriche di 12 mesi, Carta delle precipitazioni stagionali, Carta delle precipitazioni massime di 1 giorno.
- Carta Geologica della zona di Verbania, scala 1:50.000 (A. Boriani, B. Bigioggero, E. Giobbi Origoni- Dipartimento Scienze della Terra Università degli Studi di Milano) ;
- Carta Geologica della Valle Cannobina a scala 1:25.000 (Comunità Montana Valle Cannobina- Dipartimento Scienze della Terra Università degli Studi di Milano - CNR);
- Rete tecnica GPS Comunale, Monografie capisaldi; Campagna di misure 2001, GEOTER S.A.

Studi e rilievi precedenti:

- V. Anselmo - "Il nubifragio del 7 Agosto 1978, aspetti idrologici e metodi d'intervento".
- V. Anselmo - "Massime portate osservate o indirettamente valutate nei corsi d'acqua subalpini"- estratto da "Atti e rassegna tecnica della Soc. degli Ingegneri e degli Architetti in Torino" - Ott.-Dic. 1985
- V. Anselmo, 1985, in Atti e Rassegna Tecnica Società Ingegneri e Architetti in Torino nuova serie, A. 39 n. 10-12, ottobre-dicembre 1985 pagg. 258-259
- Ambrosetti W., L. Barbanti, R. De Bernardi, V. Libera, A. Rolla, 1994, Documenta dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, CNR Istituto Italiano di Idrobiologia.
- L. Barbanti, A. Calderoni, A. Carollo - "Indagini idrologiche e chimiche dei principali tributari piemontesi del Lago Maggiore in relazione alle sue modificazioni trofiche"- ED. dell'Istituto Italiano di Idrobiologia- Verbania Pallanza 1974
- A. Carollo - "Precipitazioni brevi ed intense nella regione compresa tra i bacini idrografici del F. Sesia e del Lago maggiore"- Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia "Dott. M. De Marchi" - Pallanza 36:139-161 - 1978
- G. B. Castiglioni - Geomorfologia - Manuali di geografia n 7- Utet
- Nuovo Colombo - Manuale dell'Ingegnere- Vol. II Sez. F-P - Hoepli -
- A. Gabella - "Considerazioni sulla determinazione delle portate di massima piena con il metodo cinematico (o del tempo di corrivazione) - estratto da "Atti e rassegna tecnica della Soc. degli Ingegneri e degli Architetti in Torino" - Mar.-Apr. 1978
- Guide Geologiche Regionali - Le Alpi dal M. Bianco al Lago Maggiore 3/l' Vol. - a cura della Società Geologica Italiana
- D. Tonini - "Elementi di idrografia ed idrologia" - Vol. I e II - Ed. Libreria Cortina (PD)
- Regione Piemonte - Settore per la prevenzione del rischio geologico, meteorologico e sismico- Annale meteorologico 1989.
- Dr. Geol. D'Elia Francesco, Indagine geologico tecnica complementare alla formazione della Variante Generale al P.R.G. del Comune di Cannobio 1993-1995
- Dr. Geol. D'Elia Francesco, Indagine idrogeologica per la determinazione delle fasce di rispetto del pozzo idropotabile comunale "Castello" sito in via Magistris 1995

-
- S.I.C.E.A. Società Italiana Costruzione Esercizio Acquedotti S.p.A., Stato di consistenza della rete idrica, delle fonti di approvvigionamento e degli impianti a servizio del capoluogo e delle frazioni del Comune di Cannobio, 1995
 - Dr. Geol. D'Elia Francesco, Dr. Ing. Stefano Pagani, Integrazione all'indagine geologico tecnica complementare alla formazione della Variante Generale al P.R.G. del Comune di Cannobio a seguito del parere espresso dal settore prevenzione Rischio geologico Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte aprile-luglio 1997
 - Studio Ambiente, Studio Gervasio, Programma Pluriennale degli interventi di sistemazione idrogeologica ed idraulico forestale art.6 della L.R. 72 del 9-10-95, 1998
 - Regione Piemonte, Direzione Difesa del Suolo, Valutazione delle portate idrologiche per assegnato tempo di ritorno, relative al torrente Cannobino e influenza del livello del lago sul profilo di corrente, Maggio 2001
 - G. Chieu –Progetto per il completamento e potenziamento delle opere di difesa idraulica del tronco terminale del torrente Cannobino, Ottobre 2001.

Tutte le altre carte hanno come base la carta tecnica regionale, pulita da tutte le informazioni non necessarie che rendevano i files di difficile gestione, come le linee di mezzeria dei fiumi e delle strade, e le curve di livello secondarie. A tale base sono stati aggiunti alcuni corsi d'acqua non riportati dalla carta tecnica regionale, ma necessari alla localizzazione delle opere idrauliche o al tracciamento della fascia di rispetto

Per la stesura della cartografia di piano sono state utilizzate le basi CTRN modificandole con l'aggiunta di corsi d'acqua ricavati dai fogli catastali o con rilievo sul terreno tramite GPS, completando e/o correggendo la toponomastica ove necessario, eliminando in fase di stampa le linee di livello secondarie per migliorare la lettura della carta.

Di seguito viene specificato quale carta di base è stata utilizzata per realizzare la carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica e le altre carte:

Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica

- aree urbanizzate (base catastale digitalizzata): patrimonio edilizio, viabilità, idrografia, isoipse (carta tecnica regionale);
- aree non urbanizzate (carta tecnica regionale): patrimonio edilizio, viabilità, idrografia, isoipse

Altre carte:

Tutte le altre carte hanno come base la carta tecnica regionale, pulita da tutte le informazioni non necessarie che rendevano i files di difficile gestione, come le linee di mezzeria dei fiumi e delle strade, e le curve di livello secondarie. A tale base sono stati aggiunti alcuni corsi d'acqua non riportati dalla carta tecnica regionale, ma necessari alla localizzazione delle opere idrauliche o al tracciamento della fascia di rispetto.

Documenti fotografici

Sono stati consultati i seguenti fotogrammi aerei

Riprese aeree VCO a colori, eseguite nell'autunno 2004 dalla ditta Rossi s.r.l. di Brescia per il Comune di Cannobio

Strisciata n°	Fotogramma n°	Volo	Scala
9	55 ÷ 75	aprile 2004	1:4.000
10	7 ÷ 35	“	“
11	40 ÷ 48	“	“

Riprese aeree VCO 2000, Regione Piemonte, presso il VI Settore Assetto Idrogeologico della Provincia del Verbano Cusio Ossola

Strisciata n°	Fotogramma n°	Volo	Scala
32A	2070 ÷ 2076	anno 2000	1:8.000
35	156 ÷ 157	“	“
36	1066 ÷ 1074	“	“
39A	118 ÷ 120	“	“
39B	4036 ÷ 4042	“	“

4 PIANI REGOLATORI DEI COMUNI LIMITROFI

E' stata analizzata la documentazione relativa ai piani regolatori dei comuni limitrofi in allegato si riportano:

- **Comune di Cannero Riviera:** è dotato di PRGC adeguato alla Circ. P.G.R. n.7/LAP del 6 Maggio 1996. Si allega: carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica a scala 1:5.000, carta geomorfologica e dei dissesti a scala 1:10.000
- **Comune di Cavaglio Spocchia:** è dotato di PRGI adeguato alla Circ. P.G.R. n.7/LAP del 6 Maggio 1996. Si allega: carta della zonizzazione a scala 1:5.000, carta geomorfologica e dei dissesti a scala 1:10.000
- **Comune di Trarego Viggiona:** è dotato di PRGC non adeguato alla Circ. P.G.R. n.7/LAP del 6 Maggio 1996. Si allega: carta dell'idoneità all'urbanizzazione con valutazione del rischio geologico in relazione all'utilizzazione urbanistica a scala 1:10.000
- **Comune di Falmenta:** è dotato di PRGI adeguato alla Circ. P.G.R. n.7/LAP del 6 Maggio 1996.

Si allega: carta della zonizzazione a scala 1:5.000, carta geomorfologica e dei dissesti a scala 1:10.000

Dalla documentazione consultata si può ritenere che il piano in oggetto sia coerente con i piani regolatori dei comuni limitrofi.

5 RICOSTRUZIONE STORICA DEI FENOMENI D'INSTABILITA'

L'analisi storica ha visto come elemento qualificante la ricerca presso l'**archivio storico comunale** che si è conclusa con l'elaborazione di un *res gestae* in formato tabellare e di un CD ROM di rapida consultazione con i documenti scritto-grafici.

Dei dati raccolti sono stati inseriti in cartografia solamente quelli di cui è stato possibile identificare la posizione geografica in maniera certa anche a seguito di confronto con l'Ufficio Tecnico Comunale e con l'Ufficio Anagrafe.

Di seguito si riportano i dati ricavati da molteplici fonti tra cui:

- **Archivio della Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico**
- **CNR GNDCI Progetto AVI Censimento delle aree storicamente colpite da frane e da inondazioni, Catalogo delle Informazioni sulle località Italiane colpite da frane e da inondazioni**

che riguardano prevalentemente il territorio posto presso il torrente Cannobino mentre in allegato viene inserito il *res gestae* che contiene dati su tutto il territorio comunale. Si riportano inoltre in allegato le Schede sugli effetti e sui danni indotti da fenomeni di instabilità naturale dell'ARPA Piemonte, Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche.

Per quanto riguarda il **Progetto Nazionale IFFI Inventario Fenomeni Franosi Italiani** è stato consultato sia l'archivio frane che piene ed i dati mediante loro coordinate sono stati inseriti nella **TA-VOLA 7a-7b**, Carta della localizzazione dati storici dei dissesti riperti, a scala 1:10.000

Per quanto riguarda la **Carta IFFI Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani** l'unica frana evidenziata, posta al di fuori del centro abitato in sponda sinistra del torrente Cannobin, è stata inserita nella carta geomorfologica.

1863

- **Archivio della Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico**

Lignago e Cannobio "epica piena" Allagamento (in particolare nella zona ospedale edifici danneggiati)

Manca anno

Relazione Tecnica accompagnatoria del progetto per la costruzione di sette pennelli al diso-

pra di un tratto di sponda sinistra del fiume Cannobino

[...] In occasione degli uragani avvenuti nell'agosto dell'anno 1900 ed anche successivamente, il fiume Cannobino ebbe a corrodere buon tratto della sponda sinistra fronteggiante la frazione di lignago distruggendovi altresì un fabbricato e minacciando l'esistenza dell'intera frazione"

8.10.1913

- Archivio della Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico

Lignago piena Erosione spondale, allagamento Edifici danneggiati

7-8 ottobre 1913

Lettera cittadini della frazione Lignago alla Giunta Comunale

[...] "disastroso franamento causato dal torrente Cannobino. L'ing. Felice Gallavresi di Milano segnala che la frazione è minacciata dal franamento della sponda che ora è normale ma che pei materiali di cui è composta, sabbia e ghiaia, non può reggere che con una scarpata di 45° e quindi essendo la sponda alta sei metri, il ciglio attuale si porterà sei metri più indietro e la prima casa cadrà. [...] Il progetto delle opere di difesa, che secondo me consistono nella costruzione di un argine lungo circa 300 metri, in prolungamento di quello esistente, a sinistra ed a monte del ponte della strada nazionale e all'innalzamento e consolidamento del detto vecchio argine [...]"

7-8 ottobre 1913

CNR GNDCI Progetto AVI Censimento delle aree storicamente colpite da frane e da inondazioni, Catalogo delle Informazioni sulle località Italiane colpite da frane e da inondazioni in *Programma Provinciale di Protezione e Prevenzione della Provincia del Verbano Cusio Ossola* a cura di Bossalini G., Cattin M., Chieu G., 2000;

Frane Lignago franamento Cannobino

24.09.1924

Telegramma del Pro Sindaco di Cannobio Carmine al Prefetto di Novara

"Una piena straordinaria quale mai vista del torrente Cannobino dalle ore quattordici di oggi investe parte bassa paese comprendente ospedale che stassi sgombrando nonché la frazione Lignago che viene pure sgombrata. Dubitasi che argine torrente non possano resistere"

24.09.1924

- Archivio della Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico

Cannobio Lignago Erosione spondale; disalveamento; allagamento erosione spondale; allagamento Edifici danneggiati; tronco stradale danneggiato, coltivi danneggiati Edifici distrutti; edifici danneggiati; tronco stradale danneggiato; coltivi danneggiati. Nella relazione dell'Ufficio Tecnico di

Cannobio del 16 settembre 1950 si cita: "...come quando nel 1924 asportò buona parte dell'abitato di Lignago"

Settembre 1924

Comunicazione orale Sig. Iani (classe 1910) Queste comunicazioni sono ricavate dalla Variante Generale 1998.

"al ponte di Gurro sulla S.S. Cannobina si formò uno sbarramento di tronchi d'albero e blocchi a monte del quale si formò un lago provvisorio; la successiva pulsazione determinò un'onda di piena che riversandosi sulla conoide del corso d'acqua diede origine a fenomeni di esondazione in destra e sinistra idrografica.

In particolare l'acqua di esondazione si riversò sulla fascia destra, allagando i terreni agricoli ed i pochissimi fabbricati allora esistenti, sino a lambire il piede del terrazzo fluviale del Cimitero, seguendo via dei Chiosi e rientrando nell'alveo del T. Cannobino all'altezza dell'insediamento della "Ossidi". Durante lo stesso episodio di piena, l'acqua esondò anche in sinistra, allagando i terreni agricoli a Masserecci ed in località Lignago, per rottura delle vecchie arginature"

***CNR GNDCI Progetto AVI Censimento delle aree storicamente colpite da frane e da inondazioni, Catalogo delle Informazioni sulle località Italiane colpite da frane e da inondazioni in *Programma Provinciale di Protezione e Prevenzione della Provincia del Verbano Cusio Ossola* a cura di Bossalini G., Cattin M., Chieu G., 2000;**

02-nov 1928; Alluvioni Lungolago

30-apr 1928; Frane;; Val Cannobina Strada per val Vigezzo

ott 1942; Alluvioni; pennello sponda destra Capoluogo;

ott 1948; Alluvioni; Cannobino;

15-set 1950; Alluvioni Difese sponda destra Cannobino Erosione fond. Ponticello ;

Ago - nov 1951; Alluvioni

Manca data

Ministero Lavori Pubblici Provveditorato Regionale alle O.O.P.P. per il Piemonte

[...] Frequenti piene del torrente che in tempi di alluvione da calcoli eseguiti ha la portata di circa 500 m³/sec essendo circa 105 kmq la estensione del suo bacino imbrifero [...] caduta di varie case dell'abitato di Lignago come tuttora è visibile dai ruderi delle case demolite. Altre due gravi corrosioni esistono lungo la sponda destra, l'una per un tratto di circa 200 m dopo la diga di presa del canale industriale e l'altra per circa 160 m a monte della spalla destra del ponte a tre luci lungo la strada statale per la Svizzera.[...] è stata eseguita dal Setificio una difesa di carattere provvisorio costituita da pali in legno infissi nell'alveo completati da una gettata di ciotto-

loni. [...] si deve adottare un tipo a struttura permanente e precisamente costituita da 3 successivi strati di blocchi di calcestruzzo della lunghezza di m 2,50 ognuno e sezione 2 x 1 in ritiro di 1 m l'uno dall'altro di cui il primo strato deve essere incassato nell'alveo di almeno m 1 per evitare lo scalzamento della base. Il terzo strato superiore deve costituire una banchina larga 1,50 con la formazione di un quarto strato di blocchi aventi le dimensioni di 1,50 x 1 x 1, i quali devono formare la base per lo spiccato di rivestimento di pietrame a secco lavorati a mosaico senza scaglie a tergo dei quali si deve costruire l'argine in ghiaia, con la sommità larga 1,50 e scarpata posteriore verso la campagna e pendenza di 1 m di base e 1 di altezza.[...] le difese provvisorie esistenti, i resti dell'abitato di Lignago e il ponte della strada statale che ritrarrà molto beneficio alle opere classificate quando saranno tutte eseguite, perché durante le massime piene le tre luci di 20 m ognuna, l'acqua s'innalza fino all'imposta. Si teme inoltre che qualora non si provvedesse alla costruzione del riparo in destra, venga ad essere scalzata la spalla destra del ponte stesso.

14 settembre 1950

Ufficio Genio Civile di Novara

[...] *Passerella pedonale sospesa travolta dall'eccezionale livello di piena con scalzamento del pilone di sospensione delle funi*

15 settembre 1950

Comune di Cannobio Ufficio Tecnico

[...] *“Il massimo della piena si è registrato verso le 17.30. La zona asportata si trova in parte a monte e a valle del ponte Ballerino. Sono state asportate tutte le opere di difesa della spalla del ponte. Inoltre è stato asportato per 52 m il canale di derivazione di acqua ad uso industriale ed interrotta per un buon tratto asportandola la strada comunale posta dietro il canale stesso.”*

8 agosto 1951

Ufficio Genio Civile di Novara

Eccezionale piena

Novembre 1951

Comune di Cannobio Ufficio Tecnico

Piena del lago

1952

Comunicazione orale Sig. Iani (classe 1910)

la piena determinò la parziale distruzione del Ponte ballerino e dei vecchi argini, con fenomeni di

esondazione in destra idrografica; l'acqua si incanalò nel canale di derivazione, rientrando nel T. Cannobino a valle del Setificio

9/10.09.1965

- Archivio della Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico

Cannobio Traffiume Allagato il piano terra dell'ospedale; sgombrate case lungo il torrente; edifici danneggiati; tronco stradale danneggiato. Edifici danneggiati; tronco stradale danneggiato

estate 1965

Comunicazione orale Sig. Iani (classe 1910)

l'episodio di piena causò la morte di due persone, cadute in acqua per il franamento della S.S. Cannobina, all'altezza dell'Albergo Sempione, dove il corso d'acqua rompe le arginature in destra idrografica. In quell'occasione il T. Cannobino rompe gli argini anche in corrispondenza del Ponte Ballerino, invadendo la zona pianeggiante attualmente occupata dal depuratore, seguendo una vecchia roggia, allagando le aree latitanti e rientrando di nuovo nell'alveo principale

ottobre 1977

Progetto per lavori di ripristino e costruzione opere di difesa spondale su torrenti Cannobino e rio Ganne, (marzo 1980-Gennaio 1981)

Erosione di sponda nella zona di immissione del rio Socraggio nel Cannobino

Movimento franoso con ostruzione d'alveo sul rio delle Ganne o San Bartolomeo

10/11.09.1983

- Archivio della Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico

Campeggio Valle Romantica; disalveamento; allagamento (livello dell'acqua 8 m al di sopra del livello normale) Due vittime; infrastrutture danneggiate

10 settembre 1983

Comunicazione orale Sig. Iani (classe 1910) e Barozzi Alfonso

Il corso d'acqua in piena, nelle tratte mediana e distale della conoide, non diede origine a fenomeni di esondazione perché gli argini ressero bene, ad eccezione del settore del Ponte Ballerino, ove si verificò, in destra idrografica, un limitato fenomeno di tracimazione che riattivò la vecchia roggia di derivazione; in sinistra idrografica, in località MassereccL ove il corso d'acqua non è provvisto di arginature, la piena invase le aree agricole pianeggianti, la Strada Comunale (via Masserecci), lambendo il piede del primo terrazzo fluviale.

L'impianto di vagliatura inerti e preparazione cls, situato in sponda sinistra immediatamente a valle del Ponte Ballerino, ostacolò il deflusso delle acque impedendone il ritorno in alveo, con conseguente allagamento di aree private e della via pubblica.

ottobre 1991

Progetto per ripristino infrastrutture comunali e sistemazione idraulica rio Ganne (aprile 1992)

In sponda destra, nel tratto regimato con intervento del 1981, incombe un fronte di frana che si è riattivato apportando in alveo materiale litoide e determinando pericoloso ostacolo al deflusso dell'acqua in alveo. Tale fronte di frana si è riattivato non tanto per uno scalzamento al piede ma per una fitta presenza di vegetazione di altofusto che con il proprio peso hanno innescato la frana

25-set 1993

***CNR GNDCI Progetto AVI Censimento delle aree storicamente colpite da frane e da inondazioni, Catalogo delle Informazioni sulle località Italiane colpite da frane e da inondazioni in *Programma Provinciale di Protezione e Prevenzione della Provincia del Verbano Cusio Ossola* a cura di Bossalini G., Cattin M., Chieu G., 2000;**

Esondazione del Lago Maggiore nel capoluogo

E' stata redatta la carta della localizzazione dei dissesti storici reperiti a scala 1:10.000 indicando gli eventi di piena, rottura argini, esondazioni, smottamenti frane, riattivazioni di paleofrane, dissesti.

Secondo quanto espresso nella nota prot. 7235/204 del 13.05.2003 dell'ARPA la documentazione della Variante Strutturale 1/2001, qui riproposta ed ampliata, contiene abbondanti informazioni storiche congruenti con l'individuazione dei depositi alluvionali recenti (a_2) della Carta Geologica d'Italia foglio 16 CANNOBIO realizzata da Novarese V. Stella A. (1921) e con il perimetro delle aree inondabili della Banca Geologica Regionale.

6 INFORMAZIONI RISULTANTI DALLE CARTE TEMATICHE DELLA REGIONE PIEMONTE

Dall'osservazione delle suddette carte tematiche e precisamente della:

- carta dei tributari minori e delle conoidi potenzialmente attive;
- carta dei danni ai centri abitati;
- carta delle aree inondabili;
- carta dei danni alla rete viaria ed ai ponti;

-
- carta delle frane;
 - carta dei versanti vulnerabili per fluidificazione della coltre clastica di copertura;
 - carta degli alveo-tipi e delle portate

Si è osservato che:

a) dalla **carta dei tributari minori e delle conoidi** si rileva che sono potenzialmente attive le conoidi dei seguenti corsi d'acqua: torrente Cannobino.

Casi documentati di violenta attività torrentizia (trasporto in massa durante eventi di piena) in tributari minori: frequenza degli episodi nel periodo 1830-1981: più di dieci casi per il **torrente Cannobino**, 1-2 casi **rio Cavaglio-rio delle Ganne**

b) Nella **carta dei danni ai centri abitati**, per il settore considerato, risultano:

- centro abitato danneggiato per allagamento, gravità dei danni elevata: 1-2 casi accertati a **Cannobio capoluogo**;
- centro abitato danneggiato per erosione di sponda, modesta gravità: 1-2 casi accertati a **Traffiume**, più di 6 casi accertati a **Lignago**.

c) dalla **carta delle aree inondabili** aree inondabili per eventi di piena con tempi di ritorno compresi tra 25 e 50 anni.

Inondazioni con deposito di materiale prevalentemente ghiaioso-sabbioso: **area campeggio davanti a Traffiume**, intorno torrente **Cannobino da Masserecci fino al lago**

d) della **carta dei danni alla rete viaria** si riscontra:

- tronchi soggetti ad interruzioni per attività fluviale o torrentizia: 1-3 casi **da Masserecci al ponte di Traffiume e dal ponte di S.Anna in su, a Cannobio** strada vicina al fiume.
- tronchi soggetti ad interruzioni per frane: 1-3 casi tutta la strada statale, 4-8 casi strada della valle Cannobina **dal ponte di S.Anna in su**

e) la **carta delle frane** mette in evidenza:

frane antiche o recenti riguardanti il substrato caratterizzate da attivazioni più o meno ricorrenti negli ultimi 30 anni

- **crolli di limitate porzioni lapidee da pareti verticali** con arresto del materiale ai piedi della parete stessa, a **Ponte Valmara**;

frane perlopiù antiche, riguardanti il substrato caratterizzate da diffusa quiescenza possibili riattivazioni

- **frane con meccanismi di vario tipo spesso combinati; deformazioni gravitative profonde**; tipologie prevalenti: movimenti traslazionali associati a crolli in massa passanti a colamenti o a valanghe di roccia: 1 caso nel versante sottostante il **passo di Percadugine**

f) nella **carta dei settori a rischio per fluidificazione della coltre clastica di copertura** si tratta di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali. Sono frane generalmente di modesta dimensione e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento con grande diffusione areale. Un sistematico studio dei movimenti gravitativi prodotti nei terreni della copertura superficiale durante eventi straordinari di pioggia (CNR-IRPI di Torino), ha messo in luce che esiste correlazione tra frane e altezze di precipitazione. In base ai risultati ottenuti, attraverso operazione di incrocio con dati relativi a pendenze, copertura superficiale, suoli e isoiete, sono stati indicati in carta settori di versante maggiormente vulnerabili da questo tipo di dissesto.

Ad esempio: lungo il **rio Cavaglio** fino alla cresta dal confine al **Monte Giove** e poi a scendere verso il lago, fino all'altezza più o meno dei **Prati di Agro**

g) nella **carta degli alveo tipi e delle portate** si rilevano

- tronchi d'alveo negli alti bacini (pendenze mediamente uguali o superiori al 16%) incisi in roccia e/o in materiali sciolti. Processi: trasporto in massa di quantità rilevanti di materiali solidi per piene torrentizie impulsive e violente, ed erosione laterale di fondo.

Esempi: **Rio delle Ganne, rio di Cinzago, rio Durala, rio Rovedera, rio di Socraggio, rio Crealla, torrente Cannobino dal confine con Cavaglio in su**

- tronchi d'alveo di corsi d'acqua tendenzialmente pluricursali (pendenze mediamente comprese tra 1 e 4%) sviluppati su fondovalle ampio. Incisi con depositi alluvionali. Processi: erosione, disalveamenti, esondazioni con alluvionamenti e deposito di materiali grossolani su parte del fondovalle.

Esempi: **torrente Cannobino da lago a confine con Cavaglio**

7 CARATTERI GEOLOGICI

7.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio oggetto di Revisione Generale comprende la zona posta al disopra del secondo ordine di terrazzi formati dal torrente Cannobino, corso d'acqua che ha contribuito alla morfologia delle aree e presenta un andamento prevalente Est Ovest con netta deviazione Nord Sud nel tratto precedente e successivo all'orrido di Sant'Anna, per poi riprendere l'andamento originario sino alla frazione Traffiume, successivamente esso assumere un andamento meandriforme sino alla foce (la zona altimetricamente inferiore è già stata oggetto di Variante Strutturale in adeguamento al P.A.I.).

Oltre che alle zone prospicienti il torrente Cannobino sono state studiate anche le zone poste a Sud costituite dalla località Gardanina, Puncetta, la frazione di Carmine, Molinetto, Soivo,

Punta Creda, sia le zone settentrionali con la frazione San Agata, Nizzolino; Campeggio, Socragno, Cinzago, Rondonico, Marchile, la frazione San Bartolomeo, Piaggio Valmara
Vedi **carta d'inquadramento** a scala 1:10.000

7.2 ANALISI GEOLOGICA E STRUTTURALE GENERALE

Il territorio di Cannobio appartiene al basamento Sudalpino che risulta costituito dalla Zona Ivrea Verbano e dalla Serie dei Laghi. Quest'ultima comprende due subunità litologiche: gli scisti dei Laghi (di prevalente natura metapelitica) e la zona Strona Ceneri (di prevalente natura metarenitica).

Entrambe queste unità hanno un'impronta metamorfica e conservano ampie tracce di due cicli magmatici.

La geologia dell'area è caratterizzata in particolare dalla presenza della formazione della **SERIE DEI LAGHI**, in particolare nella zona settentrionale affiora la **Zona marginale della Strona Ceneri** con un orizzonte ricco di **anfiboliti** a plagioclasio, orneblenda con o senza quarzo e biotite, per lo più a bande quarzo-feldspatiche ed un altro costituito da **paragneiss** a grana variabile da fine a grossolano, con relitti di laminazione sedimentaria. Quest'ultimo risulta essere composizionalmente simile ai Ceneri Gneiss ma con più abbondanti miche. Il limite di queste unità è incerto

Un elemento strutturale quale una traccia di piano assiale di tipo antiforme segna il passaggio con la **Zona della Strona Ceneri** che occupa gran parte del territorio e risulta costituita da un'unità principale di **gneiss minuti, paragneiss** a grana fine di colore prevalentemente grigio ferro e con bande verdastre. Contengono numerosi filoni subconcordanti di pegmatiti foliate.

L'unità secondaria è costituita da **Cenerigneiss** cioè **paragneiss a grana media-grossa** senza traccia di laminazione secondaria. Queste rocce presentano colorazione grigio chiaro con strutture varie. Questa unità tra Rondonico e Campeggio risulta essere interessata da linee tettoniche e faglie di bassa temperatura prevalentemente fragili spesso riconoscibili in forma presunta. Questo litotipo affiora in modo esteso tra il Monte Giove ed il Faierone. Tra Nizzolino, Monti Marcalone e Monte Pianoni è riconoscibile una traccia di piano assiale di tipo sinforme.

Nella parte meridionale di Cannobio affiorano **ortogneiss granitici in grossi corpi** ed un orizzonte ricco di **anfiboliti a plagioclasio** considerata la **Zona marginale della Strona Ceneri**. Al di là di questa fascia affiorano gli **Scisti dei Laghi** costituiti da **micascisti e paragneiss** con intercalazioni di ortogneiss granitici in grossi corpi. Questo litotipo presenta colorazione variabile da grigio a verde ed affiora estesamente sia a nord di Cannobio sul Monte Faierone che a Sud presso Carmine.

Sia nella Strona Ceneri che negli Scisti dei Laghi sono presenti estese lenti sia di ortogneiss che costituiscono il prodotto metamorfico di graniti in senso lato di età Ordoviciana (circa 466 Ma). Di età Permiana (275 Ma) è invece l'età dei graniti dei Laghi.

Il metamorfismo regionale è di grado medio (facies anfiboliti) e con pressione elevata (cianite) ed aumenta debolmente da SE a NW.

Vedi **carta geologico strutturale** 1:25.000 (Tavola 1)

7.3 GEOLOGIA STRUTTURALE

Il modello proposto per la Serie dei Laghi considera la presenza di una struttura a sinclinale ad asse fortemente inclinato verso WSW nella zona del Monte Ceneri al cui nucleo stanno i meta-sedimenti a grana fine della Strona-Ceneri (gneiss minuti) e sotto le rocce più antiche.

La parte meridionale della piega sarebbe una monoclinale mentre quella settentrionale sarebbe stata piegata ulteriormente su assi verticali dando luogo alla caratteristica struttura a "schlingebau" (con pieghe a laccio).

Il trend geologico-strutturale locale è comunque prevalentemente rappresentato da giaciture immergenti verso NW-NE ($320^{\circ}040^{\circ}$) con inclinazioni sempre superiori a 45° ; in questo quadro i piani di scistosità vengono spesso a trovarsi in condizioni di franapoggio; in questo modo viene favorita l'instabilità lungo questa direzione testimoniata dalle frequenti pareti di crollo in caso di elevata inclinazione e da frana di scivolamento in roccia impostate su piani pressoché paralleli al pendio (50° c.ca) con movimento generale verso N. Altri trend minori, espressione dell'impressione deformativa prevalentemente fragile di età alpina, individuano sistemi di dislocazione e fratture sudvergenti ($150^{\circ}180^{\circ}$) con elevata inclinazione.

Le **strutture tettoniche** della zona studiata come visto hanno subito nel corso della loro storia ed evoluzione notevoli stress tettonici che hanno condizionato le loro strutture.

Le strutture principali che oggi osserviamo sono per la maggior parte legate a strutture più grandi a carattere regionale che si sono osservate ed in parte sono presunte in quanto non è possibile osservarle in tutto il loro sviluppo sono le seguenti:

- traccia di piano assiale di tipo antiforme: Rondonico;
- traccia di piano assiale di tipo sinforme: tra Nizzolino, Monti Marcalone e Monte Pianoni;
- linee tettoniche e faglie di bassa temperatura prevalentemente fragili: punta Bragone, La Resiga;
- sovrascorrimento nel bacino idrografico del rio Cavaglio

Tali situazioni hanno avuto un'influenza notevole sulla tettonica duttile e sulla formazione della foliazione principale singenetica all'ultimo evento metamorfico (Meso-Neoalpino) che ha cancellato in buona parte le precedenti strutture, successivamente si è avuto un'intensa fratturazione epigenetica che nelle rocce di prevalente natura paragneissica e ortogneissica si è manifestata con due o tre famiglie di discontinuità.

Nella zona, in una fase più recente, si è inoltre formata un'intensa fratturazione di origine neo-tettonica che è probabilmente collegata allo scarico tensionale post-Wurmiano e che determinato la formazione di depositi che sono presenti lungo il torrente Cannobino, tratto a monte di Sant'Anna e nella zona di San Bartolomeo. Nel versante a lago sono ricollegabili con i fenomeni di frane subacquee di difficile identificazione.

7.3.1 Tettonica duttile

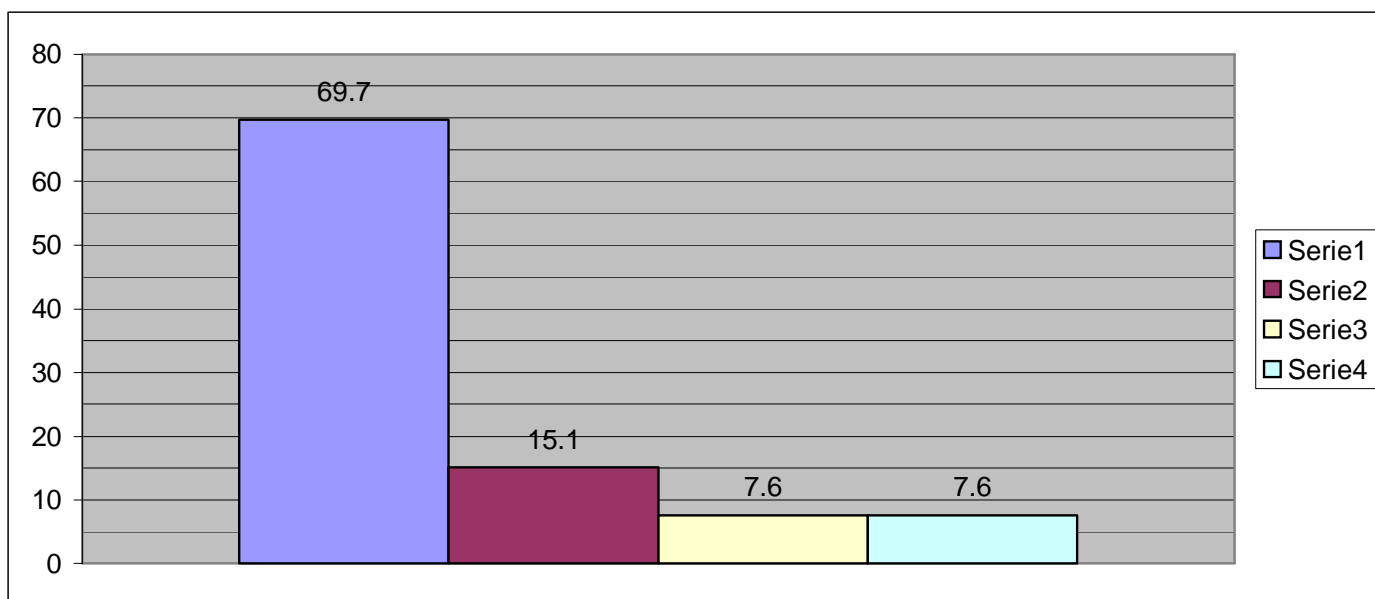
Si tratta di sistemi che hanno interesse regionale quali quello CMB-Pogallo, discontinuità maggiore della valle Cannobina, costituita da un fascio di faglie duttili vicarianti poste all'interno dell'Ivrea Verbano. L'andamento risulta parallelo alle principali strutture dell'Ivrea Verbano ed attraversa il torrente Cannobino in prossimità della confluenza del rio Calagno.

Il tratto inferiore della Val Cavaglio è un'importante nodo strutturale della struttura a pieghe e ne costituisce la zona di cerniera. In Val Cavaglio sono presenti anche sistemi di fratture con direzioni E-W circa verticali evidenziati da canali.

7.3.2 Tettonica fragile

Le deformazioni fragili sono prevalentemente costituite da faglie inverse vergenti a Sud di età alpina e da sistemi di frattura con direzione prevalente circa E-W, più raramente S-N verticali.

Su tutto il bacino della Val Cannobina si riscontrano con continuità i sistemi di frattura N-S e E-W e la loro presenza determina localmente una certa circolazione idrica sotterranea. Nella zona S.Agata-Monte Giove le faglie hanno direzione prevalente N 45°-50° con immersioni verso SE 60°-70°. Attraverso un'analisi statistica si è potuto osservare che risulta essere prevalente la direzione NNE-SSW presente con il 69,7 %.



SERIE		
1	0°<<45°; 180°<<225°	NNE - SSW
2	46°<<90°; 226°<<270°	NE - SW
3	91°<<135°; 271°<<315°	SE - NW
4	136°<<180°; 316°<<360°	SSE - NNW

8 ANALISI CLIVOMETRICA

E' noto ed evidente che, in situazione statica, a parità di altre variabili (litologia, umidità, ecc.) i pendii assumono condizioni di crescente instabilità con l'aumentare dell'acclività. Ovvero la stabilità dei versanti è inversamente proporzionale alla loro acclività. Inoltre in natura per ogni tipo litologico esistono degli intervalli clivometrici entro cui si osservano con maggior frequenza il verificarsi di fenomeni franosi. Tale intervallo varia in funzione dei caratteri composizionali e strutturali dei materiali costituenti il pendio, nonché in relazione alle altre caratteristiche geometriche di quest'ultimo (altezza, lunghezza e forma) (Carson e Kirkby, 1972; Cotecchia, 1978).

Il problema della redazione di una Carta dell'Acclività, è stato risolto utilizzando una procedura computerizzata presente nel Software Civil Design, in questo modo è possibile produrre carte tematiche che evidenziano con colori diversi zone a pendenza diversa.

I dati di partenza sono forniti in un Modello Digitale del Terreno (DTM) con maglie a triangoli, realizzato sulla base della CTRN della Regione Piemonte.

Le classi di pendenza sono state scelte in base agli angoli d'attrito interno delle rocce e dei materiali di copertura più rappresentativi. Secondo la metodologia esposta nel paragrafo precedente è stato possibile suddividere il territorio in 4 classi di acclività, così distinte:

Pendenza in gradi	Pendenza percentuale	Classe di acclività'	Colore
0° - 15°	0% - 33%	Bassa	
15°-25°	33% - 55%	Media	
25° -35°	55% -77%	Elevata	
> 35°	> 77 %	Molto Elevata	

La loro distribuzione è riportata nella **Carta della acclività** (Tavola 4) alla scala 1:10.000.

L'analisi dell'acclività, nelle porzioni di territorio interessate dalla Revisione Generale, evidenzia come la classe di maggiore frequenza sia rappresentata da quella con pendenze massime del 22% e che possono essere definite come «aree ad acclività medio bassa».

Si può osservare che il territorio è interessato da:

- zone a **bassa acclività** che coincidono con il Capoluogo, con le frazioni molto popolate di Trafifume, Sant'Agata, Campeglio, Cuserina e con alcuni alpeggi quali Pianoni, Marcalone, Solivo;
- zone a **moderata acclività** con terrazzamenti quali Carmine, San Bartolomeo, Formine, Marchile, Rondonico, Ronco;
- zone ad **elevata acclività** cui corrispondono le scarpate dei corsi d'acqua, le zone boscate particolarmente acclivi

9 ANALISI GEOMORFOLOGICA E DISSESTI ATTUALI

TIPOLOGIA DEI FENOMENI FRANOSI E MOTIVI D'INSTABILITA'

I tipi d'instabilità, sono stati divisi in:

Instabilità attuale. E' data da fenomeni che mostrano o hanno mostrato segni di attività negli ultimi anni: fenomeni franosi sicuramente attivi, conoidi riattivate dagli ultimi eventi meteorici, processi torrentizi di erosione fluvio-franosa, zone di esondazione,

Instabilità progressa. In tale categoria rientrano i fenomeni d'instabilità avvenuti nel passato che potrebbero riattivarsi.

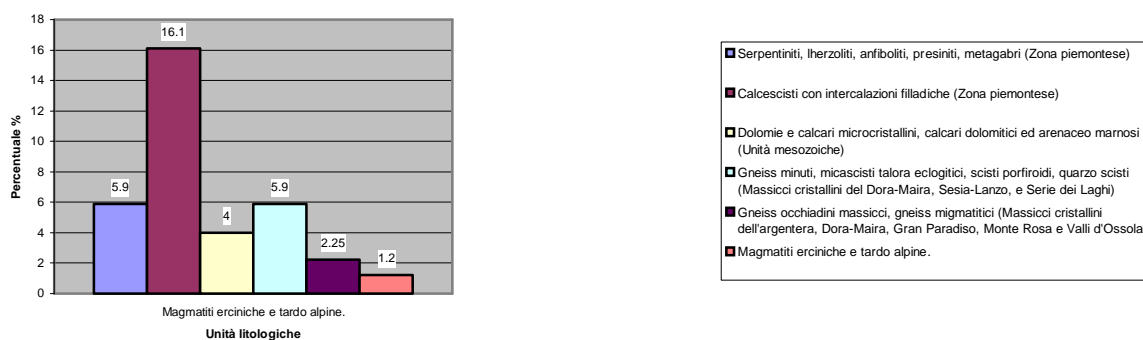
Instabilità potenziale. La propensione del manifestarsi di fenomeni all'interno del territorio è data dalla concomitanza di più fattori che vanno a caratterizzare la potenziale instabilità di una zona rispetto ad un'altra. Tali fattori sono dati da:

- caratteristiche litologico-tecniche e strutturali del substrato influiscono in modo notevole sulla distribuzione dei fenomeni franosi sia a carattere regionale, sia a carattere locale soprattutto in funzione della geometria delle strutture rocciose rispetto alla configurazione morfologica. A tale proposito il grafico, fatta in base ai dati dell'IRPI, riepiloga la situazione della franosità nella Re-

gione Piemonte espressa in percentuale di area dissestata rispetto all'area occupata dalle litologie.

La disposizione dei depositi glaciali e degli accumuli di detrito; per i quali i settori di versante maggiormente vulnerabili sono quelli con pendenze medie comprese tra 20° e 45° con scarsa vegetazione e una rete idrografica molto sviluppata (grado di maturazione della rete idrica molto elevato); inoltre i detriti di falda ed i massicci depositi glaciali incoerenti contribuiscono in modo determinante al trasporto solido delle aree e ai pericolosi fenomeni di trasporto di massa.

Percentuale delle aree in frana per unità litologica nel settore alpino piemontese (fonte IRPI-Torino)



METODOLOGIA CLASSIFICATIVA

Per la classificazione dei fenomeni franosi si usa la classica nomenclatura di Varnes (1958) modificata da autori italiani (Carrara-D'Elia-Semenza); questo per dividere vari movimenti destabilizzanti in base alla loro dinamica e cinematica.

Il rilievo è stato fatto sia sul terreno che in studio attraverso l'osservazione delle foto aeree eseguite nell'autunno 2004 dalla ditta Rossi S.r.l. di Brescia .

Nel definire l'attività dei fenomeni, essi sono stati catalogati solo come attivi e non attivi includendo in questi ultimi anche i fenomeni quiescenti per la difficoltà sul campo di capirne questo stato.

FRANE IN ROCCIA

Anche se i fenomeni franosi che interessano le litologie affioranti, sono percentualmente minimi rispetto all'area che occupano (la percentuale di area in frana 2,25% rispetto all'area occupata dall'unità litologica - Fonte I.R.P.I.). Si sono osservati fenomeni franosi significativi da imputare all'estrema fratturazione alle particolari condizioni geometriche dei giunti di foliazione (inclinazione media tra i 70° e gli 80°) e al rilascio tensionale post-Wurmiano nella zona settentrionale di **San Bartolomeo, Piaggio Valmara**.

9.1 Frane a meccanismo singolo

Questi fenomeni si generano in pareti rocciose ad elevata pendenza. Le condizioni predisponenti la caduta sono riconducibili alle caratteristiche litotecniche (resistenza al taglio, resistenza alla compressione, grado di alterazione,...) e strutturali dell'ammasso roccioso (giunti di foliazione, discontinuità e loro caratteristiche di persistenza, spaziatura, apertura, resistenza al taglio, rugosità delle discontinuità,...) ed ai rapporti di intersezione fra i diversi sistemi di discontinuità, le potenziali superfici di rottura e il pendio.

Le situazioni più pericolose avvengono quando i diversi sistemi di discontinuità, scompongono l'ammasso roccioso in più parti isolando numerosi blocchi in concomitanza, con un pendio inclinato favorevolmente allo scivolamento della massa rocciosa e con un elevato grado di libertà del blocco.

Nell'area studiata, i fattori scatenanti sono riconducibili alle sollecitazioni indotte dall'aumento della pressione neutra nelle discontinuità, dall'azione di gelo e disgelo (ghiaccio in pressione nelle discontinuità), dalle forti pendenze e dall'elevata inclinazione dei giunti di foliazione principale.

I meccanismi che causano il collasso finale sono sostanzialmente di tre tipi:

- a) scivolamento lungo piani di foliazione o discontinuità;
- b) fenomeno di ribaltamento (toppling);
- c) crollo vero e proprio causato dal maggior grado di libertà acquistato dai vari blocchi rocciosi.

Meccanismi di tipo a) sono stati osservati dove il piano di foliazione molto inclinato a franapoggio diventa, a seguito di isolamento dei blocchi, una superficie di potenziale collasso; tali fenomeni sono presenti diffusamente in tutto il territorio.

Meccanismi tipo b) sono stati riconosciuti in zone con piano di foliazione sub-verticale in cui la parete rocciosa non sia molto alta.

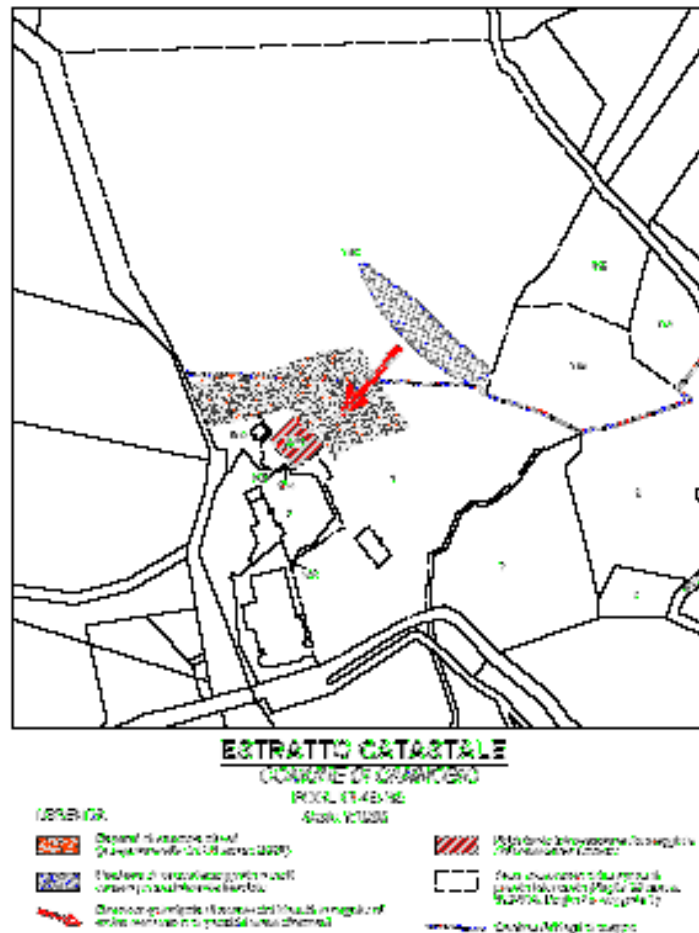
Tipici esempi sono osservabili in sinistra idrografica del **rio delle Ganne** causati anche dalla forte fratturazione, a **Piaggio Valmara** sul versante presso la ex sede dell'A.C.I. dove i numerosi crolli per toppling alimentano il detrito di falda, tale situazione è molto favorita dalla sub-verticalità del piano di foliazione.

Meccanismi di tipo c) si riscontrano po' ovunque e in particolare nella zona con foliazione a reggiopoggio abbastanza inclinata (da 60° a 75° e oltre), in cui i set di discontinuità hanno reso possibile il collasso.

Un esempio ben noto è rappresentato dal masso che è caduto recentemente presso l'**Orrido di Sant'Anna** (abitazione Bigotta*), altri di minori dimensioni sono localizzati in vari punti del territorio ed indicati in carta geomorfologica e dei dissesti a Carmine, Gerbia, San Bartolomeo, Traffiume. In passato è stato interessato anche il sito di **Ponte Valmara**.

*Dalla relazione tecnica-geologico tecnica datata luglio 2007 elaborata dall'Ing. Andrea Isoli e Dr.Geol. Italo Isoli "*Intervento urgente di sistemazione movimento franoso in località Traffiume* – 25

S. Anna in data 31 marzo 2007” si ricava che: “Il movimento franoso che ha interessato il versante in esame, è avvenuto nelle prime ore della mattinata del 31 marzo 2007; la situazione meteo climatica precedente al crollo è stata caratterizzata da una prolungata assenza di precipitazioni piovose e pertanto non è possibile attribuire direttamente tale fenomeno ad un particolare evento meteorico. Quindi è possibile affermare che le condizioni predisponenti al crollo erano presenti indipendentemente da fenomeni meteorologici e possono essere ricostruite anche a posteriori, come risulta dall’analisi che segue. La frana è innanzitutto classificabile come scivolamento traslazionale con ribaltamento di un cuneo roccioso (vedi test di Markland). La frana si è impostata su una parete rocciosa subverticale che si estende per circa 10-15 m lungo la quale si può osservare la presenza di blocchi metrici dislocati e in parte separati dall’ammasso roccioso nonché fratture beanti o ad apertura centimetrica che interessano l’ammasso con elevati valori di persistenza areale. Il ciglio è posto circa a quota 300 m s.l.m.; la nicchia di distacco è costituita da due superfici di discontinuità che si intersecano tra loro formando uno spigolo che rappresenta la direzione dello scivolamento del cuneo roccioso isolato dalle due fratture; il corpo di frana principale, ancora complessivamente integro, con un volume stimabile in circa 20 m³, ha colpito l’edificio residenziale esistente e a causa della sua rilevante massa e delle condizioni morfologiche del pendio al piede della parete si è arrestato contro la stessa provocando lo sfondamento parziale della parete. Tuttavia la traslazione di tale massa ha provocato una parziale frammentazione del cuneo lungo le zone di maggior debolezza, con conseguente dislocazione e mobilizzazione per rotolamento di blocchi di dimensioni pluridecimetriche o per scivolamento di lastre decametriche ancora osservabili nei dintorni dell’edificio; è presumibile anche che alcune porzioni di parete si siano staccate separatamente dal blocco principale. Nell’intorno dell’edificio di proprietà è presente pertanto un ulteriore accumulo costituito da blocchi sparsi di dimensione metrica e pluridecimetrica con rara o assente matrice sabbioso ghiaiosa, lungo un pendio che termina proprio in corrispondenza del ciglio della forra del Torrente Cannobino dove probabilmente è scivolato una parte del materiale franato dalla parete rocciosa, scomparendo sotto le acque profonde della forra. Oggi si può ritenere che il movimento franoso si sia esaurito e che i corpi di frana caduti siano complessivamente inattivi nel breve periodo tuttavia resta una pericolosità residua legata all’assetto geomorfologico del versante e alla presenza lungo il fronte di distacco di porzioni di ammasso roccioso parzialmente instabili per fenomeni di possibile ulteriore ribaltamento.”



9.2 Frane a meccanismi di vario tipo combinati (frane di tipo alpino)

Sono possibili tre diversi meccanismi per questa tipologia franosa:

appartengono a tale fenomeno i franamenti caratterizzati da un crollo o da un ribaltamento iniziale di masse più o meno disarticolate (specie in zone molto fratturate o di deformazione gravitativa profonda), e successiva evoluzione a valanga di detrito, con scivolamento della massa detritica verso il basso per azione della gravità. Tale situazione è ben rappresentata sul versante sovrastante la zona compresa tra la **Gardanina** e **Carmine**. Viene citato dalla carte C.S.I. il **Passo di Percadugine**.

Il fenomeno è dovuto alla traslazione e scivolamento iniziale lungo una superficie di rottura (nei casi osservati quasi sempre il piano di foliazione), sono osservabili in zone dove gli strati immergono a franapoggio.

Nell'evoluzione naturale dei pendii, una delle forme più grandiose di movimento in massa che si può registrare è sicuramente quella costituita da complessi di milioni di metri cubi di materiale roccioso in grado di muoversi, talora per chilometri, lungo versanti anche debolmente inclinati e con velocità di alcune decine di metri al secondo. Le centinaia di vittime di Elm (Heim, 1882), Guldau (Heim, 1882) e Mayunmarca (Kojan & Hutchinson, 1978) non dovrebbero lasciare alcun dubbio circa il fatto che esse siano anche una forma tra le più pericolose.

Quindi, di fronte all'elevato livello di rischio geologico che comportano (coinvolgimento di

volumi di notevole entità ed alto potere distruttivo) e dal momento che i materiali interessati hanno talvolta la capacità di proseguire la loro corsa anche sul versante opposto, o lateralmente a monte e a valle del settore direttamente interessato, è fondamentale, per la pianificazione del territorio e degli interventi di protezione civile, disporre di strumenti che permettano di prevedere l'area coinvolgibile dall'evoluzione del fenomeno stesso.

La tipologia di questi particolari movimenti franosi è chiamata nella letteratura internazionale con differenti terminologie: rockslide- e rockfall-debris flow (Varnes, 1978; Pierson & Costa, 1987), rock avalanche (Howard, 1973; Voight, 1978; Eisbacher, 1932; Kaiser & Simmons, 1990; McSaveney, 1978) e sturzstrom (Heim, 1932; Hsu, 1975). Sono fenomeni innescati da eventi pluviometrici di straordinaria intensità e dalla fusione del manto nevoso, possono essere causati anche per accrescimento di materiale dall'alto con superamento dell'angolo di attrito o per comunicazione di energia proveniente da materiale caduto dall'alto. La forma di tali accumuli di frana è in generale stretta e allungata e le loro superfici di rottura e di scivolamento non sono facilmente identificabili.

9.3 Fenomeni franosi nella copertura superficiale

I fenomeni interessanti la copertura superficiale (depositi inalterati o rimaneggiati di materiale glaciale) sono sostanzialmente di due tipi:

- fenomeni franosi per fluidificazione della copertura (debris-slide e smottamenti)
- fenomeni di soil-creep.

I primi fenomeni s'innescano durante eventi piovosi di forte intensità per infiltrazione, saturazione e successiva fluidificazione dei materiali incoerenti e sciolti costituenti la copertura.

I fenomeni si manifestano inizialmente come uno scivolamento, ma possono evolvere a colamento incanalato nelle incisioni torrentizie d'ordine gerarchico inferiore (evoluzione da debris-slide a debris-flow).

Questa situazione potenziale si ritrova nelle **incisioni torrentizie presenti in sponda destra del torrente Cannobino** dove gli impluvi sono molto esposti a fenomeni di colata di detrito.

Dall'analisi si è visto che tali fenomeni interessano quasi solamente la copertura glaciale mista a detrito di versante ed i settori di versante maggiormente esposti a tale fenomeno sono quelli con inclinazione da 30° a 45° con poca copertura vegetale, questa infatti per mezzo delle radici nel caso di materiali incoerenti conferisce stabilità al pendio.

I fenomeni di soil-creep, cioè di deformazione e scivolamento lento della copertura superficiale, sono stati notati un po' dovunque resi più visibili dall'inclinazione delle piante o di altre strutture presenti nel sito.

I settori più vulnerabili a tale fenomeno sono quelli a forte pendenza (30°-45°) dove però la copertu-

ra vegetale è ancora ben presente, gravità e infiltrazione eccessiva sono le altre cause. Questi fenomeni sono da ritenersi come segni premonitori di futuri e più gravi dissesti.

Esempi di questo tipo sono rappresentati dalle **incisioni torrentizie presenti in sponda destra del torrente Cannobino e nelle zone di testata di quasi tutti i corsi d'acqua.**

I fenomeni di deformazione profonda (creep profondo), si sviluppano come lenta, continua e il più delle volte progressiva deformazione dell'ammasso roccioso; gli spessori che tale deformazione interessa sono spesso notevoli (si arriva a superare il centinaio di metri del substrato), coinvolgendo l'intero versante dalla cresta al fondo valle (Mortara e Sarzana 1987).

La dinamica del processo di deformazione è per spostamenti differenziali molto lenti che si sviluppano in generale lungo una serie di piani di discontinuità. Tali fenomeni secondo la letteratura si possono collocare in posizione intermedia tra movimenti franosi superficiali e i fenomeni di tettonica gravitativa (Dramis).

In tale situazione si assiste ad un lento incremento della deformazione nella massa rocciosa per applicazione nel tempo di tensioni che comunque non superano la resistenza dell'ammasso (se non nell'eventuale collasso finale).

Le cause che favoriscono lo sviluppo e il progredire di questo fenomeno si possono individuare in:

- caratteristiche dell'ammasso roccioso: le strutture primarie (superfici di foliazione) sono per lo più isorientate con inclinazioni variabili ma quasi sempre subverticali nel basso e medio pendio e meno inclinate nella zona sommitale;
- la configurazione del versante dotato in tale caso di un'elevata energia a causa di forte pendenza del rilievo;
- variazioni climatiche stagionali con cicli di gelo e disgelo che in tale zona sono molto accentuati;
- intensi fenomeni di scarico tensionale: dovuti alla deglaciazione post-wurmiana del ghiacciaio che occupava la valle;
- fenomeni tettonici dovuti presenza della zona di contatto della falda **Zona marginale della Strona Ceneri** e gli **Scisti dei Laghi**.

L'ammasso roccioso in risposta alle sollecitazioni indotte reagisce dilatandosi e contraendosi; le zone più alte del pendio evidenziano un comportamento dilatante che induce spostamenti di porzioni rocciose lungo le discontinuità principali delineate (con grosse fratturazioni beanti), nelle parti basse invece si determina una generale compressione con conseguente distribuzione della deformazione lungo sistemi di discontinuità primari e secondari (foliazione e famiglie di fratture) che caratterizzano l'ammasso.

Le evidenze morfologiche maggiori si osservano nella parte alta, infatti nella zona della **Puncetta**, crinale costituito da **Monte Marcalone - M.Giove - M. Faierone - P.ta Fronzina - Passo Perdacugine**, versante compreso tra **Ronchi e Viggiona** si osservano delle significative contropendenze, scarpate e ondulazioni a grande scala proseguendo verso l'alto, oltre alle contropendenze e alle scarpate, si sono incontrate zone a fratture beanti nella roccia, trincee naturali mol-

to ampie, pseudodolinee e depressioni (anche con laghetti) e nella parte sommitale si è vista la tipica morfologia delle deformazioni gravitative profonde e cioè lo sdoppiamento di cresta con la comparsa di una vallecchia orientata lungo la stessa direzione dello spartiacque (trench).

Un altro elemento importante, è che nella zona di deformazione più accentuata, la rete idrografica è praticamente scomparsa, lasciando molti solchi ed incisioni abbandonati (solchi di erosione non più attivi); questo è dovuto alla presenza massiccia di depositi grossolani (con alta permeabilità) in cui l'acqua s'infiltra. Nella parte bassa del versante (zona con contropendenze), l'acqua riemerge e s'incanala in solchi di tipo *rill erosion* (**tra Sasso Carmine e la Puncetta**) a testimonianza del recente inizio di tale attività.

A.A. (Mortara e Sorzana 1987, Puma et al. 1989) hanno proposto tre stadi evolutivi dei pendii soggetti a deformazione gravitativa profonda:

1) STADIO INIZIALE: in cui la deformazione si manifesta generalmente nella parte alta del versante con sdoppiamenti non molto pronunciati della linea di cresta alla quale si possono associare piccole vallecchie (*trenches*).

2) STADIO INTERMEDIO: con sdoppiamenti anche multipli delle creste e numerosi trench, con nette scarpate in contropendenza disposte in più livelli.

In tale stadio il settore mediano del pendio tende ad assumere un profilo marcatamente convesso dovuto, specialmente quando sono coinvolti litotipi massicci (come gli ortogneiss), alla presenza di fratture rigide e discontinue che provocherebbero un aumento di volume (dilatanza) del substrato roccioso (Rad-Bruch - Hall).

In questa situazione si verificano crolli e ribaltamenti anche di grosse dimensioni delle masse rocciose disarticolate.

3) STADIO EVOLUTO: in questa fase le vallecchie parallele possono assumere dimensioni molto grosse nelle parti sommitali dei versanti, dove possono originarsi ben definite nicchie di frana in corrispondenza all'emergenza dei piani di taglio principale.

Nei settori medio inferiori il substrato roccioso causa l'aumentare delle dislocazioni e tende a disarticolarsi sempre di più.

I limiti inferiori dei fenomeni sono per lo più ben riconoscibili e talora sopravanzano la base del versante; questo aspetto si accentua quando le deformazioni gravitative evolvono parzialmente e totalmente verso altri tipi di frana. In tale situazione eventi a carattere intenso, quali precipitazioni meteoriche eccezionali, possono diventare una delle cause di parziale o totale collasso del versante.

Attraverso l'analisi a carattere geomorfologico e geologico-strutturale, i fenomeni suddetti possono essere catalogati al secondo stadio evolutivo delle deformazioni gravitative.

Sull'evoluzione futura al terzo stadio ci sono dei dubbi, infatti le masse di detrito di falda in gran parte stabilizzate e la scarsità di fenomeni franosi di recente attività fanno pensare che la spinta di rilascio tensionale si sia in gran parte esaurita, tali zone sono comunque di instabilità pregressa e come tale vanno tenute sotto controllo perché i fenomeni che ora sembrano di scarsa attività potrebbero rimobilizzarsi.

In Cartografia, come consigliato da precedenti autori (Pozzi e Clerici 1992) le deformazioni gravitative vanno indicate come tali solo se rientrano nell'ultimo stadio evolutivo; noi abbiamo quindi solo cartografato gli elementi morfo-strutturali che rappresentano l'espressione superficiale di tale stato di deformazione (frane per crollo, contropendenze, sdoppiamenti di cresta, trincee, grosse fratture, accumuli di falda).

9.4 Dissesti legati alla rimobilizzazione del detrito di falda

La pericolosità dei depositi di detrito di falda è rappresentata dalla loro facile erosione in caso di eventi meteorologici eccezionali; il detrito eroso è poi convogliato nei torrenti e va ad aumentare l'entità del trasporto solido: la capacità erosiva della sospensione acqua - sedimenti diventa così molto maggiore.

L'ubicazione dei depositi rilevati è stata ottenuta in base al rilevamento in campagna ed alla fotointerpretazione (soprattutto per bacini più alti).

Il deposito di detrito posto sia in destra che sinistra idrografica sopra San Bartolomeo anche se per la maggior parte giudicato in uno stato di modesta attività (locali fenomeni di crollo nelle pareti rocciose superiori) è abbastanza pericoloso per la presenza dell'asta del **rio delle Ganne** in cui il detrito convogliato potrebbe dare fenomeni di debris flow e trasporto di massa. Ciò vale anche per il materiale detritico posto a monte e lateralmente all'abitazione ex sede dell'ACI presso Piaggio Valmara

La zona del versante posto sopra **Traffiume** e sotto **Sant'Agata** è risultata sotto tale punto di vista stabile per l'assenza della rete idrografica.

9.5 Fenomeni di dissesto legati alla rete idrica principale

I fenomeni di dissesti di questo tipo sono:

- fenomeni debris flow e di trasporto di massa;
- fenomeni legati al trasporto torrentizio (torrent flow) dei tributari del torrente Cannobino e di riattivazione delle conoidi;
- fenomeni legati al trasporto torrentizio (torrent flow) dei corsi d'acqua con sbocco nel lago Maggiore e di riattivazione delle conoidi;
- fenomeni legati all'erosione, al trasporto ed ad esondazioni dell'asta del Cannobino.

Il primo tipo di colata di detrito è molto frequente durante gli eventi alluvionali.

DEFINIZIONI

I *debris flow* sono movimenti di massa indotti dalla gravità, con caratteristiche intermedie tra frane e "water floods". Secondo la definizione di Varnes (1979), un *debris flow* è un movimento di massa molto rapido di un corpo costituito da una parte solida (nel caso dell'area in esame ciottoli e blocchi), acqua e aria, con proprietà molto variabili a seconda del contenuto di acqua ed argilla₃₁

(che non è presente in alcuno dei casi analizzati nella zona in esame) e a seconda della quantità e dell'assortimento granulometrico dei sedimenti.

Per quanto concerne l'origine dei *debris flow*, essi vengono generati quando si ha mobilitazione, lungo pendii o canali di detriti poco assortiti a causa dell'aggiunta di acqua, che può derivare per via meteorica sotto forma di piogge particolarmente intense o da disgelo.

RELAZIONE TRA PIOGGE E DEBRIS FLOWS

Le condizioni più favorevoli allo sviluppo di un *debris flow* sono la presenza di un'abbondante sorgente di detriti rocciosi (ad esempio una precedente frana), in aggiunta alla già citata presenza di forti quantità d'acqua, che può essere o meno continua; in aggiunta a queste condizioni iniziali, si è notato che la presenza di bacini piccoli e molto ripidi favorisce il trasporto di materiali in concentrazione molto alta tipica dei *debris flows*.

Questo fatto può venire spiegato perché in piccoli bacini, a causa del basso tempo di corruzione, i fenomeni di piena sono più frequenti anche con piogge di non grande durata, mentre versanti più acclivi aumentano il grado di instabilità, soprattutto per quanto riguarda i depositi più superficiali. Un tentativo di correlare l'intensità di piogge alla ricorrenza di fenomeni quali i *debris flows* è stato fatto da Campbell (1975):

venne stabilito che la condizione scatenante instabilità di questo tipo è una pioggia dall'intensità di almeno 6,4 mm/ora che cade in una regione dove le piogge stagionali totali hanno raggiunto i 254 mm.

Partendo dall'ipotesi che il *debris flow* viene generato per disgregazione di precedenti coltri di detrito il cui distacco viene analizzato con lo studio della stabilità di pendii indefiniti, Caine (1980) stabilì che la curva limite delle piogge per avere instabilità superficiale ha formula:

$$I = 14,82 D^{-0,3}$$

dove I rappresenta l'intensità di pioggia in mm/ora e D la durata in ore della pioggia.

Nella zona in esame non si hanno molte informazioni su tali eventi eccetto per il torrente **Cannobino, rio delle Ganne, rio di Cinzago** (sbocco a lago presso località Resega), **rio Durala** (tributario del Cannobino posto in sponda destra sbocco a monte del bivio per S. Anna), **rio Rovedera**, **rio di Socraggio**.

9.6 Avvallamenti di sponda

Si tratta di fenomeni franosi che avvengono in zona subaquea dove un tratto della linea di costa è soggetto a scivolamento ciò dipende spesso dalla presenza dei limi lacustri che fungono da superficie di scorrimento oppure dalla deposizione inclinata dei materiali detritici, o alle variazioni dei livelli del lago che determina consolidamento o deconsolidamento delle sponde oppure alla esecuzione non corretta di opere con carichi rilevanti lungo la fascia litorale.

Allo stato attuale non si dispone di una cartografia con dettaglio sufficiente per differenziare il litorale costiero che vede l'alternarsi di zone rocciose a zone scoscese caratterizzate da litorale sabbioso soggette a fenomeni di consolidamento o deconsolidamento.

10 I DEPOSITI SUPERFICIALI

10.1 DEPOSITI GLACIALI

La morfologia della valle Cannobina è stata profondamente condizionata dalla presenza, durante l'epoca glaciale, dei ghiacciai che con la loro azione erosiva prima e di deposizione poi hanno profondamente modellato il territorio. Il risultato dell'azione glaciale è quello di una tipica valle alpina ad U, in cui il ghiacciaio Cannobino ha depositato al suo ritiro (in età post - wurmiana) un considerevole spessore di materiale glaciale.

Il tipo di ghiacciaio che si è impostato è di tipo vallivo che aveva sviluppato verso valle una lingua a forma allungata che s'insinuava in essa; la valle glaciale aveva caratteri di valle sospesa sulla principale formata dall'erosione del ghiacciaio del Ticino che con quello del Toce ha dato luogo al lago glaciale del Maggiore.

La soglia rocciosa risulta essere mascherata dalla consistente deposizione di materiale alluvionale a valle della forra di Sant'Anna dove il Cannobino ha inciso e rielaborato il deposito morenico di fondo e la roccia, ridepositando sedimenti alluvionali in forma di terrazzi in diverso ordine (alluvioni antiche e recenti).

Le fasi principali di modellamento morfologico sono legate a fenomeni di disfacimento lungo i versanti delle rocce in posto e della copertura glaciale, che sono avvenuti dopo lo scioglimento dei ghiacciai quando il rilascio tensionale ha causato la redistribuzione degli sforzi, che, unito ad altri fattori (geologici, strutturali, clivometrici, climatici), ha causato fenomeni di accumulo di detrito di falda che per l'imponenza raggiunta in alcune zone alte dei bacini dei laterali del Cannobino, hanno influito sulla morfologia in modo determinante.

La conoide che attualmente è stata individuata nel progetto PAI e connessa con eventi di età storica risulta avere un'estensione limitata rispetto a quella che poteva risultare nel periodo glaciale in quanto mascherata dalla successiva evoluzione postglaciale. L'attività lacustre ne ha ulteriormente ridotto l'estensione trasformandola in un'apparato di delta-conoide caratterizzato da una piana deltizia in parte sommersa dalle acque ed in parte sovrapposta con caratteri eteropici con la piana alluvionale.

La conoide alluvionale in s.s. del torrente Cannobino è difficilmente individuabile, in quanto sovrapposta ad altri depositi, nella zona dello sbocco della valle nelle località Sant'Anna e Traffiume.

Da tale località alla zona deltizia si ha una piana alluvionale caratterizzata da bassa acclività 0,78 % (nel tratto dove il PAI individua la conoide) con assunzione da parte del corso d'acqua di una struttura a meandri con zone in erosione e deposizione che hanno assunto posizione stabile.

Sono stati realizzati profili longitudinale e trasversali al corso d'acqua successivamente posti a confronto con quello di conoidi le cui caratteristiche geomorfologiche non permettono dubbi classificativi.

I materiali depositi dai ghiacciai sono generalmente depositi di fondo che originano morene laterali e mediane.

Si identificano alcune strutture principali poste anche a quote differenti sullo stesso versante:

- morena mediana N-S che separa la val Cavaglio dalla zona a lago: Monti Marcalone (850 m s.l.m.), Monte Giove (1300 m s.l.m.), A. Rombiago (1170 m s.l.m.), Monte Faierone (1700 m s.l.m.);
- morena laterale destra del Ticino: Branscio (730 m s.l.m.), Prati d'Agro (980 m s.l.m.), Valmugiano (1080 m s.l.m.), Monti Piei (930 m s.l.m.); Cinzago (510 m s.l.m.), Socragno (470 m s.l.m.), Formine (440 m s.l.m.) in continuità con S.Agata; Ronco (310 m s.l.m.), Rondonico (280 m s.l.m.), Marchile (320 m s.l.m.);
- morena mediana E-W che separa il torrente Cannobino da Tregno Viggiogna;
- morena laterale destra del Cannobino: Solivo, Pra Rotondo, Pianoni, Badia, Cadaglia, Monti di Rode;
- morena laterale sinistra del Cannobino; S.Agata (470 m s.l.m.), Campeglio (350 m s.l.m.)

Dal punto di vista geomorfologico i depositi possono essere divisi in:

- a) depositi glaciali laterali e di fondo veri e propri (piane moreniche e depositi glaciali inalterati);
- b) depositi glaciali misti a detrito di versante (depositi glaciali rimaneggiati);

Depositati del tipo a):

sono caratterizzati da acclività bassa o nulla dovuta al deposito dei materiali in zone poco pendenti, a causa della situazione preglaciale esistente, come nelle piane di deposito glaciale su cui sono stati costruiti gli alpeggi dei **Monti di Roda, Pianoni, Prà Rotondo, Alpi di Faierone, Scierz, Rombiago, Monte Giove, Marcalone** e da tutte le altre piane deposte lungo due fasce parallele sia alla destra e alla sinistra idrografica all'asta del Cannobino e lungo i versanti posti di fronte al lago Maggiore.

Talvolta la limitata pendenza è legata a depositi morenici impostati su contropendenze o zone pianeggianti dovute a motivi strutturali.

Depositi di tipo b):

sono materiali depositi dai ghiacciai in zone con pendenze elevate e vengono indicati come "deposito glaciali misto a detrito di versante" (deposito rimaneggiato). Questo tipo di deposito è percentualmente il più diffuso, infatti, l'enorme sacca di deposito glaciale ha totalmente avvolto sia i due versanti della valle Cannobina che quelli prospicienti il lago Maggiore.

Gli spessori di tali depositi sono molto variabili e data la presenza di roccia affiorante è possibile effettuarlo solamente presso i torrenti che si presentano diffusamente con il fondo in roccia

10.2 DEPOSITI ALLUVIONALI

Questi depositi alluvionali sono localizzati nell'alveo torrentizio e sulle fasce spondali dei corsi d'acqua e sono di due tipi:

- a) alluvionali recenti terrazzati: sponda sinistra (Traffiume, Gerbia, Lignago, Masserecci);
sponda destra (Ospedale, Cimitero, S.P.Valle Cannobina)
- b) alluvionali attuali in alveo

i depositi di tipo a):

sono riscontrabili essenzialmente in corrispondenza degli abitati di Cannobio e Traffiume. Tali depositi sono il risultato delle esondazioni e dell'erosione che porta l'alveo ad approfondirsi e che ha causato un solo grado di terrazzatura. Queste piccole piane alluvionali terrazzate presentano uno spessore di circa 50 m e sono caratterizzati da pendenze molto deboli (9°).

Tali depositi sono per lo più caratterizzati da materiali eterometrici con netta prevalenza delle frazioni più grossolane, blocchi e ciottoli (d_{50} circa 10 cm) con percentuale di matrice fine minima (diametro < 8 mm meno del 20%).

Altra caratteristica di questi terrazzi alluvionali è quella di una certa stratificazione alternata di materiale più grossolano con materiale minuto. Durante un'alluvione infatti, a periodi di massima piena seguono momenti in cui, i fattori velocità della corrente e potenza di trasporto, decrescono conseguentemente ad uno strato di ciottoli più grossi che sono i primi a precipitare segue uno strato di materiale sempre più minuto man mano che la portata e quindi la velocità dell'acqua diminuiscono.

Dalla documentazione esistente si ricava inoltre che i depositi alluvionali attuali riportati nell'allegata carta geomorfologica sono stati così distinti in:

- barre emerse di depositi alluvionali attuali (ciottoli e blocchi con subordinata ghiaia e sabbia);
- barre emerse di depositi alluvionali attuali (sabbia e ghiaia anche grossolana con subordinati ciottoli e blocchi);

depositi alluvionali attuali colonizzati dalla vegetazione infestante arborea ed arbustiva.

I depositi di tipo b):

sono presenti oltre che nell'alveo del Cannobino anche in quello dei loro tributari. Tali depositi derivano dall'azione di erosione e trasporto delle acque incanalate nei torrenti e sono costituiti in prevalenza da blocchi e ciottoli a spigoli arrotondati di dimensioni generalmente sempre più piccole man mano che dalla sorgente si passa alla foce. Provengono sia dall'elaborazione estrema dei depositi morenici e detritici, sia dall'erosione ad opera del corso d'acqua stesso, del letto roccioso.

Si tratta di depositi di canale a forma di barra, in alveo a fondo mobile che producono sequenze *riffle* e *pool* e macroscabrezze tipiche di un armoured gravel-bed river, alveo ghiaioso con corazzatura di fondo.

10.3 DEPOSITI DI DELTA LACUSTRE

Da un'analisi maggiormente approfondita su di un intorno ritenuto significativo ai fini della Regione Generale in oggetto si è potuto osservare che il territorio che caratterizza la tratta terminale del torrente Cannobino non può essere assimilato a conoide alluvionale ma a delta lacustre in buona parte sommerso dalle acque del lago Maggiore.

Infatti la condizione ideale per la costruzione di un delta è l'improvviso afflusso di sedimento in una massa di acqua calma come quella di un lago ove sbocchi un torrente. Quelli che si possono osservare sono gli strati di tetto (topset) della **piana deltizia** che sono subaerei mentre non si possono osservare gli strati frontali o inclinati (foreset) e quelli di fondo (bottomset) che sono subacquei.

Tali depositi variano dalla piana alluvionale sino alla piana deltizia che ha termine allo sbocco nel lago passando da ghiaie molto grossolane a sabbia ghiaiose ciò è connesso con il trasporto effettuato nel tempo dal corso d'acqua sul quale ha agito con effetto di livellazione il lago che non ha permesso di raggiungere la forma convessa verso l'alto e le elevate pendenze caratteristiche delle conoidi alluvionali. Si tratta di un tipo di apparato di **delta-conoide** con energie in gioco caratterizzate da bassa energia grazie all'azione del lago. All'interno del deposito è possibile riconoscere, parecchi ciottoli di micascisti e paragneiss e notevoli quantità di miche nella frazione sabbiosa; quindi si può dedurre che per quanto riguarda i depositi più recenti il materiale deriverebbe in gran parte dagli Scisti dei Laghi.

Infatti la supposta conoide cartografata dal P.A.I. risulta essere localizzata non allo sbocco del corso d'acqua con la pianura (Orrido Sant'Anna-Traffiume) ma allo sbocco con lo specchio lacustre inoltre dalla carta dell'acclività si può osservare che è presente una sola classe di pendenza che conferma la debole acclività del territorio (0,7 %).

10.4 DEPOSITI DI CONOIDE

I depositi di conoide dovuti ai tributari del Cannobino e dei corsi d'acqua che sfociano direttamente nel lago Maggiore, risultano essere numerosi ma di piccola entità dato che la loro forma risulta essere in gran parte occultata dall'azione di laminazione del lago Maggiore sulle acque dei corsi d'acqua ed anche perché i ripidi fondali dello stesso non permettono l'accumulo dei depositi stessi e quindi l'edificazione di un apparato di delta conoide stabile.

Interessanti sono le conoidi spesso coalescenti che si sviluppano nella zona della **Cuserina** formatesi per azione dei corsi d'acqua che provengono dal versante meridionale del Cannobino che hanno esercitato azione erosiva sui terrazzi glaciali, omologhi per età a quelli su cui è posta la frazione di Traffiume. La loro azione si esplica nel punto dove avviene il cambio di pendenza tra versante ripido e zona terrazzata con bassa acclività favorito dalla presenza di cascate in roccia

In altri casi a Carmine inferiore (**rio Girola e rio Preda**) e a San Bartolomeo (**rio delle Ganne**) risulta arduo riconoscere una qualsivoglia forma conoidale anche per l'intensa urbanizzazione e la presenza di terrazzamenti che ne hanno ridotto la pendenza.

Si può ritenere che la parte non attiva sia proprio quella terrazzata rispetto a quella di recente attività.

I depositi di conoide presentano granulometrie caratterizzate da grossi blocchi e ciottoli, distribuiti nella zona attiva a forma di ventaglio, le porzioni a granulometria maggiore si trovano all'apice della conoide. In alcuni spaccati di conoidi antiche, non più attive è stato riscontrato inoltre un grado di cementazione tra i granuli molto elevato.

Nel caso del rio delle Ganne sono presenti anche blocchi di dimensione metriche che vede materiale di paleofrana come caratteristica fonte di alimentazione della conoide attiva prima della realizzazione di opere di difesa e regimazione.

Si sono osservati anche altri apparati minori nelle frazioni di **Marchile e Rondonico** dove anche in questo caso avvengono improvvise rotture della pendenza degli alvei dei corsi d'acqua, caratterizzati da sponde di altezza inferiore al metro che favoriscono la formazione dei depositi.

10.5 DETRITO DI FALDA

Il detrito di falda è formato da frammenti di roccia più o meno grossolani (blocchi eterometrici) che si staccano dalla roccia madre per l'azione di cicli di gelo e disgelo, per alterazione chimico fisica (come caolinizzazione dei feldspati e azione meccanica della copertura vegetale), per motivi tettonico-strutturali e precipitano verso il basso per azione della gravità. Tali depositi sono costituiti da massi con spigoli vivi che aumentano di dimensioni man mano che dalla parte alta si passa a quella bassa della falda detritica.

I depositi di falda sono presenti ai piedi dei pendii congiuntamente a depositi morenici e elu-

vio-colluviali.

I depositi di falda possono essere distinti a seconda del loro grado di attività in:

a) Depositi di falda non attivi;

b) Depositi di falda attivi.

I depositi di tipo a):

presentano copertura vegetale; alterazione vegetale dei blocchi (sui blocchi dei depositi non attivi si riscontrano muschio e altri segni di stabilità); elementi lapidei con patina di alterazione; mancanza di segni di frattura fresca nella zona di distacco. Grossi accumuli di depositi non attivi sono abbondantemente distribuiti nella zona di Traffume presso la località i **Ronchi** e tra **Ronchi e Gerbia**, nella zona della **Cuserina e Bagnara**..

I depositi di tipo b):

non hanno copertura vegetale; sui blocchi non c'è muschio; i blocchi non hanno patina di alterazione; si osservano segni di frattura fresca nella zona di distacco. Fasce e conoidi di detrito sono presenti in quota nelle zone più alte dei pendii specialmente nelle zone prospicienti le creste. Anche presso gli abitati di **San Bartolomeo, Piaggio Valmara**

10.6 COLTRE ELUVIO-COLLUVIALE

Le coltre eluvio-colluviali sono diffuse quasi ovunque laddove non sono presenti affioramenti rocciosi a notevole acclività e dove l'azione antropica non ha modificato eccessivamente le caratteristiche originarie dei terreni; esse rappresentano il risultato del disfacimento fisico e chimico delle rocce e dei depositi superficiali, e sono costituite da frammenti detritici di dimensioni varie, profondamente alterate dall'azione chimica degli agenti atmosferici e all'azione biologica della vegetazione. Vista l'esiguità e l'irregolarità dello spessore di tali depositi in relazione agli obiettivi dell'analisi svolta, la coltre eluvio-colluviale non è stata cartografata come copertura

10.7 DEPOSITI TORBOSI E LACUSTRI

Sono limitati a piccoli laghetti inframorenici di limitata estensione rappresentati da torbe, sabbia e silts, argilla e sono osservabili a **Solivo**.

10.8 DEPOSITI DI SPIAGGIA

Sono derivanti dall'azione lacustre che svolge la sua azione mediante il moto ondoso e le correnti che battono la zona costiera. L'azione selezionatrice del mezzo avviene solamente se protratta nel tempo e determina la formazione di materiale limoso che decanta sul fondo oppure si deposita

sulla scarpata costiera ricoprendo materiale di maggiori dimensioni. Il risultato è la formazione di depositi ghiaiosi con clasti centimetri o decimetrici nelle zone con roccia subaffiorante mentre in corrispondenza dello sbocco a lago di corsi d'acqua il materiale risulta essere già lavorato e quindi più minuto così come nella zona riparata delle punte che numerose interrompono la regolarità del contorno costiero (punta **Carmine, Creda, Amore, Bargone**). Vi sono in molti casi fasce litorali con estesi tratti costituiti da spessi depositi sabbiosi molto spesso interrotte o modificate da strutture di rimessaggio dei natanti o moli.

Si possono citare **Gardanina, Carmine inferiore, Molinetto, Punta Creda-Preventorio, Darbedo, Nizzolino, La Resega, San Bartolomeo**.

11. GEOLOGIA TECNICA

11.1. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL SUBSTRATO

I dati seguenti hanno valore puramente descrittivo delle caratteristiche geomeccaniche del substrato roccioso presente nell'area di studio. Si tratta di dati relativi a prove di laboratorio effettuate dallo scrivente sulle rocce del substrato costituito dalla Serie dei Laghi in comune di Cannero posto a Sud dell'area in studio e dove affiora la formazioni della Serie dei Laghi.

Si tratta di prove di resistenza a compressione monoassiale, e di resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) effettuate su campioni di roccia prelevati dal nostro studio in frazione Oggiono località Malpensata e Togliano nel limitrofo comune di Cannero.

Per quanto riguarda la resistenza a compressione del materiale i valori sono quelli del ponte di Togliano di paragneiss e ortogneiss particolarmente ricchi in miche e di conseguenza molto foliati ma non profondamente alterati come i materiali della zona di Malpensata dove tali litotipi sono stati interessati da discontinuità tettoniche e quindi trasformati in cataclasiti sino al limite delle rocce incoerenti.

I risultati ottenuti per i materiali del ponte di Togliano sono i seguenti:
Sono stati utilizzati due campioni e il carico è stato applicato sia parallelamente che perpendicolarmente alla scistosità.

Prova di compressione monoassiale:

Campione	Diametro mm	Altezza cam- pione mm	Rapporto altezza dia- metro
C1	62,05	127,90	2,05

Campione	Sforzo a rottura MPa	Modulo di Young tangente Et GPa	Modulo di Young secante Es50% GPa	Coefficiente di Poisson
C1	142,03	53,74	67,27	0,33

* Il carico è applicato parallelamente alla scistosità

Il valore medio ottenuto è di 88 MPa e quindi secondo quanto indicato da Bieniawsky (1984) siamo nel caso di una roccia dura.

I risultati della **prova di resistenza a trazione indiretta** (Brasiliana) sono i seguenti:

Campione	Diametro mm	Spessore campione mm	Peso di Vo- lume KN/m³
C2	62,00	38,00	26,28

Campione	Carico a rottura kN	Resistenza a tra- zione MPa
C2	24,70	6,67

* Il carico è applicato perpendicolarmente alla scistosità

Nel caso dei materiali prelevati a Malpensata abbiamo solo il valore della resistenza a trazione indiretta (Brasiliana). I risultati della prova sono i seguenti:

Campione	Carico a rottura kN	Resistenza a tra- zione MPa
O2	13,10	4,33

La resistenza a trazione del materiale roccia in frana è minore del 35% rispetto ai litotipi di Togliano. Pur con le dovute cautele si può ipotizzare una variazione simile anche sul valore della resistenza a compressione monoassiale che passerebbe da 142,03 MPa a circa 90 MPa mentre con il carico applicato parallelamente alla scistosità si scenderebbe da 33,68 MPa a circa 20 MPa.

Riassumendo i materiali rocciosi presentano le seguenti caratteristiche geotecniche:

MICASCISTI E PARAGNEISS

Peso di volume γ	26,28 kN/m ³
Resistenza a compressione ortogonale	90 Mpa
Resistenza a compressione parallela	20 Mpa
Resistenza alla trazione	4,33 Mpa
Angolo di attrito interno	30°

Purtroppo, la mancanza dei risultati delle prove di compressione lascia dei dubbi, in quanto il materiale ha caratteristiche meccaniche scarse ma la prova di trazione da risultati abbastanza alti e comunque le riduzioni percentuali eseguite danno valori che sembrano sovrastimati, pertanto si consiglia di utilizzare tali dati con le dovute cautele.

11.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

I dati seguenti hanno valore puramente descrittivo delle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area di studio. Si tratta di dati relativi a prove di laboratorio effettuate dagli scriventi su materiali di copertura della zona di Griffa (frazione Leccio) ed in particolare su materiali glaciali. Si tratta di campioni di "terreno rimaneggiato", intendendo la raccolta di terreno tramite una semplice paletta di terreno in appositi contenitori che permettono il mantenimento delle condizioni di umidità naturali del campione stesso.

Sono state effettuate:

Analisi granulometriche ed aerometrie;

Limiti di Atterberg;

Peso specifico dei grani

Peso di Volume

Umidità naturale

Prove di taglio dirette.

In seguito alle prove svolte, si è potuta applicare una Classificazione Geotecnica dei terreni, necessaria per la caratterizzazione finale degli stessi.

11.2.1. Analisi granulometriche

L'analisi granulometrica serve a definire le percentuali in peso relative a ciascuna frazione granulometrica, la quale, a sua volta, è intesa come l'insieme delle particelle i cui diametri siano compresi entro limiti prefissati. La separazione delle diverse frazioni granulometriche avviene tramite setacciatura. I risultati delle prove granulometriche sono rappresentati tramite diagrammi semilogaritmici in cui sulle ascisse sono riportati i logaritmi dei diametri delle particelle e sulle ordinate, invece, il peso in percentuale delle particelle aventi diametro inferiore a quello dell'ascissa corrispondente, rappresentando le % in peso del passante a ciascun setaccio. Si ricorda che quanto più omogenea è la granulometria tanto maggiore è l'inclinazione della curva risultante. Infine, per ogni campione è stato determinato il diametro efficace (D_{10}) corrispondente al 10% del peso, leggibile immediatamente dal diagramma granulometrico. In base al D_{10} si può ricavare il coefficiente di uniformità (U_c), risultante dal rapporto D_{60}/D_{10} , dove D_{60} indica il diametro corrispondente al 60% del peso di tutto il campione. L'importanza del valore di D_{10} e di U_c , consiste nel poter dare una valutazione più o meno approssimativa sulla resistenza al taglio, soprattutto in terreni granulari; infatti più U_c è alto e di conseguenza D_{10} è basso, più è elevata la resistenza al taglio di quel materiale. Inoltre esiste una classificazione dei terreni sulla base di U_c :

U_c	TERRENO
1 – 5	UNIFORME
5 – 15	DISUNIFORME O POCO UNIFORME (T. depositati in acqua)
> 15	MOLTO DISUNIFORME (T. morenici, t. residuali)

Nel nostro caso $U_c = 19,5$ conferma che si tratta di un terreno di origine glaciale.

11.2.2. Limiti di Atterberg

Un terreno a grana fine può presentarsi in quattro differenti stati fisici a seconda del suo contenuto d'acqua (w). I vari passaggi dallo stato liquido a quello plastico, da questo a quello semi solido e infine solido sono, rispettivamente, caratterizzati dai tre limiti: "liquido" (w_l), plastico (w_p), e di ritiro (w_s) e da una netta diminuzione del contenuto di acqua.

Poiché il valore del contenuto d'acqua corrispondente al passaggio da uno stato all'altro, varia a seconda della percentuale di fine contenuta nel terreno, una misura di w può servire come mezzo di identificazione e classificazione, utilizzando abachi specifici come la carta di plasticità di Casagrande e la carta di plasticata del Sistema Unificato.

11.2.3. Peso specifico dei grani

E' definito come rapporto tra peso e volume del singolo granulo (il volume è comprensivo dei vuoti interni non intercomunicanti):

$$y_s = P_s / V_s$$

Salvo casi particolari è molto prossimo al peso specifico assoluto della sostanza minerale che forma i grani stessi. In pratica i terreni più comuni hanno y_s compreso tra 2,6 e 2,8 g/cm³. Nel nostro caso si è ottenuto 2,678 g/cm³

11.2.4. Umidità naturale percentuale

Definito come rapporto percentuale tra il peso dell'acqua ed il peso della sostanza solida:

$$W_n = (P_w / P_s) * 100$$

Indica il contenuto d'acqua del campione al momento del suo prelievo. Nel nostro caso è risultato

$$W_n = 10,8 \%$$

11.2.5. Peso di Volume

E' il peso di volume che è utilizzato durante le verifiche può essere allo stato secco, ed allora corrisponde al rapporto tra peso secco e volume totale oppure può essere allo stato naturale ed allora corrisponde al rapporto tra peso totale e volume totale. Esiste inoltre un peso di volume saturo calcolato considerando il terreno completamente saturo d'acqua.

11.2.6. Prove di taglio diretto

La prova di taglio diretto serve per ricavare relazioni attendibili sforzo-deformazione per mezzo di parametri dedotti da prove eseguite in laboratorio. I diagrammi ricavati sono del tipo " $\tau - \varepsilon$ " e " $\tau - \sigma$ ", il terreno posto nella scatola di taglio può essere indisturbato, rimaneggiato, oppure rimaneggiato e successivamente ricostruito artificialmente e riconsolidato.

Nel caso in esame si tratta di campioni rimaneggiati. La scelta di effettuare questo tipo di prova meccanica, è legata alla possibilità, unica per questa prova, di ottenere i parametri di resistenza del terreno (c e ϕ), particolarmente utili nella valutazione della stabilità di pendii in terreni naturali. Nella tabella seguente sono riassunti i parametri dei terreni utilizzati nelle verifiche:

	SIGLA	VALORE	UNITÀ DI MISURA
Peso secco unitario	δ_s	1.553	gr/cm ³
Peso di volume unitario	δ	1.721	gr/cm ³
Peso specifico dei grani	γ_s	2.678	gr/cm ³
Indice dei vuoti	ε	0.125	-
Porosità	n	0.25	-
Contenuto d'acqua	W_n	10.8	%
Umidità di saturazione	W_{sat}	16.10	%
Grado di saturazione	S_r	0.67	-
Peso di volume secco	γ_d	2.009	gr/cm ³
Peso di volume naturale	γ	2.176	gr/cm ³
Peso di volume saturo	γ_{sat}	2.259	gr/cm ³
Angolo di attrito	ϕ	34.5	(°)
Coesione	c	0.1	Kg/cm ²

12. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO

In questo capitolo vengono ripresi gran parte delle informazioni di tipo idrologico contenute nella Variante Strutturale n. 3/03 in adeguamento al PAI.

12.1. STUDI IDRAULICI SULLA TRATTA TERMINALE DEL TORRENTE CANNOBINO

12.1.1. Studio Idrologico ed Idraulico per Variante Generale D.G.R. 11 maggio 1998 n.6-24548

In occasione della stesura della Variante Generale Comunale è stato effettuato uno studio idrologico ed idraulico di verifica di fattibilità delle previsioni urbanistiche. La tratta terminale del torrente Cannobino è stata ben studiata dapprima attraverso uno studio idrologico ed idraulico in condizioni di moto uniforme e successivamente permanente (D'ELIA F., PAGANI S. 1997) e finalizzata alla definizione degli interventi necessari a porre in sicurezza la tratta in esame.

Tale studio è risultato di fondamentale importanza nell'approvazione della Variante ed ha condizionato urbanisticamente le aree poste sia in sponda destra che sinistra nella zona di sbocco del torrente Cannobino.

In tale studio sono state considerate le condizioni in assoluto più cautelative sebbene poco realistiche relative alla contemporaneità di un evento di piena del torrente Cannobino con il massimo livello di piena lacustre che sia stato registrato nel periodo successivo all'entrata in funzione dello sbarramento Miorina.

I valori della portata liquida utilizzati per i calcoli con tempo di ritorno di 200 anni, con lago a quota 197,61 m s.l.m., sono stati aumentati del 25% per tener conto del trasporto solido e sono rispettivamente **1064,50 m³/s** e **1330,62 m³/s**

I valori della portata liquida utilizzati per i calcoli con tempo di ritorno di 500 anni, con lago a quota 197,61 m s.l.m., sono stati aumentati del 25% per tener conto del trasporto solido e sono rispettivamente **1182,47 m³/s** e **1478,09 m³/s**

Le scarse notizie circa le portate di piena direttamente misurate si riducono ai seguenti dati ricavati sempre dalla seguente pubblicazione Ambrosetti W., I. Barbanti, R. De Bernardi, V. Libera, A. Rolla, 1994, "La piena del Lago Maggiore nell'autunno 1993. Un evento di portata secolare", Docu-

menta C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza, n. 45).

- 230 m³/s misurata il 28 novembre 1991 e gentilmente comunicata dal geom. Libera;
- 236 m³/s misurata il 13 settembre 1993;
- 327 m³/s misurata il 24 settembre 1993;
- 328 m³/s misurata il 2 ottobre 1993;
- 389 m³/s misurata l'8 ottobre 1993;
- 408 m³/s misurata il 12 ottobre 1993.

L'unico dato contenuto nella relazione tecnica citata, relativo alle effettive portate di massima piena del T. Cannobino, è quello ricavato per via indiretta dalla seguente pubblicazione (V. Anselmo, 1985, Atti e Rassegna Tecnica Società Ingegneri e Architetti in Torino, Nuova Serie A.39 n. 10-12 ottobre-dicembre 1985 pagg. 258 e 259), sulla base delle osservazioni condotte, in seguito al nubifragio del settembre 1983, lungo il tronco d'alveo compreso tra il Ponte di S. Anna e l'ansa a monte di quello di Traffiume.

Dal rilievo delle "marche di piena" in corrispondenza di 4 sezioni trasversali, misurata la pendenza dell'alveo e stimato un opportuno coefficiente di scabrezza, sono risaliti ad una portata di massima piena pari a 1500 m³/s; tale valore date le modalità di determinazione è da ritenersi comprensivo di trasporto solido. Secondo le testimonianze locali, raccolte dal prof. Anselmo, tale evento di piena è da ritenersi eccezionale.

Questo dato è stato utilizzato come valore di portata con tempi di ritorno di 500 anni incrementando così il valore ottenuto dai calcoli pari a **1478,09 m³/s**

In buona sostanza le verifiche risultano coerenti con la misurazione sperimentale della portata.

Tale studio perseguiva fini urbanistici e da esso, allegato alla Variante Generale al P.R.G.C. di cui alla D.G.R. 11 maggio 1998 n.6-24548 risultava la necessità di effettuare interventi di messa in sicurezza da effetti di livellazione del livello liquido della corrente al livello lacustre.

N.B. La delimitazione delle aree esondabili già presenti nella carta geomorfologica e dei dissesti a scala 1:10.000 della Variante Strutturale n.3/03 in adeguamento al PAI viene lasciata anche nella carta geomorfologica e dei dissesti della Revisione per comodità di lettura ed uniformità.

12.1.2. Interventi di sistemazione idrogeologica ed idraulico forestale L.R. 72 del 9 ottobre 1995

STUDIO AMBIENTE E ING. ALDO GERVASIO (1998) hanno effettuato uno studio idraulico nell'ambito del Programma pluriennale degli interventi di sistemazione idrogeologica ed idraulico forestale art. 6 della L.R. 72 del 9-10-95.

Sono state considerate le portate torrentizie con frequenza probabile ogni 500 anni, 200 anni, 100 anni, 20 anni verificando che le portate più pericolose si formano per precipitazioni intense di 6 ore; sono state delimitate le aree dove avverrebbe l'allagamento in relazione ai vari tempi di ritorno.

Tale studio non perseguiva fini urbanistici e le portate risultano con $Tr = 200$ anni $1200 \text{ m}^3/\text{s}$, con $Tr = 500$ anni $1424 \text{ m}^3/\text{s}$

12.1.3. Studio propositivo per interventi di regimazione idraulica tratto terminale torrente Cannobino

Si tratta di uno studio elaborato da D'Elia-Pagani nel novembre 1999-aprile 2000 conclusivo dell'analisi dei regimi delle portate di piena dl torrente Cannobino di cui si è descritto in precedenza.

12.1.4. Studio Idraulico Regione Piemonte Direzione Difesa del Suolo

La **REGIONE PIEMONTE, DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO** ha effettuato una valutazione delle portate idrologiche per assegnato tempo di ritorno, relativa al torrente Cannobino e influenza del livello dl lago sul profilo di corrente. Lo studio idraulico datato 22 maggio 2001 aveva lo scopo di verificare che in condizioni **di massimo invaso nel lago Maggiore (197,61 m s.l.m. registrato il 14.10.1993)** e di portata di piena con tempo di ritorno $Tr = 200$ anni, ovvero $Q = 1013 \text{ mc}/\text{sec}$ i livelli che si generano in corrispondenza del ponte sulla statale n. 34 siano tali da rispettare le prescrizioni di franco minimo.

In particolare **tra le sezioni 9 e 12** è stata valutata l'interferenza delle acque del Cannobino con il livello delle acque del lago Maggiore (con livello del lago posto a quota 197,6 m s.l.m.) al fine di assegnare le quote delle difese in destra e sinistra idrografica, le quali si è detto non devono essere inferiori a 5,7 m dal fondo alveo.

In tale studio è stata sottolineata:

- la **peculiarità idrodinamica tra le sezioni 5 e 8** (albergo Sempione e depuratore) dove le attuali difese appaiono meritevoli di attenzione e quindi la necessità di **valutare le possibili esondazioni della corrente in corrispondenza della curva situata tra le sezioni n. 6 e 7** (a

monte dell'Ospedale e il ponte Ballerino) del torrente che potrebbero interferire con le strutture antropiche situate in destra idrografica;

- la necessità di effettuare manutenzione per **ricalibrare l'alveo tra le sezioni 5 e il ponte della statale 34 (albergo Sempione e ponte sulla S.S.34)**

Tale studio non perseguiva fini urbanistici ma era di supporto alla progettazione in modo da assegnare le quote delle difese in destra e sinistra idrografica.

Le portate risultano con $Tr = 200$ anni $1013 \text{ m}^3/\text{s}$, con $Tr = 500$ anni $1223 \text{ m}^3/\text{s}$.

12.1.5. Progetto per il completamento e potenziamento delle opere di difesa idraulica del tronco terminale del torrente Cannobino

Con le indicazioni ricavate dallo studio della Regione Piemonte Direzione Difesa del Suolo è stata impostata dall'ING. **GIORGIO CHIEU** (settembre 2001) la progettazione per il completamento e potenziamento delle opere di difesa idraulica del tronco terminale del torrente Cannobino.

La progettazione effettuata dallo studio Chieu ha preso in considerazione un dato più cautelativo relativamente al livello raggiunto dal lago Maggiore nell'autunno 2000 pari a $197,97 \text{ m s.l.m.}$ anziché una quota del lago di $197,6 \text{ m s.l.m.}$ raggiunta il 14 ottobre 1993.

Nel progetto si sono individuate, tra la sezione 5 (studio idrologico della Regione Piemonte) corrispondente alla 16 del progetto Chieu ed il ponte sulla strada statale, opere di contenimento delle piene di diversa tipologia a seconda che si tratti di sponde ove vi siano già in opera delle difese oppure prive di manufatto di protezione.

Inoltre è prevista la rimozione di materiale d'alveo tra le sezioni 16 e 0 corrispondenti alle sezioni 5 e 14 della Regione Piemonte.

12.1.6. Variante Strutturale 1/2001 approvata con D.G.R.

Al progetto di Variante Strutturale erano allegati:

- relazione della Regione Piemonte Direzione Difesa del Suolo sulla valutazione delle portate idrologiche per assegnato tempo di ritorno, relative al torrente Cannobino e influenza del livello del lago sul profilo di corrente (maggio 2001);
- progetto per il completamento e il potenziamento delle opere di difesa del tronco terminale

La Variante ha rivestito carattere normativo tanto che le norme specifiche di cui agli artt. 39 e 40 della D.G.R. 11 maggio 1998 n.6-24548 sono state in parte meglio specificate a seguito dell'approvazione della Variante Strutturale 1/2001.

12.1.7. Verifica idraulica secondo il PAI Direttiva Piena Allegato 1 D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656

A seguito di richiesta della Regione Piemonte Direzione Difesa del Suolo, il nostro studio ha effettuato una verifica delle portate come indicato nel Progetto di Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po Norme di attuazione – Allegato 1- “Direttiva sulla piena da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica.

La direttiva, in attuazione dell'art. 10 del PAI, contiene i valori delle precipitazioni intense nelle diverse aree del bacino e quelli delle portate di piena sui corsi d'acqua principali, interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali (nell'ambito del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali - PSFF e del PAI) e, per gli stessi corsi d'acqua, il profilo della piena di progetto.

Per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, i dati idrologici forniti costituiscono riferimento per le procedure di valutazione della compatibilità idraulica delle opere pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B, di cui all'art. 38 delle Norme di attuazione del PAI, che sono definite dalla specifica “*Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B*”.

12.2. IDROLOGIA E CARATTERISTICHE FISICHE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE CANNOBINO

Il bacino idrografico del torrente Cannobino, ha una forma allungata e presenta confini irregolari e asimmetrici. L'allungamento del bacino contribuisce ad elevare i tempi di corrivazione quindi le fasi di piena si concretizzano in tempi sensibilmente lunghi. Il bacino, si estende nella sua parte di monte in territorio svizzero; la delimitazione del confine idrografico è stata effettuata sulla cartografia IGM alla scala 1:25.000. Il bacino idrografico del torrente Cannobino alla sezione di chiusura considerata (ponte Traffiume), ha le seguenti caratteristiche morfometriche:

- Superficie 107 Km²;
- Lunghezza massima dell'asta principale è di 23,3 Km;
- Altitudine media di 1057 m s. l. m.
- Altitudine sezione di chiusura 215 m s. l. m.

L'altezza media è stata ricavata mediante digitalizzazione grafica, suddividendo il bacino idrografico in sotto aree comprese tra due curve di livello successive e calcolandone la percentuale areale rispetto all'area totale secondo la formula seguente:

$$Hm = \sum \frac{An \cdot hm}{Atot}$$

La valutazione delle portate di piena, tenuto conto della particolare situazione climatica della località, risulta complessa. Poiché non risultano dati storici sulle precipitazioni di massima intensità in tale zona, si determineranno le portate con metodi approssimativi. In particolare, a favore della sicurezza, non si tiene conto che parte delle precipitazioni avvengono sotto forma di neve.

CURVA IPSOMETRICA

L'analisi dell'assetto morfologico del bacino viene riassunta nella curva ipsometrica (o ipsografica percentuale). La curva si traccia in base alle altezze e alle rispettive aree cumulate, suddividendo il bacino in intervalli di quota (per es.10), dalla quota minima a quella massima, e valutando l'area del bacino che ricade in ogni intervallo. Si devono quindi eseguire i rapporti tra le aree dei singoli intervalli (a) e l'area totale del bacino (A), e quelli tra i dislivelli degli intervalli rispetto al piano di base (h) ed il dislivello totale del bacino (H). La funzione della curva che si ottiene è del tipo:

$$y = f(x) \text{ dove: } y=h/H \text{ e } x=a/A.$$

Per integrale della curva ipsometrica s'intende l'area sottesa dalla curva rispetto all'asse delle X.

Dalla curva ipsometrica si ricava l'altezza media del bacino, impiegando la relazione:

$$Hm = (1 / A) \times \sum a_i \times h_i.$$

con A = area totale del bacino;

a_i = area del bacino compresa nell'intervallo i-esimo di quota;

h_i = altitudine media dell'intervallo di quota i-esimo.

L'analisi della curva ottenuta permette di valutare il grado di evoluzione raggiunto dal bacino esaminato.

In merito allo stadio evolutivo di un bacino si deduce, che esso può trovarsi in una delle seguenti fasi.

FASE GIOVANILE:	la curva ipsometrica presenta una prevalente convessità verso l'alto con un valore medio dell'integrale superiore al 60 %.
FASE MATURA:	la curva è del tipo a flesso con un integrale prossimo al 50 %.
FASE SENILE:	la curva ipsometrica presenta una prevalente concavità verso l'alto con un valore medio dell'integrale inferiore al 30 %.

Nel caso del bacino del torrente Cannobino il valore dell'integrale del bacino è di 44,5 % prossimo al 50% quindi in **fase matura**.

EQUAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA E DETERMINAZIONE DEGLI AFFLUSSI

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto si effettua attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Le precipitazioni brevi ed intense quali quelle che possono determinare le massime piene del torrente Cannobino sono riportate negli Annali Idrologici in modo irregolare pertanto, per la determinazione con vari tempi di ritorno dei parametri a e n è stata utilizzato il reticolo di 2 km di lato, contenuto nel Progetto di Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po - Norme di attuazione – Allegato 1- “Direttiva sulla piena da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica”, nel quale si analizza la frequenza delle piogge intense attraverso l'interpolazione spaziale eseguita con il metodo di kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici.

L'elaborato consente il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Al fine di determinare i parametri di a e n per il bacino del torrente Cannobino è stata calcolata la media pesata dei valori di a e di n delle 320 celle di quadrate di 2 km di lato in cui è suddiviso il bacino, ottenendo i seguenti valori

Tr	a	n
Tr = 20 anni	59,6506	0,4531
Tr = 100 anni	75,8690	0,4567
Tr = 200 anni	82,8003	0,4596
Tr = 500 anni	91,9903	0,4588

AFFLUSSO SUL BACINO IMBRIFERO

Le equazioni rappresentative delle curve di probabilità pluviometrica non possono essere utilizzate direttamente per il calcolo degli afflussi effettivi sui bacini imbriferi in quanto l'intensità di precipitazione durante un certo evento all'interno di un'area assegnata varia da punto a punto, in misura spesso rilevante. Questa variabilità è tanto più accentuata quanto maggiore è l'estensione dell'area esaminata.

Per questa ragione si usa in pratica fare riferimento a curve di possibilità pluviometrica areali, esprimenti cioè il legame, per un assegnato tempo di ritorno, tra l'altezza media di pioggia che in un assegnata durata cade su una superficie di area A (altezza di pioggia raggugliata all'area) e la durata stessa.

I metodi per ottenere il ragguglio delle piogge all'area sono numerosi, ma non sempre di facile applicazione.

Nel caso del bacino del torrente Cannobino si ritiene valida l'applicazione del coefficiente di ragguglio di 0,75 ricavato dal grafico proposto dal Merlo (1973).

CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA SUI BACINI IDROGRAFICI

Le procedure adottabili per stima della portata di piena in un corso d'acqua si differenziano in relazione alla disponibilità di serie storiche di dati idrologici rappresentativi.

Il caso più favorevole si ha quando nella sezione di interesse sono disponibili valori di portata misurati per un periodo di osservazione sufficientemente lungo; in queste condizioni sarebbe possibile l'applicazione del metodo del confronto fra ietogrammi e idrogrammi.

Purtroppo mentre la rete delle stazioni meteorologiche può definirsi sufficiente, le stazioni idrometrografiche sono installate solo sui corsi d'acqua maggiori come il fiume Toce e i torrenti S. Bernardino, S. Giovanni, Erno, Cannobino e anche in essi non è mai stata eseguita una correlazione fra ietogrammi e idrogrammi di eventi massimi inferiori alle 24 ore.

In carenza di dati sperimentali occorre procedere alla scelta di un modello idrologico che consenta una valutazione delle portate di piena in funzione di alcuni parametri fissi del bacino stesso definibili come idrogeomorfici (forma e caratteristiche meteorologiche del bacino) e di altri fattori variabili da evento a evento (caratteristiche meteorologiche dell'evento e sua distribuzione).

I modelli disponibili sono numerosi e di vario livello di complessità e raffinatezza. Il più semplice di essi, è il metodo razionale, che consente di valutare la massima portata di un corso d'acqua in relazione ad un evento critico attraverso la seguente relazione:

$$Q_c = 0,277 C i_T A$$

dove:

Q_c = portata al colmo m^3/s

C = coefficiente di deflusso (-)

i_T = intensità critica della precipitazione per un assegnato tempo di ritorno T in mm/hr

A = superficie del bacino (km^2)

L'applicazione della formula razionale richiede, oltre alla stima di C in funzione delle caratteristiche morfologiche, tessiturali e di copertura vegetale, la determinazione dell'intensità critica

della precipitazione cioè l'intensità costante di quella pioggia, supposta anche uniformemente distribuita sul bacino, che determina la portata massima nell'idrogramma di piena nel tempo di ritorno T .

L'intensità critica è quella che si deduce dalla curva di probabilità pluviometrica dell'equazione $h(t) = a t^n$ di tempo di ritorno T in corrispondenza a una durata t pari al tempo di corrivazione t_c del bacino. Infatti, se la durata della pioggia è $t < t_c$, non tutto il bacino contribuirà contemporaneamente alla formazione del deflusso: alla fine della precipitazione tutte le parti più distanti del bacino non avranno ancora contribuito al deflusso e quando questo avverrà (dopo un intervallo di tempo $t_c - t$) le zone più vicine alla sezione di chiusura avranno cessato di contribuire.

Viceversa se la pioggia ha una durata $t > t_c$, tutto il bacino contribuirà contemporaneamente al deflusso per un intervallo di tempo $t - t_c$ in cui la portata resterà costante e pari al valore massimo.

Pertanto, la pioggia critica è quella di durata pari al tempo di corrivazione dato che, se per un solo istante, tutto il bacino contribuisce alla formazione del deflusso di piena con una pioggia che, avendo la minima durata capace di determinare il contributo di tutta la superficie, è la più intensa.

Da qui l'importanza nell'applicazione del metodo, della determinazione del tempo di corrivazione che, a seconda che venga valutato in eccesso o in difetto, produce valutazioni delle portate rispettivamente in difetto o in eccesso.

Tempo di corrivazione t_c

Innanzitutto occorre dare una definizione del termine "tempo di corrivazione".

Esso esprime, in ore, il tempo necessario perché, in un dato bacino di area A , tutte le particelle di acqua defluenti giungano alla sezione sottesa.

Tale valore, dipende dalle caratteristiche morfologiche e geometriche del bacino, può essere calcolato con diverse formule fra le quali sono state scelte le più frequentemente usate per i calcoli del presente studio.

Assumendo quindi:

A = area del bacino in Km^2 . qui di seguito riportata;

L = lunghezza dell'arteria collettrice principale, a partire dal punto più lontano, in Km;

H_m = altitudine media del bacino in metri m s.l.m.;

H_o = altitudine del punto di chiusura del bacino, in metri m s.l.m.;

i_m = pendenza media dell'alveo principale (adimensionale).

Il tempo di corrivazione può essere ottenuto con le seguenti formule:

$$\text{- secondo Pezzoli} \quad T_c = 0,055 \frac{L}{\sqrt{i_m}}$$

formula valida per piccoli bacini alpini con area < 50 Km² e con forti pendenze (5%).

$$\text{- secondo Giandotti} \quad T_c = \frac{4(\sqrt{A}) + 1,5 L}{0,8 \sqrt{(H_m - H_0)}}$$

formula valida per bacini medi e grandi dell'Italia settentrionale e centrale con aree comprese fra 100 e 1000 Km² e con pendenze < 1%.

$$\text{- secondo Kirpich} \quad T_c = 0,066 \left(\frac{L}{\sqrt{i_m}} \right)^{0,77}$$

formula simile a quella del Pezzoli, ma valida per bacini con area > 500 Km². e con pendenze < 1,50%.

Nessuna delle formule è esente da critiche ed è noto che, soprattutto negli alvei a regime torrentizio, è possibile ottenere risultati fortemente discordi da un formula all'altra.

Spesso viene utilizzata la media dei valori ottenuti con le varie formule, oppure quello di accettare il risultato più cautelativo che spesso è rappresentato dalla formula di Pezzoli, atteggiamento che tuttavia porta ad un dimensionamento eccessivo delle opere.

Per tali motivi si ritiene più accettabile l'uso della formula di Giandotti che, tarata su numerose esperienze reali sulla base di parametri più facilmente misurabili è, tra l'altro, consigliata nello Schema Previsionale e Programmatico per il Risanamento del Bacino del fiume Toce e nelle Norme di Attuazione del PAI.

Coefficiente di deflusso c

Il coefficiente di deflusso si definisce come il rapporto fra il volume dell'acqua che defluisce attraverso una data sezione e il corrispondente afflusso reale in un certo arco di tempo, depurato delle perdite per evapotraspirazione.

Trattandosi di piogge di elevatissima intensità che avvengono in genere nell'ambito di precipitazioni intense della durata di qualche ora e che determinano condizioni di umidità relativa

dell'area prossime al 100%, si può ritenere trascurabile la percentuale di pioggia evaporata durante la durata critica, e pertanto il coefficiente di evaporazione $\varepsilon = 1$.

Negli eventi di piena e su bacini come quelli analizzati vengono spesso utilizzati un po' arbitrariamente coefficienti compresi fra 0,7 e 0,9. Poiché, la differenza tra i due valori comporta differenze rilevanti nelle valutazioni delle portate di piena si è optato per un approccio analitico alla valutazione del coefficiente.

Il coefficiente di deflusso φ può essere considerato come il prodotto di numerosi coefficienti, tra i cui principali sono i seguenti (Gabella):

$$\varphi = \varphi_c \cdot \varphi_p \cdot \varphi_j$$

dove:

φ_c : coefficiente dipendente dalla copertura vegetale

φ_p : coefficiente dipendente dalla permeabilità dei terreni

φ_j : coefficiente dipendente dalla pendenza del terreno

Per quanto riguarda il coefficiente dipendente dalle coperture vegetali φ_c , si possono assumere i seguenti valori cautelativi (superiori di 0,05 rispetto quelli usati da Gabella):

Aree coperte da bosco ceduo o perenne	$\varphi_c = 0,75$
Prati, pascoli e aree coltivate	$\varphi_c = 0,85$
Aree urbanizzate e aree degradate con scarsa vegetazione	$\varphi_c = 0,95$
Aree rocciose denudate	$\varphi_c = 1,00$

Una volta stabilita per ciascuna delle n zone omogenee la superficie A_i di competenza, il coefficiente φ_c complessivo si ottiene dalla media ponderata a dei vari coefficienti di competenze delle singole aree:

$$\varphi_c = \left(\frac{\sum_{i=1}^n A_i \varphi_{ci}}{A} \right)$$

Per quanto concerne il coefficiente φ_p dipendente dalla permeabilità si possono assumere i seguenti valori (superiori di 0,05 rispetto quelli usati da Gabella):

detriti di falda e i depositi alluvionali recenti	$\varphi_p = 0,90$
coltri moreniche, eluvio – colluviali, prati, pascoli e aree coltivate	$\varphi_p = 0,95$

substrato roccioso affiorante e aree completamente edificate

$$\varphi_p = 1,00$$

Risulterà anche in questo caso:

$$\varphi_p = \left(\frac{\sum_{i=1,n} A_i \varphi_{pi}}{A} \right)$$

Per il coefficiente φ_j dipendente dalla pendenza, si può utilizzare la formula proposta da Gabella:

$$\varphi_j = (i\% + 1) / (i\% + 3)$$

dove φ_j è la pendenza media del bacino.

Il calcolo complessivo per il bacino del torrente Cannobino è il seguente:

$$\varphi = \varphi_c \cdot \varphi_p \cdot \varphi_j = 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,96 = 0,87$$

VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER IL TORRENTE CANNOBINO

Il calcolo delle portate di massima piena è stato effettuato tenendo conto dei parametri morfometrici del bacino, degli afflussi e del tempo di corrivazione.

Come già accennato il tempo di corrivazione è stato determinato con la formula di Giandotti, valida per bacini medi e grandi dell'Italia Settentrionale e Centrale con aree comprese fra 100 e 1000 Km² e con pendenze > 1.

Con tale formula il tempo di corrivazione del torrente Cannobino risulta di circa **3,29 ore** alla sezione di chiusura in prossimità del ponte di Traffiume.

Successivamente al calcolo del tempo di corrivazione si è proceduto al calcolo delle portate di massima piena con la seguente relazione:

$$Q_{max} = (0.277 \cdot H_{tc} \cdot A \cdot cd \cdot f) / T_c \quad \text{in mc/sec}$$

dove :

A = area del bacino in Km² ;

H_{tc} = altezza della pioggia in mm caduta in un tempo t = tempo di corrivazione T_c ;

T_c = tempo di corrivazione in ore ;

cd = coefficiente di deflusso dipendente dalle caratteristiche del bacino ;

f = coefficiente di ragguglio delle precipitazioni puntuali funzione dell'area del bacino (da Merlo).

Si sono quindi ottenuti i valori di portata di massima piena con Tr = 20 – 100 - 200 – 500 anni

BACINO IDROGRAFICO TORRENTE CANNOBINO				
Tempo di ritorno in anni	20	100	200	500
Qmax formula cinematica	601,63	768,55	841,65	934,16
Qmax formula cinematica con incremento del 25% per considerare il trasporto solido	752,03	960,68	1052,06	1167,70

Tali valori risultano essere meno cautelativi di quelli ottenuti dallo studio idraulico allegato alla Variante Generale D.G.R. 11 maggio 1998 n.6-24548 .

12.3. CONSIDERAZIONI SUL TRASPORTO SOLIDO DEL TORRENTE CANNOBINO

12.3.1. CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA DELL'ALVEO

Analisi sul terreno

La caratterizzazione granulometrica del letto di un torrente montano, caratterizzato dalla presenza di grossi blocchi e ciottoli, offre diverse difficoltà, dal punto di vista della rappresentatività di tutte le classi granulometriche:

- variazioni laterali e longitudinali nella composizione granulometrica;
- variazioni nel tempo, infatti il tasso di trasporto torrentizio non è costante nel tempo;
- variazioni verticali, infatti, in superficie, a causa della corrente d'acqua le frazioni più fini vengono rimosse lasciando uno strato superficiale spesso quanto il diametro dei ciottoli che lo compongono, caratterizzato dalla sola frazione più grossolana.

Tale fenomeno permette di classificare il letto in pavimentato (o PAVED), se i ciottoli più superficiali hanno dimensioni comparabili con i ciottoli sotto la superficie, oppure letto corazzato (o ARMORED), se i ciottoli più superficiali hanno dimensioni molto maggiori dei ciottoli sotto la superficie.

Per la raccolta dei dati granulometrici si è deciso di procedere con un campionamento areale, consistente nella misurazione delle dimensioni dei ciottoli contenuti entro un'area predeterminata.

Nell'alveo del torrente Cannobino sono state delimitate sei aree su cui si è eseguito il campionamento, distinguendolo però, per modalità di esecuzione, per i massi più grossolani e per il materiale fine.

Stazione	Localizzazione	Pendenza tratto	Larghezza sezione m
1	a valle orrido S. Anna	2,6 %	34
2	a monte ponte per Traffiume presso spiaggia campeggio Valle Romantica	2,6 %	26,95
3	a valle ponte per Traffiume	1,03 %	43,54
4	a monte ponte Ballerino	0,93 %	28,96
5	a valle ponte Ballerino di fronte Lignago	1,14 %	146,14
6	a valle ponte S.S. 34	0,93 %	64,1

Per i blocchi si è operato misurandone lunghezza, larghezza e spessore, mentre per le classi granulometriche più fini, il metodo adottato è stato il campionamento con griglia ed analisi di frequenza con numero, tramite fotografia: questo sistema fornisce gli stessi risultati ottenibili dall'analisi volumetrica con setacci, oltre a garantire un elevato numero di analisi in tempi relativamente brevi.

Per quanto concerne l'esecuzione del campionamento, si è proceduto effettuando delle fotografie, mantenendo la macchina fotografica il più possibile in asse con il terreno, facendo in modo di riprendere assieme al campione in esame un riferimento metrico.

Alla fotografia così ottenuta, in un secondo tempo è stata sovrapposta una griglia a maglia quadrata, quindi si è provveduto al campionamento misurando l'asse minore apparente, il quale per convenzione viene assunto come asse intermedio b , di qualunque ciottolo fosse caduto sotto un nodo.

Esiste tutta una serie di casi particolari di cui si è tenuto conto durante l'elaborazione:

- nel caso un ciottolo fosse caduto sotto due o più nodi, il valore dell'asse minore veniva contato ogni volta;
- nel caso il ciottolo, che si trovava sotto un nodo, fosse parzialmente nascosto veniva considerato l'asse della sola parte esposta;
- nel caso un nodo fosse caduto sopra una fessura non veniva incluso nell'analisi.

Elaborazione dati in studio

La fase successiva al campionamento è stata quella dell'elaborazione dei dati raccolti sul terreno.

Per prima cosa, avendo le tre dimensioni di ogni singolo massone è stato calcolato il volume e, poi, assumendo per gli stessi massi un peso di volume di 2650 Kg/m^3 si è calcolato il peso.

I valori così ottenuti sono stati rappresentati tramite degli istogrammi di frequenza di volume e di peso, non prima però di aver individuato adeguati intervalli di misura.

Suddetti intervalli sono stati fissati in $0,5 \text{ m}^3$ per i volumi e 1000 kg per i pesi.

Per permettere una migliore comprensione dei dati dell'intervallo più rappresentativo di ogni serie si è fatta un'ulteriore suddivisione in fasce di $0,1 \text{ m}^3$ e di 100 kg .

Per l'analisi statistica del materiale a granulometria minore, dopo il campionamento tramite l'uso delle fotografie sono stati individuati tre intervalli di lunghezza dell'asse minore "b" e, per ognuno di questi è stata calcolata la frequenza. Successivamente, assumendo come sferica la forma dei ciottoli sono stati calcolati i volumi che a loro volta sono stati rappresentati tramite istogramma. Avendo i volumi, come nel caso del materiale a granulometria maggiore, è stato possibile calcolare i pesi dei ciottoli.

L'ultimo passo dell'elaborazione statistica dei dati di terreno è stato l'unione delle due classi granulometriche distinte in fase di campionamento, attraverso la costruzione di una curva di frequenza cumulativa disegnata basandosi sul diametro dei ciottoli, in modo da poter individuare su di

essa il d_{50} ed il d_{80} (diametri caratteristici al di sotto dei quali si trova il 50% e l'80% del materiale presente in alveo).

Stazione	Localizzazione	D_{50}	D_{80}
1	a valle orrido S. Anna	0,16 m	0,43 m
2	a monte ponte per Traffiume presso spiaggia campeggio Valle Romantica	0,44 m	0,63 m
3	a valle ponte per Traffiume	0,25 m	0,46 m
4	a monte ponte Ballerino	0,062 m	0,1 m
5	a valle ponte Ballerino di fronte Lignago	0,068 m	0,2 m
6	a valle ponte S.S. 34	0,06 m	0,089 m

La corrente idrica, in relazione ai valori di velocità e ai caratteri della sua turbolenza, è in grado di trasportare materiali solidi di differente granulometria. Nella meccanica del trasporto solido viene sostanzialmente distinta la modalità di trasporto per trascinamento sul fondo da quella in sospensione. Nel primo caso le particelle più grossolane si muovono per rotolamento o per strisciamento sul fondo senza abbandonarlo mai. Nel trasporto in sospensione, invece, le particelle solide muovono in seno alla corrente, e il materiale trasportato è generalmente quello più fine.

La portata solida ha una maggiore variabilità della portata liquida generalmente, è rilevante durante gli eventi di piena e le morbide mentre è del tutto trascurabile nei periodi di magra. Nello studio del fenomeno del trasporto solido in corsi d'acqua montani, il problema principale è quello della determinazione dei volumi di materiali mobilizzabili in relazione a ipotizzate situazioni di afflussi-deflussi e a date situazioni geomorfologiche del bacino.

Un'analisi completa da tutti i punti di vista è quasi sempre impossibile per l'enorme complessità dei parametri in gioco.

E' comunque importante sottolineare che, nei torrenti, il trasporto solido è un fenomeno estremamente irregolare, che solo con approssimazioni grossolane può essere valutato numericamente.

Di tale fenomeno verranno di seguito approfonditi i seguenti aspetti:

- condizioni di moto incipiente
- portata solida

Condizioni di moto incipiente

Lo studio del trasporto solido per trascinamento di fondo parte dall'analisi della condizione di inizio del moto delle particelle solide disposte sul fondo dell'alveo. Lo studio può essere fatto facendo ricorso ad equazioni in cui figura la velocità critica oppure la tensione critica di trascinamento.

Nel primo caso si parla di analisi cinematica della corrente e si utilizza la velocità critica V_c , definita come il valore medio della velocità della corrente che discrimina lo stato fisico di non-movimento del materiale solido da quello di trasporto.

In seguito all'osservazione di risultati sperimentali di versi Autori (es. Thiery 1891) propongono equazioni del tipo:

$$V_c = a + b\sqrt{d}$$

le analisi condotte, pur avendo indubbie caratteristiche di semplicità, non permettevano di tenere conto dell'interazione esistente tra le due fasi (liquida e solida) che caratterizzano una corrente liquida che trasporta materiale solido e quindi della circostanza che la velocità critica V_c dipende, oltre che dalle caratteristiche geometriche del materiale solido rappresentate dal diametro d , anche dalle condizioni di deflusso che si presentano in alveo e che possono essere sinteticamente espresse dal tirante idrico di moto uniforme h

In quest'ottica, le relazioni per il calcolo del valore medio della velocità critica della corrente sono quelle derivate dagli studi di Neill (1967):

$$V_c = 6,84h^{0,095}d^{0,405}$$

$$V_c = 6,36h^{1/10}d^{2/5}$$

e di Bogardi (1974):

dove:

h = tirante idrico in m

d = diametro delle particelle in m

applicando queste formule si raggiungono i seguenti risultati:

Nel caso si consideri la tensione critica di trascinamento il moto si analizza dal punto di vista dinamico, ed il movimento del materiale solido sul fondo alveo è considerato dipendente dalla tensione di trascinamento τ , il cui valore minimo τ_c moto individua la condizione critica per cui ha inizio il suo moto.

La determinazione della tensione critica di trascinamento è stata inizialmente condotta quasi esclusivamente per via empirica.

Successivamente sono state proposte formule che di valutazione della τ_c che tenessero conto dei seguenti parametri ed effetti:

- della non uniformità delle particelle della miscela solida;
- della spinta esercitata dalla corrente;
- della forza resistente;
- del tipo di flusso (laminare, turbolento o transitorio);

- effetto di nascondimento.

La relazione utilizzata è la seguente:

$$\tau_c = Y_c \varepsilon_i (\gamma_s - \gamma) d_i$$

dove:

γ_s = Peso di volume dello scheletro solido (2650 kg/m³);

γ = peso di volume dell'acqua.

Y_c = numero di Shields; che per valori del numero di Reynolds

Se $[Re^*] < 1$ diventa:

$$Y_c = \frac{0.1150}{Re^{*0.2104}} \quad (1)$$

Se $[Re^*] > 1$ diventa:

$$Y_c = \frac{0.009148}{x} + 0.05449 \cdot \left[1 - \exp(-0.5661x^{0.5224}) \right] \quad (2)$$

in cui $x = Re^*/11.6$

ε_i è il coefficiente di nascondimento ed ha la seguente espressione:

$$\varepsilon_i = \left(\frac{\log_{10} 19}{\log_{10} \left(19 \frac{d_i}{d_m} \right)} \right)^2$$

avendo indicato con d_m il diametro medio della miscela.

In altri termini occorre preliminarmente valutare il numero di Reynolds della corrente di fondo, $Re^* = u^* d_i / \nu$, e fare ricorso per la valutazione di $Y_i = \tau_c / (\gamma_s - \gamma) d_i$, a seconda dei casi, alla (1) o alla (2); il valore di Y_i così ottenuto deve essere moltiplicato per il coefficiente di nascondimento ε_i .

Molto utilizzata è la seguente espressione monomia del coefficiente di nascondimento:

$$\varepsilon_i = \left(\frac{d_{50}}{d_i} \right)^n$$

in cui n è un coefficiente che assume valori minori o eguali all'unità. Al caso $n = 1$ corrisponde una identica mobilità per tutte le particelle costituenti la miscela; questa particolare condizione viene denominata equimobilità. Andrews (1983) suggerisce per n il valore 0.872 mentre Parker e altri (1982) utilizzano $n = 0.982$; in mancanza di specifiche indicazioni può essere assunto, per le granulometrie degli alvei naturali con un assortimento granulometrico medio, un valore di n pari a 0.9.

Le frazioni granulometriche "grossolane", caratterizzate cioè da diametri d_i maggiori del d_{50} , saranno contraddistinte da valori ridotti, e minori dell'unità, del coefficiente di nascondimento ε_i e, conseguentemente, da valori critici del parametro di Shields ($Y_i \varepsilon_i$) più contenuti. In altri termini il meccanismo di *hiding* si traduce in un incremento della mobilità delle particelle grossolane.

In effetti, per un letto di granulometria non uniforme, le particelle fini, essendo meno esposte, avrebbero, rispetto al caso monogranulare, una maggiore resistenza a essere mobilitate. Al contrario le particelle grossolane, maggiormente soggette all'azione della corrente, acquisterebbero rispetto al caso monogranulare una maggiore mobilità. In definitiva, questo effetto di *schermatura* operato dalle particelle grossolane nei confronti di quelle fini condiziona la mobilità relativa delle particelle di differente dimensione e determina un comportamento globale che è molto prossimo alla condizione di eguale mobilità ($n = 0.9-1$)

I risultati dell'approccio di tipo dinamico sono riportati nelle tabelle e da esse si può osservare che per le sezioni considerate e per portate per tempo di ritorno di 200 anni, tutte le frazioni granulometriche presenti nell'alveo del torrente Cannobino vengono mobilizzate dagli eventi di piena calcolati.

Valutazione della portata solida per trascinamento di fondo

Vi sono diversi approcci alla valutazione della portata solida per trascinamento di fondo:

- equazioni del tipo Du Boys, che mettono in conto l'eccesso di tensione tangenziale rispetto al valore critico τ_c ;
- equazioni di tipo Schoklitsh, in cui figura la differenza tra la portata q e la portata critica q_c ;
- equazione del tipo Einstein, che si fondano invece su considerazioni di tipo probabilistico inerenti le forze di sollevamento delle particelle solide.

Nell'ambito della nostra analisi è stato fatto riferimento alla formulazione di Du Boys (1879) in quanto l'equazione proposta ha sempre dimostrato un buon accordo con le misure di laboratorio e in pieno campo che ne hanno giustificato la sua estesa utilizzazione nelle applicazioni.

Il modello di Du Boys prevede che il materiale in movimento sul fondo sia suddiviso in n strati ciascuno di spessore d .

I diversi strati sono in moto perché su di essi agisce la tensione tangenziale della corrente τ che, per un alveo a sezione rettangolare molto larga con pendenza del fondo pari a i , assume il valore $\gamma h i$, essendo h il tirante idrico di moto uniforme.

Nella formulazione di Du Boys la portata solida ponderale per unità di larghezza dell'alveo g_s , espressa in kg/sec*m, si ottiene dal prodotto della sezione trasversale del pacchetto di n strati per la velocità media.

$$g_s = \gamma_s \psi \tau (\tau - \tau_c)$$

τ = tensione tangenziale della corrente;

τ_c = tensione critica di trascinamento = $Y_c (\gamma_s - \gamma)d$

Y_c = parametro di Shields che assume valore costante di 0,056 per numeri di Reynolds > 400;

γ_s = peso specifico materiale (2650 kg/mc);

γ = peso specifico dell'acqua (1000 kg/mc);

d = diametro medio delle particelle solide presenti sul fondo;

ψ = coefficiente caratteristico del materiale, è una quantità dimensionale (m^6/kg^2s^1) ed è uguale a $1,8143 / \gamma_s d^{0,7453}$ (Zeller, 1963).

Dalla formula di Du Boys si evince che la portata solida risulta proporzionale all'eccesso di tensione di trascinamento rispetto al valore critico.

Per il calcolo del trasporto solido in corrispondenza della sezione di chiusura considerata, si riportano di seguito i dati e i risultati ottenuti.

Sintesi dei risultati

Da quanto si ricava dai calcoli effettuati le portate solide calcolate con il metodo Du Boys (1879) sono le seguenti:

Sezione	Portata solida mc/sec
1	1,75
2	1,33
3	3,74
4	1,58
5	3,06
6	2,98

Sulla sezione 3 caratterizzata da maggior trasporto solido sono stati utilizzati altri due metodi di Pezzoli (1978) e Meyer-Peter (1934) ottenendo un valore massimo di 5,23 mc/sec

I dati della presente analisi, pertanto, permettono di fornire una stima di massima riferita al trasporto solido di fondo, senza contemplare eventuali alimentazioni di materiale in alveo per effetto di fenomeni di dissesto lungo i versanti adiacenti in particolare non tiene conto dei volumi coinvolti dal movimento franoso sul rio Cavaglio.

Pertanto, è importante sottolineare che tale stima presenta ampi margini di incertezza, data l'estrema difficoltà di quantificare oggettivamente la portata solida dei corsi d'acqua. **Quindi l'analisi effettuata nello studio D'Elia Pagani comprensiva del trasporto solido, quest'ultimo ricavato dalla marca di piena, risulta essere quella maggiormente cautelativa.**

12.4. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SUI CORSI D'ACQUA MINORI

E' stata effettuata una valutazione della pericolosità sui corsi d'acqua minori secondo la legenda regionale (Allegato 2 della D.G.R. n. 45-6656 del 15.07.2002).

Le tabelle di riferimento che sono state utilizzate sono le seguenti:

Tipi di processi prevalenti	Intensità del processo/pericolosità	Codice	Classi 7 LAP
Lineari	Molto elevata	Ee _L	IIIa, IIIc, IIIb
	Elevata	Eb _L	IIIa, IIIc, IIIb
	Media/moderata	Em _L	IIIa, IIIc, IIIb
	Elevata	Eb _A	IIIa, IIIc, IIIb
	Media/moderata	Em _A	III Ind., IIIa, IIIb, II

CLASSI PAI	CLASSI D.G.R. 15.07.2002 N, 45-6656		Classi 7 LAP
Ca pericolosità molto elevata	CAe) Conoide attivo con pericolosità molto elevata	Cae1) con interventi di sistemazione assenti, inefficaci o negativi	IIIa, IIIc, IIIb
		Cae2) con interventi di sistemazione migliorativi	IIIa, IIIb
Cp Pericolosità elevata	CAb) Conoide attivo con pericolosità elevata	Cab1) con interventi di sistemazione assenti, inefficaci o negativi	IIIa, IIIc, IIIb
		Cab2) con interventi di sistemazione migliorativi	IIIa, IIIb
Cn pericolosità media/moderata	CAm) Conoide attivo con pericolosità media/moderata	Cam1) con interventi di sistemazione assenti, inefficaci o negativi	IIIa, IIIb
		Cam2) con interventi di sistemazione migliorativi	IIIa, IIIb, II
	CS) Conoide stabilizzato naturalmente con pericolosità medio/moderata limitatamente alle aree prossime all'alveo inciso interessato dalla dinamica torrentizia		Tutte

Sono stati individuati processi di tipo lineare ed areale legati alla dinamica del reticolo idrografico, riportati nella carta geomorfologica e dei dissesti in scala 1:10.000 mediante rappresentazione lineare ed areale distinguendo tre livelli di intensità dei processi **Cae/EeL = molto elevata**, **Cab/EbL = elevata**, **Cam/EmL = media/moderata**. le distinzioni sono state operate esclusivamente in base ad informazioni storiche e geomorfologiche qualitative (osservazioni dell'asta e del bacino), ed improntate a criteri cautelativi (ad esempio, la pericolosità Cam/Em è stata riservata a quei corsi d'acqua per i quali non si è potuto escludere a priori il verificarsi di dissesti minori, differen-

ziandoli “qualitativamente”, in tal modo, dal reticolo idrografico ordinario).

E' stato inoltre rappresentato nella carta geomorfologica e dei dissesti ricavandolo dai fogli catastali quel simbolo che indica la presenza di un impluvio ↓ ad esso non è stata associata una pericolosità ma si è tenuto cautelativamente nella carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica. Inoltre l'andamento dei corsi d'acqua che prendono origine in comune di Trarego Viggiona è stato ricostruito dalla cartografia catastale di tale comune.

Qui di seguito si riportano le tabelle che sintetizzano i principali **caratteri morfologici dei corsi d'acqua minori**. Nelle note viene indicata la confluenza nel torrente Cannobino (rii dal 13 al 57) con la relativa quota di confluenza; in rosso sono riportati rii senza nome cui si è dato il nome della località più vicina; per i rii che non interessano zone abitate non si riportano descrizioni delle zone di intersezione con sentieri o strade comunali ma solo dati morfometrici; nell'ultima colonna si riporta il livello di pericolosità.

Questa distinzione è stata effettuata solamente per le situazioni rilevanti sia ai fini del censimento del dissesto sia per gli ambiti urbanizzati o di prevista urbanizzazione.

Le caratteristiche morfometriche dei bacini indicanti l'acclività, superficie, lunghezza sono riportate nella tabella allegata alla seguente relazione.

Nel corso dei sopralluoghi in parte effettuati durante la primavera 2007-2008 è stato possibile osservare le dinamiche dei corsi d'acqua in regime torrentizio anche grazie in concomitanza con piogge intense e prolungate, rappresentative del regime anomali che hanno caratterizzato questo ultimi anni.

CARATTERI MORFOLOGICI DEI CORSI D'ACQUA IN COMUNE DI CANNOBIO

Corso d'acqua		Superficie del bacino (km ²)	Lunghezza asta principale (km) (corso d'acqua catasto)	Lunghezza asta principale (m) (corso d'acqua catasto)	Lunghezza asta principale (km) rii allungati	Lunghezza asta principale (m) rii allungati	Quota confluenza nel lago (m s.l.m.)	Quota massima (m s.l.m.)	Quota media (m s.l.m.)	Pendenza alveo (‰)	Note	caratteri geomorfologici		P
Codice	Nome											zona secca	zona intermedia	
1	Rio delle Ganne	0.7	1.481	1481			194	1200	637	68		Lavatoto San Bartolomeo: argini, possibile disalveo, pendenza media, alveo largo	Sentiero per Formine con ponte sopra la frazione: alveo in detrito, assenza argini, possibile disalveo, pendenza elevata, alveo largo.	Eel
2	Rio Dunaasca	0.39	1.306	1306			194	1080	583	68		S. S.34: argini, possibile disalveo, pendenza non valutabile, alveo stretto canalizzato		Eel
3	Rio S. Bartolomeo	1.29	3.164	3164			194	1700	862	48		Centrale Torrani: alveo in roccia, sponde in roccia, valle profondamente incisa h > 5m, cascata quindi pendenza elevata, alveo largo	San Bartolomeo in Montibus: alveo in roccia, sponde in roccia, valle profondamente incisa h > 5m, cascata quindi pendenza elevata, alveo largo	Eel
4	Rio Marchile/Rondonico	0.17	0.852	852			194	811	461.95	72		S. S. 34-Villa Vassalli: muro casa (argine dx Villa Vassalli), possibile disalveo, pendenza non valutabile, alveo stretto canalizzato	Rondonico e Marchile: alveo in roccia, canalizzato in mezzo a case ma no arginature, sponde basse < 1m (Rondonico), sponda sx alta e terrazzata con muri a secco > 1,5 m (Marchile)	Eel
5	Rio di Signago	0.19	1.063	1063			194	880	493	65		S. S. 34-Sentiero per Rondonico: alveo in roccia, muro casa (argine dx), possibile disalveo, pendenza media, alveo stretto canalizzato		Eel
6	Rio di Cinzago	1.7	3.105	3105			194	1670	803.5	44		Resega: alveo in roccia, sponde in roccia, valle profondamente incisa h > 5m, pendenza media, alveo largo		Eel
7	Rii Chiesal/Croso/Spondacelle	0.84	2	2000			194	1300	662	55			Cinzago a monia abitato: alveo in roccia, no opere regimazione, sponde basse	Eel
8	Fosso di Ronco	0.14	1.155	1155			194	660	394	40		S. S.34: argini, possibile disalveo, cascata (pendenza elevata), alveo stretto canalizzato, banonhetone molto alto > 5m	Ronco: alveo in roccia, canalizzato in mezzo alle case, sponde basse < 1m	Eel
9	Valletta della Cappella	0.04	0.196	196	0.422	422	194	460	304	63		S. S.34: alveo stretto canalizzato, acqua assente anche in concomitanza di piogge intense		Eel

Corso d'acqua		Superficie del bacino (km ²)	Lunghezza asta principale (km) (corso d'acqua catasto)	Lunghezza asta principale (m) (corso d'acqua catasto)	Lunghezza asta principale (km) rii allungati	Lunghezza asta principale (m) rii allungati	Quota confluente nel lago (m s.l.m.)	Quota massima (m s.l.m.)	Quota media (m s.l.m.)	Pendenza alveo (‰)	Note	caratteri geomorfologici		P
Codice	Nome											zona sovrano	zona intermedia	
27	Rio Cugnolo	0.13	0.68	680			340	922	584.9	86	T.Cannobino 340			Eel
28	Rio Belvedere	0.22	1.002	1002			339	1195	707.25	85	T.Cannobino 339			Eel
29	Rio Bosco Bandita	0.09	0.349	349	0.952	952	320	1040	628	76	T.Cannobino 320			Eel
30	5	0.27	0.478	478	1.501	1501	320	1245	720.25	62	T.Cannobino 320			Eel
31	6	0.06	0.566	566			315	730	465	73	T.Cannobino 315			Eel
32	Rio Rovedera	1.29	2.137	2137			312	1360	768	49	T.Cannobino 312			Eel
33	7	0.02	0.092	92	0.305	305	305	570	409	87	T.Cannobino 305			Eel
34	8	0.07	0.267	267	0.608	608	300	760	492	76	T.Cannobino 300			Eel
35	Rio Barca	0.24	0.757	757			296	905	555.25	80	T.Cannobino 296			Eel
36	"Il ponte"	0.12	0.82	820			295	820	516.5	64	T.Cannobino 295			Eel
37	Rio Mater	1.21	2.428	2428			295	1320	741.5	42	T.Cannobino 295			Eel
38	9	0.02	0.146	146	0.332	332	300	500	375	60	T.Cannobino 300			Eel
39	10	0.05	0.547	547			285	680	448.5	72	T.Cannobino 285			Eel
40	11	0.01	0.091	91	0.278	278	280	553	388.65	99	T.Cannobino 280			Eel
41	Rio Serone	0.15	0.832	832			290	710	454.5	50	T.Cannobino 290			Eel
42	Rio del fabbro	0.31	1.68	1680			285	1060	619.5	46	T.Cannobino 285			Eel
43	12	0.05	0.691	691			240	620	399	55	T.Cannobino 240			Eel
44	Rio Planoni	0.19	1.131	1131			240	780	471	48	T.Cannobino 240			Eel
45	Rio cugneu/Madalone	0.56	1.432	1432			230	1100	610	61	T.Cannobino 230			Eel
46	Rio Duraia	1.46	2.242	2242			218	1320	703	49	T.Cannobino 218			Eel
47	13	0.14	1.041	1041			218	1015	565.75	77	T.Cannobino 218			Eel
48	14	0.17	0.688	688	1.164	1164	210	1015	561.75	69	T.Cannobino 210			Eel
49	15	0.54	1.265	1265			215	1110	607	71	T.Cannobino 215			Eel
50	16	0.5	0.998	998			212	1090	596.5	88	T.Cannobino 212			Eel

Corso d'acqua		Superficie del bacino (km ²)	Lunghezza asta principale (km) (corso d'acqua catasto)	Lunghezza asta principale (m) (corso d'acqua catasto)	Lunghezza asta principale (km) rii allungati	Lunghezza asta principale (m) rii allungati	Quota confluente nel lago (m s.l.m.)	Quota massima (m s.l.m.)	Quota media (m s.l.m.)	Pendenza alveo (‰)	Note	caratteri geomorfologici		P
Codice	Nome											zona sovrano	zona intermedia	
51	17	0.04	0.111	111	0.627	627	212	690	416.5	76	T.Cannobino 212			Eel
52	18	0.21	0.94	940			210	1090	595.5	94	T.Cannobino 210			Eel
53	19	0.08	1.077	1077			209	910	514	65	T.Cannobino 209			Eel
54	"pra nicola"	0.36	1.568	1568			208	860	491	42	T.Cannobino 208			Eel
55	20	0.27	1.052	1052			210	985	548.25	74	T.Cannobino 210			Eel
56	"Il laghetto"	0.26	1.075	1075			205	860	489.5	61	T.Cannobino 205			Eel
57	21	0.04	0.129	129	0.376	376	210	445	305.25	63	T.Cannobino 210			Eel
58	22	0.07	0.275	275	0.536	536	194	487	316.15	55				Eel
59	Rio Solivo	0.34	1.365	1365			194	770	443.5	41				Eel
60	23	0.19	0.905	905			194	770	443.5	64				Eel
61	24	0.12	0.639	639			194	685	405.25	77				Eel
62	Rio Buscanna	1.4	1.94	1940			194	1110	596.5	47				Eel
63	25	0.08	0.238	238	0.528	528	194	580	358	73		S.S.34 alveo in roccia, possibile disalveo, cascata (pendenza elevata), alveo stretto canalizzato in mezzo alle case		Emi
64	"paie"	0.07	0.236	236	0.677	677	194	665	396.25	70		S.S.34 alveo in roccia, possibile disalveo, cascata sottostrada (pendenza elevata), alveo stretto canalizzato in mezzo alle case, sottostrada banquette salvacqua		Emi
65	26	0.09	0.429	429	0.809	809	194	710	416.5	64		S.S.34 alveo in roccia, possibile disalveo, cascata (pendenza elevata) a valle strada, alveo stretto canalizzato in mezzo alle case		Emi
66	Rio Cassin	0.08	0.0465	46.5	0.994	994	194	775	445.75	58		S.S.34 alveo in roccia, possibile disalveo, cascata (pendenza elevata), alveo stretto canalizzato in mezzo alle case	Sentiero via Traversa-Carmina Superiore: alveo in roccia, sponde basse	Emi
67	Rio Ranseghetti	0.11	0.444	444	1.124	1124	194	845	477.25	58		S.S.34 alveo in roccia, possibile disalveo, cascata (pendenza elevata), alveo stretto canalizzato in mezzo alle case	Sentiero via Traversa-Carmina Superiore: alveo in roccia, valli incassate, sponde dx molto alta in roccia, alveo largo	Emi
68	Rio Preda	0.13	0.509	509	1.092	1092	194	810	451.5	56		S.S.34 alveo in roccia, possibile disalveo, cascata (pendenza elevata), alveo stretto canalizzato in mezzo alle case	Sentiero via Traversa-Carmina Superiore: alveo in roccia, sponde basse	Emi
69	Rio Giroia	0.69	1.215	1215			194	900	502	58		S.S.34 argine dx (parcheggio n > 2.5 m, monte parcheggio 2 mt, argine dx (solo parziale, naturale basso possibile disalveo, pendenza bassa, alveo largo	Sentiero via Traversa-Carmina Superiore: alveo in roccia, sponde basse	Eel

Corso d'acqua		Superficie del bacino (km ²)	Lunghezza asta principale (km) (corso d'acqua catasto)	Lunghezza asta principale (m) (corso d'acqua catasto)	Lunghezza asta principale (km) rti allungati	Lunghezza asta principale (m) rti allungati	Quota confluente nel lago (m s.l.m.)	Quota massima (m s.l.m.)	Quota media (m s.l.m.)	Pendenza alveo (‰)	Note	caratteri geomorfologici		P
Codice	Nome											zona sbocco	zona intermedia	
70	28	0.17	0.386	386	0.775	775	194	593	363.85	51		S. S. 34: possibile disalveo, cascata (pendenza elevata), alveo stretto canalizzato; baronazione basso		Emi
71	27	0.27	0.357	357	0.709	709	194	597	355.65	57		S. S. 34: alveo stretto canalizzato, acqua assente anche in concomitanza di piogge intense		Emi
72	Rionchi											Sentiero per Carmine appena sopra la S. S. 34: acqua presente solo in concomitanza di piogge intense		Emi

Per quanto riguarda i corsi d'acqua possiamo differenziare quindi le seguenti zone arealmente omogenee.

Settore settentrionale del territorio da Cannobio capoluogo a Piaggio Valmara.

I corsi d'acqua sono caratterizzati da alveo in roccia con valli profondamente incise spesso a controllo strutturale e quindi a pareti verticalizzate (**rio San Bartolomeo, rio Cinzago, rio di Socragno**). Gli stessi presentano lungo il percorso salti morfologici che descrivono pittoresche cascate dove parte dell'energia viene esaurita e dove spesso è possibile la formazione di conoidi e quindi dove il processo da lineare muta nella tipologia del dissesto areale (conoide).

Di una certa consistenza è il processo areale connesso con l'attività del **rio delle Ganne** che viene alimentato dal materiale della paleofrana che ne ha deviato il corso verso Nord.

Lo sbocco dei corsi d'acqua di quest'area avviene a lago e quindi nel tratto finale, le conoidi risultanti sono prevalentemente sommerse e difficilmente si conservano sia a causa delle elevate pendenze delle sponde che per l'effetto di laminazione lacustre.

Ciò è confermato anche dall'assenza di forme lobate di una certa consistenza areale.

Poco sviluppata risulta l'idrografia nella zona meridionale **da Gardanina-Carmine** (condizionata dalla presenza di depositi derivanti da DGPV) **a Cannobio capoluogo** dove i pochi corsi d'acqua mantengono caratteri tipo quelli appena descritti (**rio Molineggi, rio Ranseghetti**).

Differente risulta essere la tipologia dei corsi d'acqua che caratterizzano la **sponda idrografica destra del torrente Cannobino** dove i corsi d'acqua pur presentando anch'essi alveo in roccia e salti morfologici, nella zona di sbocco interferiscono con i terrazzi alluvionali antichi e recenti a cui si sovrappongono falde detritiche derivanti da processi areali tra loro coalescenti peraltro in zona intensamente urbanizzate (**Cuserina**).

Assenti infine sono i corsi d'acqua nel settore compreso tra Traffiume e Sant'Agata dove visibili solamente impluvi asciutti individuabili dalla cartografia a curve di livello CTR e da segni grafici ↓ da cartografia catastale.

Per quanto riguarda i **depositi di conoide** di cui sono presenti dettagli a scala minore

(1:5.000) in appositi riquadri, la distinzione tra forme attive e non attive è stata operata in primis mediante osservazioni in loco e con studio della pericolosità da esondazione condotto con i metodi di Melton e Aulitzky (1973).

E' stato inoltre valutato empiricamente il volume di sedimento trasportato dalle colate detritiche con il metodo di Hampel (1977).

La ricostruzione della forma delle conoidi risulta improba in quanto come nel caso del **rio delle Ganne** essa risulta completamente antropizzata ed è solo in parte riconducibile ad una conoide classica essendo il risultato di un evento di frana come descritto in precedenza.

Per quanto riguarda i rii minori **Girola, Cuserina, Marchile, Rondonico** le loro conoidi sono di limitata estensione e sono il risultato di limitati eventi di pulsazione.

Le conoidi attive, inoltre, sono state ulteriormente distinte in base alla presenza di interventi di sistemazione, così come specificato dalla Legenda regionale.

La tabella seguente riassume i dati relativi al rio delle Ganne.

DATI MORFOMETRICI BACINO E CONOIDE								AULITZKY	MELTON	HAMPEL
Ad	Hmax	Hmin			A ^{0.5}	Jc		Me	M	
Area bacino kmq	quota max. bacino km	quota minima apice conoide km	quota confluenza	lunghezza asta (conoide) m		Pendenza media conoide %			mc	
Ganne	0.589	1.2	0.268	0.198	242.00	1.30	28.92	2.4	1.21	157,604
								PERICOLOSITA' MEDIO/ALTA	> 0,5 A RISCHIO DEBRIS FLOW	

Le tabelle di riferimento sono le seguenti.

12.5. LE PIENE STORICHE DEL LAGO MAGGIORE

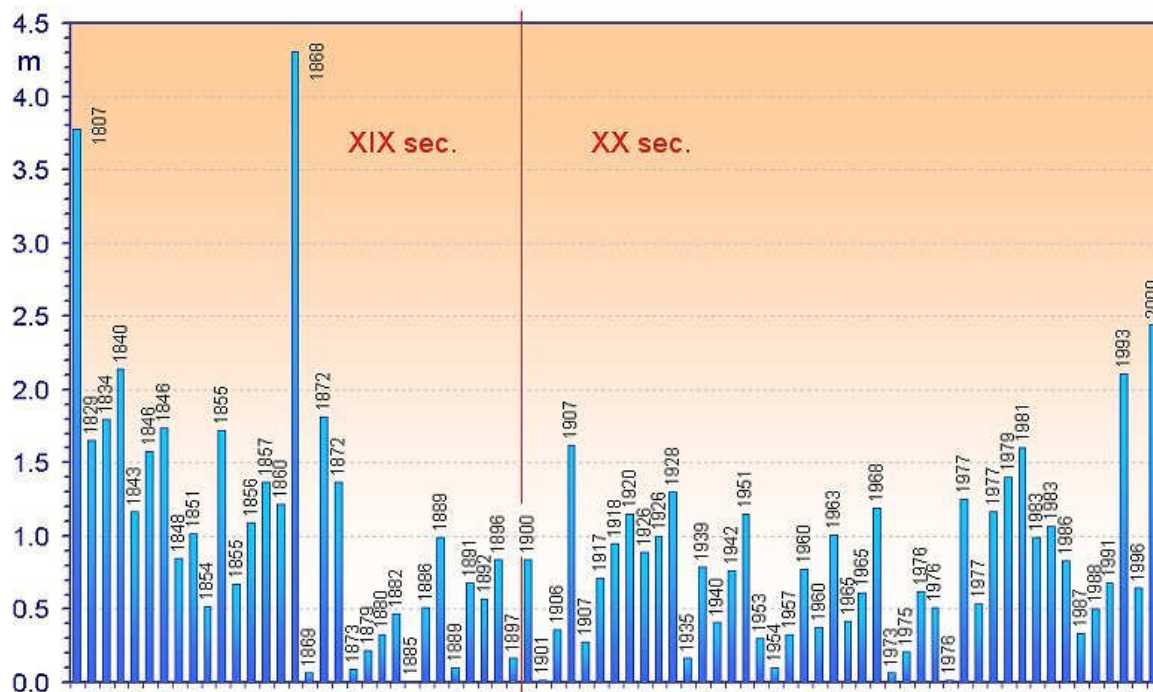
Dal C.N.R. I.S.E. Istituto per lo Studio degli Ecosistemi ex Istituto Idrobiologico di Pallanza si sono ricavate le seguenti informazioni.

Negli ultimi due secoli si sono avuti, nel Lago Maggiore, fenomeni di piena in diverse occasioni. Il grafico mostra di quanto, nei diversi episodi di piena, il lago è salito oltre il livello di esondazione a Pallanza, dove il lago "esce" quando raggiunge la quota di 195.5 metri sul livello del mare.

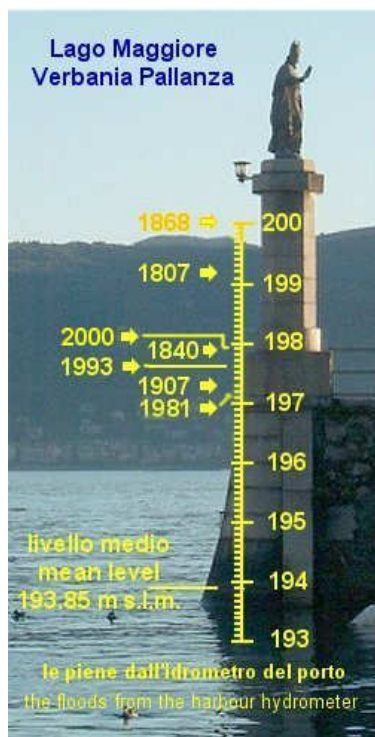
E' da sottolineare che durante il 19° secolo le piene sono state meno numerose ma più intense che nel 20° secolo.

Un innalzamento delle acque comparabile a quello del 1868 (200 m s.l.m.) non è oggi possibile perchè la piena di quell'anno ha eroso in modo considerevole, abbassandola, la soglia di uscita dal Lago Maggiore a Sesto Calende.

L'innalzamento totale delle acque, calcolato cumulando le quote raggiunte nelle diverse piene, è stato di 34.86 m nel 19° secolo e di 33.36 m nel 20° secolo.

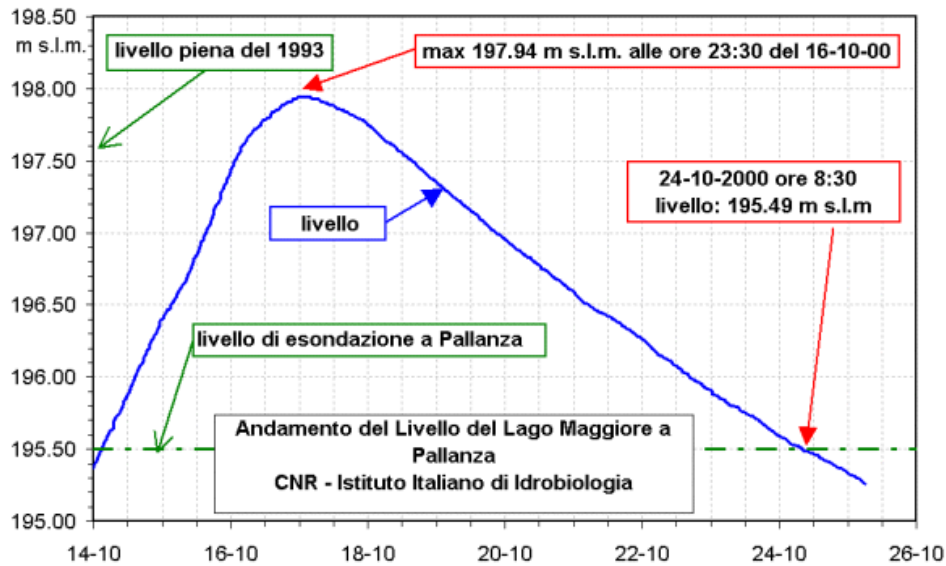


I dati qui utilizzati fanno riferimento alle quote altimetriche della rete geodetica italiana (Cartografia Ufficiale Italiana dell'IGM) che ha la sua base primaria alla Malpensa. I dati di livello delle stazioni idrometriche svizzere fanno riferimento alla Cartografia Ufficiale Elvetica (caposaldo alla Pietra Ne-



ra presso Ginevra). Tra le due cartografie esiste, per la parte altimetrica, una differenza di 35 cm circa.

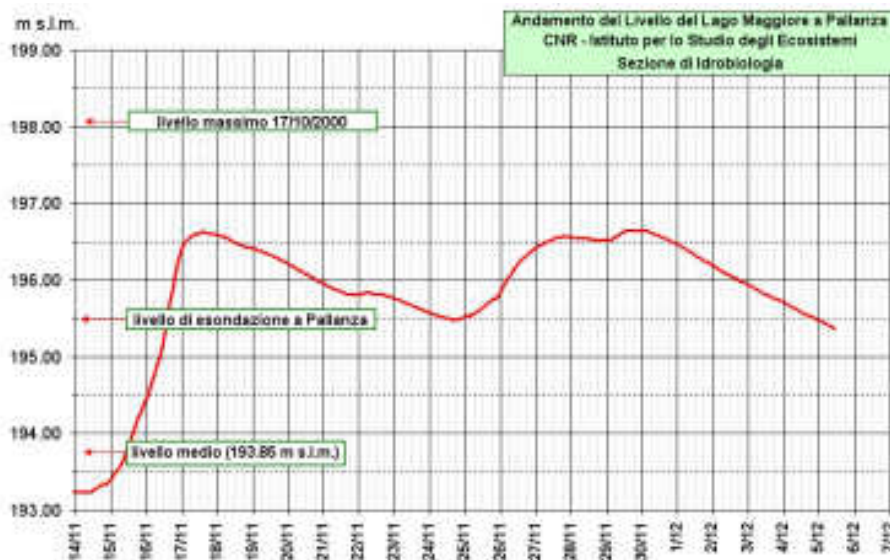
**Evoluzione del livello del lago durante le piene recenti:
Ottobre 2000**



Da una valutazione statistico probabilistica effettuata da Isoli I. & Sassi A. (2003) che comprende il periodo dal 1952 al 2000 risulta che il livello 197,61 m s.l.m. (1993) corrisponde ad un Tr di 40 anni mentre il livello 197,24 m s.l.m. (ottobre 2000) corrisponde ad un Tr di 75 anni.

La tabella riassuntiva è la seguente:

Novembre 2002



ESTRAPOLAZIONE CON CORRELAZIONE DI GUMBELL SU DATI LIVELLI MASSIMI									
ANNUALI LAGO MAGGIORE									
Tempo di ritorno (anni)	2.33	10	20	50	100	200	300	400	500
Livelli massimi (m s.l.m.)	195.55	196.67	197.15	197.78	198.25	198.71	198.99	199.18	199.30

12.6. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELLE SORGENTI

Le sorgenti presenti possono essere distinte in sorgenti normali e in misura minore minerali, non vi è presenza di acque termali e termo-minerali, inoltre esse possono essere divise in perenni e temporanee, a seconda che la venuta a giorno delle acque sia continua nel tempo o sia soggetta a interruzioni più o meno regolari corrispondenti a periodi di scarsa o nulla alimentazione degli acquiferi.

Le sorgenti normali, le quali rappresentano la grande maggioranza dei casi osservati, debbono la loro origine a fattori idrogeologici ordinari, senza, cioè che a questi se ne aggiunga almeno uno, straordinario, che comporti la termalizzazione delle acque mentre sono frequenti acque minerali con chimismo particolare legato alla presenza di giacimenti minerali distribuiti in tutti i comuni.

Le sorgenti presenti sul territorio hanno le seguenti caratteristiche:

- scaturigini caratterizzate da una zona rocciosa disarticolata ricoperta da depositi eluvio-colluviali da cui prendono origine alcuni rii. La zona sorgiva spesso si caratterizza per una zona concentrata posta alla base di una balza rocciosa e da una zona di ruscellamento diffuso proveniente dalla parte superiore. L'emergenza inferiore è tipicamente di frattura o faglia; quella superiore di ruscellamento diffuso e si manifesta al passaggio roccia-deposito superficiale laddove avviene il brusco cambio di pendenza. Impossibile distinguere in questo caso l'estensione del bacino idrografico.
- emergenza in corrispondenza d'impluvio, con substrato affiorante sul quale l'acqua ha creato una serie di salti favorita dalle discontinuità rocciose. I fianchi dell'impluvio sono impostati in roccia che risulta essere subaffiorante, a causa del ricoprimento da parte di depositi eluvio-colluviali diffusi. I rii suddetti prendono quindi origine dalle acque sorgive e data la quota e l'esposizione gli impluvi assumono carattere di vallette nivali o d'accumulo lavancale. Nei periodi di intense precipitazioni le acque di natura meteorica scorrono nei depositi superficiali, disposti secondo pendenze che permettono uno scorrimento veloce.

-
- venuta d'acqua emergente dai detriti di falda costituiti da blocchi anche di tipo metrico con vicinanza a rio e chiara correlazione tra di essi.

Le sorgenti per frattura presentano in genere portate elevate e sono associate a discontinuità tettoniche fragili e che molto spesso seguono con costanza la presenza di allineamenti di frattura nel substrato e sono caratterizzate dalla presenza di depositi detritici di versante immediatamente a valle dell'emergenza. La portata elevata può spesso essere interpretata anche attraverso un'alimentazione ad opera di bacini idrografici adiacenti.

Tali bacini, diversi dal punto di vista imbrifero, fanno parte in realtà di un unico bacino idrogeologico in quanto una circolazione sotterranea lungo allineamenti di scistosità e fratturazione conduce alle emergenze sopra descritte.

Particolare menzione merita la **FONTE MINERALE CARLINA** oggetto di valorizzazione a fini turistici da parte dell'Amministrazione Comunale cannobiese.

Da Ecosistema Verbano PIC INTERREG III A 2000-2006 a cura della Comunità Montana Valle Cannobina si sono ricavate le notizie seguenti.

La fonte Carlina si trova all'inizio della strada provinciale della Cannobina che collega il centro abitato di Cannobio con i paesi più alti della valle.

Il luogo della fonte è facilmente individuabile grazie al parcheggio e al cartello con la scritta "Acqua Carlina" che si trovano sulla sinistra della strada percorrendola a partire da Cannobio. Sul luogo sono pressoché scomparsi gli edifici dello stabilimento di sfruttamento delle acque realizzato nella metà dell'Ottocento; però di recente è stato messo in atto un piano di recupero dell'area che a reso facile l'accesso all'acqua che sgorga da numerose fontane e l'intera area è stata attrezzata per la sosta.

E' conosciuta fin dal 1867 quando venne lanciata commercialmente, ma gli abitanti della zona ne avevano intuito le proprietà già in precedenza. All'acqua Carlina sono riconosciute proprietà terapeutiche: può coadiuvare nella cura di renella, gastrite, irritazioni del ventricolo e dell'intestino.

Nel 1866, una ragazza che soffriva di una grave malattia intestinale, arrivò da Milano per curarsi con questa "miracolosa" acqua: dopo qualche mese la ragazza era perfettamente guarita.

In seguito a questo episodio, il dottor Fossati Barbò costruì uno stabilimento idroterapico, l'albergo "Monte Carza", che diventò noto in tutta Europa e fu frequentato da nobili d'Austria, Polonia, Russia, Prussia e Francia. Rimane testimonianza di come sia stato utile il soggiorno allo stabilimento per grandi personaggi quali la principessa Letizia Bonaparte, il prof. - Paolo Mantegazza, il principe Luigi Napoleone Bonaparte e il prof. Scipione Giordano.

Lo stabilimento era articolato in diversi edifici che sorgevano al centro di vasti parchi, ricchi

di viali alberati, fiancheggiati da panchine di cemento e terracotta che servivano per il riposo di dame e signori durante le passeggiate che facevano per recarsi poco sopra l'albergo, in una zona boschiva dove sgorgava la salutare acqua Carlina. La sorgente era stata coperta e, davanti era stato realizzato un piccolo piazzale con panchine dove sostare mentre si beveva l'acqua che veniva assunta come cura vera e propria.

L'albergo disponeva anche di un servizio di diligenza per chi giungeva a Cannobio con il battello. Oggi di tutti gli edifici dell'albergo, che funzionò fino ai primi del Novecento, non restano che ruderi e l'acqua Carlina, il cui nome è un omaggio a San Carlo Borromeo, può essere gratuitamente prelevata da alcune fontane della zona.

12.6.1. Dati di permeabilità

La circolazione delle acque sotterranee è legata alla tipologia dei terreni presenti e quindi alla loro permeabilità; da questo punto di vista si possono distinguere le seguenti zone caratterizzate da permeabilità decrescente:

Zone a flusso per porosità.

Sono tutte le aree coperte da masse detritiche come detriti di versante e morenici, 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.

Zone a flusso per fessurazione.

Si tratta di zone caratterizzate dalla presenza di rocce fratturate 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. Si tratta di emergenze conosciute da lungo tempo, salvo nei casi in cui gli affioramenti siano nascosti da depositi superficiali (sorgenti geologiche).

Zone a flusso nullo.

Sotto questa denominazione sono raggruppati tutti gli affioramenti di rocce impermeabili (micascisti, paragneiss, ortogneiss, anfiboliti) che permettono alle acque uno scorrimento esclusivamente superficiale

Per quanto riguarda la permeabilità dell'ammasso roccioso, utile alla successiva zonizzazione delle aree di salvaguardia ai sensi del **DLgs. 11 maggio 1999, n. 152** "*Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*" che ha modificato il **D.P.R. 28/9/88 n.236** "*Attuazione della direttiva CEE n.80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della L.16 aprile 1987, n.183*" si riportano alcuni dati ricavati da studi di Scesi e Saibene (1989) in occasione della realizzazione dell'Autostrada Voltri-Gravellona Toce. Essi hanno osservato su rocce metamorfiche della formazione dei Laghi, aventi caratteristiche simili ai nostri litotipi, che dal confronto tra i risultati acquisiti attraverso le prove in sito (Lugeon) e quelli ottenuti mediante elaborazioni statistico-strutturali si verifica un sensibile decremento della permeabilità con l'aumentare della profondità.

Ciò è legato a due fattori:

- spiccata alterabilità dei minerali costituenti i micascisti che danno luogo a materiale argilloso;
- intensa tettonizzazione a cui tali rocce sono state sottoposte e che ha determinato la degradazione meccanica dei micascisti con abbondante formazione di materiale limoso

a questi due fattori si deve aggiungere la pressione litostatica che contribuisce a ridurre l'apertura delle discontinuità entro le quali avviene la circolazione idrica.

Questa progressiva diminuzione delle aperture e quindi della permeabilità, è stata convalidata in fase di scavo delle gallerie. Infatti le uniche venute d'acqua rilevanti si sono verificate in corrispondenza di tratti di galleria più prossimi alla superficie topografica.

I valori medi di permeabilità osservati sono i seguenti:

- in profondità (da prove Lugeon) 10^{-6} - 10^{-8} m/sec
- da stazioni di rilievo strutturale: 10^{-4} - 10^{-5} m/sec

12.6.2. Sorgenti captate

Le sorgenti captate dagli acquedotti comunali sono quindi di due tipi, di frattura o in depositi sciolti.

La captazione delle sorgenti alcune risalenti agli anni '50 viene effettuata mediante manufatti costruiti con materiale stagno, che contiene la vasca di carico dalla quale partono le opere di derivazione.

Tale vasca è spesso preceduta da una vasca di calma e di sedimentazione, nella quale l'acqua arriva direttamente dalle scaturigini e vi abbandona le eventuali sospensioni solide che trascina. La vasca di calma è nelle costruzioni più recenti di scarico di fondo e di troppo pieno ed è collegata alla vasca di carico da un canaletto a stramazzo, onde poter procedere a misure di portata. Il manufatto è facilmente ispezionabile ed i portelli d'accesso sono costruiti solidamente in modo da evitare qualsiasi via d'infiltrazione dall'esterno.

Le opere di presa sono del tipo diretto che captano la sorgente geologica senza modificarla, limitandosi a mettere a giorno le diverse emergenze, tali opere sono utilizzate dato che le sorgenti sono ben individuate e di piccola e media entità, e le condizioni topografiche, idrogeologiche impediscono un intervento diretto sulla falda che provochi il suo abbassamento. Come opere dirette si tratta di bottini di presa che si incassano nella roccia acquifera.

Da questi, le acque vengono convogliate in un sistema di vasche a quote decrescenti, la prima delle quali è detta vasca di sedimentazione e serve a far sedimentare gli eventuali corpuscoli che la acqua trascina (sabbia, detriti, ecc.). Segue, poi, una vasca di carico, dalla quale si dipartono le opere di derivazione. La prima vasca è attrezzata con scarichi di fondo e di troppopieno, al fine di consentire una periodica manutenzione.

12.6.3. Pozzi

L'acquifero è costituito dai depositi alluvionali che sono localizzati sia nell'alveo torrentizio e sulle fasce spondali sia nei depositi recenti terrazzati posti in sponda sinistra del torrente Cannobino.

Quelli terrazzati sono riscontrabili essenzialmente in corrispondenza degli abitati di Cannobio e Traffume. Tali depositi sono il risultato delle esondazioni e dell'erosione che porta l'alveo ad approfondirsi e che ha causato un solo grado di terrazzatura. Queste piccole piane alluvionali terrazzate presentano uno spessore di circa 50 m e sono caratterizzati da pendenze molto deboli (9°).

Tali depositi sono per lo più caratterizzati da materiali eterometrici con netta prevalenza delle frazioni più grossolane, blocchi e ciottoli (d_{50} circa 10 cm) con percentuale di matrice fine minima (diametro < 8 mm meno del 20%).

Altra caratteristica di questi terrazzi alluvionali è quella di una certa stratificazione alternata di materiale più grossolano con materiale minuto. Durante un'alluvione infatti, a periodi di massima piena seguono momenti in cui, i fattori velocità della corrente e potenza di trasporto, decrescono conseguentemente ad uno strato di ciottoli più grossi che sono i primi a precipitare segue uno strato di materiale sempre più minuto man mano che la portata e quindi la velocità dell'acqua diminuiscono.

I depositi alluvionali attuali distinti in: barre emerse di depositi alluvionali attuali (ciottoli e blocchi con subordinata ghiaia e sabbia) e barre emerse di depositi alluvionali attuali (sabbia e ghiaia anche grossolana con subordinati ciottoli e blocchi); depositi alluvionali attuali colonizzati dalla vegetazione infestante arborea ed arbustiva.

I depositi attuali sono presenti oltre che nell'alveo del Cannobino anche in quello dei loro tributari. Tali depositi derivano dall'azione di erosione e trasporto delle acque incanalate nei torrenti e sono costituiti in prevalenza da blocchi e ciottoli a spigoli arrotondati di dimensioni generalmente sempre più piccole man mano che dalla sorgente si passa alla foce. Provengono sia

dall'elaborazione estrema dei depositi morenici e detritici, sia dall'erosione ad opera del corso d'acqua stesso, del letto roccioso.

Si tratta di depositi di canale a forma di barra, in alveo a fondo mobile che producono sequenze *riffle* e *pool* e macroscabrezze tipiche di un armoured gravel-bed river, alveo ghiaioso con corazzatura di fondo.

In base alla campagna freatimetrica effettuata da D'Elia (1995) per la ridelimitazione delle fasce di rispetto del pozzo Castello è stata ricostruita la freatimetria dell'area posta a monte del capoluogo. Da essa risulta che mentre nel tratto terminale il torrente drena le acque della falda, nel settore compreso tra le località Masserecci e Lignago l'asta fluviale assume una direzione S-N divenendo pressoché parallela alle linee isopiezometriche ed in questo tratto essa svolge quindi un'azione drenante rispetto alle acque provenienti da Ovest, quindi da monte, mentre alimenta l'area orientale verso il lago, con direttrici di flusso che assumono direzione volta a ENE.

In particolare il settore dove è localizzato il pozzo Castello (attualmente dimesso) è caratterizzato da un gradiente idraulico medio pari a 0,008. I livelli piezometrici riportati nella tabella sottostante sulla cui base era stata redatta la carta freatimetrica in allegato alla presente relazione si riferiscono ad un periodo immediatamente successivo ad una serie di eventi meteorici particolarmente intensi che hanno ricaricato l'acquifero determinando l'innalzamento del tetto della falda sino a valori prossimi a quelli di minima soggiacenza in condizioni normali. Le fluttuazioni del livello piezometrico che sono influenzate dalle portate del torrente variabili con la stagione sono comprese entro 1-2 m eccetto quelle condizioni concomitanti con fenomeni di precipitazione intensi e prolungati in cui si raggiunge un livello di soggiacenza limitata laddove maggiore risulta l'influenza del livello del lago.

Il lago drena le acque provenienti da monte e determina nello stesso tempo il livello piezometrico minimo della falda e rappresenta la principale fonte di ricarica delle zone di pozzo, poste a lago, dove vengono effettuati emungimenti

Dalle stratigrafie di pozzo reperite è possibile individuare la seguente stratigrafia:

- strato di terreno vegetale spessore decimetrico;
- depositi grossolani con trovanti immersi in una matrice ghiaioso-ciottolosa sino a profondità di 6-8 m;
- acquifero freatico costituito da ghiaie ciottoli con alternanza di livelli grossolani con taluni trovanti e livelli a matrice sabbiosa

Il livello insaturo, rilevato a seguito di sondaggi elettrici, nella zona di Traffiume raggiunge uno spessore di 12 m.

Per quanto riguarda i pozzi posti in posizione più prossimale al lago (San Bartolomeo, Castello, Carmine) è possibile ritenere che le possibili ingressioni da parte del lago stesso possano aver determinato la deposizione di sedimenti a granulometria fine, limosi o argillosi, alternati a quelli gros-

solani trasportati dai torrenti che sono posti a monte di essi.

Dalle stratigrafie si ricava che il substrato roccioso nel settore occidentale del Cannobino è posto a profondità variabile tra i 40-60 m.

La tabella seguente riassume le principali caratteristiche dei pozzi.

Ubicazione	Proprietà	Anno costruzione	Quota pozzo (m.s.l.m.)	Livello statico	Livello dinamico	Profondità pozzo	Portata emunta (l/s)	Tipo perforaz	Uso	Livelli filtrati
Castello	Comune	1952	200	3.64	3.90	24.5	9.7	Percussione	Potabile	Da 12.5 a 24 m
Ospedale	comune	1977	210	7.99	11.40	48	33	Percussione	Potabile	Da 31 a 46 m
Via Prato delle Monache	Ditta Testori	1970	205	5.81	--	8.5	--	Percussione	Ind	Ultimi 4.5 m
Gerbia	Comune-Residence "La Gerbia"	1970	214	10.10	10.10	29	10-20	Percussione	Potabile	--
Via Nazionale 17	G.Albertella	--	203	5.77	5.77	6	1.6	Percussione	giardino	Interam. Fene-strato
Via Nazionale 17	Comune	--	199	2.58	2.72	42	33	Percussione	Potabile	Da 22 m a 38 m

Da quanto descritto sopra gli acquiferi risultano in generale poco protetti.

Per i pozzi presenti sul territorio comunale si possono riportare i seguenti dati idrogeologici utilizzati in studi precedenti per la ridefinizione delle fasce di rispetto dove:

Q = portata del pozzo (mc/sec)

t = tempo considerato (sec)

h = altezza dell'acquifero (m)

n = porosità

d = distanza pozzo-limite di ricarica (m) intendendo il lago

Pozzo Castello

Q = 9,7 l/sec = 0,0097 mc/sec

T = 60 giorni = $5,184 \cdot 10^7$ sec

h = 8,1 m

n = 0,20

d = 44 m

Pozzo in località Ospedale

$Q = 25 \text{ l/sec} = 0,025 \text{ mc/sec}$

$T = 60 \text{ giorni} = 5,184 \cdot 10^7 \text{ sec}$

$h = 38 \text{ m}$

$n = 0,20$

$d = 10 \text{ m}$

Pozzo in località Gerbia

$Q = 10 \text{ l/sec} = 0,01 \text{ mc/sec}$

$T = 60 \text{ giorni} = 5,184 \cdot 10^7 \text{ sec}$

$h = 20 \text{ m}$

$n = 0,20$

$d = 30 \text{ m}$

Pozzo in località Riviera

$Q = 33,33 \text{ l/sec} = 0,0333 \text{ mc/sec}$

$T = 60 \text{ giorni} = 5,184 \cdot 10^7 \text{ sec}$

$h = 340 \text{ m}$

$n = 0,20$

$d = 18 \text{ m}$

Pozzo in località Carmine

$Q = 13,33 \text{ l/sec} = 0,0133 \text{ mc/sec}$

$T = 60 \text{ giorni} = 5,184 \cdot 10^7 \text{ sec}$

$h = 18 \text{ m}$

$n = 0,20$

$d = 40 \text{ m}$

Pozzo in località San Bartolomeo

$Q = 13,33 \text{ l/sec} = 0,0133 \text{ mc/sec}$

$T = 60 \text{ giorni} = 5,184 \cdot 10^7 \text{ sec}$

$h = 8,1 \text{ m}$

$n = 0,20$

$d = 25 \text{ m}$

Nella seguente tabella vengono riportati i dati delle sorgenti e dei pozzi comunali ricavati dallo studio effettuato dalla S.I.C.E.A. Società Italiana Costruzione Esercizio Acquedotti S.p.A. (1995).

Vengono distinte le seguenti zone:

A Capoluogo-Traffiume-Ronco

B Carmine Inferiore e Superiore

C S.Agata-Subbio-Campeglio-Socragno-Cinzago

D S. Bartolomeo-Marchile-Rondonico-Formine

E Socraggio-Calachina

n.	Zona	Tipologia	Denominazione	Foglio	mappale
1	A	pozzo	Riviera	*	*
2	A	pozzo	Castello	*	*
3	A	pozzo	Gerbia	*	*
4	A	pozzo	Ospedale	*	*
5	A	gruppo sorgenti (n.8)	Piatè	60	192-246-248-194
6	A	gruppo sorgenti (n.4)	Carlina	60	54
7	A	gruppo sorgenti (n. 2)	Traffiume	60	126
8	A	Sorgente	Preventorio	*	*
1	B	pozzo	Carmine inferiore	*	29
1	C	sorgente	Piazze Cinzago	*	*
2	C	gruppo sorgenti	Piazze Cinzago	17	711/769
1	D	Pozzo	San Bartolomeo	*	*
2	D	Sorgente	Prati d'Agro	9	214
3	D	Sorgente	Pizzucca	9	233
1	E	gruppo sorgenti (n. 3)	Socraggio	*	*
2	E	gruppo sorgenti (n. 3)	Calachina	*	*

Non si hanno a disposizione dati sulle portate delle sorgenti dato che non è in atto un monitoraggio delle portate stesse.

Nella **carta idrologica** (tavola 2a-2b) sono indicati:

- delimitazione dei bacini idrografici e loro numero identificativo;
- reticolo idrografico superficiale;
- sorgenti e le loro fasce di rispetto;
- pozzi e loro fasce di rispetto

Si tenga presente che il Comune ha dimesso il pozzo Castello; inoltre è in studio la ridefinizione delle fasce di rispetto dei pozzi idropotabili di Carmine Inferiore e San Bartolomeo.

12.7. CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE CENSITE E DEL RETICOLO DEMANIALE

La carta delle opere idrauliche e del reticolo demaniale è stata redatta compiendo un censimento delle difese spondali trasversali e longitudinali esistenti (briglie, argini e/o pavimentazioni, soglie) e delle tratte dei corsi d'acqua tombinate, differenziandole da quelle naturali.

Questo censimento è stato condotto per ciascuno dei corsi d'acqua utilizzando schede e grafismi analoghi a quelli previsti dalla D.G.R. n. 47 - 4052 del 1 Ottobre 2001.

I risultati di questo lavoro sono stati raccolti per ciascuno dei corsi d'acqua in schede allegate alla presente relazione. Sulla **Carta delle opere idrauliche censite e del reticolo demaniale** (tavola 5a-5b) in scala 1:10.000 sono state pertanto distinte diverse tipologie di manufatti:

- Scatolari
- Tubolari
- Ponti
- Briglie
- Difese spondali

Inoltre, sono stati indicati con colore blu i corsi d'acqua appartenenti al reticolo demaniale.

Relativamente all'efficacia delle opere di difesa presenti, a progetti relativi e ad indicazioni circa il Tr di riferimento si precisa che sul territorio le opere sono concentrate sul Cannobino mentre per i rii minori si ha notizia solo di una sistemazione effettuata sul rio delle Ganne (1992) "*Sistemazione idraulica del rio delle Ganne*" nell'ambito degli "*Interventi di somma urgenza diretti a fronteggiare danni conseguenti ai nubifragi abbattutisi nei mesi di ottobre-novembre 91 sulla Regione Piemonte*" peraltro sprovvista di verifica idraulica. Quindi le valutazioni circa le caratteristiche e l'idoneità di ciascun manufatto presentano carattere di tipo qualitativo.

In particolare per il torrente Cannobino è stata realizzata una carta delle opere di difesa esistenti e in previsione ricavandola dalla documentazione esistente. Dal loro confronto è possibile osservare l'adeguamento delle opere esistenti rispetto alla necessità di raggiungere una maggiore sicurezza rispetto alla situazione attuale.

In particolare le **opere di difesa esistenti** sono divise in quattro categorie:

TIPOLOGIA OPERA	LARGHEZZA	ALTEZZA	POSIZIONE
Scogliera in blocchi intasati da cls	0,8-1,5 m	2,5-4,5 m	Vedi carta
Scogliera in blocchi non cementati	1,5-5 m	1-3 m	Vedi carta
muri in c.a. talvolta con paramento di valle rivestito in pietrame	0,5-0,65 m	1,5-4 m	Vedi carta
Muro in pietrame cementato	0,4-0,7 m	1,4-1,9 m	Vedi carta

Mentre le **opere di difesa in previsione** sono divise in sei categorie:

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	LARGHEZZA	ALTEZZA	POSIZIONE
1	Scogliera in blocchi di pietra semisquadrati ed intasati con cls	Vedi progetto	2,5 m	Vedi carta
2	Muro in cls armato	Vedi progetto	1,20	Vedi carta
3	Difesa con fondazione e paramento inclinato in cls armato	Vedi progetto	3,5-4,00 m	Vedi carta
4	Scogliera in blocchi di pietra intasati con cls	Vedi progetto	Vedi progetto	Vedi carta
5	Scogliera in massi di pietra semisquadrati intasati con cls	Vedi progetto	Vedi progetto	Vedi carta
6	ricostruzione tratti danneggiati della scogliera esistente + integrazione massi mancanti ed intasamento con cls	Vedi progetto	Vedi progetto	Vedi carta

12.8. INTERVENTI ANTROPICI

L'intervento dell'uomo ha modificare il territorio non tanto mediante interventi edificatori con relativa urbanizzazione ma con interventi eseguiti prevalentemente sul torrente Cannobino e rio delle Ganne e rare sistemazioni dei versanti.

a) **Interventi legati all'urbanizzazione**

a1) Viabilità

La viabilità stradale è rappresentata dalla S.S. 34, arteria internazionale che rappresenta la spina dorsale della viabilità cannobiese.

Ad essa confluiscono la strada provinciale della valle Cannobina e strade comunali quali quella per la Gardanina, Solivo-Molineggi, Lignago-Traffiume, Sant'Agata, San Bartolomeo.

A quella della valle Cannobina affluiscono quelle di Bagnara, Cuserina, Socraggio.

Piste forestali raggiungono alpeggi ormai diventati vere e proprie zone residenziali.

I sentieri comunali quali la *Via delle Genti* hanno carattere intercomunale in quanto collegano i limiti comuni di Cannero riviera, Trarego Viggiona e Cavaglio Spocchia nonché la zona del confine svizzero.

a2) Costruzioni residenziali:

le costruzioni si sono sviluppate sia nel capoluogo che nella frazione più popolata di Traffiume.

Notevole è stato il recupero del patrimonio edilizio nei nuclei antichi delle frazioni S. Agata, Ronco, Campeggio, Socragno, Cinzago, San Bartolomeo, facilmente raggiungibili da strade carrozzabili sono stati recuperati anche borghi isolati raggiungibili solamente da sentieri pedonali quali Carmine Superiore, Marchile, Rondonico, Formine. Si tratta di zone localizzate in corrispondenza di grandi terrazzi orografici utilizzati in parte per l'agricoltura, e in zone generalmente stabili;

Nelle zone più acclivi un tempo utilizzate anch'esse per il pascolo e l'agricoltura sono state in parte recuperate abitazioni rurali sparse altrimenti destinate all'abbandono.

Si tratta prevalentemente di seconde case che hanno permesso di limitare l'invasione del bosco e di effettuare quegli interventi di manutenzione dei terrazzamenti limitandone il fenomeno di degrado.

Le frazioni suddette hanno poi visto anche la presenza di nuove edificazione sviluppatasi sia a Carmine che a San Bartolomeo che tra Nizzolino, Capeggio, Sant'Agata favorite dall'acclività limitata.

Spesso l'espansione ha interessato zone boscate dove risulta difficile controllare il processo di degrado delle opere di sostegno dei versanti quali murature a secco.

a3) Impianti di risalita

Sono diffusi in tutto il territorio del Comune e permettono il trasporto di persone e cose alle abitazioni poste in posizione non ottimale rispetto alla viabilità. Da segnalare l'impianto di **Ronco** che accede alla frazione a partire da un parcheggio privato.

b) Interventi riguardanti i corsi d'acqua

b1) Tombinature

La necessità di poter disporre delle maggiori superfici possibili per gli utilizzi abitativi ha fatto sì che alcuni tratti di corsi d'acqua siano stati tombinati e deviati dal loro corso naturale, cioè sia stato realizzato un percorso sotterraneo per le acque, o mediante azioni o, meno frequentemente, mediante ricoperture trasversali a volta o in cemento, a seconda delle disponibilità di prefabbricati sul mercato e il più delle volte a prescindere da calcolo idraulico delle portate defluibili in caso di piena.

Esempi di questo tipo sono osservabili all'interno dei centri abitati di Traffiume (Ronchi), Carmine inferiore (via traversa), Nizzolino, Campeggio, Ronco, Sant'Agata, San Bartolomeo, Socragno.

Per quanto riguarda le tombinature si rimanda alla carta delle opere idrauliche per la loro localizzazione e alla banca dati (schede delle opere) per le loro dimensioni. Nelle schede viene anche dato un'indicazione sullo stato di conservazione ed efficienza delle opere. Si sottolinea che la copertura dei rii non andrebbe più concessa ed è auspicabile che, laddove possibile, i tratti coperti vengano riportati allo stato originario con opportuna ricostruzione delle sezioni originarie e comunque idraulicamente sufficienti.

b2) Tratti pavimentati

Rappresentano una sistemazione del fondo dell'alveo, e sono generalmente eseguiti o con una platea in calcestruzzo, o in calcestruzzo e massi o molto più raramente, in lastre e elementi squadrati accostati. Sistemazioni di questo tipo sono state riscontrate frequentemente in corrispondenza dei sottopassi viari e quando i corsi d'acqua lambiscono i margini degli edifici. In genere questi tratti non generano gravi problemi di dissesto; deve comunque essere sempre valutata la velocità della corrente (in quanto con la pavimentazione si diminuisce il coefficiente di scabrezza dell'alveo) che può, se eccessiva, innescare fenomeni di erosione sui lati del canale (nel caso in cui le sponde siano formate da muri a secco e non sia stato eseguito un buon raccordo fra questi e la pavimen-

tazione) e soprattutto in corrispondenza del termine del tratto pavimentato, al passaggio con l'alveo in depositi sciolti che possono essere erosi per la elevata velocità della corrente. La diminuzione del tempo di corrivazione conseguente all'aumentata velocità dell'acqua è invece da considerarsi abbastanza limitata, dato il non particolare sviluppo di tali opere che invece, se eseguite correttamente, possono contribuire in modo significativo al passaggio di ondate di piena con forte trasporto solido fino al recettore naturale ossia fino al torrente Cannobino o al lago Maggiore.

b3) Arginature

le arginature e le sistemazioni spondali dei corsi d'acqua non sono diffusi sul territorio studiato ma risultano concentrati soprattutto sul torrente Cannobino e sul rio delle Ganne, nelle zone di confluenza dei rii secondari del Cannobino o nel lago Maggiore e quindi in corrispondenza dell'attraversamento dei centri abitati. Sono stati rilevate sia arginature formate da massi di cava accatastati, sia gabbionate, sia muri a secco o muri in c.a. di limitato sviluppo longitudinale, in genere legati ad un lotto di proprietà e di importanza puntuale nell'ambito della dinamica del corso d'acqua. Sono inoltre frequenti, in corrispondenza di attraversamenti viari, opere di arginatura a protezione delle spalle dei ponti anche in questo caso appare quindi fondamentale una regolamentazione delle opere, con accurate analisi progettuali sulle portate e sezioni defluibili e sugli effetti che l'opera realizzata creerà in un intorno significativo.

b4) Briglie

molto spesso le arginature sono associate a briglie e sono quindi anch'esse diffuse in corrispondenza dei corsi d'acqua principali. Esempi sono presenti sul rio delle Ganne, rio presso Campeggio Valle Romantica (n. 50), Ronco

b5) Occlusione o restringimento di alveo

questo fenomeno è stato segnalato numerose volte in corrispondenza dei corsi d'acqua minori e nell'attraversamento di centri abitati. E' dovuto nella quasi totalità dei casi o ad una mancata pulizia degli alvei (caduta naturale di piante, accumulo di foglie e/o ramaglie), a fenomeni di deposizione abusiva, entro le vallecole, di rifiuti ingombranti, materiali inerti provenienti da demolizioni o scavi, rami, arbusti e erbe provenienti dalla pulizia dei giardini o a sezioni di deflusso sottodimensionate in corrispondenza di attraversamenti dei rii.

In ogni caso l'effetto creato è quello di formare una barriera che impedisce o rende molto difficoltoso il regolare deflusso delle acque, soprattutto in occasione di forti piogge, che possono contribuire ad accumulare o far "incastrare" questi materiali. Di conseguenza le acque di piena tendono a formare delle zone di diga (con possibile rottura improvvisa) o vanno ad interessare, con erosioni e esondazioni le aree limitrofe dell'alveo. Inoltre tali pulsazioni di piena possono aumentare il trasporto solido e creare problemi nelle parti terminali degli alvei (intasamento di tombinature e/o diminuzioni delle sezioni di deflusso).

C) Sistemazioni di versanti

c1) Muri di sostegno e sottomurazioni

Sono presenti nel territorio comunale un gran numero di opere murarie di sostegno ma sono state cartografate solo quelle costruite a scopo di difesa da dinamica gravitativa in atto o recentemente manifestatasi sotto forma di dissesto. Circa le sottomurazioni si tratta di opere eseguite alla base di ammassi rocciosi in cattivo stato, a sostegno dell'ammasso stesso. Sul territorio comunale sono state rinvenute parecchie opere di sottomurazione, prive tuttavia di organicità e in stato non sempre ottimo, eseguite principalmente a cura dei privati, ove gli affioramenti rocciosi presentavano evidenti segni di fratturazioni. Alcuni interventi con realizzazione di contrafforti si sono osservati alla **Puncetta, Piaggio Valmara** in punti con zone rocciose poste in prossimità della S.S. 34.

c2) Bullonature

La stabilità di lastre rocciose a rischio di crollo può essere notevolmente migliorata grazie all'utilizzo di bulloni che ancorati alla parete rocciosa stabile posta a tergo della lastra pericolante controbilanciano la forza peso aumentando l'equilibrio della porzione di roccia destabilizzata.

Opere di questo tipo sono presenti lungo la S.S. 34

c3) Reti armate

sono posizionate in corrispondenza della S.S. 34, quali opere di difesa dalla caduta di massi o lastre isolate; si tratta di reti armate posizionate su affioramenti rocciosi a notevole acclività e potenzialmente instabili; le reti, ancorate su parti di roccia stabili, ingabbiano la porzione di ammasso roccioso pericolante contrastando in questo modo l'effetto della gravità.

Esempi diffusi sono presenti a Gardanina-Puncetta, Molinetto, Darbedo-Punta Bargone, Nizzolino, Villa Gina, strada per la valle Cannobina.

c4) Barriere paramassi

sono osservabili lungo la strada provinciale della Valle Cannobina.

D) Strutture connesse alla navigazione

Sono diffuse lungo tutta la costa spesso come semplice molo o pontile ed in alcuni casi come struttura di ricovero per i natanti (darsena).

E) Impianti idroelettrici ed acquedottistici

Si segnala l'opera di presa con tubazione (necessitante di manutenzione) su selle connessa con la centrale Torrani in San Bartolomeo. Per la rete acquedottistica si faccia riferimento alla documentazione della SICEA s.p.a.

F) Impianto di depurazione

Si tratta dell'impianto di depurazione consortile sito in Cannobio Capoluogo presso il torrente Cannobino. Tale impianto, di tipo misto, raccoglie i liquami provenienti dalla fognatura, comprendenti sia le acque nere che le acque bianche derivanti da piazzali e strade, raccolte mediante un unico condotto; alla stessa struttura vengono inoltre convogliati da diverse aree del Piemonte percolati di discarica di prima e seconda categoria. Le acque depurate mediante successivi processi di decantazione fisica, di trattamenti biologici ed affinamento chimico-fisico vengono quindi sottoposte a controlli ed analisi di qualità giornalieri e successivamente scaricate nel lago Maggiore.

13. ANALISI DELLA VINCOLISTICA

13.1. D.P.C.M. 7 dicembre 1995 e s.m.i.

Sono state analizzate le cartografie del D.P.C.M. 7 Dicembre 1995 "*Schema previsionale e programmatico per il risanamento idrogeologico del bacino del fiume Toce*" integrato dal D.P.C.M. 8 ottobre 1997 "*Pubblicità delle cartografie concernenti i vincoli di inedificabilità nel bacino del fiume Toce*". Questo decreto è la sintesi dello studio, coordinato dalla Comunità Montana Valle Ossola denominato "*Schema previsionale e programmatico per il riassetto idrogeologico e la ricostruzione nei Comuni della Provincia di Novara colpiti da avversità atmosferiche dell'Agosto 1987 di cui al D.L. n.34 del 19/09/87 ed ai sensi dell'art.16 legge 102/90*" e del precedente studio, effettuato dalla Comunità Montana Valle Antigorio Formazza denominato "*Piano per l'assetto idrologico del Fiume Toce*".

Tale studio non aveva coinvolto la Comunità Montana Valle Cannobina.

13.2. DISPOSITIVI EX L.18 MAGGIO 1989 N. 183 "NORME PER IL RIASSETTO ORGANIZZATIVO E FUNZIONALE DELLA DIFESA DEL SUOLO E S.M.I.

13.2.1. PSFF "PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI"

Il territorio del comune di Cannobio non è interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali. Questo Piano è stato adottato l'11 dicembre 1997 e trasformato in D.P.C.M. il 24 luglio 1998.

13.2.2. ANALISI CRITICA DEL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL PO

Il Piano individua e delimita le aree di dissesto in ottemperanza alle disposizioni del decreto legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito in legge 3 agosto 1998 n. 267 come indicato nell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici. A seguito dell'elaborazione di tale documento ed ai sensi

dell'art.18, comma 8, della L. 18 Maggio 1989, n.183 il Comune di Cannobio ha già effettuato osservazioni relative agli elaborati cartografici facenti parte del progetto di Piano: Elaborato: 2. Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici sezione 053090 Cannobio tramite la **Variante Strutturale n. 3/03** in adeguamento al P.A.I. approvata dal Comune di Cannobio con D.C.C. 73 del 6.12.05, D.C.C. 37 del 21.9.06, ed infine approvata dalla Regione Piemonte con D.G.R. 26 marzo 2007 n. 17-5565 BUR n.14, 5 Aprile 2007

L'area direttamente interessata dalla variante, viene classificata dal PAI vigente come **A-REA DI CONOIDE ATTIVO NON PROTETTA (Ca)**, ma a seguito dell'analisi di dettaglio effettuata dal nostro studio in un intorno significativo e dalla lettura degli studi idraulici sulla tratta terminale del torrente Cannobino l'area risulta essere interessata da effetti di livellazione del livello liquido della corrente al livello lacustre.

Il fenomeno è tipico di una zona di delta lacustre caratterizzata da correnti a bassa energia e quindi non ascrivibile a fenomeni di esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio ne a trasporto in massa su conoidi.

La contemporaneità, di un evento di piena del torrente Cannobino con il massimo livello di piena lacustre (da quanto desumibile dagli studi idraulici sulla tratta terminale del torrente Cannobino), è considerata poco realistica in quanto caratterizzata da una frequenza probabile di accadimento particolarmente bassa.

Tale tipologia di dissesto non essendo contemplata dal P.A.I. viene assimilata a dissesto in conoide con tipologie Ca, Cp, Cn come già analizzato in precedenza. Viene mantenuto nel tratto al disopra di S. Anna per il torrente Cannobino il sovrasegno Ee area a pericolosità molto elevata non perimetrata.

Secondo quanto indicato alla D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656 e rispetto alla legenda P.A.I. si sono introdotte diciture aggiornate che mettono a confronto i processi prevalenti indicandone la pericolosità e le classi 7 LAP :

CLASSI PAI	CLASSI D.G.R. 15.07.2002 N, 45-6656		Classi 7 LAP	Classi 7 LAP Cannobio
Ca pericolosità molto elevata	CAe) Conoide attivo con pericolosità molto elevata	Cae1) con interventi di sistemazione assenti, inefficaci o negativi	IIIa, IIIc, IIIb	III a varie
		Cae2) con interventi di sistemazione migliorativi	IIIa, IIIb	IIIb41-IIIb42a
Cp Pericolosità elevata	CAb) Conoide attivo con pericolosità elevata	Cab1) con interventi di sistemazione assenti, inefficaci o negativi	IIIa, IIIc, IIIb	
		Cab2) con interventi di sistemazione migliorativi	IIIa, IIIb	IIIb3 IIIb3a IIIb3b IIIb3c
Cn pericolosità media/moderata	CAm) Conoide attivo con pericolosità media/moderata	Cam1) con interventi di sistemazione assenti, inefficaci o negativi	IIIa, IIIb	IIIb42b
		Cam2) con interventi di sistemazione migliorativi	IIIa, IIIb, II	III b21-III b2-2, III b2-4, IIa-lic
	CS) Conoide stabilizzato naturalmente con pericolosità media/moderata limitatamente alle aree prossime all'alveo inciso interessato dalla dinamica torrentizia		Tutte	I

In sintesi è stata prodotta la **Proposta di aggiornamento dell'Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici e delimitazione delle aree in dissesto (PAI) in scala 1:10.000 (tavola 3)** in cui rispetto all'Atlante P.A.I. si evidenzia che:

- la zona Ca dell'Atlante dei Rischi P.A.I. viene trasformata in Ca, Cp, Cn, CS.
- la zona Ee dell'Atlante dei Rischi P.A.I. viene trasformata in Ca, Cp, Cn.

14. CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE PER LE AREE CLASSIFICATE 3b2-3b3-3b4

Per le aree assimilabili alla classe 3b₂-3b₃-3b₄ della normativa attuale è necessario verificare la validità delle opere di difesa esistenti in funzione dell'utilizzo delle aree a fini urbanistici per cui si è elaborato il seguente cronoprogramma.

Le **nuove opere di difesa** dei centri abitati, secondo i disposti della Nota degli Assessorati all'Ambiente e all'Urbanistica della Regione Piemonte (prot. 1208/LAP del 29/11/2000), "..... debbano **obbligatoriamente** contenere esplicita conferma a firma del progettista, del direttore dei lavori e del collaudatore (come peraltro richiamato negli obiettivi della L..267/98, art. 1, nella Circolare P.G.R. n. 7/LAP e successiva Nota tecnica Esplicativa alla circolare medesima) in ordine alla

concreta ed efficace riduzione del rischio nei confronti dei beni oggetto di difesa”.

La verifica della validità delle **opere esistenti**, spetta all’Amministrazione Comunale e all’Ufficio Tecnico, che stabiliscono se dette opere sono in grado di mitigare il rischio senza richiedere ulteriori interventi. Tali valutazioni dovranno essere fatte sulla scorta di considerazioni e documentazioni tecniche specifiche, redatte da professionisti competenti (geologo, ingegnere), che definiscano la **valenza tecnica-urbanistica** delle opere, il programma di manutenzione ordinaria e straordinaria che risulterà necessario al loro mantenimento oltre che il livello di rischio a cui sono sottoposti i beni difesi.

L’amministrazione sulla base della documentazione tecnica di cui sopra, decide se il livello di rischio è accettabile o se le opere necessitano di un adeguamento.

Di seguito la tabella illustra la procedura amministrativa da seguire:

Verifica idraulica, esito: Positivo Negativo	Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva	Realizzazione interventi	Collaudo tecnico amministrativo	Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulle opere realizzate
	Collaudo tecnico amministrativo	Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulle opere realizzate		

14.1. Interventi per la messa in sicurezza delle aree interessate da problemi di natura idrogeologica:

rio delle Ganne (IIIb2-IIIb3-IIIb4):

il tratto finale del rio (circa 200 m) è stato arginato e regolarizzato da briglie in cemento armato; l'alveo presenta tratti sovralluvionati, la presenza di materiale e vegetazione in alveo nel tratto terminale provoca la riduzione della sezione di deflusso con temporanei sbarramenti e formazione di dighe naturali inoltre si verificano fenomeni di scalzamento al piede delle opere di difesa trasversale e longitudinale. Si tratta di effettuare una pulizia sistematica delle sponde, del letto con asportazione delle piante cadute in alveo e di consolidare la parte basale delle fondazioni e dei muri d'argine con eventuale accumulo di massi di adeguate dimensioni per ridurre l'azione erosiva delle acque, oltre alla rimozione del materiale alluvionale; periodicamente dovrà essere effettuata pulizia della vegetazione dai detriti e da eventuali depositi di rifiuti urbani inoltre monitoraggio dei manufatti di protezione che possa anticipare eventuali cedimenti degli stessi.

Piaggio Valmara ex sede ACI (IIIb3):

si tratta di un'area posta fuori dal centro abitato ed interessata sia da problemi di natura idrogeologica che da problemi di stabilità di versante. Si propone di liberare il detrito accumulatosi nella

zona retrostante il muro stradale (esso svolge azione di vallo per la strada statale) e di ripristinare la sezione di deflusso del sottopasso stradale

torrente Cannobino Campeggio Valle Romantica (IIIb4):

è necessaria una valutazione dell'efficacia delle opere di difesa esistenti per verificare la loro azione di attenuazione del rischio inondazione e se necessario il loro potenziamento.

rii affluenti di destra del torrente Cannobino-Campeggio Valle Romantica (IIIb4):

è necessaria una valutazione dell'efficacia delle opere di difesa esistenti per verificare la loro azione di attenuazione del rischio inondazione e se necessario il loro potenziamento.

Cinzago (IIIb4): il rio provoca diffusi fenomeni erosivi lungo le sponde del riale e sovralluvionamento dello stesso, è necessario effettuare la pulizia della vegetazione e del detrito con il ripristino della sezione di deflusso e dei muri d'argine in pietra. Dovrà essere valutata la possibilità di contenere la velocità delle acque nel tratto posto in prossimità dell'abitato mediante la realizzazione di una vasca di calma opportunamente dimensionata da assogettare a pulizia periodica.

Ronco (IIIb4): il rio provoca diffusi fenomeni erosivi lungo le sponde del riale e sovralluvionamento dello stesso, è necessario effettuare la pulizia della vegetazione e del detrito con il ripristino della sezione di deflusso e dei muri d'argine in pietra. Dovrà essere valutata la possibilità di contenere la velocità delle acque nel tratto posto in prossimità dell'abitato mediante la realizzazione di una vasca di calma opportunamente dimensionata da assogettare a pulizia periodica..

Cuserina (IIIb4): in questa località una serie di rii non regimati provocano diffusi fenomeni erosivi lungo le sponde e sovralluvionamento degli stessi, è necessario effettuare la pulizia della vegetazione e del detrito con il ripristino della sezione di deflusso e dei muri d'argine in pietra. Dovrà essere valutata la possibilità di contenere la velocità delle acque nel tratto posto in prossimità dell'abitato anche con la posa di opere di arginatura su ambo i lati e di briglie.

Carmine (IIIb4): in questa località una serie di rii parzialmente regimati provocano diffusi fenomeni erosivi di tipo canalizzato in alcuni punti sovralluvionamenti degli stessi anche per la presenza di intersezioni con le strade comunali interessate da ponticelli. E' necessario effettuare la pulizia della vegetazione e del detrito con il ripristino della sezione di deflusso e dei muri d'argine in pietra. Dovrà essere valutata la possibilità di contenere la velocità delle acque nel tratto posto in prossimità dell'abitato anche con la posa di opere di arginatura su ambo i lati e di briglie.

La Gardanina (IIIb4): il rio provoca diffusi fenomeni erosivi lungo le sponde del riale e sovralluvionamento dello stesso, è necessario effettuare la pulizia della vegetazione e del detrito con il ri-

pristino della sezione di deflusso e dei muri d'argine in pietra. Dovrà essere valutata la possibilità di contenere la velocità delle acque nel tratto posto in prossimità dell'abitato mediante la realizzazione di una vasca di calma opportunamente dimensionata da assogettare a pulizia periodica.

14.2. Interventi per la messa in sicurezza delle aree caratterizzate da acclività elevata o poste in prossimità di scarpate

Orrido di Sant'Anna Casa Bigotta (IIIb4):

la zona è stata interessata da caduta di masso e da quanto risulta da indagini di dettaglio successive il rischio derivante dalla possibilità che si verifichi un nuovo episodio franoso è elevato per le strutture esistenti localizzate lungo il possibile percorso dei detriti rocciosi già caduti in precedenza. Si propone quindi di effettuare: pulizia e taglio vegetazionale lungo i cigli delle pareti potenzialmente instabili, consolidamento delle pareti rocciose ancora potenzialmente instabili, disgaggio e rimozione del materiale instabile presente.

Piaggio Valmara ex sede ACI (IIIb3-IIIb4):

si tratta di un'area posta fuori dal centro abitato ed interessata sia da problemi di natura idrogeologica che da problemi di stabilità di versante. Si propone di liberare il detrito accumulatosi nella zona retrostante il muro stradale (esso svolge azione di vallo per la strada statale) e di ripristinare la sezione di deflusso del sottopasso stradale. Dovrà essere valutata la necessità di realizzare opere di difesa passiva a difesa dell'abitato esistente.

Inoltre sono state inserite nelle sottoclassi IIIb3 e IIIb2 delle aree che sono localizzate o alla base di versanti molto acclivi o in prossimità di scarpate. Tali aree non vengono trattate in modo specifico nel seguente cronoprogramma dato che non si sono riscontrate situazioni di particolare gravità ma si danno indicazioni che possono migliorare la situazione delle aree stesse.

Si dovrà quindi con priorità per le aree IIIb3 provvedere a:

- manutenzione dei muri di terrazzamento antropico;
- costruzione di ulteriori opere di contenimento;
- opere di difesa attiva e passiva anche della tipologia di ingegneria naturalistica
- regimazione delle acque di ruscellamento superficiale

15. PROPENSIONE AL DISSESTO E DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI IDONEITA' URBANISTICA DEL TERRITORIO

I fenomeni di instabilità naturale che possono limitare l'utilizzo del territorio sono essenzialmente legati ai pericoli di frane e alluvioni, correlati a fattori predisponenti litologici, strutturali e morfologici

innescati da fenomeni meteorologici che, periodicamente, possono far registrare eventi di particolare intensità e/o durata.

La zonizzazione del territorio rappresenta lo strumento più idoneo a definire quali sono le aree caratterizzate da livelli di pericolosità geomorfologica tali da limitarne l'utilizzazione urbanistica.

A tal fine è stata redatta la "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" che rappresenta la sintesi di tutti i dati di terreno e di ricerca, e raccoglie in un unico elaborato cartografico la sintesi delle problematiche connesse alla pericolosità idrogeologica e la conseguente propensione urbanistica delle porzioni di territorio distinte. Di conseguenza sono state seguite le indicazioni della Circolare 7/LAP e della Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n. 7/LAP del Dicembre 1999 ed individuati i settori con diversa pericolosità morfologica distinguendo sulla base della presenza di dissesti, pendenze accentuate o dell'esondabilità o della presenza di ristagni delle acque pervenendo alla distinzione di quattro tipologie di aree caratterizzate da diverso grado di pericolosità:

- aree a pericolosità molto elevata
- aree a pericolosità da media ad elevata
- aree pericolosità moderata
- aree a pericolosità irrilevante

16. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

La *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica* (Tavv.9a/9b, scala 1: 5.000) ha lo scopo di sintetizzare i dati raccolti sul territorio e di individuare, al loro interno, aree omogenee sotto il profilo della pericolosità (tipo e quantità di processi geomorfici attivi o potenzialmente attivabili) cui compete, conseguentemente, una diversa propensione all'uso urbanistico, distinta secondo tre classi di idoneità (e relative, eventuali, sottoclassi).

Sulla base dei principi esposti più sopra, in funzione del grado di pericolosità, sono state distinte:

– porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88 (**classe I**);

– porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 11/03/88 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante (**classe II**);

– porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dall'urbanizzazione dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo, qualora inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente (**classe III**).

La classe III è, a sua volta, distinta in sottoclassi, a cui vengono applicati differenti vincoli a seconda del grado di pericolosità:

- **Classe IIIa**;
- **Classe IIIb2** (a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti);
- **Classe IIIb3** (dopo la realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile solo un modesto aumento del carico antropico, escludendo nuove unità abitative e completamenti);
- **Classe IIIb4** (anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun aumento del carico antropico).

Si precisa relativamente alla cartografia di sintesi che il quadro del dissesto riportato in carta non deve essere considerato esaustivo in relazione alle problematiche che riguardano settori di versante posti al di fuori del territorio comunale, ancorché in prossimità del confine amministrativo.

17. NORMATIVA GEOLOGICO-TECNICA

In ottemperanza a quanto prescritto dalla Circolare del P.G.R. n°7/LAP dell'08.05.1996, il territorio comunale oggetto di adeguamento al P.A.I., è stato suddiviso in tre classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica, a ciascuna delle quali corrisponde un'area specificamente vincolata.

Il presente capitolo indica la normativa geologico-tecnica alla quale deve essere assoggettato qualunque intervento urbanistico o edilizio, previsto nell'ambito del territorio comunale oggetto di Revisione Generale, in ragione dell'appartenenza ad una delle diverse classi di idoneità urbanistica.

Vengono, inoltre, fissate le norme che definiscono e regolano le fasce di rispetto dei corsi d'acqua e delle risorse idropotabili.

Art. 1 - Natura delle classi di idoneità geomorfologica all'utilizzazione urbanistica.

La Revisione Generale individua le porzioni di territorio, rappresentate in scala 1:10.000 / 1:5.000, in ciascuna delle quali, per caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche, è presente una omogenea pericolosità.

A ciascuna di tali zone corrisponde, ai sensi della Circolare P.G.R. n°7/LAP del 06/05/1996 una diversa classe di idoneità all'utilizzazione urbanistica, di cui gli articoli seguenti, nei quali sono det-

tate le norme inerenti le singole classi individuate. Le porzioni di territorio, del Comune, inedificate appartengono alla classe IIIa, mentre gli edifici isolati e le case sparse, con le relative pertinenze, sono ascritte alla classe IIIb e valgono le indicazioni di cui al punto 6.2 della NTE alla Circ. P.G.R. n. 7/LAP del dicembre 1999, fatta salva la necessità di procedere all'esecuzione di interventi di riassetto territoriale che giustifica l'attribuzione ad una sottoclasse IIIb.

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

Inoltre su tutto il territorio, del Comune, permane l'efficacia di tutte le norme vigenti, nazionali e regionali, di carattere geologico, geotecnico, idrogeologico e idraulico; in particolare devono sempre essere osservate:

- 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;
- 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";
- 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" e s.m.i. ;
- tutte le norme di carattere geologico, geotecnico e idrogeologico presenti nella L.R. n.56/77 e sue successive modificazioni e integrazioni e nella Circ. P.G.R. del 18/7/1989, n.16/URE;
- la normativa relativa alla regolamentazione dell'attività estrattiva, e in particolare la L.R. 22/11/78 n.69, s.m.i. e il R.D. 29/7/27 n.1443;
- le disposizioni previste dal T.U. sulle acque approvato con R.D. 25/7/1904 n.523;
- 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 in materia di beni culturali e ambientali contenute nel Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della Legge 6 luglio 2002, n. 137;
- le disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento disposte dal D.lgs. n. 152 del 11/05/1999 e s.m.i.;

-
- 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 258 del 18/08/2000 e s.m.i;
 - le disposizioni in materia di rifiuti contenute nel DLgs 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale";
 - le disposizioni relative allo sfruttamento delle acque superficiali e sotterranee ex R.D. 11 Dicembre 1933 n. 1775 in particolare per i pozzi la L.R. 30 aprile 1996, n. 22;
 - le disposizioni relative alla ricerca e coltivazione di acque minerali e termali ex L.R. 12 luglio 1994, n. 25.

Sulle sponde dei corsi d'acqua i limiti delle classi IIIa e IIIb corrispondono alle fasce di rispetto di cui alla L.R. n°56/77 Art.29, punti 1a eventualmente ridotte ai sensi del punto 4 dello stesso articolo.

Art. 2 - Indagini geologiche e geotecniche a corredo dei progetti di opere pubbliche e private

I progetti di opere pubbliche e private da realizzarsi sul territorio del Comune devono essere corredati già in fase istruttoria da indagini geotecniche e, ove necessario, 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.

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 prescrive anche uno studio geologico, deve essere redatta anche una «Relazione geologica», che farà parte integrante degli atti progettuali e sarà firmata da professionista abilitato.

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 punti A2 e B2 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 geologica e 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 siano specificate le fonti dalle quali si è pervenuti alla caratterizzazione geologica dell'area e fisico-meccanica del sottosuolo.

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. Inoltre si faccia riferimento al **D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni"** e relativa circolare esplicativa (Circolare del ministero delle Infrastrutture e Trasporti n.617 del 2.02.2009).

Con D.G.R. n. 61 - 11017 del 17/11/2003 la Giunta regionale ha recepito la classificazione sismica dei Comuni della Regione Piemonte come proposta dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/02/2003 "recante primi elementi in materia di criteri generali per classificazione sismica del territorio e di normative tecniche per costruzioni in zona sismica" ove risulta che **il Comune di Cannobio è classificato in Zona 4.**

Successivamente con D.G.R. 19 gennaio 20010, n. 11-13058 la Regione Piemonte ha aggiornato l'elenco delle zone sismiche di cui all'O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006 e risulta che **il Comune di Cannobio è classificato in Zona 4.**

In ogni caso, 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. Essa deve altresì 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 sopravvenute nel tempo, in aumento o diminuzione, di tale pericolosità o non individuate a scala dei singoli P.R.G., valutare le conseguenti situazioni di rischio connesse con l'opera in progetto e l'idoneità della stessa al superamento del rischio.

La relazione geotecnica deve comprendere ed 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 delle costruite opere ed il programma di eventuali ulteriori indagini, che si raccomandano per la successiva fase esecutiva. Sulla base dei risultati delle indagini la relazione geotecnica deve altresì

illustrare progettualmente, con le relative verifiche di fattibilità e stabilità, le prescrizioni per l'esecuzione e il collaudo, le opere di fondazione di sostegno, manufatti in materiali sciolti, gallerie e manufatti sotterranei, pendii naturali e fronti di scavo, opere su grandi aree, discariche e colmate, emungimenti da falde idriche, consolidamenti dei terreni, drenaggi e filtri, ancoraggi secondo i vari punti del D.M. 11 marzo 1988.

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 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, i contenuti dello studio geologico e geotecnico devono fare riferimento anche a quelli previsti dalla 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.

Nelle aree appartenenti alle Classi II e III, 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;

Inoltre in tali aree, 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, cioè del tipo ristrutturazione globale dell'edificio ma senza aumento di carico urbanistico (cioè senza ampliamenti volumetrici o modifiche planimetriche di sagoma), D, recinzioni ecc.

In ogni caso, in aree di qualsiasi classe, non possono essere considerate opere di modesto rilievo geotecnico: le fondazioni indirette e i consolidamenti fondali, i fronti di scavo e le opere di sostegno di altezza superiore ai 2 m, i manufatti in materiale sciolto, le gallerie e i manufatti sotterranei, le sistemazioni dei pendii in frana o dissestati, le discariche e le colmate, gli emungimenti di falde⁹⁵

idriche e i drenaggi, il consolidamento di terreni, gli ancoraggi in terreni e rocce, le opere su grandi aree ai sensi del punto H) del D.M. 11 Marzo 1988, comprendendo in esse anche le sistemazioni idrauliche dei corsi d'acqua.

Nelle aree appartenenti alla Classe I o comunque in relazione a eventuali particolari problematiche, il progettista valuterà l'opportunità di far redigere uno studio geologico anche per i tipi di opere per cui il D.M. 11 Marzo 1988 non prescrive obbligatoriamente tale studio.

Art. 3 – Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico

Nelle aree parzialmente o completamente edificate del territorio del Comune sulle quali il Piano Regolatore ha identificato un'elevata pericolosità geologica e un conseguente elevato rischio connesso, corrispondenti alle classi d'edificabilità IIIb devono essere previsti Progetti di Riassetto Idrogeologico mirati all'eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità geomorfologica.

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

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

Di massima i Progetti di Riassetto Idrogeologico sono promossi e realizzati dal Comune, tuttavia anche i privati possono proporre progetti di riassetto e contribuire alle relative spese, ma in ogni caso i Progetti dovranno essere recepiti e verificati dal Comune e approvati dal Consiglio Comunale previa richiesta preventiva di parere all'Autorità idraulica competente nel caso occorra intervenire su corsi d'acqua demaniali.

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 d'idoneità all'utilizzazione urbanistica prevista dalle cartografie di P.R.G..

Qualora l'esecuzione delle opere di Riassetto Idrogeologico consenta di rendere giustificabile la ridefinizione di un'area, occorrerà procedere mediante apposita Variante di P.R.G. relativa alla nuova classificazione di pericolosità geomorfologica e d'idoneità all'utilizzazione urbanistica ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP dell'8/5/96.

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.

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, l'Amministrazione comunale dovrà farsi carico di predisporre un adeguato Piano di Protezione Civile che dovrà essere verificato, ed eventualmente aggiornato, in funzione delle indicazioni fornite da una apposita relazione redatta da tecnico abilitato e concernente la situazione di pericolosità del territorio comunale, in funzione delle opere eseguite e del loro stato di manutenzione.

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP i Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico e il Piano di Protezione Civile, del Comune interessato dagli interventi, dovranno essere reciprocamente coerenti.

Art. 4 – Norme generali di carattere idrogeologico finalizzate alla fruibilità urbanistica

Su tutto il territorio del Comune:

- Il Comune dovrà richiedere preventivamente l'espressione dell'Autorità idraulica competente nel caso occorra intervenire sui corsi d'acqua demaniali;
- Il Comune è tenuto, ai sensi dell'art. 18 comma 7 delle norme di attuazione del PAI, ad informare delle previsioni dello strumento urbanistico sulle limitazioni di cui sono soggette le aree in dissesto e sugli interventi prescritti per la loro messa in sicurezza. Il Comune è inoltre tenuto ad inserire nel certificato di destinazione urbanistica anche i dati relativi alla classificazione del territorio in funzione del dissesto e a chiedere al soggetto attuatore la sottoscrizione di un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine a eventuali futuri danni a cose e persone comunque derivanti dal dissesto segnalato.
- spetta al Comune valutare la fruibilità urbanistica mediante il collaudo delle opere di riassetto territoriale, ossia stabilire, tra gli usi urbanistici ammessi per le diverse classi IIIb, quelli compatibili con lo stato dei luoghi mitigati dalle opere in parola,
- è sempre ammessa la demolizione di edifici e strutture;
- 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. Sarà necessario evitare possibili coinvolgimenti di nuovi manufatti

in fenomeni di inondazione o allagamento, è permesso qualora sia accertato che tale intervento non provochi innalzamenti anomali del livello idrico, nel corso di fenomeni di piena, tali da provocare maggiori danni nelle aree adiacenti. Ad esempio l'innalzamento non deve comportare la modifica del quadro del dissesto torrentizio esponendo aree in precedenza non interessate dall'attività idraulica;

- relativamente agli effetti della L.R. 29 aprile 2003 n. 9 gli interventi andranno accompagnati da relazione geologica e geotecnica estesa ad un intorno significativo;
- dovrà essere costantemente garantita la manutenzione di eventuali muretti a secco limitrofi agli insediamenti previsti, verificando il loro stato di conservazione e, se del caso, provvedendo al loro ripristino in stato di efficienza;
- nelle zone alla base di ripidi versanti dovrà essere mantenuta un'adeguata fascia di rispetto dal piede degli stessi, subordinando, inoltre gli interventi edilizi ad una specifica verifica delle possibili problematiche legate alla caduta massi;
- interventi prossimi a settori in dissesto classificati quiescenti nella carta geomorfologica dovranno essere preceduti da verifiche geologiche di dettaglio tese a definire con maggior precisione l'effettivo stato dei dissesti stessi;
- nel caso in cui siano presenti scarpate limitrofe a nuovi insediamenti in progetto, dovranno essere garantite adeguate fasce di rispetto dall'orlo delle stesse (indicativamente non inferiori all'altezza delle scarpate nel caso di terreni granulari);
- nel caso di aree con presenza di frange marginali in aree vincolate come inedificabili gli interventi andranno ovviamente realizzati all'esterno delle aree vincolate.

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

- salvo che per opere di attraversamento viabilistico non è consentita la copertura dei corsi d'acqua; ove possibile si provvede a riportare a cielo libero i tratti tombinati dei corsi d'acqua, e in ogni caso è vietata l'edificazione al di sopra dei tratti coperti, anche nel caso di pertinenze ed accessori;
- la nuova viabilità dovrà essere realizzata in modo tale da non creare, nel corso di fenomeni alluvionali, sbarramenti artificiali alle vie di deflusso delle acque di piena. Le opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua dovranno, di conseguenza, essere realizzate mediante ponti in maniera tale che la larghezza della sezione di deflusso non vada in modo alcuno a ridurre la larghezza dell'alveo a "rive piene" misurata a monte dell'opera: questo indipendentemente dalle verifiche di portata;
- 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 erose dalle acque ruscellanti, rese instabili per saturazione, scalzate al piede o aggirate dall'acqua.
- non sono ammesse difese spondali su una sola sponda o regimazione 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;

- per i tempi di ritorno da utilizzare nel calcolo della piena di progetto da utilizzare negli interventi di sistemazione idraulica, del torrente Cannobino e per i restanti corsi d'acqua minori, ci si dovrà attenere alle indicazioni della Regione Piemonte Servizio OO.PP.;
- non sono ammesse recinzioni o muri di cinta attraverso e lungo gli alvei e le fasce spondali dei corsi, 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;
- sulle fasce spondali dei corsi d'acqua non sono ammessi scarichi di rifiuti, ivi compresi i materiali inerti provenienti da demolizioni e scavi, gli scarti vegetali provenienti da attività agrarie e dalla manutenzione di parchi e giardini;
- con riferimento agli obblighi previsti dagli art. 915, 916, 917 del CC, relativi al mantenimento delle condizioni degli alvei e del regolare deflusso delle acque, tali obblighi sono estesi a tutte le zone di pertinenza dei corsi d'acqua;
- per quanto concerne la determinazione della distanza dei fabbricati e dei manufatti dai corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche, nonché da quelli appartenenti al pubblico demanio ancorché non iscritti negli elenchi, vale quanto indicato nell'art. 96 lett.f del T.U. approvato con R.D. 25/7/1904 n.523 e quindi:” *di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi*”;
- qualora risultassero differenze tra l'andamento dei corsi d'acqua demaniali, così come riportati sulle mappe catastali, rispetto all'attuale percorso planimetrico, resta inteso che le fasce di rispetto ai sensi del R.D. 523/1904 si applicano alla linea di drenaggio attiva (ciglio superiore di sponda), rimanendo di proprietà demaniale l'area abbandonata ai sensi e per gli effetti della L. 37/94 e dell'art. 32 comma 3, Titolo II delle N.d.A. del P.A.I.;
- per quanto riguarda le fasce di rispetto dei corsi d'acqua si fa riferimento al comma 1 punto a dell'art. 29 della L.R. 56/1977 e s.m.i. che testualmente recita: “metri 15 per fiumi, torrenti e canali nei territori compresi nelle Comunità Montane”; è ammessa la riduzione a dieci metri dalla linea di sponda ((filo interno della sommità dell'arginatura) con applicazione in via residuale dell'art. 29 comma 4 della L.R. 56/1977 per le tratte interne agli abitati a seguito della verifica della validità delle opere esistenti e/o alla realizzazione delle opere,
- eventuali modifiche alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua potranno essere condotte ai sensi e alle condizioni previste dalla Circ. P.R.G. n.14/LAP/PET dell'08/10/1998 e s.m.i.
- con riferimento ai precedenti punti, recinzioni e muri di contenimento longitudinali ai corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, (corsi d'acqua sia pubblici che privati) devono essere realizzati in modo tale da non peggiorare la stabilità delle sponde dei corsi d'acqua e da non al-

terare il deflusso delle acque con restringimenti delle sezioni di deflusso e delle aree di laminazione. Nelle fasce spondali non sono ammesse recinzioni, muri di contenimento e riporti che modifichino, restringendolo, il profilo naturale dell'impluvio;

- eventuali interventi edificatori posti a tergo di muri con funzione arginale, anche nel caso in cui l'ambito risulti ad una quota maggiore rispetto al settore direttamente interessato dalle dinamiche di piena del corso d'acqua, sono condizionati alla verifica dell'evoluzione morfologica della sponda rispetto a fenomeni di erosione non sufficientemente contrastati dall'opera longitudinale che possano portare alla regressione del ciglio superiore di scarpata.
- Nuovi edifici nelle aree soggette a dinamica torrentizia dovranno ottemperare a:
 - gli ingressi negli edifici (porte e passi carrai), non dovranno essere rivolti verso la direzione di possibile provenienza delle masse esondate;
 - gli impianti tecnologici dovranno essere dimensionati e protetti tenendo conto della possibilità di sommersione;
 - i muri esterni rivolti verso la direzione di possibile provenienza di masse esondate dovranno essere rinforzati tenendo conto delle forze d'impatto sviluppate da miscele solido-liquide di esondazione;
 - i parcheggi pubblici sono ammessi solo a cielo aperto senza opere in sopraelevazione o in sotterraneo e senza apportare modifiche al profilo spondale tali da compromettere il deflusso delle acque; le eventuali opere di recinzione dovranno essere amovibili e consentire il naturale deflusso delle acque;
 - indagine geologica di dettaglio per la valutazione della presenza di elementi morfologici significativi ed eventuale verifica idraulica qualora si voglia occupare la fascia posta tra 10 e 20 m dalla linea di sponda.

Lungo i versanti:

- non sono ammesse opere di raccolta e canalizzazione delle acque ruscellanti che producano concentrazioni delle stesse su terreni erodibili;
- non sono ammesse opere di dispersione nel sottosuolo di acque piovane o reflui (subirrigazioni e pozzi dreno-adsorbenti) senza uno studio che dimostri la compatibilità delle opere con la stabilità del versante;
- non sono ammessi scarichi di rifiuti, ivi compresi i materiali inerti provenienti da demolizioni e scavi e gli scarti vegetali provenienti da attività agrarie e dalla manutenzione di parchi e giardini;
- non sono ammessi scavi e riporti che peggiorino la stabilità naturale del pendio;
- 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 ove possibile alla loro sostituzione;
- non sono ammessi tagli vegetazionali generalizzati non autorizzati

Art. 5 – Classi di idoneità geomorfologica all'utilizzazione urbanistica previste nel territorio del Comune

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

RT: Ristrutturazione edilizia

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

DR: Demolizione con ricostruzione

DRA: Demolizione con ricostruzione senza aumento del carico antropico

DRB: Demolizione con ricostruzione con aumento del carico antropico

OP: Opere ai sensi dell'Art.56, 9 della L.R. 56/77 (esclusi i fabbricati accessori definiti come NCa)

MU: Manufatti di arredo urbano

SP: Strade private

PI: Piani interrati sotto il p.c.

IC: interventi di completamento

SE: sostituzione edilizia

INI: interventi di nuovo impianto

RU: ristrutturazione urbanistica

Si può ritenere che l'**aumento di carico antropico** venga determinato nel momento in cui gli interventi edilizi consentano l'insediamento di un numero di unità abitative (e quindi di nuclei familiari) superiore al preesistente.

Nella porzione di territorio del Comune analizzata dalla revisione sono previste le seguenti classi di idoneità geomorfologica all'utilizzazione urbanistica, ai sensi della Circ. P.R.G. n.7/LAP del 6/5/96:

- Classe I
- Classe II
- Classe IIIa
- Classe IIIb e sottoclassi

Art. 6 - Classe I

Ai sensi della Circ. P.G.R. 7/LAP, la Classe I riguarda «*Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11 Marzo 1988*».

Si tratta di:

- **aree localizzate su terrazzi morfologici** di origine glaciale o fluvio glaciale in cui non sono stati evidenziati particolari pericoli e non sono presenti condizioni geotecniche penalizzanti.

Nelle aree soggette a tale classe non si applicano norme particolari oltre a quelle previste dalla legislazione specifica sulle norme geotecniche e sul vincolo idrogeologico.

L'assenza di problematiche particolari non esime i soggetti attuatori degli interventi ad adeguare gli interventi stessi alle condizioni del suolo e alla stabilità dell'area e alla possibile presenza di falda freatica.

Per le aree appartenenti a questa classe, non sono stati messi in rilievo elementi di pericolosità geomorfologica od idrologica e non si prevedono limitazioni di carattere geoambientale per cui, nel rispetto ed in ottemperanza del D.M. 11 marzo 1988, sono ammessi tutti gli interventi di trasformazione urbanistica tipo **MO, MS, RC, REA, REB, DS, DR, AS, MD, Nca, IC, INI, RU**.

Art. 7 - Classe II

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP la Classe II 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 ispi-*

rate 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».

Si tratta di:

- **aree poste su versanti** caratterizzati sia da **acclività media** con modesta propensione al dissesto e possibile presenza locale di terreni a mediocri caratteristiche geotecniche, sia ad **acclività medio-elevata**, con substrato roccioso affiorante o subaffiorante, stabile in massa, ma con locali disarticolazioni superficiali. In tale classe le relazioni geologiche e geotecniche dovranno esaminare prioritariamente le condizioni di stabilità naturale del pendio e quelle determinate dall'intervento nelle condizioni più gravose, 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, di terreni geotecnicamente mediocri e di eventuali zone con substrato avente mediocri caratteristiche geomeccaniche. Inoltre dovranno essere individuate le opportune opere di difesa attiva e passiva necessarie ad annullare il pericolo;
- **aree poste alla base di versanti anche terrazzati**, in vicinanza di impluvi effimeri, dove a causa di piogge intense e prolungate si determinano difficoltà di drenaggio in concomitanza di piogge intense e prolungate; zone di ristagno in aree depresse.
- **aree in cui siano stati individuati modesti fattori di rischio connessi all'attività idraulica dei corsi d'acqua** (inondazioni a bassa energia dell'altezza di qualche decimetro; aree caratterizzate da difficoltà di drenaggio, a volte debolmente depresse, con possibili ristagni d'acqua, anche per scarsa permeabilità dei depositi superficiali, in cui i terreni di fondazione richiedono una verifica delle caratteristiche geotecniche con ricerca di soluzione idonea per le fondazioni. In tal caso dovrà essere individuata la quota più opportuna per il piano di imposta dei locali abitabili adottando le soluzioni tecniche atte ad impedire infiltrazioni; la realizzazione di piani interrati è, di norma, sconsigliata ed il primo piano fuori terra dovrà essere impostato ad un'altezza non inferiore a + 0.30÷0.50 m dal piano viario limitrofo al lotto in esame. In prossimità di corsi d'acqua e relativamente al lotto in esame, si dovranno individuare eventuali interventi (regimazione e/o arginatura e/o adeguamento degli attraversamenti), necessari a garantire lo smaltimento delle portate di massima piena, calcolate sulla base di precipitazioni critiche e con riferimento a tempi di ritorno di norma fissati in 200 anni, comprensive di eventuale carico solido. La pulizia e la manutenzione ordinaria della rete idrica superficiale, pubblica e privata, dovranno essere garantite soprattutto nei tratti di corsi d'acqua a monte delle aree interessate da nuovi interventi verificando le loro sezioni di deflusso, soprattutto per i tratti d'alveo tombinati,

ed adeguando quelle insufficienti.

I progetti relativi a nuove costruzioni, ristrutturazioni ed ampliamenti di edifici esistenti devono essere corredati da approfondite verifiche locali geologiche e geotecniche in ottemperanza al D.M. 11 marzo 1988 ed 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.

La "Relazione geologica" e la "Relazione geotecnica", dovranno pertanto approfondire le problematiche che caratterizzano ogni area e contenere un riferimento esplicito alla compatibilità dell'intervento con la situazione idrogeologica relativa all'area di prevista trasformazione e dell'intorno significativo circostante prescrivendo le eventuali opere di sistemazione idrogeologica da realizzarsi contestualmente all'opera edificatoria. In particolare nei settori di testata dei bacini idrogeologici deve essere garantita la raccolta ed il drenaggio delle acque meteoriche.

Lo studio geologico dovrà precisare l'origine e la natura dei terreni di copertura e lo schema della circolazione idrica sotterranea e superficiale, sia relativamente alle acque incanalate, anche in periodi di allagamento, sia quelle meteoriche eventualmente non smaltite nel sottosuolo.

Lo studio geologico nelle zone caratterizzate da un'elevata acclività o poste alla base di ripidi versanti, ad esempio nel settore compreso tra le località I Ronchi e Gerbia, dovrà valutare le condizioni di stabilità locale, mantenendo adeguata fascia di rispetto dal piede dei versanti potenzialmente soggetti a fenomeni di crollo e subordinando, inoltre gli interventi edilizi ad una specifica verifica delle possibili problematiche legate alla caduta massi.

Lo studio geotecnico dovrà definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dalle opere, l'entità, la distribuzione delle pressioni dell'acqua nel terreno e gli effetti dello scarso drenaggio e/o allagamento sulle opere esistenti e di progetto, nonché gli accorgimenti per il superamento delle relative problematiche.

La profondità e l'estensione delle indagini devono essere adeguate alle caratteristiche dei terreni e dell'opera in progetto

L'esecuzione di opere attinenti all'eventuale regimazione o utilizzo delle acque dovrà avere come assoluta priorità il miglioramento delle condizioni idrauliche e di sicurezza.

Lo studio geologico, per le zone pedemontane dovrà analizzare la possibilità che si verificano infiltrazioni sotterranee ed eventualmente proporre la realizzazione di adeguate opere di intercettazione e allontanamento di tali acque sia sul piano fondale che a tergo dei muri perimetrali e di sostegno, nonché interventi di impermeabilizzazione delle strutture murarie. Lo smaltimento

delle eventuali acque raccolte dovrà comunque avvenire evitando fenomeni di ristagno o lo smaltimento concentrato delle acque sui terreni sottostanti, con particolare attenzione per i depositi sciolti al fine di evitare fenomeni di erosione concentrata.

Sono ammessi i seguenti interventi di trasformazione urbanistica **MO, MS, RC, REA, REB, DS, DR**, in particolare i seguenti **AS, MD, Nca, IC, INI** restano condizionati al rispetto delle norme tecniche indicate in questo paragrafo e definite attraverso l'approfondimento puntuale dell'indagine geologica.

Art. 8 - Classe III

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP la Classe III 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 III è suddivisa nelle sottoclassi:

- IIIa e IIIb, a seconda della presenza o meno di edificazioni.

Art. 9 - Classe IIIa

Ai sensi della Circ. P.R.G. 7/LAP la Classe IIIa 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»*.

In questa classe sono presenti aree inedificate con le seguenti caratteristiche:

- le **fasce di pertinenza dei corsi d'acqua torrentizi**, e in particolare:
 - zone di alveo e fasce spondali soggette a dinamica attiva attuale o di possibile evoluzione;
 - fasce spondali acclivi in condizioni di incisione valliva, comprensive di franco sommitale;
 - fasce spondali con importanti effetti per la laminazione delle piene;
 - fasce spondali da destinarsi in previsione alla realizzazione di nuove opere idrauliche o all'adeguamento e alla manutenzione di quelle esistenti;
 - porzioni di conoidi alluvionali soggette a dinamica di energia elevata o molto elevata.
- le **fasce di territorio potenzialmente soggette a dinamica gravitativa** di tipo naturale e in particolare:
 - versanti in frana;
 - versanti boscati a pendenza elevata;

- versanti boscati in cui per l'elevata acclività e per la natura dei terreni, il bosco assolve fondamentale funzione di difesa del suolo e di protezione dal dissesto idrogeologico;

- fasce spondali lacustri ad elevata acclività.

• le **aree litorali di pertinenza del Lago Maggiore** allagabili a bassa o nulla energia per lento innalzamento del livello lacustre con elevati battenti d'acqua.

Per gli **edifici isolati** non evidenziati in cartografia ma accatastati o la cui pratica di accatastamento è ancora in corso, che sono inseriti in aree soggette a Classe 3a, si applicano le limitazioni previste alla Classe 3b.

Nelle aree soggette a classe 3a nel territorio non urbanizzato e rappresentato alla scala 1:5.000, possono essere localmente presenti aree a pericolosità naturale più ridotta, ma non evidenziate per la loro dimensione limitata, in relazione al dettaglio della base topografica.

Qualora, in zona di frangia del territorio urbanizzato, si rendesse necessario un utilizzo di tali aree per motivi strategici di prevalente interesse pubblico, occorrerà comunque procedere ad analisi di dettaglio alla scala di Piano 1:2.000, e a conseguenti varianti di P.R.G.C. con identificazione della nuova idoneità all'utilizzazione urbanistica.

Nelle aree comprese 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:

- ai sensi dell'art.31 della L.R. n.56/77, gli interventi di interesse pubblico non altrimenti localizzabili;
- le opere previste dai Piani Territoriali Regionale e Provinciale e quelle che abbiano conseguito la dichiarazione di pubblica utilità;
- 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 per l'erogazione di pubblici servizi. Si rimanda all'art. 31 della L.R. 56/1977 e alla relativa DGR n°28 del 19/04/1999 per tutto quanto attiene alle procedure di verifica della compatibilità del progetto nel contesto territoriale;
- le opere attinenti alla regimazione e all'utilizzo delle acque, compresi i pozzi, le captazioni sorgive, le derivazioni e gli attingimenti d'acqua purché adeguatamente eseguiti e concessi dagli Enti competenti;
- 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;
- le opere aventi carattere di pubblica utilità ai fini della protezione civile;
- l'eliminazione dei tratti coperti dei corsi d'acqua e l'ampliamento delle tombinate;
- gli attraversamenti dei rii minori e la viabilità per il necessario collegamento, non altrimenti loca-

-
- lizzabile, di zone residenziali o produttive previste dai piani urbanistici;
- accessi carrai e strade private di accesso ad aree ascritte alle altre classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica;
 - le strade e piste al servizio di attività agro-silvo-pastorali, regolamentate ai sensi delle normative vigenti;
 - i percorsi pedonali o ciclabili, quando non altrimenti localizzabili;
 - le attività estrattive autorizzate ai sensi delle normative vigenti;
 - le piantumazioni e le sistemazioni a verde, la manutenzione e lo sfruttamento forestale, secondo le disposizioni legislative vigenti, la conservazione allo stato di natura, il mantenimento delle limitate attività agricole in atto;
 - la recinzione dei terreni purché le opere non modificano la stabilità dei versanti e il regolare deflusso delle acque, anche in occasione di piene eccezionali;
 - le operazioni di manutenzione e riassetto ambientale costituite da taglio vegetazionale, da asportazione dei materiali detritici, dei residui vegetali, dei rifiuti dall'alveo, dai tratti tombinati e dalle opere di sedimentazione e grigliatura;
 - le operazioni di manutenzione e rifacimento delle murature a secco esistenti;
 - le operazioni di pulizia e disgaggio dei versanti, con eliminazione delle essenze vegetali che possono peggiorare la situazione di pericolosità esistente e dei materiali instabili o caduti alla base delle pareti;
 - sugli edifici rurali esistenti sono ammessi gli interventi di tipo MO, MS, RC1, RC2 (con esclusione della possibilità di cambio di destinazione d'uso);
 - le opere antincendio, gli interventi selvicolturali e il mantenimento delle colture agricole o le loro trasformazioni previa idonee indagini che definiscano la compatibilità idrogeologica nei riguardi delle trasformazioni previste;
 - parcheggi pubblici a raso;
 - preventivamente alla realizzazione di parcheggi sarà necessario effettuare adeguati studi, analisi e realizzare eventuali opere di mitigazione della pericolosità.

Per quanto attiene eventuali le attività agricole, in assenza di alternative praticabili, è possibile, qualora le condizioni di pericolosità dell'area lo consentano tecnicamente, **la realizzazione di nuove costruzioni che riguardino in senso stretto edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale.**

Si esclude in ogni caso la possibilità di realizzare tali nuovi edifici in ambiti di dissesti attivi, in settori interessati da processi distruttivi torrentizi o di conoide, in aree nelle quali si rilevino evidenze di dissesto incipiente.

La fattibilità di tali edifici dovrà essere verificata ed accertata da opportune indagini geologiche, i-

drogeologiche e, se necessario, geognostiche dirette di dettaglio, in ottemperanza a quanto previsto dalla circolare 16/URE e dal D.M. 11.03.88.

La progettazione dovrà prevedere accorgimenti tecnici specifici finalizzati alla riduzione ed alla mitigazione del rischio e dei fattori di pericolosità.

Per quanto attiene l'edificato sparso (comprensivo delle eventuali aree residuali) ascritto alla sottoclasse IIIa che ricade in settori non interessati da dissesti attivi o incipienti sono altresì ammissibili, 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: **interventi di manutenzione dell'esistente, ampliamento funzionale e ristrutturazione finalizzate al recupero agro-silvo-pastorale, agrituristico ed alla residenza temporanea, adeguamenti che consentano una più razionale fruizione degli edifici esistenti**, oltreché gli adeguamenti igienico funzionali e la realizzazione di pertinenze quali **ricovero attrezzi e magazzini**.

Si ricorda che le aree dovranno essere inserite nel Piano di Protezione Civile come indicato nella N.T.E. della C.P.G.R. 7/LAP.

Art. 10- Classe IIIb

Ai sensi della Circ. P.G.R. n. 7/LAP la classe IIIb riguarda: *«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 interventi di attenuazione o eliminazione della pericolosità o di controllo periodico dell'efficienza delle opere di difesa.

Sino all'esecuzione dei Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico nelle aree soggette a Classe IIIb sono ammessi gli interventi previsti nelle aree soggette a Classe IIIa.

Si può ipotizzare che gli interventi di riassetto possano essere realizzati anche da uno o più soggetti privati, purchè l'approvazione del progetto ed il collaudo delle opere siano di competenza dell'ente pubblico.

Su tali aree sono comunque ammessi ai sensi dell'Art.31 della L.R. n.56/77, gli interventi di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, 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.

Sulla base delle tipologie di pericolosità geologica e geomorfologica, sono state definite le seguenti sottoclassi di cui è normata la fruibilità urbanistica sia allo stato attuale sia a seguito della realizzazione di Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico secondo quanto previsto dalle presenti norme, sia, nel caso delle classi IIIb₂ e III b₃ a seguito verifiche e manutenzione periodica delle opere di difesa e sia, nel caso delle classi IIIb₅, nel rispetto di norme tecniche.

Si evidenzia che tutte le aree soggette a dissesti di varia natura inserite nelle sottoclassi IIIb devono essere considerate inedificabili sino alla realizzazione degli interventi di riassetto necessari all'eliminazione dei pericoli di natura geologica presenti, oppure, nel caso di interventi già realizzati, sino alla verifica della loro efficienza/efficacia. Non dovranno, di conseguenza, essere consentiti in detti ambiti aumenti del carico antropico in assenza degli interventi di sistemazione o di verifica degli stessi, se presenti.

Il P.R.G.C. individua, nell'ambito della classe IIIb diverse sottoclassi di cui agli articoli seguenti:

Classe IIIb₂

Si tratta di aree caratterizzate da **medio-elevato** grado di pericolosità geomorfologica e da rischio medio elevato in funzione dell'uso attuale del territorio (aree edificate o parzialmente edificate).

Tale classe interessa:

- le aree edificate comprese entro le fasce spondali e conoidi in zona medio distale dei corsi d'acqua torrentizi, soggette a possibile modesta dinamica idraulica di bassa energia, ma sufficientemente protette da opere di difesa;
- le aree interessate da dinamica gravitativa in quanto poste a margine di versanti caratterizzati da medio-elevata acclività con possibile distacco di porzioni rocciose o materiale detritico, spesso a contatto con zone boscate

Sono ammessi i seguenti interventi sugli insediamenti preesistenti:

- gli interventi ammessi per la classe III a;

-
- la formazione di aree di parcheggio a raso;
 - **gli interventi e le trasformazioni che non aumentino il carico antropico quali, a titolo di esempio: demolizione (D) – demolizione con ricostruzione di tipo A (DRA) – ristrutturazione edilizia di tipo A (REA) - ristrutturazione edilizia di tipo B (REB) – risanamento e restauro conservativo (RC) – manutenzione ordinaria (MO) – manutenzione straordinaria (MS) - ampliamento del 20% (valore percentuale massimo raggiungibile solo in abitazioni unifamigliari e bifamigliari) e la sopraelevazione (AS) – manufatti di arredo urbano (MU) – nuove costruzioni per servizi tecnologici di interesse pubblico (depuratori, parcheggi, ecc.) Ncu, -- nuove costruzioni di fabbricati accessori (Nca).**
 - impianti tecnici a servizio degli edifici esistenti, purché compatibili con le norme generali di carattere geologico di cui all'art. 4.

A seguito della realizzazione di Piani di Riassetto necessari all'eliminazione dei pericoli di natura geologica presenti, previsti nell'allegato Cronoprogramma (contenente i certificati previsti nella lettera degli Assessorati all'Ambiente e all'Urbanistica della Regione Piemonte prot. 1208/LAP del 29/11/2000) per la realizzazione delle opere, qualora assenti, e di costante controllo e manutenzione delle opere realizzate e di quelle esistenti, potranno essere effettuati interventi di cambio di destinazione d'uso (**MD**), di ampliamento e completamento (**IC**).

Tali interventi restano quindi subordinati a:

- verifica delle condizioni di adeguatezza delle opere di difesa e di attenuazione del pericolo esistenti e, in caso di esito positivo, al loro mantenimento; la verifica delle condizioni di idoneità ed efficienza/efficacia di tali strutture potrà essere effettuata dall'Ufficio Tecnico del Comune oppure da professionista esterno abilitato in materia;
- esecuzione di piani di riassetto di carattere locale per l'adeguamento di opere di difesa esistenti (ma non efficaci), o mirati all'introduzione dei più opportuni interventi di mitigazione volti a risolvere le situazioni di dissesto in atto o potenziali;
- rispetto di norme tecniche da definire per ogni singolo intervento previsto dal Piano.

Tali piani di riassetto potranno essere legati ad iniziativa pubblica o privata, anche attraverso la costituzione di consorzi tra soggetti. La progettazione degli interventi di riassetto territoriale dovrà essere preceduta da uno studio geologico di dettaglio mirato ad individuare le cause di dissesto ed a proporre i più opportuni interventi di mitigazione; tale approfondimento di indagine dovrà essere esteso ad un ambito territoriale significativo in relazione al processo geomorfico dominante e permetterà, inoltre, di definire le tipologie costruttive più opportune per gli interventi di nuova realizzazione.

Successivamente verrà effettuata verifica periodica dello stato di efficienza delle opere in occasione di ogni evento alluvionale che interessi il corso d'acqua, 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 periodiche in occasione di ogni richiesta di nuova edificazione, ampliamento o completamento.

La “Relazione geologica” e la “Relazione geotecnica”, dovranno pertanto assolvere a tutte le prescrizioni di cui agli art.2-4 delle presenti norme, con particolare riferimento ai programmi di controllo e manutenzione delle opere di difesa esistenti, inoltre, dovranno contenere un riferimento esplicito alla compatibilità dell'intervento con la situazione idrogeologica relativa all'area di prevista trasformazione e dell'intorno significativo circostante e che prescrive le eventuali opere di sistemazione idrogeologica da realizzarsi contestualmente all'opera edificatoria.

Si ricorda che le aree dovranno essere inserite nel Piano di Protezione Civile come indicato nella N.T.E. della C.P.G.R. 7/LAP.

Classe IIIb₃

Si tratta di aree caratterizzate da **medio-elevato** grado di pericolosità geomorfologica e da rischio medio-elevato in funzione dell'uso del territorio (aree edificate e parzialmente edificate).

Tale classe interessa:

- aree edificate comprese entro le fasce spondali dei corsi d'acqua torrentizi ed entro le zone apicali di conoide alluvionale, soggette ad alluvionabilità con dinamica idraulica ad energia medio-elevata, senza opere di difesa o con opere di difesa inadeguate.
- aree potenzialmente instabili situate al margine o direttamente su scarpate rocciose o detritiche; aree, spesso a contatto con zone boscate, potenzialmente interessate da dinamica gravitativa con possibile distacco di porzioni rocciose o materiale detritico anche in conseguenza di cattiva conservazione di muri a secco.

In tali aree il Piano Regolatore prevede interventi di protezione a difesa dell'edificato attraverso di interventi globali (o, eventualmente, locali) di riassetto territoriale, previsti nel Cronoprogramma la cui incidenza e le cui proporzioni possono esulare dalle potenzialità e competenze del singolo intervento; pertanto, l'esecuzione delle necessarie opere di salvaguardia delle aree edificate soggette a rischio, potrà essere di iniziativa pubblica o privata, eventualmente anche attraverso la costituzione di consorzi tra soggetti.

L'Amministrazione Comunale deve assumersi l'impegno e la responsabilità di sorvegliare sulla funzionalità delle opere di sistemazione eventualmente già esistenti e/o di quelle di nuova realizzazione, stendendo periodici rapporti tecnici che ne certifichino lo stato di conservazione; deve, altresì, programmare gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere di difesa e degli alvei dei corsi d'acqua.

La progettazione degli interventi di riassetto territoriale dovrà essere preceduta da uno studio geologico di dettaglio mirato ad individuare le cause di dissesto ed a proporre i più opportuni interventi di mitigazione; tale approfondimento dovrà essere esteso ad un ambito territoriale significativo in

relazione al processo geomorfico dominante..

Sino all'esecuzione degli stessi, nelle aree soggette a Classe IIIb₃ sono comunque sempre ammessi i seguenti interventi:

- quelli previsti per la classe IIIa;

Per gli insediamenti preesistenti:

- **gli interventi e le trasformazioni che non aumentino il carico antropico quali, a titolo di esempio: demolizione (D) – demolizione con ricostruzione di tipo A (DRA) – ristrutturazione edilizia di tipo A (REA) – risanamento e restauro conservativo (RC) – manutenzione ordinaria (MO) – manutenzione straordinaria (MS) – manufatti di arredo urbano (MU) – nuove costruzioni per servizi tecnologici di interesse pubblico (depuratori, parcheggi, ecc.) NCu.-- nuove costruzioni di fabbricati accessori (Nca)**
- impianti tecnici a servizio degli edifici esistenti, purché compatibili con le norme generali di carattere geologico di cui al punto della classe IIIa

A seguito della realizzazione di interventi globali (o, eventualmente, locali) di riassetto territoriale che eliminino o minimizzino la pericolosità esistente, sarà possibile solo un **modesto aumento del carico antropico**, escludendo nuove unità abitative e completamenti quindi saranno ammessi interventi del tipo **REB, DRA, DRB, AS, MDB, PI, NCr, NCp, NCa** e con le modalità e le ulteriori limitazioni eventualmente prescritte dai Progetti specifici; la fruibilità urbanistica 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); essa è inoltre condizionata alle verifiche periodiche dello stato di efficienza delle opere di difesa, da eseguirsi in occasione di ogni variante strutturale del P.R.G. che interessi le aree di classe IIIb, dopo ogni evento dissestivo e comunque ogni 10 anni

La "Relazione geologica" e la "Relazione geotecnica", dovranno pertanto assolvere a tutte le prescrizioni di cui agli art.2-4 delle presenti norme, con particolare riferimento ai programmi di controllo e manutenzione delle opere di difesa esistenti, inoltre, dovranno contenere un riferimento esplicito alla compatibilità dell'intervento con la situazione idrogeologica relativa all'area di prevista trasformazione e dell'intorno significativo circostante e che prescrive le eventuali opere di sistemazione idrogeologica da realizzarsi contestualmente all'opera edificatoria.

Si ricorda che le aree dovranno essere inserite nel Piano di Protezione Civile come indicato nella N.T.E. della C.P.G.R. 7/LAP.

Classe IIIb₄

Si tratta di aree quali: settori apicali delle conoidi, porzioni limitrofe agli alvei attivi, fasce di pertinenza dei corsi d'acqua soggette ad alluvionabilità con dinamica idraulica ad energia molto elevata

o elevata; aree ai piedi di versanti soggetti a fenomeni di dinamica gravitativa ad elevata energia per crollo in roccia o scivolamenti superficiali in depositi.

Tali aree sono caratterizzate da elevato grado di pericolosità geomorfologica e da rischio elevato in funzione dell'uso attuale del territorio (aree edificate); anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione (previste dal **Cronoprogramma**), indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun aumento del carico antropico, fatta salva la ristrutturazione di tipo A.

Per tali aree anche a seguito della realizzazione delle opere di sistemazione, indispensabili per la difesa dell'esistente, **non sarà possibile alcun incremento del carico antropico**.

Sono ammessi:

- gli interventi ammessi nella classe III a;

per gli insediamenti preesistenti:

- **gli interventi e le trasformazioni che non aumentino il carico antropico quali, a titolo di esempio: demolizione (D) – risanamento e restauro conservativo (RC) – manutenzione ordinaria (MO) – manutenzione straordinaria (MS) – manufatti di arredo urbano (MU) – nuove costruzioni per servizi tecnologici di interesse pubblico (depuratori, parcheggi, ecc.) NCu**
- impianti tecnici a servizio degli edifici esistenti, purché compatibili con le norme generali di carattere geologico di cui al punto della classe IIIa;

Dopo l'esecuzione dei Progetti di Riassetto Idrogeologico, potranno essere ammessi gli interventi che non determinino alcun aumento del carico antropico. Si intendono quindi possibili, gli interventi: la demolizione con ricostruzione che non comporti aumento delle unità immobiliari (DRA), ristrutturazione edilizia di tipo A (REA) oltre che gli adeguamenti che consentano una più razionale fruizione degli edifici esistenti, oltreché gli adeguamenti igienico funzionali.

Si ricordano le modalità e le ulteriori limitazioni eventualmente prescritte dai Progetti specifici; la fruibilità urbanistica 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); essa è inoltre condizionata alle verifiche periodiche dello stato di efficienza delle opere di difesa, da eseguirsi in occasione di ogni variante strutturale del P.R.G. che interessi le aree di classe IIIb, dopo ogni evento dissestivo e comunque ogni 10 anni.

Non sono consentiti, sia allo stato attuale che dopo la realizzazione delle opere di riassetto territoriale, interventi di nuova costruzione e la modifica della destinazione d'uso quando questa determini un aumento del carico antropico.

E' ammessa la permanenza delle strutture a campeggio esistenti, anche con razionalizzazioni ed

adeguamenti alla normative specifiche del settore, previa stesura di un Piano di Protezione Civile comunale, che definisca le tipologie e i livelli di rischio all'interno dell'area, nonché le opere da realizzarsi per l'eliminazione o la minimizzazione del rischio stesso relativamente a ciascun impianto.

Si ricorda che le aree dovranno essere inserite nel Piano di Protezione Civile come indicato nella N.T.E. della C.P.G.R. 7/LAP.

Classe IIIb₅

Si tratta di aree edificate o parzialmente edificate localizzate nei lungolaghi storici e all'interno della perimetrazione delle aree urbanizzate, allagabili a seguito di tracimazioni del Lago Maggiore con T < 100 anni caratterizzate da innalzamento lento e energia dipendente esclusivamente dal moto ondoso anche con presenza di strutture a campeggio, situate a valle della S.S. 34, interessate da falda freatica a bassa profondità e, a volte, da terreni con mediocri caratteristiche; all'interno di tali aree sono presenti inoltre zone a quota inferiore a 198,00 m s.l.m.

In tali aree non sono prevedibili, nell'ambito dell'attuazione del P.R.G.C., interventi di riassetto idrogeologico atti a diminuire la pericolosità dovuta alle sommersioni lacustri.

Sono ammessi nuovi piani residenziali e produttivi, costruzioni accessorie e strutture tecniche al di sopra della quota 198,50 m s.l.m.; sono possibili deroghe solo per particolari motivazioni documentate, in relazione a problematiche storico-architettoniche o funzionali. Sono ammesse quote inferiori a quelle di sicurezza per le strutture legate all'utilizzo del litorale, alla navigazione ed alle altre attività di diporto.

I progetti devono esplicitare le condizioni di rischio connesse con la possibilità di allagamento con tempi di ritorno superiori e gli accorgimenti tecnici atti al loro superamento, con **presa d'atto** da parte dei titolari delle pratiche edilizie dell'entità del rischio, con riferimento agli studi idrologici e idrogeologici 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 sicurezza dovrà essere progettata e costruita con criteri che consentano la sommersione periodica senza particolari danni e con caratteristiche di resistenza al moto ondoso.

Le misure delle quote di progetto vanno presentate mediante rilievo altimetrico di precisione appoggiato su quote geodetiche sicure.

In ogni caso le eventuali riquotature del p.c. per il raggiungimento delle quote di sicurezza dovranno essere giustificate da uno studio specifico che motivi le necessità dell'innalzamento, le caratteristiche dello stesso in termini di quote, di materiali utilizzati, di effetti geotecnici sui terreni naturali, nonché la mancanza di effetti negativi sulle aree limitrofe dal punto di vista del deflusso delle acque e del drenaggio.

E' ammesso il trasferimento di volume esistente (volume fabbricativo) dal piano di calpestio, soggetto ad esondazione del livello lacustre, ad un piano sopraelevato. Tale piano di calpestio a seguito dell'intervento attuato di trasferimento di volume, deve obbligatoriamente essere privo di ogni

requisito di agibilità.

Laddove le caratteristiche architettonico-edilizie lo consentano il piano esondabile deve essere riconfigurato a porticato o piloti.

Si ricorda che le aree dovranno essere inserite nel Piano di Protezione Civile come indicato nella N.T.E. della C.P.G.R. 7/LAP.

Art. 11- Fasce di rispetto dei corsi d'acqua

Per quanto riguarda la definizione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua (R.D. 523/1904, art. 96; L.R. n°56/77 e s.m.i. art. 29), sono stati fissati i seguenti valori, a partire dal limite del demanio o dalla linea di sponda dell'alveo attivo:

a) metri 15 (L.R. n°56/77, art. 29, comma 1, punto a) per i seguenti corsi d'acqua (o tratti di corsi d'acqua):

- torrente Cannobino,
- rio Valmara;
- rio delle Ganne,
- rio Durala;
- rio Cavaglio;
- rio Gerla;
- rii zona Cuserina;
- rii presso Campeggio Valle Romantica

b) metri 10 (R.D. 523/1904, art. 96; L.R. n°56/77, art. 29, comma 2), per tutti i restanti corsi d'acqua, per i quali la riduzione rispetto al minimo imposto dalla legge per i corsi d'acqua nei territori di Comunità Montane (15 m) è giustificata da assenza di eventi storici documentati, dalle ridotte dimensioni dei rispettivi bacini orografici e dai caratteri geomorfologici.

Nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, secondo quanto disposto dall'art.29 L.R. 56/77, è vietata ogni nuova edificazione e le relative opere di urbanizzazione; sono consentite solo opere infrastrutturali (quali strade, piste, parcheggi, aree attrezzate, ecc.) la cui localizzazione non dovrà in alcun modo restringere e/o alterare le sezioni di deflusso dei corsi d'acqua.

Si sottolinea, comunque, che tutte le discipline locali sono tenute al rispetto delle norme del R.D. 523/1904, che, in particolare, stabilisce il divieto di edificazione a meno di 10 metri dalla sponda di tutti i corsi d'acqua iscritti al registro delle acque pubbliche, nonché a quelli appartenenti al demanio, ancorché non iscritti ai precedenti elenchi.

Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, sono riportate graficamente nella "*Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*."

In ogni caso, per quanto riguarda i tratti tombinati, ricadenti all'interno della perimetrazione dei centri abitati, viene comunque imposta una fascia di rispetto pari a quella del corso d'acqua a cielo

aperto corrispondente, da intendere come invito al ripristino delle condizioni a cielo aperto per tutti i corsi d'acqua, laddove è possibile; entro tale fascia vige il divieto di qualunque edificazione (compresi bassi fabbricati accessori come autorimesse, tettoie, box a servizio degli edifici esistenti).

Si ribadisce che l'opera di costrizione di un corso d'acqua entro una canalizzazione a sezione chiusa (intubamento) è di norma vietata, sempre nel rispetto dell'art. 41 del D.Lgs n°152/1999.

È necessario comunque che l'Amministrazione Comunale provveda a periodiche operazioni di pulizia e manutenzione al fine di evitare ostruzioni con conseguente possibile allagamento dei locali scantinati degli edifici limitrofi; inoltre, in caso di nuove edificazioni nelle immediate vicinanze della tombinatura, si sconsiglia la realizzazione di locali interrati o seminterrati, provvedendo eventualmente all'impermeabilizzazione di quelli già esistenti in caso di ristrutturazione. In ogni caso si ricorda che l'uso delle aree limitrofe ai corsi d'acqua tombinati è comunque dettato dalla fascia di rispetto legale (rif. Art. 29 della L.R. n°56/1977, art. 96 lett. F del RD n°523/1904) e dalla classe di pericolosità.

Art. 12 - Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano

Riferimenti normativi

- **D.P.R. 28/9/88 n.236** "Attuazione della direttiva CEE n.80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della L.16 aprile 1987, n.183"
- **D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.** "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente, il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole"
- **D.Lgs. 18 agosto 2000 n. 258** "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128"

Ai sensi dei commi 4 – 5 – 6 – 7 dell'art. 5 del D.Lgs. 18 agosto 2000 n. 258 "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128"

A) Zona di tutela assoluta: tale area, come previsto dal comma 4 dell'art.5 del D.L.gs. n.258/2000, è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; deve avere un'estensione in caso di acque sotterranee e, ove possibile per le acque superficiali, di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di presa ed a infrastrutture di servizio.

Laddove all'interno della zona di tutela assoluta, sono presenti aree edificate negli edifici, sono possibili tutti gli interventi che non producono aumento del carico inquinante.

B) Zona di rispetto: come previsto dai commi 4 – 5 – 6 dell'art.5 del D.L.gs n.258/2000, la zona di rispetto ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione; è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possano essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione e alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k) pozzi perdenti;
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività sopracitate, preesistenti, ove possibile e comunque a eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento: in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

Art. 13– Fascia di rispetto dei depuratori

1. La fascia di rispetto dei depuratori costituisce l'ambito di applicazione dell'Allegato IV – punto 1.2 – della Delibera del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento del 04.02.1977.

-
2. In tale ambito, pari ad una larghezza di 100 m dai limiti dell'area di pertinenza dell'impianto esistente o previsto, **sono vietati** tutti gli interventi che determinino l'aumento di carico antropico. E' ammessa la costruzione di impianti tecnici, di infrastrutture, di manufatti diversi dagli edifici.
 3. Gli edifici preesistenti potranno essere oggetto, nel rispetto delle prescrizioni di zona, di interventi di recupero, nonché di demolizione, con eventuale ricostruzione traslata al di fuori dell'ambito di rispetto.

Art. 14– Fascia di rispetto dal Lago Maggiore

Lungo lago vale la fascia di rispetto di 200 m dettata dall'art. 29 L.R.56/77 comma 1, lettera d) riducibile del 50% sulla scorta degli approfondimenti a livello di PRG.

La fascia di rispetto lacuale presente sul Piano Regolatore Vigente ex art.29 L.R. 56/77 comma 4 non deve essere applicata sull'edificato/urbanizzato esistente in quanto:

- l'innalzamento del livello lacustre avviene molto lentamente e l'effetto sulle costruzioni può essere definito un *dissesto-non dissesto* qualora esse sia costruite al disopra della quota storica di allagamento. Se poste al disotto di tale quota sono soggette comunque ad eventi naturali caratterizzati da bassa pericolosità;
- non è questo il caso di opere di protezione dell'abitato esistente (ex. art.29 L.R. 56/77 comma 4) in quanto interventi di questo tipo non hanno efficacia qualora realizzati sia al disopra che al disotto della quota storica di allagamento

Valgono di fatto le norme della classe di pericolosità geomorfologica IIIb₅

Si rimanda al paragrafo relativo alle **piene storiche del lago Maggiore**

