

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI TORINO

COMUNE DI RONCO CANAVESE

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE PROGETTO PRELIMINARE

Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica
delle previsioni di P.R.G. Vigente con le condizioni di
dissesto, ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del
Piano di Assetto Idrogeologico
Studio geologico a supporto del nuovo P.R.G.C.

DELIBERA DI ADOZIONE DEL C.C. N°

in data

DELIBERA DI APPROVAZIONE DELLA G.R. N°

in data

ELABORATO

G

RELAZIONE GEOLOGICA

TECNICO INCARICATO:

**DOTT. GEOLOGO
PIERCARLO BOCCA**

IL SINDACO

IL SEGRETARIO

Via Circonvallazione 2 - Sostegno (BI)
c/o SIGEA s.r.l. - C.so Regina Margherita
1bis - Torino

MAGGIO 2007

1. PREMESSA

Con delibera n. 53/2002 dell'Amministrazione Comunale di Ronco Canavese, lo scrivente ha avuto l'incarico di espletare la verifica di compatibilità idrogeologica ed idraulica degli strumenti urbanistici ai fini del Piano di Assetto Idrogeologico del Comune di RONCO Canavese, come previsto all'art. 19 "Indirizzi di pianificazione urbanistica" nella Delibera di adozione del PAI n.18/2001 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po approvata con D.P.C.M. del 24 maggio 2001. La sottoestesa relazione aggiorna ed integra la precedente relazione geologica redatta a supporto del Progetto Preliminare e Definitivo di P.R.G.C. il cui iter amministrativo non si è concluso nei termini previsti dalla normativa urbanistica regionale.

Sono state infatti apportate le integrazioni alla cartografia geomorfologica ed alla Carta di Sintesi richieste al tavolo tecnico del Gruppo Interdisciplinare di lavoro del 17 maggio 2006 – Direzione Opere Pubbliche – Settore Decentrato di Torino (Prot- 39589/25.3) e delle indicazioni di carattere geomorfologico e di applicazione delle classi di pericolosità geomorfologica evidenziate dal Funzionario dell'ARPA. In aggiunta vengono forniti ulteriori dati atti a meglio definire il quadro del dissesto idrogeologico, ricavati da specifici modelli di calcolo idrologico-idraulico, con analisi sui conoidi dei rii Fatinaire, Alpette e Nivolastro interferenti con il settore urbanizzato di Ronco e della suscettibilità al franamento che nel complesso, tenuto conto anche delle proposte di classificazioni delle classi di pericolosità geomorfologica connesse ai precedenti studi geologici di supporto al P.R.G.C. (Dott. Marco Innocenti: Relazione geologica generale, geomorfologica ed idrogeologica. Settembre 1997, aggiornamento dicembre 1999), hanno consentito una ragionevole revisione della perimetrazione delle Classi di pericolosità geomorfologica, così come riportate nella Carta di Sintesi redatta nell'agosto 2003 e nei successivi aggiornamenti (novembre 2005) a supporto del progetto preliminare e definitivo di P.R.G.C.

Le linee guida seguite nella definizione del quadro dei dissesti idrogeologici presenti su tutto il territorio comunale e della pericolosità da essi derivante, ottemperano a quanto disposto dalla

Deliberazione Giunta Regionale n. 45-6656 del 15 luglio 2002 e seguito lo standard di lavoro indicato dalla Circolare Regionale n. 7/LAP del maggio 1996, dalla Nota Tecnica Esplicativa del dicembre 1999 e dalla Circolare n. 14/LAP/PET/ dell'ottobre 1998 attinente il reticolo idrografico principale e secondario. Nel suo complesso l'indagine espletata ha raccolto ed organizzato, secondo le sopracitate linee guida, il materiale di natura geologica esistente per il territorio comunale, verificato e confrontato con ispezioni e sopralluoghi i caratteri attuali della dinamica di versante e dei corsi d'acqua.

L'iter di verifica di compatibilità idrogeologica si è svolta secondo le seguenti linee operative:

- a) acquisizione degli elaborati geologici di interesse del territorio comunale finalizzati alla previsione di P.R.G.C. (Indagine Dott. Innocenti Marco)
- b) acquisizione dei dati storici segnalati dall'Archivio Banca Dati Geologica Regionale CSI. Processi causa effetti;
- c) acquisizione dei dati storici di dissesto idrogeologico presso archivio Amministrazione Comunale; si riferisce in particolare alla documentazione geologica del P.R.G.C. del settembre 1997 con aggiornamento dicembre 1999 a firma del Dott. Marco Innocenti.
- d) acquisizione dati geologici, morfologici ed idrogeologici presso Amministrazione Provinciale;
- e) acquisizione dati geologici-geotecnici presso archivio comunale di Ronco e presso la Comunità Montana Valli Orco e Soana;
- f) Modellizzazione dei processi di dissesto sui rii Fatinaire, Alpette e Nivolastro
- g) Modellizzazione della suscettibilità al franamento del territorio urbanizzato di Ronco
- h) utilizzo cartografico:
Regione Piemonte. Carta Tecnica Regionale alla scala 1.10000
Provincia di Torino. Carta tecnica Provinciale alla scala 1:5000
I.G.M. Tavole alla scala 1:25.000
Carta degli Stati Sardi di Terraferma 1850
- i) Fotografie aeree – esame fotografie aeree volo Alluvione 2000

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- L.R. 56/1977 “Tutela d Uso del suolo” art.14 punti 2.1 e 2b.
- Circolare del P.G.R. 6/5/ 1996 n. 7/LAP alla L.R. 56 del 5.12.1977 e s.m.i. “Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici; Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare P.G.R. 8/5/1996 n° 7/LAP, dicembre 1999.

- Circolare del P.G.R. 8/10/1998 n° 14 LAP/PET “Determinazioni delle distanze di fabbricati e manufatti dai corsi d’acqua, ai sensi dell’art. 96, lett.f) del T.U delle acque approvato con R.D. 25/7/1904, n. 523.
- Deliberazione Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45-6656

3. PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (art. 17, comma 6 ter e art. 18, comma 10, della legge 18 maggio 1989, n. 183)

Cartografia PAI – Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto. Scala 1.25.000 – Foglio 114 – Sez. III -

L’allegato. 4 al PAI " Delimitazione delle aree in dissesto – Cartografia in scala 1:25.000" individua sul territorio di Ronco la seguente situazione:

- a) processi legati alla dinamica di versante - valanghe
- b) processi legati alla dinamica di versante – frane
- c) processi legati alla dinamica dei rii minori

4. NUOVI DATI

4.1 IFFI - Inventario Fenomeni Franosi In Italia

Dal luglio 2003, risulta disponibile, per il territorio di Ronco Canavese e più in generale per il territorio della Comunità Montana Valle Orco e Soana, il Data Set del Progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia) promosso dal Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo (ex legge 183/89) la cui documentazione è accessibile in rete ai soli Enti Pubblici mediante il sito RUPARPIEMONTE.IT.

4.2. Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide

Sui conoidi dei rii Fatinaire, Alpette e Nivolastro sono state condotte modellizzazione numeriche atte a stimare la pericolosità idraulica potenziale derivante dall’innescio di processi di trasporto di massa lungo le incisioni dei rii e sull’apparato di conoide. La modellizzazione numerica è stata condotta mediante l’utilizzo del programma di calcolo FLO-2D-2003, modello bidimensionale che partendo da un idrogramma di piena, da un modello digitale del terreno di assoluta precisione, dalle caratteristiche sedimentologiche e granulometriche dei terreni

mobilitabili, ed utilizzando un approccio dinamico è in grado di ricostruire l'area di inondazione, la velocità e lo spessore dei flussi. Lo specifico elaborato illustrante la metodologia ed i risultati ottenuti è riportato in appendice mentre gli elaborati grafici sono inseriti in sequenza alla Carta geomorfologica e dei dissesti (Elaborato G2) costituendo tematismi ad essa connessa.

4.3. Valutazione della suscettibilità all'innescò di frane superficiali di saturazione lungo i versanti. Settore di Ronco Concentrico

Per l'analisi di stabilità relativa alle frane di fluidificazione della coltre di copertura sull'area del concentrico, è stato utilizzato il modello SHALSTAB in grado di valutare e quantificare l'effetto dell'assetto topografico di una data area sulla possibilità di innescò di un franamento corticale o di fluidificazione. Il calcolo numerico si basa sulla combinazione di un modello di stabilità (criterio Mohr-Coulomb) con un modello idrologico. I risultati ottenuti non rappresentano una carta di pericolosità ma definiscono le condizioni di predisposizione di movimenti gravitativi che coinvolgono lo strato eluvio-colluviale di copertura del substrato roccioso. La rappresentazione grafica evidenzia come, in destra idrografica del torrente Soana, nel settore del concentrico comunale, la fascia di transizione tra fondovalle alluvionale e versante montano sia generalmente stabile, ad eccezione di ristretti ed allungati settori che si sviluppano parallelamente al fondovalle. A quote superiori, in destra del rio Alpette è individuato un ampio settore che si estende verso la località il Cristo; in sinistra idrografica del rio Alpette, si individua un ampio settore esteso sino al rio Nivolaastro verosimilmente corrispondente alle aree poco acclivi impostate su lembi di antichi terrazzi morfologici (area dei Piani). In sinistra idrografica del torrente Soana i versanti sono completamente suscettibili al franamento.

5. RICERCA STORICA. EVENTI STORICI CONOSCIUTI IN COMUNE DI RONCO

L'importanza della ricerca storica riveste un valore fondamentale come primo dato di valutazione del quadro dei dissesti di un territorio, in particolare di ambito alpino. Con riferimento ai punti 4.1 e 4.2 della Circolare Regionale 7/LAP del 1999, è stata condotta una ricerca storica con riferimento alla descrizione di fenomeni parossistici che hanno coinvolto l'abitato di Ronco Canavese. I dati sottoesposti derivano da raccolte e censimenti eseguiti presso gli archivi storici da gruppi di lavoro in ambito di attività finalizzata alla valutazione dei rischi idrogeologici ed elencati a fine capitolo.

Di seguito sono riportati, in ordine cronologico, gli eventi calamitosi manifestatisi sul territorio di Ronco Canavese

1653 – Il Bertolotti (1873) scrive che "ingrossatisi per dirotte piogge tutti i rivi che affluiscono nella Soana, questa si alzò in modo da allagare vari abitati"; nel fondovalle, oltre 110 ettari sono inghiaati, sono distrutte strade e ponti" (*in Tropeano et al.*, 1999).

1654 - *Atti di Visita delle Corusioni de Luoghi di Ronco, Valprato, Ingria, e Campiglia nella Valsoana (1725, 31 ott.-20 nov.)*. "... nel luogo di Ronco... Transfertisi nel Cantone detto Arcando... in lungo [del ritano Arcando] alcune profondità, e concavità causate da d. ritano in occas. dell'inond.ne seguita... nel **1654** et altri anni susseguenti, et in gran quantità di pietre... havendo pur atterrate diverse Case, et parte delle rimanenti sono pure, come occularmente si vede, in pericolo d'esser diroccate, et esportate... le sponde de rippagij... vanno di tanto in tanto mancando con rotulamento delle pietre in ess'esistenti..... nella regione detta del Bosco... diversi siti pieni di mucchij di pietre le une sopra le altre state trasportate... nell'anno 1654... si vedono alcuni brachij de Rivi, e particolarmente uno del Ritano detto Fachinario, dal quale sono pur state trasportate quantità di pietre... abbrurato g. 6,64... nella regione di Fachinario, si concedono testimoniali vedersi descender dalla montagna detta Fachinario un Rivo pur denominato Fachinario, il letto del quale si vede straordinariamente dilatato... et dalla parte destra descendendo all'ingiù si vedono continuati cumuli di grossissimi sassi gl'uni sopra gl'altri... corroso e danneggiato g. 40,36...".

Nelle trascrizioni fatte dal Bertotti (1982, *in Regione Piemonte*, 1997) si fa riferimento ad alcune località in Comune di Ronco (indicate con i toponimi dell'epoca) interessate dall'evento del **1654**; queste ultime verranno schematicamente riportate qui di seguito, con relativi effetti e danni prodotti dall'evento, come sintetizzate nello studio della Regione Piemonte (1997). Località Manetta, Andoljna (T. Soana), fenomeni di riattivazione del conoide, fenomeni erosivi e danni a coltivi; località Oslera, distrutte alcune case; località Grasson/Oslera (T. Soana), in cui si rilevarono fenomeni erosivi e danni a coltivi con continuità anche nel **1695**; località Prato Bencit, in cui si ha testimonianza di "sassi smisurati caduti dalla montagna"; località Scandosio (T. Cervino, [Servino]) fenomeni di trasporto in massa con riattivazione del conoide; località Cernisio/Giarei, forti erosioni di sponda ad opera del T. Soana; località Reforno/Fontane/Balmasse, danni a coltivi per circa 20 ettari; tra rio Novelastro e Rio Alpetta, forti erosioni del T. Soana, danni a coltivi e distruzione di un mulino; fenomeni erosivi e danni a coltivi in località Cresto/Corbassere (T. Alpetta, T. Soana); Dissesti presso la confluenza Gerlanda-Forzo con riattivazione del conoide, danni a coltivi e fenomeni erosivi, così pure tra Rio Gerlanda e la Roza del Molino (T. Forzo) dove si rilevarono quasi 22 ettari di coltivi danneggiati; nelle località Revester/Trasi/Boschietto, Boschietto/Boschiettera e Alpe Chiavino si ha testimonianza di fenomeni franosi ripetuti dal 1654 al **1679**, in quest'ultimo evento si fa riferimento a "grandi rovine". A valle dello Scarrone (rii Carteria, Buglietto e Nasassi) fenomeni di trasporto torrentizio in massa e conseguente riattivazione del conoide, anche lungo il conoide del T. Colorina. Lungo il T. Forzo verso Pessetto, frane imprecisate presso le case; tra Pesetto ed il rio Arcando il T. Forzo ha danneggiato circa 46 ettari di coltivi, nella stessa località il rio L'Asinet ha riattivato il conoide con ulteriori danni alle colture. Lo stesso T. Arcando riattivando il conoide ha distrutto diverse case; in località Frandoletto il T. Forzo ha prodotto intense erosioni e abbattuto un mulino ed una stalla. Anche in località Arcando, ad opera del rio di Quandino è stata distrutta una casa, con processi di riattivazione del conoide, mentre al Ponte della Pelisseria il T. Forzo ha prodotto intensi fenomeni erosivi che hanno provocato il crollo di due edifici. In località Fattinera riattivazione del conoide del torrente omonimo con alluvionamento e danni generici ai coltivi per un'estensione di circa 40 ettari di terreno, riattivazioni del conoide si ebbero per tutto il periodo 1654-1695, con danni in località Bosco per processi di trasporto torrentizio in massa. Tra il Ponte di crestò e quello di Bogiera, come

pure tra Bogiera e San Rocco intensi processi erosivi ad opera del T. Soana produssero danni a coltivi ed asportazione di due molini, anche tra S. Rocco e Villanuova il Soana produsse ingenti danni alle coltivazioni i più occasioni tra il 1654 e il 1695. Nel cantone di Guaria si rilevarono processi di trasporto in massa lungo i rii confluenti nel Rio della Guardia [Guaria] con danni ai coltivi (per una superficie di 39 ettari), lo stesso Rio di Guaria minacciò delle case per processi erosivi. Nel tratto Ronco/Saleretto, alcune frane interessarono l'abitato di Saleretto. Infine testimonianze di danni non specificati su vasta scala si tramandarono essersi verificati negli "alti cantoni" di Cervino, Boschetto, Boschiettera e Tiglietto, con attività erosiva e fenomeni franosi generici (*in Regione Piemonte, 1997*).

Sec. XVII - Nel vallone di Forzo, "per la via che si svolge sopra un'antica frana, risultato dello smottamento d'una elevata morena su cui esisteva ancora nel 1600 l'importante borgata di *Fattinera*, completamente travolta co' suoi numerosi abitanti nell'atto dello scoscendimento, si arriva nei prati della frazione *Bosco*..." (Martelli & Vaccarone, 1889, *in Lollino et al., 2002*).

"Nell'anno dopo [1654] si ebbe altra inondazione ancora più terribile... La valle fu spopolata assai: una frazione di Ronco [Fattinera] fu rasata al suolo, benché fosse in alto al disopra di un piccolo Ospizio di frati; case, chiesetta, tutto fu travolto. Non è da molto che il battocchio della campana... fu dissotterrato nel cantone Boschi. Poco furono di aiuto i condoni accordati da Savoja per quanto alle tasse, ed il dono di molti rubbi di polvere da mina, con l'obbligo di ricostruire le strade ed i ponti" (*La Dora Baltea*, Ivrea, anno XXIII, n. 42, Giovedì 19 ottobre 1871. Appendice: *Passeggiate nel Canavese* di A. Bertolotti, *in Lollino et al., 2002*).

1679, settembre – "Nel 1679 un'inondazione corrose 774 giornate di terreno" (Bertolotti, 1873, *in Regione Piemonte, 1997*).

1695 – [Un'inondazione]... consumò 486 [giornate di terreno]" (Bertolotti, 1873, *in Regione Piemonte, 1997*).

1654-1695 – Negli "Atti di Visita de'danni patiti dalle comunità per le corrosioni" stesi da funzionari sabaudi nell'ottobre 1695 e riportati dal Bertotti (1982, *in Regione Piemonte, 1997*) con integrazioni di altre fonti (Atti di Visita relativi agli anni **1679, 1710 e 1725**) viene fatto riferimento

ad "alcuni franamenti in località Cernisio per erosione spondale: "...transfertì nelle regioni di Cernisio e Giarei [il Soana] haver anche di longo in longo et sino alla comba detta di Fornace, corroso una parte dei prati et campi ivi esistenti, da quella parte vedendosi ancora presentemente le rippe cadenti in detto fiume e minaccianti rovina..." (*in Regione Piemonte, 1997*). Nello stesso lavoro il Bertotti trascrive alcuni fenomeni di trasporto in massa lungo i rii Nivolastro e Alpette: "...superiormente al sudetto luogo di Ronco si vede scorrere un rittano che detti testimoni dicono denominarsi di Novelastro, che... havendo trasportato vicino al detto luogo quantità di grossi sassi, corroso et ricoperto di sassi li prati et campi, specialmente nel 1654... Più si concedono testimoniali che da detto rittano Alpetta... si vede di longo in longo a detto fiume un gran tenimento coperto di grossi sassi che detti testimoni dicono essere stati trasportati dalli sudetti fiumi et rittano Alpetta et che gli siti nei quali si vedono detti sassi erano altre volte prati fertili..."

1710 - Una piena interessa la Valle Soana e anche l'abitato di Ronco provocando danni a coltivi (Bertotti, 1983, *in Regione Piemonte 1997*).

Nel 1710 in località Boschetto e Boschiettera (Rii del Chiavino e della Gran Losa per processi di trasporto torrentizio in massa e riattivazione di conoide fu "minacciata la cappella di S. Croce"; nelle zone retrostanti Scandosio (torrenti Sassetto, Gogliazza e Cervino) si rilevarono processi di trasporto torrentizio in massa e riattivazione di conoide; tra le località Gran Tisma e la Gran Vina (Boschetto e Boschiettera) si ebbero riattivazioni di conoide per processi di

trasporto in massa tali per cui “dov’eran prati fertili non si vedono che pietre...” (da Bertotti, 1982, in Regione Piemonte 1997)

1725, novembre - Una piena interessa la Valle Soana e anche l’abitato di Ronco provocando danni a coltivi (in Regione Piemonte 1997).

1740, 27 settembre - Comune di Ronco, Frazione Crest. “...Ad ognuno sia manifesto che sia stato dal torrente Forzo asportato il ponte del Crest sopra detto torrente [...] che di fresco era stato ricostruito...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Verbale del consiglio comunale*; in Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1755, 15 ottobre - Comune di Ronco, Frazione Crest e Pian Rastoldo. “...Sia manifesto che dalla straordinaria escrescenza del fiume Soana seguita nel mese d’ottobre scorso ha stata abdotta la strada [...] e la pontiglia del Crest...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Verbale del consiglio comunale*, in Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1774 - Comune di Ronco, Pian Rastoldo. “...Ad ognuno sia manifesto che sendo stata la strada pubblica di questo luogo in più posti e massimamente nelle due rovine di Pian Rastoldo danneggiata...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Delibera della giunta municipale*, in Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1845, 6-7 ottobre - "Nella notte... dalle ore 10 alle 11, una tremenda tromba d'acqua d'improvviso riversandosi nella valle del comune di Campiglia e in quella di Forzo nel comune di Ronco, aggiunse nuova cagione di lutto, infortunii gravissimi". A Villanova Canavese due case sono abbattute e i sei occupanti vi periscono. Sono asportati 14 ponti nella vallata (*Gazzetta Piemontese*, in Tropeano et al., 1999).

Effetti diffusi nel territorio di Ronco, in particolare in regione Villanuova. “..le dirottissime piogge avvenute nelli giorni 5 e 6 in testè trascorso ottobre fecero straordinariamente gonfiare il torrente Soana [...] a segno tale che sormontate e rotte in più siti le naturalli sponde imperversò le campagne [...] atterrò e in men di un baleno esportò vari robusti muri.[...] seco trasse la rovina di una delle case contigue e quel che è più accagionò l’annegamento di sei infelici individui...” (Comune di Ronco, Archivio storico, *Relazioni, perizie e corrispondenza*, in Comunità Montana valli Orco e Soana, 2001).

1845 – “Del 1845 si ebbe a piangere la perdita di 13 persone per valanghe” (Bertolotti, 1873, in Regione Piemonte, 1997).

1846 - Comune di Ronco, Frazione del Crest. “..tratto di strada comunale di Ronco stata asportata dalle ultime piene del 1846 nonché la ricostruzione del ponte sul torrente forzo detto del Cresto...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Relazioni, perizie e corrispondenza*, in Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1874, 27 luglio - Comune di Ronco, Frazioni Crotto, Peagni e Tiè, Pian Rastoto. “..il torrente soana, ingrossatosi oltre misura, travolse il ponte...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Corrispondenza*, in Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1882, 9 luglio – “Il Soana in piena danneggia opere stradali lungo la valle in Comune di Ronco” (Ministero dei Lavori Pubblici 1883, in Tropeano et al., 1999).

Comune di Ronco, regione Villanuova. “..ricostruzione del tronco di strada com.le obbligatoria asportata dalla piena...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Verbale del Consiglio Comunale*, in Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1892, primavera - Comune di Ronco, Valle di Forzo. “...per le piene del Torrente Forzo fu distrutto quel po' di sentiero che ancor vi esisteva, come pure vennero asportate dall'acqua le quattro pedanche in legno...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Corrispondenza-Prefettura di Ivrea*, in *Comunità Montana Valli Orco e Soana*, 2001).

1900, 23-24 AGOSTO - Effetti diffusi in tutto il territorio del Comune di Ronco. “...nella notte dal 23 al 24 agosto uno spaventoso nubifragio arrecò danni immensi in tutta la Val Soana [...] presso la frazione Villanuova una frana causò la morte di una donna...” (Comune di Ronco, *Archivio storico, corrispondenza a Sua Eccellenza il Ministro dei Lavori Pubblici – Roma*, in *Comunità Montana*

Alluvione del 23-24 agosto 1900: “Costruzione di muro a monte del ponte sul torrente Forzo per difesa della strada contro le acque del Rivo Fatinaire... il quale... avendo disalveato, ora costituisce una minaccia per il ponte e pel rilevato stradale...” (Comune di Ronco Canavese, Archivio Storico, in *Lollino et al.*, 2002).

1900, 21 DICEMBRE - Una piena interessa il territorio comunale di Ronco provocando danni ad alcuni ponti, attraversamenti in genere e coltivi (*In regione Piemonte*, 1997)

1906 (?), maggio - Comune di Ronco, regione Villanuova. Torrente Soana e rio Guaria: “...sistemazione dai danni avvenuti durante le piogge del maggio scorso...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Relazione di perizia*, in *Comunità Montana Valli Orco e Soana*, 2001).

1907, 9-10 ottobre - Effetti diffusi in tutto il territorio di Ronco. Torrenti Soana e Forzo, ritano del Pessei, ritani Arcando, Alpetta, Nivolastro. “...riferisce come il terribile ciclone avvenuto nella notte abbia causato danni a molti fabbricati e più gravi nelle strade...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Delibera e perizie*, in *Comunità Montana Valli Orco e Soana*, 2001).

1908, 13 luglio - Comune di Ronco, Frazione Villanuova. Ritano Comba Buglio. “...E' vivo ancora nella nostra valle il doloroso ricordo della frana che nell'estate del 1908 precipitava sulla borgata Villanuova [...] travolgendone quasi tutte le case e facenso nove vittime...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Relazioni e progetti, corrispondenza*, in *Comunità Montana Valli Orco e Soana*, 2001).

1908, 30 dicembre – Comune di Ingria. –“...in territorio di Ingria varie frane ingombrarono completamente la strada, e fra tutte la più grave per i dolorosi effetti vi è quella caduta presso il confine territoriale con Ronco, cioè presso la frazione Villanuova della quale vennero distrutte tre case e seppellite nove persone..”. Relazione ai Lavori di riparazione ai danni causati alla strada comunale consortile carreggiabile di Valle Soana dall'alluvione del 13 luglio 1908.

1910, autunno - Comune di Ronco, Borgate Villanuova e Convento. “...pervenute sollecitazioni per i pericoli che presentano le case in seguito alle corrosioni [del Soana] dell'autunno scorso...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Verbale del Consiglio Comunale, corrispondenza*, in *Comunità Montana Valli Orco e Soana*, 2001).

1918, 17 giugno - Effetti diffusi nel Comune di Ronco. “...Ponte in legno asportato dall'alluvione... [del T. Soana]” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Relazione*, in *Comunità Montana Valli Orco e Soana*, 2001).

1920, 9 luglio – Comuni di Ingria e Ronco Canavese. Relazione Tecnica al “Progetto delle opere necessarie per la sistemazione e regolarizzazione del rivo Comba Buglio presso Villanova di Ronco”.

1920, 23–24 settembre - Comune di Ronco, Villanuova, Scandosio, Cernisio, Servino, Montelavecchia, Boggiera, Costabina, Crotto. “...Accertato che l’alluvione dei torrenti Soana e Forzo causate dalle piogge ha asportato la carreggiabile e i ponti comunali di diverse frazioni...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Delibera di giunta, relazioni, in* Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1918 e 1920 – “A Ronco, la strada a monte di Villanova è a tratti devastata dalle piene” (Ministero dei Lavori Pubblici 1929, *in* Tropeano *et al.*, 1999).

1922, 29–30 agosto - Comune di Ronco, Frazione Crotto. “...l’alluvione ha asportato il tratto del ponte lungo 7 m che dalla pila centrale del ponte dà accesso alla riva sinistra del Soana...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Delibera della giunta municipale, in* Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1925, settembre - Comune di Ronco, regione Pezzetto. “...La pontiglia in legno sul torrente Forzo, asportata dalle alluvioni del settembre 1925...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Verbale del Consiglio Comunale, in* Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1926, 15–17 maggio - Effetti diffusi nel Comune di Ronco. “...Carreggiabile di Valsoana danneggiata dalle alluvioni...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Verbale di deliberazione del Podestà, in* Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1946, 4 novembre – “Una piena del Soana, che a Ronco provoca erosioni in sponda destra e minaccia le case; la strada è interrotta dalle frane” (*in* Tropeano *et al.*, 1999).

1947, 25– 26 settembre - Effetti diffusi nel Comune di Ronco. “...l’alluvione ha prodotto in questo territorio comunale danni ingenti...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Corrispondenza, in* Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1957, 13-14 giugno – “Il giorno 13 c.m. in Comune di Ronco Canavese, Regione Tiglietto, località Peagni... la persistente pioggia ha provocato un franamento... asportando m 15 di condotta dell’acqua potabile... inoltre ha ostruito le due mulattiere... alla località Canaussa ed alla Frazione Crotto” (Comune di Ronco, Archivio Storico, Rapporto del Corpo Forestale dello Stato).

1977, 6-8 ottobre – “Danni localmente gravi si ebbero in Val Soana, dove alluvionamenti vari interruppero il transito lungo la valle principale e isolarono il comune di Campiglia. In Comune di Ronco, località Bosco, la strada provinciale fu allagata da parte di un piccolo tributario, e, poco lontano, da parte dello stesso T. Soana. Fu asportato il ponte di Tiglietto presso Ronco con altri sei ponticelli nel vallone di Forzo. Lungo il T. Forzo si ebbero erosioni laterali in alcuni tratti in sponda destra, a valle della frazione omonima, quindi in sinistra con saltuarie asportazioni della strada di fondovalle, e più a valle ancora in destra presso la Fraz. Convento, ove fu asportato il ponte principale; un’ulteriore interruzione fu causata dall’attività di trasporto dell’affluente sinistro discendente da Cima Fer [T.Arcando]. Sul versante sinistro, presso lo sbocco nella valle principale, uno scoscendimento per scalzamento al piede asportò un tratto di strada, come già avvenuto nell’aprile 1963” (Tropeano *et al.*, 1999).

1978, 7-8 agosto – Comune di Ronco. “...premessi che l'alluvione del 7 agosto 1978 ha danneggiato gravemente le sponde del torrente Soana nei pressi del capoluogo con grave pericolo per le abitazioni adiacenti ...” (Comune di Ronco, Archivio Storico, *Corrispondenza*, in Comunità Montana Valli Orco e Soana, 2001).

1981, 1° aprile – Una piena in Comune di Ronco produce “danni di natura non definita” (in Regione Piemonte, 1997).

1981, 22-23 settembre – “A Ronco Canavese il rio Guaria mobilizzò una colata di detrito presso la Fraz. Lilla” (Tropeano *et al.*, 1999).

1993, 23-25 settembre – “I danni peggiori alle strutture edificate sono toccati al Comune di Ronco Canavese, dove il torrente si è aperto un braccio secondario in riva destra provocando la demolizione pressoché totale di una villa e il crollo parziale di una casa di tre piani. All'altezza del centro abitato un altro edificio è stato semidistrutto, come pure un distributore di carburanti; sono stati inoltre asportati un ponticello e strutture ricreative, edificate nell'alveo di piena. Nelle valli laterali di Campiglia e Forzo la piena dei rispettivi torrenti, seppur elevata, non ha provocato danni di entità confrontabile con quelli della valle di Piamprato. Tuttavia per la piena del T. Forzo, già nella sera precedente un'abitazione in sponda destra, al villaggio Bettassa, è stata totalmente distrutta. Circa 1 km a valle, il ponte in c.s. per le borgate Boggera e Montelavecchia è stato interrotto per crollo della travata destra. Da qui per tutto il tronco di ampio fondovalle lungo circa 2 km sino a Villanuova si sono manifestati gli effetti più vistosi di incremento della sezione di deflusso, con apertura di rami secondari ed effetti di intensa erosione spondale, che hanno portato a quadruplicare la larghezza dell'alveo precedente alla piena, rispetto a un valor medio, osservato nei tronchi più a monte, pari a circa il triplo. Il fenomeno più vistoso ha prodotto sul versante destro in località Pian Rastut il franamento per scaldamento al piede di un deposito sciolto a grandi blocchi per una trentina di metri d'altezza e 150 alla base; una baita posta alla sommità (C.na Stavalle) è stata parzialmente distrutta; sono stati altresì cancellati due tronchi di strada per circa 300 m complessivi. In località Villanuova una villetta è stata completamente distrutta con alcuni fabbricati ed è stata asportata la travata sinistra del ponte collegante le frazioni oltre Soana. In comune di Ingria sono stati messi fuori uso per ostruzione delle luci i ponti pedonali per le frazioni Mobianco, Salsa, Ciuccia (Tropeano *et al.*, 1995).

2000, 14-15 ottobre – “Intensi processi di mobilitazione nel tratto del T. Soana a monte di Ronco hanno determinato consistenti variazioni planoaltimetriche dell'alveo stesso con conseguenze disastrose sulla parte dell'abitato prospiciente il T. Soana: presso il capoluogo sono stati completamente distrutti una banca, una palazzina di tre piani e l'ufficio delle guardie del Parco. A valle del capoluogo si segnalano gravi danni alla viabilità ed alle abitazioni causati dalla violenta piena del T. Soana. In particolare si segnala la completa asportazione di due edifici ad uso residenziale in località Betassa. La viabilità è stata interrotta in due punti a monte della frazione Villanuova (stessi punti dell'evento del 1993) ed è ancora in fase di ripristino provvisorio.

A valle del Capoluogo Piena torrentizia (Soana). Danni strutturali alle porzioni iniziale e finale della scogliera in sponda destra.

A valle di S. Jorrea. Piena torrentizia (Soana). Erosione in destra e allargamento dell'alveo con mobilitazione di parecchio materiale.

Bosco. Piena torrentizia (Soana). Asportata la scogliera di difesa ed eroso il terreno sotto la proprietà. Asportato un palo della linea elettrica.

Capoluogo. Piena torrentizia (Soana). Forti erosione dell'alveo e della sponda destra del torrente: la scogliera a protezione dell'abitato risulta sottoescavata (fondazioni completamente esposte). Un testimone riferisce che il letto del torrente si è approfondito di circa 2 m. Cedimento

del piano viabile per un tratto di circa 50 m a valle della passerella. Forte erosione in sponda destra del T. Soana ed approfondimento dell' alveo di circa 2-3 m. Erosa metà carreggiata della SS, distrutti 3 edifici (banca, palazzina di tre piani, ufficio delle guardie del Parco del Gran Paradiso). La banca è crollata per prima, la mattina di domenica 15/10/2000.

Chiò. Piena torrentizia (Soana). Asportazione della strada per 100 m circa. Interruzione della linea elettrica.

Pian Rastut. Piena torrentizia (Soana). Il corso d'acqua ha eroso ed asportato la scogliera e circa 100 metri della sede stradale. La conseguente erosione al piede del versante ha provocato il franamento del materiale di riporto posto a sistemazione della frana attivatasi nel 1993.

Ponte per Montelavecchia. Piena torrentizia (Soana). La pila del ponte mostra evidenti segni di erosione, poiché è visibile parte dell'armatura. Durante l'evento il ponte è stato sormontato con deposito di materiale limoso-sabbioso.

Ponte sul torrente Forzo. Piena torrentizia (Forzo). Il torrente ha vistosamente sottoescavato la spalla (in sponda destra) del ponte.

Scandosio. Piena torrentizia (Soana). Da Scandosio a Ronco approfondimento dell'alveo. Una casa è minacciata avendo a protezione un muro di argine scalzato al piede nel 1993 il T. Soana aveva alluvionato tutta la frazione che è oggetto di sgombero. Tutto il tratto di alveo è sottoescavato e allargato fino a Ronco.

SP a valle ponte per Montelavecchia. Piena torrentizia (Soana) Erosione di sponda...

SP dopo il ponte per Montelavecchia. Colamento veloce. Piccola colata di terra e detrito che ha ostruito la sede stradale.

Villaggio Betassa. Piena torrentizia (Soana). Il torrente ha asportato completamente due case (informazioni dei tecnici comunali), danneggiandone una terza" (Regione Piemonte, 2000)

2001, 15 luglio - In territorio di Ronco Canavese (Valle Soana), piogge temporalesche nella tarda serata del 15 luglio si sono abbattute nell'alto bacino del T. Fattinaire... Di conseguenza, ai piedi della parete rocciosa a q. 2050 m s.m. circa si è prodotto un distacco, peraltro estremamente superficiale e su area ristretta, di roccia e detrito. Tale franamento, inizialmente innescatosi come *soil slip*, si è successivamente evoluto in *debris flow*... lungo tutto il tratto di canale ospitante sino alla confluenza con l'asta principale del Rio Fattinaire, anch'esso in piena parossistica; esso ha condizionato su un tragitto di oltre 2 km l'evoluzione della piena, propagando a valle l'impulso dinamico e brusco di rimozione del materasso detritico-alluvionale in precedente equilibrio depositato nel letto torrentizio e portando a movimentazione generalizzata il detrito lapideo anche a grandi massi sino alla confluenza nel T. Forzo. In prossimità di apice del conoide di deiezione, una tracimazione d'alveo si è prodotta sul lato sinistro portando dapprima al deposito di blocchi e massi per alcune decine di metri, scompaginandone alcuni che preesistevano in una sorta di allineamento sulla sinistra parallelo all'asta torrentizia (verosimilmente disposti in passato a baluardo difensivo) e successivamente trascinandoli a valle lungo il sottostante pendio prativo ove sono state lasciate evidenti tracce del percorso delle acque straripate, alleggerite del loro carico solido. Più a valle, unica conseguenza di rilievo è stata l'asportazione della passerella pedonale in legname esistente in località Convento, con parziale debordamento di acque in sponda sinistra, successivamente intercettate dal piano viario della strada per la citata località, con successivo recapito delle acque sino ai sottostanti tornanti della strada provinciale in località Villaggio Bettassa, senza danno alcuno per le abitazioni ma con interruzione temporanea di transito... Nelle vicinanze si è inoltre osservato il parziale colmamento, operato dal Torrente Arcando, della sacca di deposito antistante alle due tombature di sottopasso della strada per Forzo, rimasta parzialmente danneggiata... Inoltre il corso d'acqua anonimo a monte della borgata Quandin, si è diviso in più rami dopo aver ostruito con modesti apporti detritici l'alveo artificializzato realizzato decenni addietro a monte della borgata stessa, e laddove esso piega a gomito verso valle per il recapito delle acque in altro rio contiguo. Nell'imboccare un lieve avvallamento del pendio sottostante,

un flusso di corrente ha investito un garage provocando il parziale abbattimento del muro retrostante” (Lollino *et al.*, 2001).

Di seguito è riportato l'elenco dei principali eventi e le località danneggiate ripresi dalla Banca Dati Provinciale e Regionale. Le informazioni coincidono tendenzialmente con gli eventi di dissesto sopra riportati.

5.1. Riferimenti bibliografici per la ricerca storica

COMUNITA' MONTANA VALLI ORCO e SOANA (2001) – “Studio idraulico dei bacini dei torrenti Orco, Soana e Bordone”, supporto CD-room.

REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico Meteorologico e Sismico (1997) – “Esame di alcuni dati storici relativi ad eventi alluvionali e fenomeni di instabilità naturale nelle valli dei torrenti Orco e Soana, Alto Canavese, Provincia di Torino”. Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica, Quaderno n. 7 a cura del Dott. Carlo TROISI.

REGIONE PIEMONTE, Servizi tecnici di Prevenzione (2000) - Rapporto sull'evento alluvionale del 13-16 Ottobre 2000 (Versione 1.1 Data aggiornamento: 23 ottobre 2000 ore 13:00).

LOLLINO G., TROPEANO D. & TURCONI L. (2002) – “Sintesi degli eventi di piena e frana avvenuti nell'anno 2001 in Italia Nord-occidentale”, Pubbl. n. 2527, U.O. 1.29, CNR-GNDCI GEAM, Anno XXXIX, 105, pp. 27-43.

TROPEANO D., ARATTANO M., CIARMATORI L., DEGANUTTI A., DUTTO F., LUINO F. & TURITTO O. (1995) – “L'evento alluvionale del 23-25 settembre 1993 in Liguria, Piemonte e Valle D'Aosta. Aspetti idrologici e geomorfologici”, Suppl. GEAM, Anno XXXII (2-3).

TROPEANO D., GOVI M., MORTARA G., TURITTO O., SORZANA P.F., NEGRINI G. & ARATTANO M. (1999) – “Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975-1981”, CNR/GNDCI Pubbl. 1927, pp. 279.

6. ELABORATI CARTOGRAFICI COSTITUENTI LA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA DEGLI STRUMENTI URBANISTICI

Con riferimento alla Circolare 7/LAP del maggio 1996 sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici sulla base della CTR alla scala 1:10000:

a) elaborati geologici

G.	Relazione geologica
G1a-G1b	Carta geologico-strutturale
G2a - G2b	Carta geomorfologica, dei dissesti e della dinamica del reticolo idrografico minore
G2c	Carta Inventario del fenomeni franosi Italiani – IFFI
G2d	Modellizzazione numerica dei processi di trasporto di massa – rii Alpette e Nivolastro
G2e	Modellizzazione numerica dei processi di trasporto di massa – rio Fatinaire
G2f	Valutazione della suscettibilità all’innescio di frane superficiali di saturazione lungo i versanti
G3a – G3b	Carta idrogeologica e dei bacini idrografici
G3c	Carta della localizzazione delle sorgenti captate ai fini idropotabili
G4a – G4b	Carta della caratterizzazione litotecnica dei terreni
G5a – G5b	Carta dell’acclività
G6a – G6b	Carta di sintesi della pericolosità geomorfologia e dell’idoneità all’utilizzo urbanistico
G7	Schede conoidi
G8	Schede frane

b) elaborati idraulici a firma dell’Ing. Giuseppe Manzone

- I1 - Censimento delle opere in alveo
- I2 - Relazione tecnica sulle opere in alveo

7. CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE. ELABORATI G1

L’indagine geologica in ambito urbanistico rappresenta una premessa necessaria ad un corretto approccio alla pianificazione in quanto strumento conoscitivo dei fondamentali caratteri fisici del territorio condizionanti le scelte e le previsioni urbanistiche. L’elaborato geologico si è basato sui dati pregressi di P.R.G.C. [Relazione geologica generale a firma del Dott. Geol. Marco Innocenti-1997] e di letteratura quali:

- AA.VV.- 1966 “Gli eventi alluvionali del settembre-ottobre 1993 in Piemonte” – Regione Piemonte. Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico.
- ARPA Piemonte. Carta della probabile localizzazione delle valanghe – Val Soana – 2002

- BATTISTON P. e Alli – 1984 “ Geologia di una traversa dal Gran Paradiso al Sesia Lanzo in alta Val Soana “, Mem . Soc. Geol. It. 29-209-232.
- BOCCA P.C. e Alli 1995 “ Fenomeni gravitativi nell’alta Val Soana” Mem. Soc. Geol. It. 50, 45-58.
- CAPPELLO – 1977 “Archivio Storico Topografico delle Valanghe Italiane”. Provincia di Torino
- INNOCENTI M. 1995 “Indagine geomorfologica e idrogeologica finalizzata alla formulazione del parere di cui al I° comma dell’art. 9 bis della L.R. 45/89”
- LOLLINO G. e Alli - 2002 “ Sintesi degli eventi di piena e frana avvenuti nell’anno 2001 in Italia Nord Occidentale” GEAM Torino
- TROISI C. – 1997 “ Esame di alcuni dati storici relativi ad eventi alluvionali e fenomeni di instabilità naturali nelle valli dei torrenti Orco e Soana, Alto Canavese” - Regione Piemonte. Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico.

La carta geologico-strutturale suddivide il territorio di Ronco Canadese in due complessi fondamentali:

- a) depositi di versante
- b) substrato roccioso costituente l’ossatura geologica dell’area

7.1 Depositi, accumuli e terreni della copertura quaternaria

Dal complesso dei processi di degradazione esogena delle rocce affioranti e a seguito dell’asportazione (erosione) di materiali detritici risultanti dalla loro degradazione, dal convogliamento, classazione, rideposizione del deposito ad opera di vari fattori naturali meccanicamente attivi, si sono originati durante il quaternario, e tuttora si originano, degli accumuli di materiali lapidei sciolti, i cosiddetti "terreni di copertura" sovrapposti al substrato costituito da rocce cristalline. Nel loro insieme i terreni di copertura rivestono aree estesissime del territorio in esame. Assumono interesse preminente dal punto di vista geotecnico, in quanto costituiscono di regola il terreno di fondazione per le opere dell’ingegneria civile e rivestono un ruolo di primaria importanza nelle problematiche legate alla stabilità dei versanti e nel comportamento della circolazione delle acque superficiali e subsuperficiali. I terreni di copertura presentano strutture, composizioni e requisiti applicativi differenti, in funzione del fattore naturale di erosione e sedimentazione, oltrechè dell’evoluzione della geomorfologia locale; conseguentemente vengono classificati nelle principali categorie:

- detrito di falda: si accumula per semplice azione di gravità in falde e scarpate ai piedi delle pareti nella fascia superiore dei versanti, e formato da elementi monogenici di grosse e medie

dimensioni, angolosi, freschi: per la natura litologica dei versanti, le falde detritiche da disgregazione dei calcescisti non sono sempre ben evidenti, con passaggio a coltri di eluvione dalla quale non è facile distinguerle.

- deposito eluviale: rappresenta il materiale detritico monogenico alterato che si risolve parzialmente in sabbia e limo argilloso d'aspetto terroso (che nel livello superficiale, arricchito di sostanza organica, forma il suolo vegetale) semicoerente o pseudocoerente, di tinta bruna, riveste i pendii mediamente inclinati, dove lentamente fluisce verso il basso (creeping). Scarso ed in placche sottili sopra gli affioramenti rocciosi. Su pendii a debole inclinazione l'accumulo di eluvione scoscesa dall'alto origina sacche più spesse, naturalmente rimaneggiate, di colluvium.

- depositi glaciali: sono costituiti da materiali detritici raccolti dai ghiacciai nel corrispondente bacino montano, trasportati a valle e depositati; a seconda delle modalità di erosione, trasporto e sedimentazione, prendono corpo diversi tipi di deposito; il più importante è il deposito glaciale di ablazione "morene viaggianti" caratterizzato da aspetto caotico, privo di stratificazione, con massi e ciottoli angolosi a costituire l'ossatura del sedimento, mentre una subordinata matrice sabbiosa riempie i vuoti tra i clasti. Sui versanti a calcescisti facilmente erodibili, non sempre è possibile distinguere il deposito glaciale di ablazione dalla coltre detritico-colluviale a volte omogeneizzate a seguito di processi di crioturbazione; a volte i depositi presentano caratteri intermedi, poco differenziabili. Il deposito glaciale di fondo è prodotto per esarazione al contatto tra ghiacciaio e substrato roccioso; il deposito è di tipo massivo, compatto, costituito da abbondante matrice limosa nella quale sono immersi ciottoli e trovanti subarrotondati. Ai depositi glaciali sono associate forme di modellamento a circo, particolarmente evidenti nelle porzioni topograficamente superiori delle testate del vallone di Forzo ad occidente e di Cianaussa ad oriente.

- accumuli di frana: derivanti dalla mobilitazione di talora ingenti porzioni di versante, appaiono costituiti da elementi lapidei di varia pezzatura, da massi angolosi di dimensione cubica con limitati elementi fini a massi e ciottoli immersi in una matrice a composizione fortemente eterometrica, a struttura caotica. Gli accumuli gravitativi appaiono molto più abbondanti e frequenti di quanto segnalato nella cartografia geologica ufficiale, sovente confusi con depositi di origine glaciale e, dove non stabilizzati, possono essere rimobilizzate, in particolare per processi di dinamica torrentizia.

- depositi alluvionali: costituiscono la fascia allungata del fondovalle dei torrenti Soana e Forzo, nettamente distinti ai lati delle scarpate detritiche o delle falde colluviali a volte asse raccordate. I depositi alluvionali sono formati da elementi eterometrici arrotondati di varia granulometria (blocchi, ciottoli, ghiaie e sabbie) mediamente decrescente da monte verso valle: la composizione litologica riflette quella del bacino di alimentazione. I depositi alluvionali rivestono importanza in quanto definiscono il livello di base attuale (provvisorio) al quale sono condizionati i processi di natura idraulica ed idrogeologica.

7.2 Substrato roccioso

E' rappresentato da rocce ascrivibili a tre distinte unità:

- Massiccio del Gran Paradiso, affiorante in prevalenza ad Ovest del territorio comunale: litotipi prevalenti ortoderivati, gneiss occhialini, gneiss minuti,
- Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi, suddivisa in unità e zone, con litotipi ascrivibili a metagabbri, calcescisti, calcescisti filladici, serpentini, quarziti, micascisti;

- Zona Sesia Lanzo, suddivisa in complessi litologici quali micascisti eclogitici, micascisti, marmi, marmi dolomitici, metabasalti e metagabbri. Kinzigiti, anfiboliti e marmi.

8. CARTA GEOMORFOLOGICA, DEI DISSESTI E DELLA DINAMICA TORRENTIZIA. ELABORATI G.2

Per caratterizzare il dissesto idrogeologico presente nel Comune di Ronco Canavese, si sono utilizzate tecniche di fotointerpretazione seguite da rilievo di terreno; è stata consultata la Banca Dati Geologica della Regione Piemonte e precedenti relazioni su dissesti idrogeologici (Relazione Dott. Geol. Innocenti Marco – aggiornamenti 1999). Si sono individuate diverse tipologie di dissesti, interessanti i versanti o le aste torrentizie descritte nel seguito:

8.1 Dinamica dei versanti

8.1.1. Atlante dei dissesti PAI

Confrontando i dati relativi alle frane raccolti nell'ambito del presente lavoro con quelli riportati nel "Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti" – Allegato 4 Delimitazione delle aree in dissesto . Cartografia in scala 1:250000" redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ed adottato l'11 maggio 1999 si possono trarre le seguenti considerazioni:

- le frane PAI corrispondono tendenzialmente alle frane censite dalla Banca Dati Geologica Regionale (Carte Tematiche delle frane alla scala 1:100000); esse sono posizionate, esternamente a settori abitati, nella porzione topograficamente superiore del territorio montano;

8.1.2. Inventario Fenomeni Franosi in Italia - IFFI.

Il progetto Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) è stato promosso dall'ex Servizio Geologico Nazionale, oggi confluito in APAT. Per il territorio Piemontese il progetto è stato realizzato dal Centro Regionale per le Ricerche Geologiche e Territoriali di Arpa Piemonte che ne ha curato anche il coordinamento a livello regionale; al progetto hanno partecipato soggetti istituzionali che a diverso titolo hanno contribuito alla sua realizzazione. Il progetto ha comportato il censimento delle principali informazioni disponibili sui fenomeni franosi, nonché l'acquisizione e l'integrazione di nuovi dati. Le informazioni sui fenomeni franosi sono state strutturate in tre diversi livelli di approfondimento; le informazioni presenti nel dataset attuale

corrispondono al primo livello di approfondimento, che ha previsto il rilevamento delle informazioni di base, quali la definizione della geometria, della tipologia e dello stato di attività dei fenomeni franosi. La prima parte del progetto è terminata nel febbraio 2004; nel periodo compreso tra marzo 2004 e agosto 2005 è stato realizzato un primo aggiornamento delle informazioni, concentrato prevalentemente nelle aree del Roero, dell'Alessandrino, della Collina di Torino e dei fogli geologici CARG Dego, Fossano ed Alba. Il lavoro si configura come elemento informativo essenziale per ogni ulteriore iniziativa di approfondimento in questo campo finalizzata ad interventi di pianificazione, gestione urbanistica e territoriale.

L'ARPA Piemonte, nel divulgarne il dato, indica le limitazioni dell'uso delle informazioni acquisite evidenziando che le informazioni sono oggetto di modifiche, integrazioni e affinamenti periodici. Gli aggiornamenti possono comportare l'aggiunta, la ripermutazione o la cancellazione dei fenomeni franosi e la ridefinizione di caratteristiche ad essi legate. Le variazioni all'inventario vanno intese come naturale ed inevitabile conseguenza della continua evoluzione degli studi, delle tecniche e dello stato di conoscenza sul territorio derivanti dall'attività ordinaria di Arpa Piemonte. Occorre inoltre ricordare quanto specificato nell'articolo 10 della "Convenzione per la realizzazione dell'Inventario Fenomeni Franosi in Italia", stipulata tra Dipartimento Servizi Tecnici Nazionali - Servizio Geologico e la Regione Piemonte: *"Le caratteristiche tecniche del prodotto ottenuto con la presente convenzione, date le modalità di raccolta e la scala di rilevamento, ne consentono l'utilizzo allo scopo di ottenere indicatori territoriali a scala nazionale, regionale o di bacino, e al fine di contribuire, insieme ad altri indicatori, ad una caratterizzazione del territorio alla medesima scala. Le stesse caratteristiche non ne consentono invece l'utilizzazione a scala comunale per l'imposizione di vincoli territoriali", in altre parole una diretta ed acritica trasposizione del dato al fine di stabilire vincoli urbanistico-territoriali o per la progettazione di opere di qualsiasi genere, se non corredata da un'adeguata azione di verifica e controllo sul terreno, costituisce un atto deontologicamente scorretto. Nel caso di utilizzo delle informazioni differente da quello enunciato, o per eventuali rielaborazioni dei dati finalizzati alla realizzazione di prodotti diversi dall'originale, ARPA Piemonte declina ogni sua responsabilità. Per qualsiasi utilizzo dei dati, sia in forma totale sia parziale, dovranno essere citate la provenienza e la proprietà".*

La classificazione dello stato di attività delle frane censite al primo livello di definizione del Progetto IFFI, sono indicate nella nota di Giglia, Paro e Ramasco (ARPA Piemonte) che considerano attiva una frana attualmente in movimento, riattivata una frana nuovamente attiva dopo un periodo di inattività, sospesa una frana che non si muove attualmente, ma che si è mossa nell'ultimo ciclo stagionale. Fermo restando le modalità dell'uso del dato IFFI, qui

formulato nel primo livello di informazione, lo scrivente osserva che il quadro del dissesto individuato nella carta geomorfologica e dei dissesti della verifica PAI (Elaborato G-2), si differisce localmente dal quadro del dissesto rappresentato nella cartografia IFFI

In particolare la cartografia IFFI evidenzia che i dissesti segnalati dal catalogo non sempre coincidono con quanto rilevato dallo scrivente da fotointerpretazione e controlli di terreno così come rappresentati nell'elaborato G2 "Carta geomorfologica e dei dissesti". Per quanto riguarda i detriti di falda sostanzialmente presenti nel settore topograficamente medio-elevato coincidenti con gli estesi versanti montani del territorio comunale (bacino del rio Servin e del torrente Forzo) nel presente lavoro non sono stati considerati come dissesti in senso stretto in accordo con quanto riportato dalla Deliberazione Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45-6656 "Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico" punto 2.3 – Falde e coni di detrito – in cui si afferma che le aree caratterizzate dalla presenza di detrito di falda, in assenza di indizi di movimenti incipienti riguardanti areali ben definiti, non sono da considerarsi come aree in dissesto in senso stretto pur traendo origine da puntuali fenomeni di crollo o ribaltamento, anche se arealmente diffusi. Tali elementi geomorfologici concorrono a definire il quadro della pericolosità nella carta di sintesi. La formazione delle coltri di detrito interessa gli affioramenti rocciosi dove, per effetto del crio-termoclastismo, si è verificato un continuo distacco di singoli elementi rispetto ai piani di scistosità o di frattura che, accumulandosi, formano estese plaghe detritiche che obliterano completamente le roccia madre di origine.

8.1.3. Tipologia dei movimenti franosi

Nel territorio comunale di Ronco Canavesi si riconoscono i seguenti tipi di processi franosi:

Frane per saturazione e fluidificazione della copertura detritica: si tratta di fenomeni franosi che interessano la porzione superficiale delle coperture quaternarie; in tutti i casi rilevati si presentano come fenomeni attivi. In genere, in corrispondenza ai settori interessati dal dissesto, si notano rigonfiamenti, contropendenze e sovente ristagni d'acqua, anche durante periodi siccitosi: questi indizi evolvono, in alcuni casi, in modesti movimenti di collasso delle coperture glaciali o detritico-colluviali. L'estensione areale di queste fenomenologie dissestive risulta alquanto variabile

Colamento veloce della copertura detritico colluviale: corrisponde ai fenomeni franosi con sviluppo maggiore entro i terreni di copertura a maggior contenuto percentuale di fine.

Oltre alle forme legate al fenomeno (nicchia di distacco, zona di scorrimento e accumulo), nell'allegata cartografia si è segnalata anche una seconda nicchia di distacco, legata a fenomeni di colamento veloce della copertura detritico colluviale.

Il movimento franoso risulta favorito da infiltrazioni d'acqua, la quale scorre probabilmente nella superficie di contatto tra substrato roccioso e materiali delle coperture glaciali e detritico colluviali; detta acqua può provocare la fluidificazione del materiale limoso sabbioso che, in occasione di eventi meteorologici estremi, potrebbe trasformarsi in una colata.

I colamenti possono essere anche di tipo composito, con un iniziale scorrimento rotazionale passante a colata; di norma i materiali coinvolti hanno granulometria tendenzialmente fine con subordinato detrito a pezzatura da centimetrica a decimetrica;

Crolli: diffusi prevalentemente sui fondovali con a tergo pareti ripide o acclivi generano accumuli a blocchi di grossi dimensioni. Da segnalare attività di crollo recente in sinistra del torrente Forzo, poche decine di metri prima del ponte della S.P. In sinistra idrografica del vallone di Forzo, dalle pareti dell'Ancesieu, da Molino di Forzo a Faiei, si osservano ingenti apporti detritici alimentati da frane di crollo. In destra del torrente Soana, dalle pareti sottostanti la borgata Nivolastro si staccano blocchi che si riversano verso l'abitato di Chiò.

Frane composite: si tratta di movimenti gravitativi complessi che, da un innesco tipico delle frane rotazionali e di scivolamento, si evolvono in colata con mobilitazione della sola coltre detritico-colluviale oppure interessando porzioni decompresse e alterate del substrato roccioso evolvendosi in colate detritiche.

Debris Flow: si tratta di movimenti franosi che si originano alla testata di corsi d'acqua o che si incanalano entro di esse acquisendo energia per continua autoalimentazione; sono caratterizzati da elevata velocità della massa detritica e lignea movimentata che va di norma ad alimentare gli apparati di conoide. Processi di questo tipo si sono manifestati durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000 sul rio Fatinarie, con alluvionamento massiccio di tutto l'alveo e fuoriuscita apicale in sinistra del conoide, lambendo la borgata Convento.

Deformazioni gravitative profonde DGPV: corrispondono a movimenti di massa di tipo lento nella fase iniziale evolutiva e parossistica in quella terminale; sono movimenti che interessano di norma intere porzioni di versante rocciosi, con espressioni morfologiche della parte sommitale riconducibili a sdoppiamento di creste, apertura di fratture anche di grande

dimensioni, di norma di più ordini tra loro tendenzialmente parallele, riempite da detriti operati dal dilavamento delle acque superficiali, forme più o meno allungate.

8.1.4 Valanghe

Nella presente indagine si è acquisito, oltre ai dati forniti dal Capello in “Archivio storico-topografico delle valanghe” i recenti dati elaborati dall’AR.P.A Piemonte confluiti nella “Carta della probabile localizzazione delle valanghe” per il territorio della Val Soana. I siti valanghivi individuati sono numericamente superiori a quanto indicato dal Capello. Nell’elaborato 2G “Carta geomorfologica e dei dissesti” vengono perimetrare le aree valanghive, le valanghe incanalate, e le aree ritenute pericolose per particolare esposizione ed acclività dei versanti. Le valanghe concorrono, con la loro frequenza e ripetibilità annuali, a definire il quadro dei dissesti.

Vallone di Forzo Tavoletta IGM IV S.O. Valprato Soana

- Valanga di Pessetto o Monte Gucia (n. 2).

Si stacca a m 1700 da Punta Gucia, scende in canalone incassato con boschi marginali sino a m 1000 e si ferma di fronte a Pessetto dopo aver attraversato il torrente Forzo e ingombrato la strada. Periodica annuale. Ostruisce la strad per Forzo. Nel 1972 distrusse una casa e causò notevoli danni al bosco.

- Valanga del rio Pisone

Si origina a m 2000 alla testata de lrio omonimo, presso Grangia Vassinetto; scende lungo l’alveo detriticoe in parte ai bordi di pascoli; si deposita a m 1500 tra le Gr. Vargno e Revè raggiungendo a volte il torrente Forzo. Periodica annuale.

- Valanga della Grangia del Lavina (n.4)

Si stacca a 2500 m dalla Torre del Lavina. Periodica annuale, per caduta di cornici o di massi. Traiettorie ml. 1100. Fronte 70 m, spessore m10.

- Valanga di Grange Brenvei (n.5)

Si stacca sotto i pendii del colle della Cadrega, a m 2600. Periodica annuale, scorre su suolo detritico, percorre un canalone roccioso suino a Grangia Brenvei. Spesso raggiunge il torrente Forzo. Traiettorie ml. 1000.

- Valanga di Cima del Cavallo (n. 6)

Si stacca a monte di Ciapei di Pratofiorito, ad Ovest dei fianchi della Cima del Cavallo e si arresta a m 1700. Periodica annuale. Traiettorie ml 1000.

- Valanga di Boschetto (n. 7)

Si origina in località Cengia in due punti a quota 2000 e 2100 m. Le due masse corrono separatamente sino a 2000 m per riunirsi scorrendo in canalone percorso dal rio Boschetto fermandosi in zona prativa con pascoli.. Traiettorie globale 1500 m, spessore 4 m. Periodica annuale. Nel 1972, di eccezionali dimensioni, si sviluppò sino alle case del Boschetto.

- *Valanga di rio Nasasse (n. 8)*

Scende dalla punta Tressi, a monte di Bocchetta Cucco, da detriti di falda, si incanala nel solco del rio Nasasse e prosegue sino al torrente Forzo. Traiettorie globale m 1500. Periodica annuale.

- *Valanga del rio Pontei o Trasi (n.9)*

Si stacca a quota 2100 m dai pascoli di Grangia Giuoco, scorre su pendio, si getta in ripido canalone percorso dal rio Pontei che segue sino a m 1350, trasborda su ripiano prativo di Gr. Nasasse e si deposita con diverse lingue in località Trasi, dopo aver attraversato la strada mulattiera per Boschietto. Periodica annuale, ricorrente, con traiettoria m 1000. Nel 1972 giunse sino alle prime baite di Trasi.

- *Valanga del rio Tressi o Gurbè (n.10)*

Si origina dalle pendici della Cima Fer, in località Cial, a m 2100, da pendii rocciosi; si incanala in stretta gola detta Gurbè immettendosi nell'impluvio del rio Tressi e scende, travolgendo piante e detriti, sino alle case Molino e Tressi dove si deposita normalmente senza raggiungere il paese. Nel 1972 traiettoria di m 1000, fronte di 150, superficie di 60.000 mq. Periodica annuale, ricorrente, generalmente non di grande dimensioni. Ne 1972 provocò la distruzione di due case di Molino di Forzo, una della quale del guardaparco, che provocò due vittime e un ferito. Danni alle strade secondarie, linee elettriche e ai boschi. Nell'evento del 1988 si segnala una vittima.

- *Valanga del rio Arcando (n. 11)*

Si stacca da più punti dai costoni rocciosi di Cima Fer a 2300 m, a quota 1750 presso la Balma; si incanala nel solco del rio Arcando e scorre in esso sino a valle, fra le sponde boschive, a m 1000. Negli anni di forte innevamento supera la strada e si accumula nel torrente Forzo, in località Armando. Traiettorie m 1200, fronte m 15, spessore 3-4 m.

Valle del torrente Soana

- *Valanga del rio Catacomba (n. 1)*

Si stacca dai pascoli a m 1800 sulle pendici di punta Sionei, scende nel solco del rio Catacomba sino a quota 1000 m, dopo un salto di roccia abbandona il canalone e si foerna a quota 850 m in parte sul ripiano fuori della fraz. Bosco ed in parte sulla strada secondaria della frazione. Nel 1972 attraversò la strada e si precipitò sulla strada principale con danni ai boschi. Traiettorie m 1000. Periodica annuale

- *Valanga di Pian Ciantel (o di Ronco)*

Si origina a m 1300 da un pianoro sotto Gr. Piano Ronca detto Pian Ciantel, scende su pendio erboso, si incanala in un impluvio e superati alcuni roccioni, si ferma nel Soana. Nel 1972 superò il Soana e risalì il versante opposto accumulandosi sulla strada e contro la caserma dei Carabinieri. Periodica annuale, dopo nevicate di altezza metrica. Danni ai boschi. Nel 1888 fece 7 vittime, nel 1972 due. Ostruisce tal volta la strada di Campiglia. Traiettorie m 600.

8.2. Dinamica torrentizia

Sono stati cartografati con specifica simbologia i tratti delle aste torrentizie del Soana, del Forzo e dei rii minori soggetti a processi idraulici di tipo areale (esondazione, alluvionamento)

o lineare (erosioni, trasporto solido ecc). L'esame della documentazione fotoaerea pregressa ha fornito informazioni sulle aree alluvionate nei fondovalli dei torrenti Forzo e Soana permettendo di definire le aree di inviluppo degli eventi alluvionali per una ragionevole perimetrazione dei processi di esondazione. Parimenti è stato acquisito lo studio della Provincia di Torino – Comunità montana Valle Orco e Soana coordinato dal C.N.R. – IRPI redatto a seguito dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 con tutte le informazioni fotografiche, di censimento dei danni e cartografiche tematiche di supporto. L'evento alluvionale del settembre 1993 ed i suoi effetti sono descritti nella relazione geologica a supporto del P.R.G.C. redatta dal Dott. Marco Innocenti (1995) e (1997).

Magnitudo delle conoidi

Da ricognizioni terrestri lungo il territorio di pertinenza amministrativa del Comune di Ronco Canavese, per tutta la sua estensione fino ai confini con i Comuni di Valprato Soana e Ingria, effettuate nel corso dell'estate 2003, sono stati rilevati diversi fenomeni di instabilità latente e potenziale lungo i versanti, gli impluvi e i corsi d'acqua secondari. La piena dei torrenti Forzo e Soana, connessa con l'evento meteorologico del 14-15 ottobre 2000, ha riproposto gli effetti di quella precedente del 23-24 settembre 1993 e di altre, localmente maggiori, verificatesi negli anni 1654, 1679 e, per restare in un periodo relativamente recente di analisi, 1900, 1947 e 1977. Per quanto concerne gli effetti sul reticolato idrografico secondario sono state condotte apposite osservazioni di dettaglio (rilievi di terreno ed analisi fotointerpretativa).

Per alcuni corsi d'acqua di ridotte dimensioni e prossimi a nuclei abitativi, sono state effettuate considerazioni di dettaglio per la valutazione del potenziale detritico mobilizzabile secondo la metodologia di seguito illustrata.

Metodologia

Per la valutazione del potenziale detritico mobilizzabile a seguito di un evento di piena, parossistico, attendibile allo stato attuale delle conoscenze solo in piccoli bacini alpini, è stata utilizzata una metodologia, applicata nello specifico anche per alcuni dei torrenti incisi lungo i versanti afferenti alla pertinenza amministrativa del Comune di Ronco (Provincia di Torino).

Essa si è basata su:

- 1) misure morfometriche (area effettiva e pendenza del bacino idrografico) eseguite sulla base cartografica CTR in scala 1:10.000;
- 2) sopralluoghi specifici di terreno mirati all'individuazione delle coltri detritiche presenti lungo i versanti (detrito di tipo B) e alla valutazione dell'estensione areale del materasso detritico residente in alveo suscettibile a mobilizzazione anche per il verificarsi di piene

- ordinarie (detrito di tipo A), nonché alla “taratura” delle misure planimetriche (distanze, lunghezze, aree) basate sulla trasposizione delle informazioni dedotte attraverso l’analisi delle fotografie aeree su carta tecnica e soggette a deformazione prospettica;
- 3) analisi di fotografie aeree, a colori (anni 1954, 1963-’64, 1974, 1977, 1979-’80), per la stima delle coperture detritiche lungo i versanti, l’individuazione di masse instabili e la caratterizzazione dei depositi nei settori di bacino altimetricamente più elevati non raggiunti nei rilievi a terra;
 - 4) ricostruzione delle piene parossistiche pregresse avvenute nell’areale geografico di interesse (alto bacino del T. Soana e del T. Forzo) e nei singoli casi analizzati, al fine di individuare la frequenza di accadimento di tali eventi. L’ipotesi di partenza è che il tempo di accadimento di fenomeni parossistici sia diretta espressione della *magnitudo* del fenomeno stesso. Infatti, in molti casi è stato osservato che, laddove il tempo trascorso tra due eventi consecutivi è maggiore, maggiore è la possibilità per un singolo corso d’acqua di produrre una quantità più consistente di materiale destabilizzato all’interno del suo bacino, che ha avuto più tempo a disposizione per “caricarsi”, ed è quindi maggiore l’intensità (in termini volumetrici) dell’evento successivo.

Tale approccio di analisi quantitativa di piccoli bacini montani, andati soggetti in tempi recenti o passati a fenomeni di colata detritica torrentizia (*debris flow*) e/o di apporto solido a carattere impulsivo (Tropeano & Turconi, 1999) ha già dato soddisfacenti risultati, se confrontato a volumi storicamente conosciuti per eventi di piena parossistica alla scala di singolo bacino o a casi recentemente avvenuti, anche se non è ancora possibile un’analisi sistematica per il ridotto numero di bacini analizzati. Inoltre i risultati apparentemente più corretti sono stati ottenuti per bacini con ridotta estensione areale (generalmente < 2 km²). Ed è per questo motivo che per bacini più ampi, laddove possibile, si suggeriscono osservazioni sperimentali e una suddivisione in sottobacini, anche elementari, in cui applicare il metodo proposto.

In tale metodo, viene espresso il contributo di ciascun parametro considerato sulla quantità di volumi di materiali potenzialmente coinvolgibili nel corso di eventi parossistici e trasferibili a valle, attraverso la seguente formula:

$$V = [AE * tgs * r * h * (n+1) * e^f] / 1000$$

dove V è il volume totale di detrito mobilizzabile, all’interno del sistema-bacino e su conoide, in occasione di un evento di piena parossistico [m³], AE l’area effettiva del bacino [m²], tgs la pendenza media del bacino [%], r un coefficiente che esprime la percentuale della copertura areale di materiale immediatamente suscettibile al moto (detrito tipo A) e l’area effettiva del

bacino, h lo spessore medio dei detriti che possono essere rilasciati [m], n un coefficiente [1÷10] che esprime una proporzione fra il detrito disponibile al rilascio in tempi più lunghi (detrito tipo B) rapportata ad AE , ed f il “fattore frequenza” in relazione al numero di eventi ipotizzati in un intervallo *standard* di cento anni.

Va considerato che, per i bacini con areale effettivo ridotto (<2 km²), a differenza di quelli con superfici maggiormente estese, considerata l’elevata energia di rilievo e il diretto apporto di materiale in conoide, la *magnitudo* stimata si può verosimilmente considerare come il volume di detrito che effettivamente riesce a giungere in conoide.

8.2.2 Analisi dei singoli corsi d’acqua

Nel territorio in esame, modellato dal susseguirsi di vicende geo-morfologiche, e non da ultime quelle connesse all’attività glaciale, è decisamente elevato il numero di impluvi e/o corsi d’acqua che solcano i versanti prospicienti i nuclei abitati o le case isolate; alcuni di questi sono stati oggetto di un esame più approfondito circa i possibili scenari in caso di evento parossistico. In particolare sono stati considerati i conoidi sede di nuclei abitativi prevalentemente edificati per apporto torrentizio, escludendo, per insufficienza di strumenti d’indagine diagnostici, quelli definiti come “conoidi misti”, costituiti da apporti spesso considerevoli di detrito connessi all’attività di versante e/o di valanga.

Per motivi di limitazione del metodo (es. estensione areale troppo elevata, componenti aggiuntive di “disturbo” interagenti con altri fattori, quali le condizioni geotecniche e meccaniche delle rocce, il carico vegetale, ecc...) e per coerenza d’indagine (pericolosità per zone abitate) si sono scelti, a titolo esemplificativo, solo alcuni torrenti per i quali l’evidenza di elementi geomorfologici significativi e/o la conoscenza di eventi storici pregressi hanno permesso l’applicazione di tale metodo. Inoltre, tale scelta è stata condotta sulla base delle indicazioni offerte dalle cartografie allegate al Piano *PAI* nel Comune di Ronco circa i “conoidi attivi”, verificati in corso di stesura della *Carta geomorfologica e dei dissesti*; si è pertanto condotta un’analisi di dettaglio entro i bacini e le aste più significative dei rispettivi corsi d’acqua, per valutare il potenziale detritico mobilizzabile nel corso di un evento parossistico.

Nel caso specifico i corsi d’acqua analizzati (le cui denominazioni, qualora non specificate sulla cartografia utilizzata-CTR 1:10.000, sono state riferite ai toponimi delle località più vicine) sono pertanto stati i seguenti:

Rio Tressi;

Rio Arcando;

Rio di Quandin;

Rio Lasinetto;

T. Fattinaire;

T. Servino;

Rio Nivolaastro;

Rio Alpetta;

T. Guaria;

Comba Bui.

Per ciascuno di questi sono stati identificati (cfr. tabella):

- area effettiva;
- pendenza;
- estensione e spessore medio della copertura detritica immediatamente mobilizzabile per un evento parossistico (detrito tipo A);
- estensione e spessore medio della copertura detritica mobilizzabile in tempi più lunghi (detrito tipo B);
- frequenza degli eventi parossistici;
- volume mobilizzabile per un evento parossistico.

Nel complesso molti dei torrenti prospicienti l'abitato di Ronco hanno manifestato fenomeni di piena parossistica non solo durante l'evento più conosciuto dell'ottobre 2000, che ha interessato pesantemente l'intera Valle Soana (per la quale sono testimoniate piene dannose, tra cui quella memorabile del 1654, con effetti disastrosi lungo la rete idrografica minore), bensì anche pochi anni prima, e specialmente nel settembre 1993 (soprattutto lungo l'asta del Soana) e in piene minori, con effetti dannosi per lo più locali, avvenute nel XX Secolo tra il 1900 (*T. Fattinaire*), 1907 (rii *Arcando*, *Nivolaastro* e *Alpetta*), 1908 (*Comba Bui*), ottobre 1977 (*Rio Arcando*) e 15 luglio 2001 (*T. Fattinaire*).

Pertanto, nell'insieme, si può considerare un "fattore frequenza" assai variabile, ma mediamente pari a 40-50 anni; per i corsi d'acqua di cui invece non si dispone sufficiente documentazione storica si è dovuto ipotizzare un tempo di accadimento di una volta ogni 100 anni, anche se è verosimile considerare che nell'insieme tutti i corsi d'acqua possono aver subito condizioni critiche di piena torrentizia con associato trasporto solido nel corso degli eventi su citati. Il riferimento all'ultimo evento parossistico conosciuto, associato alle piene storiche avvenute, è utile in quanto fornisce diretta informazione circa la periodicità di accadimento di eventi di una certa rilevanza. Il tutto può essere tradotto in chiave analitica attraverso un indice numerico ("fattore frequenza") che dev'essere utilizzato nella formula per la valutazione del potenziale detritico proposta secondo la metodologia su descritta.

Per la valutazione degli spessori delle coperture detritiche, di difficile identificazione, si è considerato un materasso mobile "attivo", lungo l'alveo, variabile da luogo a luogo, che generalmente può venir considerato del valor medio di un metro di spessore, ma che sulla base delle osservazioni condotte su terreno è risultato compreso tra 0,3 e 1,5 m come riportato in tabella. Gli spessori dei depositi giacenti lungo i versanti o lungo le sponde sono risultati talora

anche molto rilevanti (es. depositi glaciali); in assenza di misure dirette e per omogeneità di calcolo, si è ipotizzato uno spessore medio di terreno minore o uguale a 1 m, coinvolgibile nel corso di un evento parossistico su tutta l'estensione. Tale valutazione apparirebbe sottostimata a livello locale (es. ghiaioni di falda, falda di detrito, corpi di frana, depositi glaciali), ma in base alle osservazioni finora condotte in questa direzione appare molto improbabile che si mobilizzino contemporaneamente porzioni molto estese a scala di bacino che superino il metro di spessore.

Attraverso opportuni rilievi di terreno e una specifica indagine delle fotografie aeree è stato rilevato il corpo del conoide, spesso rimaneggiato al piede per intensa attività connessa al corso d'acqua principale; per quanto concerne il conoide non è sempre possibile ipotizzare una maggior possibilità di riattivazione ad opera del bacino idrografico che lo ha edificato e conseguentemente l'areale maggiormente soggetto a processi di alluvionamento, in quanto i meccanismi in gioco osservabili in natura talora appaiono del tutto aleatori. In altri casi, inoltre, non è stato possibile identificare un vero proprio conoide connesso all'attività torrentizia; in tal caso si è introdotta la definizione di "conoide misto" in quanto è riconoscibile una spiccata edificazione dello stesso conoide per apporti di origine gravitativa o di valanga.

CORSO D'ACQUA	AREA EFF. AE [km ²]	PENDENZA [%]	COPERTURA DETRITICA (TIPO A) [km ²]	SPESORE MEDIO STIMATO DETRITO TIPO A [m]	COPERTURA DETRITICA (TIPO B) [km ²]	SPESORE MEDIO STIMATO DETRITO TIPO B [m]	FATTORE FREQUENZA f	Volume ipotizzato [m ³]
<i>Tressi</i>	1,99	128	0,19	1	0,58	0,3	1	130.000
<i>Arcando</i>	3,57	92	0,20	0,7	1,11	0,4	0,25	37.500
<i>Quandin</i>	0,61	108	0,06	0,3	0,17	0,2	0,4	4.700
<i>Lasinetto</i>	12,75	73,4	0,14	1	8,07	0,2	0,4	33.500
<i>Fattinaire</i>	4,89	82	0,37	0,5	1,70	0,3	0,3	41.700
<i>Servino</i>	12,87	77,6	0,47	1,5	7,59	0,3	1	525.000
<i>Nivolastro</i>	0,75	65,9	0,04	0,5	0,28	0,3	1	7.500
<i>Alpetta</i>	1,29	78,6	0,05	0,5	0,28	0,3	1	9.200
<i>Guaria</i>	6,56	68	0,22	0,6	2,59	0,1	1	33.400
<i>Comba Bui</i>	0,67	80,6	0,03	0,3	0,29	0,1	1	2.900

Tabella 1. Elenco dei bacini, ordinati geograficamente da monte verso valle, per i quali è stato applicato un metodo analitico di valutazione dei potenziali detritici mobilizzabili per evento parossistico di trasporto in massa (vedi testo).

Di seguito verranno espresse considerazioni circa le osservazioni condotte su terreno anche in base ai risultati dei volumi ipotizzati mediante la metodologia proposta.

Va considerato, per quasi tutti i bacini considerati, che la copertura di tipo B è condizionata dall'intenso processo disgregatorio connesso al fitto sistema di fratturazione primaria che caratterizza l'intero settore delle porzioni medio superiori dei versanti della Val Soana; la produzione di detrito dai versanti è quindi molto abbondante, anche per la presenza di abbondanti depositi connessi alla recente attività glaciale, di cui sono molto evidenti morfologie relitte alla testata dei bacini (*T. Lasinetto, T. Arcando, T. Tressi, T. Servino*).

Qui di seguito sono sinteticamente descritte situazioni rilevate lungo alcuni torrenti non contemplati nell'analisi su descritta, ma degne di nota.

-Il T. Tressi, dalla stima della *magnitudo* effettuata con il metodo su descritto, risulta in grado di mobilitare, in corso di evento parossistico, volumi detritici rilevanti di fronte alla sua ridotta estensione areale (< 2 km²) per il peso esercitato dal fattore "pendenza media del bacino", che nel T. Tressi raggiunge valori molto elevati (<120%) e al rilevante quantitativo di detrito già suscettibile ad essere mobilizzato.

- Il T. Arcando, in cui gli eventi di piena appaiono più frequenti (1907, 1977, 1993, 2001, 2002) è l'unico corso d'acqua tributario in territorio di Ronco su cui in passato sono stati fatti degli interventi di sistemazione idraulico-forestale. Sono ancora visibili alcune briglie nel tratto medio-terminale dell'alveo; in particolare sono state esaminate le condizioni delle ultime 4 briglie (tra le quote 950 e 1150 m s.l.m.). Esse appaiono parzialmente o totalmente danneggiate: quella di valle ha larghezza complessiva pari a 43 m, corrispondente alla larghezza dell'alveo; quella più a monte è di larghezza pari a 25 m. Nel settore di conoide sono presenti un paio di canali secondari di possibile riattivazione, che porterebbero il deflusso del materiale in direzione dell'abitato di Puntagliera. Nelle fotoaeree del 1963-64 sono visibili evidenti tracce di un recente processo di trasporto in massa (avvenuto verosimilmente nel 1962) e, all'epoca, il conoide era caratterizzato da tre canali attivi di deflusso del materiale detritico, tutti confluenti nell'alveo del T. Forzo.

- Il Rio di Quandin, che ha manifestato nel corso dell'estate 2002 attivazioni di processi di colata fangosa, con invasione di alcuni box di autorimessa sottostanti, ha riproposto, seppure in modo marginale, le potenziali capacità dannose conosciute per gli eventi passati. Nelle fotoaeree del 1963-64 sono visibili evidenti tracce di un recente *debris flow* che però non ha raggiunto il fondovalle del T. Forzo. Il conoide del Rio di Quandin è in parte coalescente con quello del T. Arcando; dalla stima effettuata potrebbero mobilizzarsi lungo il suo reticolo oltre 4.000 m³ di

detrito, in quanto la riserva già disponibile ad essere mobilizzata è abbondante di fronte alla modesta estensione areale, ma l'apporto dal versante è cospicuo.

- Il bacino del T. Lasinetto è molto esteso ($>12 \text{ km}^2$) ed è conformato in modo tale per cui la sua "impronta" glaciale, e quindi i depositi connessi, garantiscono una continua e abbondante produzione di detriti sia dai versanti che dall'alveo. Il materiale "sciolto" in alveo è assai abbondante, ciò ha favorito già nel corso dell'evento del 1993 la riattivazione del conoide in più canali, riattivati anche nell'evento dell'ottobre 2000. Lo sviluppo longitudinale dell'asta permette uno "smaltimento" di detrito lungo l'asta stessa che in qualche modo ne regola l'apporto in conoide.

- Il Rio Fattinaire, di cui si hanno notizie catastrofiche nei secoli passati (1654), ha dimostrato, seppur marginalmente, la sua potenziale capacità distruttiva ancora di recente (15 luglio 2001), con diversione d'alveo in apice di conoide e alluvionamenti locali nel 1993 lungo il settore maggiormente inciso del canale principale. Potenzialmente, lungo ogni incisione delle parete rocciose, caratterizzanti il settore di testata del Fattinaire, è suscettibile il prodursi di fenomeni di *soil slip* che possono evolvere in colata detritica qualora essi vadano ad incanalarsi. Il conoide, molto ampio e pronunciato, evidenzia la capacità di accrescimento dello stesso ad opera degli apporti consistenti dal bacino. I numerosi canali di deflusso riconoscibili lungo il conoide ed il ridotto grado di incisione degli stessi, compreso quello "attivo", fanno presumere la possibilità di riattivazione delle diverse direzioni di propagazione in corso di evento con conseguenze dannose per i nuclei edificati. Il modello di calcolo utilizzato per la valutazione del trasporto di massa (Elaborato G2E) conferma i risultati basati sull'osservazione morfologica attestando, la possibile attivazione, oltre che dell'incisione principale, anche dei rami secondari con interferenza sul tessuto urbano d

- Il T. Servino si presenta con un bacino idrografico piuttosto ampio (area $> 12 \text{ km}^2$) ed acclive (pendenza media del 78% circa). Tali caratteristiche geomorfologiche conferiscono al bacino una intensa riserva di detrito non solo lungo i versanti, ma soprattutto lungo l'alveo stesso, dove sono temporaneamente ospitati detriti lapidei a grossi blocchi, mobilizzabili non solo in occasione di piene rilevanti, ma anche per pulsazioni locali di trasporto in massa. Tali forme, "testimoni" caratteristici per morfologia di deposizione, sono visibili nell'insieme dei depositi messi in moto in occasione dei recenti eventi (1993 e 2001) ed assemblati ad essi. Sul conoide molto pronunciato del T. Servino, su cui sorgono gli abitati di Scandosio e Cernisio, i processi di trasporto solido sono attualmente "relegati" nella porzione più incisa del conoide stesso e non

sembrano interessare attualmente i settori edificati, anche se l'intero fondovalle, su cui si sviluppa la strada di accesso alla Borgata Servino è di pertinenza del corso d'acqua, che ad ogni piena rilevante (es. 2000) sormonta il piano viario e ne asporta alcuni tratti per erosione spondale. Altre erosioni, in sponda sinistra, sono visibili lungo l'asta del Servino (di fronte a Gr.a Lutta). Per quanto concerne i processi erosivi, inoltre, è da rimarcare il fenomeno che potrebbe degenerare a danno delle prime abitazioni di monte (abitato di Scandosio), in destra idrografica, per erosione al piede dell'alta scarpata interna incisa dall'attuale andamento del T. Servino. La stima della magnitudo (525.000 m^3) appare inverosimile, di fronte all'estensione complessiva del bacino, tale incongruenza conferma la difficoltà di applicazione nonché il maggior livello di incertezza del metodo analitico su enunciato per bacini con area così vasta. Va tuttavia osservato che, nonostante siano in gioco volumi consistenti di detrito mobilizzabili in corso di evento parossistico, lungo l'intera asta del T. Servino sono presenti diversi settori di possibile deposito degli apporti solidi, per conformazione naturale dell'alveo. Tale valore però potrebbe risultare sovrastimato in quanto, proprio per la forma del bacino, comunque ampio, anche solo una percentuale ridotta degli apporti, pur considerevoli, potrebbe effettivamente andare a confluire nell'asta principale.

- I conoidi del T. Nivolastro e del T. Alpetta, sui quali è edificato gran parte del Capoluogo di Ronco, non presentano segni di recenti attivazioni, anche se proprio la loro latente attività torrentizia fa ipotizzare una carica potenzialmente dannosa per processi di trasporto in massa. I volumi mobilizzabili nel corso di piena parossistica (7.500 m^3 per il T. Nivolastro e 9.200 m^3 per il T. Alpetta), stimati mediante la metodologia illustrata, porterebbero comunque a patire danni rilevanti qualora andassero ad investire i numerosi edifici esistenti; inoltre non sono presenti interventi mitigatori di sistemazione nel tratto a monte dei rispettivi apici di conoide. Tuttavia, il modello di calcolo utilizzato per la valutazione del trasporto di massa (Elaborato G2D, porta a risultati che attestano, per il T. Alpetta un deflusso delle colate detritiche confinato all'interno dell'asta torrentizia, attestando una stabilità dell'apparto di conoide esternamente al canale principale. Per il torrente Nivolastro viene prevista, nel settore urbanizzato a monte della confluenza con il t. Soana, una possibile avulsione del flusso in sinistra idrografica. Opere di discutibile efficacia sono riconducibili a interventi di "tombatura" in prossimità della confluenza del T. Alpetta con il T. Soana, riducendo drasticamente in poche decine di metri di sviluppo d'alveo la sezione di deflusso. Medesimo discorso per il tratto immediatamente a monte del T. Nivolastro, prima dell'attraversamento della strada provinciale; in questo punto è inoltre presente un attraversamento pensile della rete di sottoservizi che riduce notevolmente la sezione di deflusso dell'alveo.

- Il T. Guaria, dai rilievi condotti su terreno, non appare attualmente predisposto alla produzione di ingenti quantità di materiale lapideo alla sua sezione terminale, ma piuttosto sembra effettuare un ruolo di “nastro trasportatore” a cadenze cicliche irregolari dei sedimenti. Il trasporto solido appare ben “bilanciato” e distribuito lungo il suo alveo; esso infatti ha una morfologia che gli consente di “smaltire” gli apporti solidi e di integrarli nel suo “materasso mobile” attivo. In corrispondenza della zona di testata compreso tra il ramo sinistro (T. Sionei) e l’asta principale (T. Ciavanis) vi è un’estesa DGPV, impostata nei calcescisti, che induce una continua, seppure lenta, spinta verso valle (testimoniata dalle numerose fuoriuscite d’acqua e dai ristagni in quota, in corrispondenza delle variazioni di pendenza del profilo longitudinale del versante stesso) e un apporto, seppure molto contenuto, di materiale detritico sciolto di piccola pezzatura. Lungo il T. Ciavanis non sono tuttavia presenti evidenti indizi di “instabilità” lungo l’alveo; non sono però da escludersi fenomeni, ovunque possibili, di *soil slip* dal versante destro, coperto da una fitta boscaglia e caratterizzato da numerosi impluvi. Tali processi di versante potrebbero incanalarsi nelle incisioni di drenaggio e innescare fenomeni di colata detritica con coinvolgimento di materiale già a “disposizione” nell’alveo.

- La Comba Bui, lungo cui si produsse il 13 luglio del 1908 un processo di trasporto in massa che provocò nove vittime, può oggi nuovamente riproporre un fenomeno parossistico per la quantità di detrito mobilizzabile (circa 3.000 m³) in corso di piena.

Come indicazione di ordine generale di attendibilità dei dati, si sottolinea che per tutti i casi analizzati vale la considerazione che segue: la stima di *magnitudo* che deriva dalla metodologia d’indagine proposta fornisce risultati maggiormente apprezzabili se mediati anche con valutazioni ottenibili con altri metodi conosciuti in letteratura.

8.3 Simbologia e classificazione PAI dei processi idrogeologici

La messe di dati acquisita è stata cartograficamente trasposta, con definite linee di perimetrazione, nella “Carta geomorfologica e dei dissesti alla scala 1:10000” suddividendole per processi lungo i versanti e processi di dinamica torrentizia. Come riferimento di standardizzazione delle informazioni ai fini del PAI è stata utilizzata la simbologia e i grafismi indicati nella Deliberazione Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45-6656.

Frane. I dissesti sono stati classificati:

- Dissesti attivi (pericolosità molto elevata FA). Il fenomeno è da considerarsi attivo in presenza di movimenti attuali evidenti e/o nel caso vi siano notizie di riattivazione significative in tempi recenti, permanendo le condizioni geomorfologiche che hanno dato origine al dissesto.
- Dissesto quiescente (pericolosità generalmente elevata FQ). Il fenomeno è da considerarsi quiescente quando non risultano movimenti attuali evidenti o non sono note riattivazioni in tempi recenti, permanendo condizioni geomorfologiche e climatiche tali da poter riattivare il fenomeno.
- Dissesto stabilizzato (pericolosità media o moderata FS). Il fenomeno è da considerarsi stabilizzato quando è riconoscibile solamente per evidenze morfologiche o quando sono intervenuti fattori antropici che hanno portato alla definitiva stabilizzazione del dissesto, eventualmente documentata attraverso monitoraggi nel tempo.

Dinamica Torrentizia. Processi areali. Corrispondono a fenomenologie legate a processi di erosione, alluvionamento dai corsi d'acqua della rete idrografica principale non fasciata, e/o secondario e sono distinti sulla base di livelli di intensità/pericolosità:

Ee_A = Intensità/Pericolosità molto elevata. Aree inondabili da acque con elevata energia e tiranti ingenti (indicativamente $h > 40$ cm), caratterizzate dalla presenza di rilevanti fenomeni di erosione/deposito (trasporto solido, solchi e tracce d'erosione, divagazione dell'alveo, riattivazione di canali abbandonati); aree ad alta probabilità di inondazione (Tr 20-50 anni) sulla scorta di specifiche verifiche idrauliche.

Eb_A = Intensità/Pericolosità elevata: aree inondabili da acque con tiranti ingenti (indicativamente $h > 40$ cm) caratterizzati dalla presenza di modesti fenomeni di erosione/deposito; aree a moderata probabilità di inondazione (Tr 100-200 anni) sulla scorta di specifiche verifiche idrauliche

Em_A = Intensità/Pericolosità media/moderata: aree inondabili, esterne alle precedenti, individuate su evidenze morfologiche; aree inondabili da acque a bassa energia e/o tiranti modesti (indicativamente $h < 40$ cm) legate ad esondazione del reticolo artificiale di pianura oppure ad allagamenti dovuti a difficoltà di drenaggio in settori disgiunti dai corsi d'acqua naturali; aree a bassa probabilità di inondazione (Tr 300-500 anni).

Dinamica Torrentizia, Processi di tipo lineare. Corrispondono ai processi di erosione e di trasporto detritico di massa.

Per i torrenti principali Soana e Forzo, e per i rii minori, l'entità dei processi lungo i corsi d'acqua, in assenza di verifiche puntuali di carattere idraulico su sezioni significative predisposte con le metodologie indicate dalla normativa PAI e dal D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656, la caratterizzazione dei processi e l'entità dei medesimi sono stati definiti nel presente lavoro esclusivamente sotto il solo aspetto morfologico. Le indagini idrauliche trovano di norma applicazione solamente entro gli ambiti urbanizzati, di prevista urbanizzazione o di elevato interesse strategico qualora le indagini morfologiche e storiche non risultassero esaustive per la definizione della pericolosità e del rischio di detti ambiti.

Per i tratti urbani adiacenti ai corsi d'acqua principali e secondari interessati generalmente da processi di dinamica torrentizia, e sui quali sono state messe in opera interventi di sistemazione idrogeologica, le verifiche idrauliche potranno concorrere a definire condizioni di pericolosità minore; i meccanismi attuativi per la fruibilità urbanistica delle aree a tergo di esse deve essere verificata secondo le modalità di cui al punto 7.10 della Nota Esplicativa alla Circolare 7/LAP del dicembre 1999.

Valanghe

Ve 1 e 2= aree soggette a valanghe ricorrenti $Tr < 30$ anni altamente distruttive

Vm 1 e 2= aree soggette a valanghe ricorrenti $Tr < 30$ anni moderatamente distruttive

Conoidi

CA conoide attivo CAe molto elevata

CAb elevata

CS stabilizzato naturalmente

9. CARTA IDROGEOLOGICA. ELABORATI G3

Le informazioni relative alla idrogeologia del sottosuolo suddividono il territorio in esame in 4 complessi idrogeologici così descritti:

substrato affiorante e subaffiorante - aree degli affioramenti del substrato roccioso con litotipi praticamente impermeabili. Solo localmente, in corrispondenza di sistemi di fratturazione e faglie, possono venire veicolate moderate quantità di acqua (permeabilità per fratturazione).

detrito di falda – sono indicati indistintamente i principali settori di versante occupati da cospicui depositi di falde e coni detritici, per lo più a pezzatura eterometrica. Permeabilità e porosità elevata

depositi alluvionali – alluvioni di fondovalle del torrente Forzo e Soana, conoidi deposizionali e conoidi misti. Permeabilità e porosità medio-alta

depositi glaciali – depositi glaciali di ablazione, con miscele eterometriche di terreni grossolani e fini, porosità e permeabilità medio-bassa

In carta sono state ubicate le opere di captazione delle sorgenti utilizzate ai fini idropotabili desunte sulla base delle informazioni fornite dal Comune di Ronco Canavese e bordate con la fascia di rispetto geometrica di raggio pari a 200 metri ai sensi del D.Legislativo 11 maggio 1999 n. 152 (G.U. – serie generale n. 124 del 29 maggio 1999). Le sorgenti sono fondamentalmente posizionate ai margini dei corsi d'acqua secondari la dove questi incidono, alimentandole direttamente, le coperture detritiche e di falda.

9.1. Carta della localizzazione delle sorgenti captate

Elaborato G.3c.

Con riferimento alla Banca Dati Regionale: Direzione Pianificazione Risorse Idriche – Infrastrutture del Servizio Idrico in Piemonte – Archivio geografico ed alfanumerico, è stata predisposta la Carta della localizzazione delle sorgenti captate che riporta il codice identificativo regionale, il dato sull'Ente Gestore, la denominazione dell'impianto, la località, la quota altimetrica, la portata minima in l/s, il volume derivato in mc/anno e la data di inizio della gestione.

10. CARTA DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEI TERRENI. ELABORATI G4

La carta litotecnica evidenzia e suddivide i principali terreni che affiorano nel territorio comunale raggruppabili in complessi geotecnici a differenti parametri meccanici e tecnici che ne condizionano il comportamento. La suddivisione in complessi si basa sui risultati di sondaggi geognostici e prove geotecniche documentate. Si sono classificati 5 complessi litotecnici così suddivisi:

complesso litotecnico 1

Corrisponde al substrato litoide indifferenziato affiorante o subaffiorante. I requisiti geotecnici variano a seconda dello stato di fessurazione e di alterazione, assumendo caratteri elevati su roccia sana, ridotti qualora interessati da intensa fratturazione o alterazione.

complesso litotecnico 2

Detrito di falda, talora a grossi blocchi che riveste, sotto forma di plaghe più o meno estese, i versanti per completa demolizione di preesistenti affioramenti rocciosi dovuti a processi di criotermoclastismo. Caratteri geotecnici corrispondenti a rocce detritiche a pezzatura grossolana ed elementi a spigoli vivi, tendenzialmente sciolti, in accumuli caotici con presenza di significativi vuoti e soggetti ad assestamento. Nell'insieme requisiti geotecnici scarsi.

complesso litotecnico 3

Corrisponde ai depositi alluvionali dei fondovalle principali del torrente Forzo e Soana, in ambito morfologico subpianeggiante; settori terrazzati riconducibili alle alluvioni antiche. Depositi di conoide. Comportamento geotecnico di tipo prevalentemente incoerente, localmente pseudocoesivo per prevalenza di materiali fini limoso-sabbioso in particolare negli apparati di conoide. Grado di addensamento da scarso (alluvioni recenti ed attuali) a medio elevato per i depositi antichi. Requisiti geotecnici medi, localmente medio-elevati. Per i depositi di alveo attivo, requisiti geotecnici scarsi.

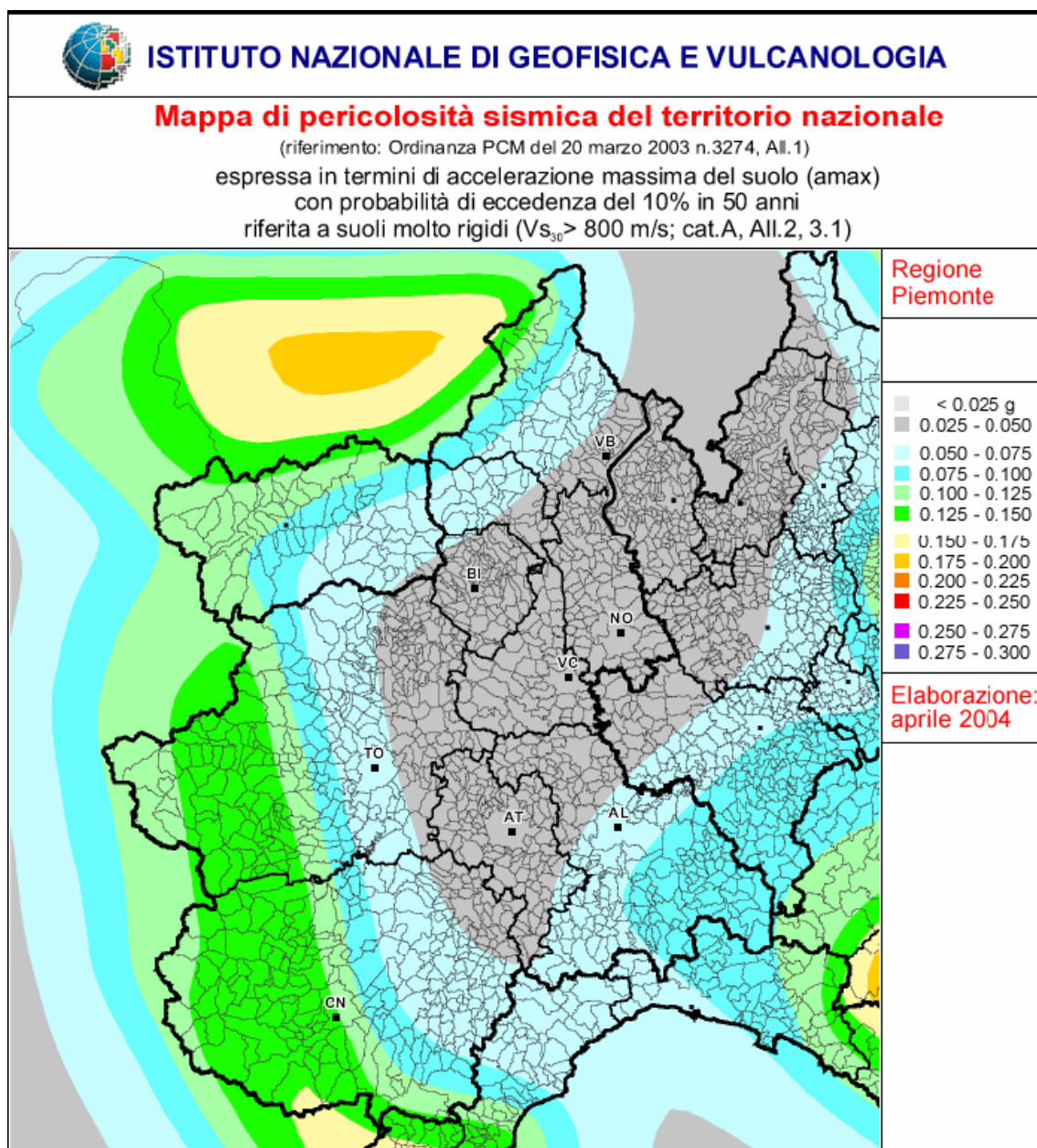
complesso litotecnico 4

Corrisponde ai depositi glaciali di ablazione e di fondo formanti gli apparati morenici e costituiti da materiali granulari eterogenei per pezzatura e granulometria; depositi alluvionali di conoide. Locale prevalenza di terreni a granulometria fine con immersi massi e blocchi di volume da decimetrico a plurimetrico. Comportamento geotecnico di tipo prevalentemente incoerente, grado di addensamento medio e medio-basso in funzione del contenuto

percentuale di componente fine. In situazioni di versanti acclivi e della interferenza con le direttrici di drenaggio delle acque piovane, si osserva un progressivo o rapido decadimento delle proprietà meccaniche.

10.1. Classificazione Sismica

La distribuzione della sismicità nel settore alpino occidentale (valori misurati solo strumentalmente [inferiore a magnitudo 3] e quelli avvertibili) si sviluppa in fasce parallele con grado di intensità maggiore procedendo verso l'interno dell'ossatura alpina. La Banca dati di ARPA Piemonte elabora i dati misurati comparandoli con i dati della sismicità storica a partire dall'anno 1000. La zonazione sismica è normata e definita dalla Ordinanza PCM 3274-2003 che classifica provvisoriamente il territorio del Comune di Ronco Canavese in Zona Sismica 4, cui compete un picco di accelerazione di 0,05g atteso al suolo su sito rigido ed una accelerazione di riferimento $V_s > 800$ m/secondo [categoria di suolo A-], valore standard assunto dalla normativa internazionale per definire il livello di scuotimento da impiegare nell'ambito della progettazione degli edifici per civile abitazione. Questo valore di riferimento è provvisorio e sono da attendersi aggiornamenti e modifiche; dati riferiti a pubblicazione specialistiche di settore (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia- 2004) disegnano nuove nuove mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale da cui si evince che il territorio di Ronco Canavese ha accelerazioni di progetto ben più elevati.
e mitigazione del rischio sismico.



11. CARTA DELL'ACCLIVITA'. ELABORATI G5

La Carta dell'acclività suddivide in classi di pendenza i versanti, associando di norma alla elevata acclività una maggiore propensione al dissesto. E' noto che, in linea teorica, in relazione all'aumento della inclinazione, i pendii assumono condizioni di crescente instabilità. Tuttavia, diversi autori hanno evidenziato come in natura, per i diversi tipi litologici, esistono intervalli clivometrici entro i quali si osservano maggiormente fenomeni di instabilità in funzione dei caratteri strutturali e composizionali dei litotipi formanti il pendio. Le carte di pendenza

rappresentate nella carta della acclività dei versanti sono state scelte sulla base delle pendenze maggiormente presenti nel territorio collinare, con una suddivisione ulteriore per quanto riguarda la differenziazione dell'ambito di pianura.

L'acclività dei diversi ambiti morfologici del territorio di Ronco Canavese è stata definita sulla base del reticolo ufficiale DTM della Regione Piemonte con maglia di lato di 50 m su cui, per successive interpolazioni di affinazione, è stata sovrapposta la cartografia georeferenziata della CTR.

La suddivisione delle classi di acclività è stata così definita:

- minore di 5° locali settori pianeggianti del concentrico e dei depositi glaciali e fluvioglaciali presenti a Sud Ovest del territorio comunale;
- tra 5° 15° ambito da subpianeggiante a moderatamente acclive del concentrico e dei depositi glaciali e fluvioglaciali a Sud Ovest del territorio comunale;
- tra 15 e 25° ambito dei rilievi montani a media acclività localizzati nella porzione medio-superiore del territorio comunale
- tra 25 e 35° rilievi montani a medio-alta acclività localizzati nella porzione medio-superiore del territorio comunale
- maggiore di 35° rilievi montani ad alta acclività

Le informazioni ricavate dalla carta dell'acclività non sono univoche, ma correlate al contesto geologico: nel caso specifico, le maggiori pendenze (> 35°) sono diffuse nei settori di raccordo al fondovalle principale del torrente Soana e Forzo, dove significativo è stato il modellamento operato sui fianco vallivi destro dall'antico apparato glaciali. I settori di minore acclività corrispondono alla fascia morfologica dei fondovalle principali e ai settori topograficamente medio-elevati dei versanti, in particolare nel settore occidentale della valle di Forzo.

12 . CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA. ELABORATI G6

Con riferimento alla Circolare Regionale 7/LAP del maggio 1996, sulla base delle risultanze complessive delle indagini geologiche, da quanto emerso dalla ricerca storica, preso atto degli eventi alluvionali del 1993 e 2000, e di quanto espresso nella nota di valutazione del rischio residuo a seguito della realizzazione delle opere di mitigazione del rischio idraulico, sono state individuate le sottoelencate classi di pericolosità geomorfologica e dell'idoneità alla utilizzazione urbanistica. La mosaicatura tra il P.R.G.C. di Valprato Soana è tendenzialmente coincidente con la Carta di Sintesi del Comune di Ronco in quanto gli ambiti edificati sono posti in classe III; per il Comune di Ingria il settore di confine amministrativo in località Villanuova è posto in classe III. Per il Comune di Ronco gli estesi versanti montani non edificati ricadano in Classe III.

CLASSE II: porzioni di territorio interessate da condizioni di moderata pericolosità e bassa intensità dei processi geomorfologici. Sono inserite in tale classe le porzioni di territorio ricadenti sui terrazzi topograficamente più elevati rispetto al fondovalle alluvionale del torrente Soana o posizionate nella porzione basale dei versanti (borgate di Boggera, Montelavecchia), i settori del nucleo storico comunale in destra del torrente Nivolastro, le borgate poste su apparati di conoidi incise naturalmente stabilizzate (borgata Scandosio e Cernisio), gli ambiti di borgate poste su dorsali o ripiani subpianeggianti (Nivolastro e Crotto)

Prescrizioni generali di P.R.G.C.: le condizioni di pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione di modesti accorgimenti tecnici espliciti a livello di norme di attuazione ispirate al DM.LL.PP. 11/3/1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio. Tali interventi non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe, nè condizionarne la propensione all'edificabilità.

- Classe IIa: Settori del territorio comunale poste in ambito di conoide naturalmente stabilizzato (borgata Forzo); l'utilizzo urbanistico come nuove edificazioni, oltre alla prescrizioni di cui alla Classe II è condizionato dalla esecuzione di verifiche idrauliche sul torrente Forzo e sui rii minori che valutino l'eventualità di attivazione di presidi idraulici o di accorgimenti tecnici estesi ad un significativo intorno. Porzioni di territorio corrispondenti alla dorsale del Cristo in cui gli interventi edificatori legati all'area cimiteriale sono subordinati all'attivazione di presidi idraulici e verifiche di stabilità. Quanto sopra prescritto deve essere supportato da specifico progetto parte integrante degli atti progettuali.

- Classe II b: Porzioni di territorio inedificate dei versanti boscati prossimi al fondovalle urbanizzato (sinistra e destra del rio Nivolastro a quota topografica media di 1000 m s.l.m.), ove le valutazioni sulla suscettibilità all'innescio dei fenomeni franosi, condotte mediante specifico modello di calcolo è ridotta o limitata e i dati di P.R.G.C. pregressi e attuali non individuano processi di dissesto idrogeologico permettendo una riclassificazione da Classe III indifferenziata a classe due. Settori classificati in Classe II nei precedenti studi geologici di supporto al P.R.G.C. (I paini). Aree in cui l'utilizzo urbanistico complessivo, compresa la viabilità di accesso e la fornitura dei sottoservizi (reti idrica, fognaria, smaltimento delle acque piovane è subordinata alle prescrizioni derivanti da una rigorosa indagine geomorfologica, geotecnica, idraulica e forestale come previsto ai punti H2-H3 del DM.LL.PP. 11/3/1988. L'indagine è finalizzata alla individuazione dei settori in cui le condizioni geologiche geotecniche puntuali e forestali offrono un migliore utilizzo edificatorio con esclusione dei rimanenti. Le norme di attuazione di P.R.G.C. devono esplicitare le modalità esecutive dell'indagine, di validazione amministrativa dei risultati e delle prescrizioni derivanti al fine della fruibilità edificatoria dell'area da assoggettare a strumento urbanistico di tipo esecutivo. In dette porzioni di territorio, sono, allo stato attuale, ammessi gli interventi pubblici o a finalità pubblica non altrimenti localizzabili.

CLASSE III: porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità e rischio geomorfologico, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo se inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio edilizio esistente. In accordo con il punto 7.8 della Nota Tecnica Esplicitava (dicembre 1999) alla Circolare Regionale 7/LAP (maggio 1996) e a seguito delle indicazioni emerse al tavolo tecnico del Gruppo Interdisciplinare di lavoro del 17 maggio è stata apportata la riclassificazione della Classe IIIB generica in Classe IIIB₁. Complessivamente la Classe III è così distinta:

- Classe III indifferenziata: in accordo con il punto 6.1 del testo della Nota Tecnica Esplicitiva alla Circolare 7/LAP del dicembre 1999, per gli ampi versanti montani non edificati, o con presenza di isolati edifici, si propone l'uso della classe III indifferenziata, da intendersi non come una nuova sottoclasse, ma come una porzione di territorio di Classe IIIA, con locali aree di Classe IIIB ed eventuali aree in Classe II non cartografate. Per esigenze di sviluppo rurale, di attività di loisir, o di opere ad iniziativa privata o pubblica di significativo interesse urbanistico che interessano complessivamente ampie porzioni di territorio, l'analisi di dettaglio necessaria ad identificare situazioni meno pericolose, potenzialmente attribuibili a classi a minore condizionamento (Classi II o Classi IIIB), è rinviata a future variazioni di piano

regolatore e dovranno essere supportate da studi geomorfologici di dettaglio e di fattibilità geologica delle opere.

Prescrizioni generali di P.R.G.C.: Sono ammessi gli interventi pubblici o a finalità pubblica non altrimenti localizzabili, gli interventi finalizzati alla mitigazione del rischio idrogeologico e le opere di captazione ai fini idropotabili. Possono concorrere alla realizzazione degli interventi di riassetto pubblico anche soggetti privati, purché l'approvazione del progetto ed il collaudo delle opere siano di competenza dell'Ente Pubblico. In tutti i casi è fatto divieto di intubamento di corsi d'acqua, fossati naturali o modificazione di sezioni naturali di impluvi anche effimeri se non connessi a interventi di sistemazione idrogeologica. anche soggetti privati, purché l'approvazione del progetto ed il collaudo delle opere siano di competenza dell'Ente Pubblico

Per gli edifici sparsi ricadenti in Classe III indifferenziata è possibile la manutenzione ordinaria, straordinaria, di ristrutturazione e di recupero degli edifici esistenti e, qualora fattibile dal punto di vista tecnico, la realizzazione di eventuali ampliamenti funzionali (punto 6.2 della NTE alla Circolare 7/LAP). E' ammessa la realizzazione degli adeguamenti igienico-funzionali degli edifici esistenti per il rispetto della legislazione in vigore in materia di sicurezza del lavoro connesse alle esigenze delle attività e degli usi in atto. Per le attività agricole sono ammesse, in assenza di alternative praticabili, e dove le condizioni di pericolosità dell'area lo consentono tecnicamente, la realizzazione di nuove costruzioni che riguardano in senso stretto edifici di utilizzo agricolo e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale. Nei casi sopraelencati gli interventi sono condizionati, a livello di singola concessione edilizia, alla esecuzione di studi di compatibilità geomorfologica, geologico-tecnica ed idraulica mirati a definire le condizioni di pericolosità e di rischio su un intorno significativo (perimetro complessivo delle unità rurali costituenti gli alpeggi e le baite) e a prescrivere gli accorgimenti tecnici per la loro mitigazione. Per interventi pubblici e privati di significativo interesse urbanistico che svolgono funzione di sviluppo ricettivo-turistico-residenziale o strategici e che interessano complessivamente ampie porzioni di territorio, ivi comprese la viabilità di accesso e le opere di urbanizzazione primaria, la fattibilità geologica dell'intervento nel suo insieme deve essere espletata ai sensi dei punti H-H2 del DM.LL.PP. 11/3/1988 "Fattibilità geotecnica di opere su grandi aree" ed alla Circolare Ministero Lavori Pubblici 24.9.1988.

Classe III A: porzioni di territorio inedificate o con isolati edifici sparsi, non idonee a nuovi insediamenti per presenza di elementi di pericolosità geologica o sensibili sotto l'aspetto geologico-ambientale o soggette a modellamento morfologico. Rientrano in detta Classe le

porzioni di territorio non edificate di pertinenza della dinamica dei torrenti Soana e Forzo e dei rii minori, le porzioni di territorio inedificate con classi di acclività media e medio alta, le porzioni di territorio interessate da movimenti franosi attivi o quiescenti, gli ambiti boscati che assolvono funzione di salubrità ambientale o di difesa dei terreni ai sensi dell'art. 30, punto 5, della L.R. 56/1077.

Prescrizioni di P.R.G.C.: nelle aree ricadenti in classe III A valgono le prescrizioni di cui alla Circolare 7/LAP. Sono ammessi gli interventi pubblici o a finalità pubblica non altrimenti localizzabili, le opere di sistemazione idrogeologica e di tutela del territorio, di manutenzione e riassetto della viabilità nonché quanto previsto al punto 6.2 della Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare 7/LAP del dicembre 1999 ivi compreso il riferimento per le attività agricole. Per gli edifici sparsi non perimetrati si rimanda alle prescrizioni di cui alla classe IIIb3.

Classe III b₁: porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. Ricadono in detta classe le porzioni di territorio edificate anche già parzialmente difese da opere preesistenti ed antecedenti le alluvioni degli anni 1993 e 2000 (punto 7.6 della N.T.E. del dicembre 1999 alla Circolare 7/LAP). Gli ambiti edificati in classe IIIb sono così individuati:

- a) i settori di pertinenza o marginali alla dinamica torrentizia dei corsi d'acqua dei torrenti Soana, Forzo e rii minori;
- b) ambiti di apparati di conoide attivi con interventi di sistemazione assenti od inefficaci;
- c) ambiti di apparati di conoide ove specifiche indagini di modellizzazione idraulica consentono di indicare condizioni di intensità dei processi media-moderata;
- d) movimenti gravitativi quiescenti;
- e) versanti ad acclività medio-alta;
- f) siti marginali ai perimetri delle valanghe ricorrenti o periodiche o comunque con interventi assenti o inefficaci;

Prescrizioni di P.R.G.C.: in assenza di interventi di riassetto idrogeologico e sino alla verifica della validità delle opere di riassetto idrogeologico esistenti, nelle porzioni di territorio in classe IIIb₁ saranno consentite solamente trasformazioni urbanistiche che non aumentino il carico antropico. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito di: a) realizzazione di interventi di riassetto idraulico derivanti dall'ampliamento del quadro conoscitivo del dissesto idrogeologico; b) verifica della validità delle opere di riassetto idrogeologico esistenti con

riclassificazione in una delle sottoclassi IIIb come esplicitato ai punti 7.8 e 7.10 della Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare Regionale 7/LAP.

Per gli edifici esistenti ricadenti in Classe IIIb₁ è ammessa la manutenzione ordinaria e straordinaria, la ristrutturazione, il risanamento conservativo, la realizzazione di pertinenze agli edifici esistenti quali parcheggi a raso, box-autorimesse e semplici manufatti per deposito e ricovero attrezzi agricoli, gli adeguamenti igienico-funzionali per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto. Per le attività agricole sono ammesse, in assenza di alternative praticabili, e dove le condizioni di pericolosità dell'area lo consentano tecnicamente, la realizzazione di nuove costruzioni che riguardano in senso stretto edifici di utilizzo agricolo e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale.

Per le porzioni di territorio edificate poste sul fondovalle alluvionale del torrente Soana e Forzo e di rii minori, interessate da opere di mitigazione del rischio idrogeologico già realizzate e collaudate o in fase di realizzazione, vale quanto riportato al punto 7.10 della Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare Regionale 7/LAP del dicembre 1999 relativamente all'attuazione delle procedure urbanistiche a seguito della realizzazione delle opere di minimizzazione del rischio. Spetterà all'Amministrazione Comunale verificare che le opere abbiano raggiunto l'obiettivo di minimizzazione del rischio ai fini della fruibilità urbanistica delle aree interessate. Le norme di attuazione del Piano Regolatore dovranno esplicitare tali procedure di utilizzo delle aree a seguito della realizzazione delle opere al fine di evitare il rischio di ripubblicazione del piano. Sono consentiti interventi di riassetto idrogeologico ed opere pubbliche o di interesse pubblico non altrimenti localizzabili e parcheggi privati a raso.

Classe III B₂: porzioni di territorio edificate di Ronco capoluogo (settore Nord), tra la strada provinciale ed il piede del rilievo interessate da previsioni di sviluppo urbano nelle quali, successivamente alle alluvioni del 1993 e 2000, sono stati realizzati opere di sistemazione idraulica che concorrono alla mitigazione del rischio idraulico.

Prescrizioni di P.R.G.C.: previa applicazione delle procedure riportate al punto 7.10 della Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare 7/LAP (spetta responsabilmente all'Amministrazione Comunale verificare che le opere di sistemazione idraulica abbiano raggiunto lo scopo di minimizzazione de rischio ai fini della fruibilità urbanistica delle aree interessate), qualora le valutazioni di mitigazione del rischio offerto dagli interventi di sistemazione idraulica siano esaustive e le condizioni di rischio residuo lo consentono, possono essere assentiti nuovi interventi edificatori. La valutazione del rischio idraulico residuo si deve basare su modelli e

parametri idraulici compatibili con le prescrizioni del PAI e della Circolare P.G.R. n. 45-6656 del 15 luglio 2002 a cui deve essere associato un adeguato rilievo planoaltimetrico di dettaglio. Le Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G.C. devono esplicitare le procedure di valutazione del rischio residuo e le modalità di fruibilità urbanistica delle aree. Nell'ambito degli interventi ammessi a seguito della valutazione del rischio residuo, il piano terreno va destinato alla sola realizzazione di locali accessori mentre l'utilizzo ai fini abitativi è consentito esclusivamente nei locali posti ai piani superiori con l'esclusione del piano terreno previa applicazione dell'art. 18.7 delle Norme di Attuazione del PAI.

Per gli edifici esistenti ricadenti in Classe IIIb₂ è ammessa la manutenzione ordinaria e straordinaria, la ristrutturazione, il risanamento conservativo, la realizzazione di pertinenze agli edifici esistenti quali parcheggi a raso, box-autorimesse e semplici manufatti per deposito e ricovero attrezzi agricoli, gli adeguamenti igienico-funzionali per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto.

- **Classe IIIb₃**, porzioni di territorio edificato poste entro gli ambiti di pertinenza idraulica dei corsi d'acqua dei torrenti Soana e Forzo interessati dagli eventi alluvionali del 1993 e 2000 in cui l'intensità dei processi areali è molto elevata ed elevata. Porzioni di territorio edificate poste entro gli apparati di conoide attiva in cui le analisi di modellizzazione idraulica documentano condizioni di pericolosità elevata o molto elevata. Settori edificati posti entro ambiti di conoide attivo o interessati da valanghe o da movimenti franosi attivi. Corrispondono ai nuclei urbani di Ronco (settore Nord) a partire dalla confluenza del torrente Servino nel torrente Soana esteso sino in prossimità della Caserma dei Carabinieri e le aree edificate poste all'interno della fascia di pertinenza del Soana tra la confluenza del torrente Forzo sino alla frazione Villanova. Settori edificati di conoide dei rii Nivolastro, Alpette e Fatinaire, ove la modellizzazione idraulica ha individuato processi di intensità elevata e molto elevata. Nel vallone di Forzo sono comprese le aree urbanizzate di Lasinetto, parte di Quandin, parte di Pessetto e parte di Molino di Forzo.

Prescrizioni di P.R.G.C. Anche in presenza di opere di riassetto idrogeologico, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile nessun incremento del carico antropico. Sono ammessi interventi pubblici non altrimenti localizzabili ed interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e risanamento degli edifici esistenti. Da escludersi nuove unità abitative e completamenti. Sono ammessi interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici

esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto.

Classe IIIB₄: porzioni di territorio edificato poste entro ambiti di pertinenza dei corsi d'acqua dei torrenti Soana e Forzo, interessati dagli eventi alluvionali del 1993 e 2000. Settori edificati posti entro ambiti di conoide attivo o interessati da valanghe o da movimenti franosi. Corrispondono ai settori del villaggio Betassa, agli edifici compresi tra gli interventi di sistemazione idrogeologica del nuovo alveo del torrente Soana (isolone edificato) e degli edifici sparsi posti a valle delle fraz. Tressi e Molino di Forzo lato monte della S.P. posizionati entro il percorso di valanga o entro canali riattivabili della conoide del rio Tressi.

Prescrizioni di P.R.G.C. Anche in presenza di opere di riassetto idrogeologico, non sarà possibile l'incremento del carico antropico. Sono ammessi interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, demolizione senza ricostruzione, restauro, risanamento conservativo e interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo.

13. INDIRIZZI DI ORDINE GENERALE PER LE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DI P.R.G.C.

Si riportano di seguito le prescrizioni di carattere generale che si propone vengano inserite nelle norme di attuazione:

- tutti i corsi d'acqua, sia pubblici che privati, non devono essere confinati in manufatti tubolari o scatolari di varia forma e sezione, subire restringimenti d'alveo e rettifiche del loro naturale percorso o subire occlusioni parziali con riporti vari; è fatto divieto assoluto di edificare al di sopra dei corsi d'acqua intubati. E' consentito l'intubamento esclusivamente per l'estensione strettamente necessaria a garantire l'accesso carrabile al fondo o lotto privato;
- in riferimento al PAI, si richiama il rispetto dei disposti dell'art. 18, comma 7, delle N.T.A., evidenziando inoltre che le N.T.A. del P.R.G.C. non dovranno essere in contrasto con l'art. 9 delle N.T.A del PAI;
- si ricordano le prescrizioni del DM.LL.PP. 11/3/1988 evidenziando l'obbligatorietà di tali norme da applicarsi a tutte le opere sia pubbliche che private. E' necessario che gli interventi di progetto riguardanti scavi, opere di fondazione e di sostegno siano verificati, sulla base di una specifica indagine geologica e geotecnica. La relazione geotecnica dovrà

contenere l'illustrazione del programma di indagine con caratterizzazione geognostica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere in funzione dell'importanza del progetto; la relazione dovrà essere corredata da una planimetria con le ubicazioni delle indagini, sia quelle appositamente effettuate che eventualmente quelle di carattere storico e di esperienza locale, dalla documentazione sulle indagini in sito e in laboratorio, dal profilo litologico e stratigrafico del sottosuolo, con localizzazione della falda idrica;

- per gli interventi edificatori su pendio, oltre a quanto sopra esposto, dovranno essere predisposti specifici elaborati di verifica attestanti che la realizzazione delle opere realizzate non apportino pregiudizio alla stabilità generale dell'area ed al suo contorno nonché la predisposizione di presidi idraulici circa l'allontanamento delle acque meteoriche e l'ubicazione dei punti di recapito. Qualora siano necessari sbancamenti artificiali delle scarpate e riporti di materiale, gli stessi dovranno essere sostenuti e drenati al fine di garantire, a breve ed a lungo termine, la stabilità del pendio. Particolare attenzione dovrà essere rivolta agli interventi che comportino l'esecuzione di scavi legati a qualsiasi tipo di opera sia pubblica che privata. La realizzazione degli stessi dovrà essere subordinata ad uno studio di stabilità generale condotto secondo i disposti del DM.LL.PP. 11/3/1988 che definisca il grado di sicurezza e indichi le eventuali modalità di contenimento e di sostegno.
- Nelle aree di pendio sprovvisti di pubblica fognatura, là dove acconsentite, in aggiunta alla normale procedura autorizzativa prevista dalla normativa di riferimento è necessario acquisire documentazione tecnica che attesti la compatibilità dell'intervento di smaltimento dei reflui civili con il mantenimento delle condizioni di stabilità idrogeologica del sito, ovvero proponendo soluzioni progettuali per renderla idonea.

14. ELABORATI IDRAULICI

Oltre alla modellizzazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide dei rii Fatinaire, Alpette e Nivolastro, sono stati redatti dall'Ing. Giuseppe Manzone due elaborati suddivisi in:

I1) Censimento delle opere in alveo. Individuazione delle opere di difesa esistenti con il loro posizionamento in cartografia CTR ; individuazione dei tratti dei corsi d'acqua principali e secondari necessitanti di interventi di sistemazione idraulica.

I2) Relazione tecnica sulle opere in alveo. Descrizione delle opere di difesa idraulica con proposte di intervento su specifici tratti.

15. INDIVIDUAZIONE DEI VINCOLI AMBIENTALI

Tutela dei corsi d'acqua. Normativa di riferimento

R.D. n. 523 del 25/7/1904 e s.m.i.

Circ. del Presidente della Giunta Regionale 8 ottobre 1998, n. 14 LAP/PET,.

Decreto legislativo 11 maggio 1999

Tutela di sorgenti, pozzi e punti di presa di acque destinate al consumo potabile.

Riferimento normativo:

D.Legislativo 11 maggio 1999 n. 152 (G.U. – serie generale n. 124 del 29 maggio 1999).

Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome.

Accordo 12 dicembre 2002 "Linee guida per la tutela delle qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. (G.U. – serie generale n. 2 del 3.1.200)

Attività estrattive - Normativa di riferimento

LR n. 69/1978

L.R.n. 44/2000

Documento di Programmazione delle Attività Estrattive della Regione Piemonte (BUR n. 16 del 18.04.2001)

Deliberazione n. 1/1996 dell'Autorità di Bacino del fiume Po approvata con DM. 24.07.1998,.

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innescio di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

COMUNE DI RONCO CANAVESE (TO)

A cura del Dott. Pietro ALEOTTI

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innescio di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

INDICE

Parte 1 - Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide

1.	PREMESSA	3
2.	LA MODELLAZIONE NUMERICA	3
2.1	IL MODELLO ADOTTATO	3
2.2.	DATI DI INPUT E ASSUNZIONI GENERALI	6
3.	ANALISI DEI RISULTATI	9
3.1.	T. ALPETTE E T. NIVOLASTRO	9
3.2.	RIO FATTINAIRE	10

Parte 2 - Valutazione della suscettibilità all'innescò di frane superficiali di saturazione lungo versanti

1.	PREMESSA	12
2.	DESCRIZIONE DEL MODELLO.....	13
2.1	IL MODELLO DI STABILITÀ.....	13
2.2	IL MODELLO IDROLOGICO	16
2.3	IL MODELLO SHALSTAB	17
3.	ANALISI DEI RISULTATI	19
	BIBLIOGRAFIA.....	21

TAVOLE ALLEGATE

Tavola 1 – T. Alpette e Nivolastro: pericolosità nelle aree di conoide

Tavola 2 – Condizioni di predisposizione all'innescò di franamenti superficiali

Tavola 3 – Rio Fattinaire: pericolosità nelle aree di conoide

Parte 1 - Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide

1. Premessa

La presente relazione tecnica illustra i risultati scaturiti dall'espletamento di alcune modellazioni numeriche eseguite in corrispondenza di tre differenti incisioni torrentizie ubicate in comune di Ronco Canavese (TO) (cfr. tavole allegate) e precisamente:

- T. Alpette
- T. Nivolastro
- R. Fattinaire

Scopo dell'analisi è quello di identificare, sulla base dei dati ad oggi disponibili, il livello di pericolosità potenziale attualmente ipotizzabile nelle aree in oggetto relativamente ai processi di trasporto di massa in conoide.

2. La modellazione numerica

2.1 Il modello adottato

La modellazione matematica è stata eseguita con l'utilizzo del programma di calcolo FLO-2D (FLO-2D, 2003), un modello idraulico bidimensionale utilizzabile per la simulazione di flussi non-Newtoniani in aree di conoide che, partendo da un idrogramma di piena ed utilizzando un modello completamente dinamico, predice l'area di inondazione, la velocità e lo spessore del flusso per ogni cella in cui la topografia viene discretizzata. Seguendo un metodo di integrazione numerica alle differenze finite, il programma risolve le equazioni costitutive (di continuità e di moto) utilizzando un schema esplicito e centrato.

L'equazione di continuità è [1]:

$$(1) \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h V_x}{\partial x} + \frac{\partial h V_y}{\partial y} = i$$

mentre quelle di moto nelle direzioni x e y sono [2] e [3]:

$$(2) \quad S_{fx} = S_{ox} - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V_x \partial V_x}{g \partial x} - \frac{V_y \partial V_x}{g \partial y} - \frac{1 \partial V_x}{g \partial t}$$

$$(3) \quad S_{fy} = S_{oy} - \frac{\partial h}{\partial y} - \frac{V_y}{g} \frac{\partial V_y}{\partial y} - \frac{V_x}{g} \frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{1}{g} \frac{\partial V_y}{\partial t}$$

dove: h = profondità del flusso; V_x and V_y = velocità mediate sulla profondità lungo gli assi x e y ; i = l'eccesso d'acqua dovuto alle precipitazioni all'interno dell'area in esame, S_{fx} e S_{fy} = l'angolo di attrito lungo gli assi x e y , funzione delle pendenze dell'alveo S_{ox} e S_{oy} nelle direzioni x e y .

La resistenza al taglio totale τ in un flusso iperconcentrato è il risultato della seguente somma:

$$(4) \quad \tau_c + \tau_{mc} + \tau_v + \tau_t + \tau_d$$

dove τ_c = resistenza dovuta alla coesione, τ_{mc} = resistenza al taglio Mohr-Coulomb, τ_v = resistenza al taglio viscosa, τ_t = resistenza al taglio turbolenta, τ_d = resistenza al taglio dispersiva.

Se espresso in termini di velocità di deformazione (dv/dy) può essere sviluppato il seguente modello reologico quadratico (O'Brien and Julien, 1985) (5):

$$(5) \quad \tau = \tau_y + \eta \left(\frac{dv}{dy} \right) + C \left(\frac{dv}{dy} \right)^2$$

dove:

$$(6) \quad \tau_y = \tau_c + \tau_{mc}$$

in cui τ_y = la deformazione che deve essere superata affinché il fluido possa iniziare a muoversi, e

$$(7) \quad C = \rho_m l^2 + f(\rho_m, C_v) d_s^2$$

dove η = viscosità dinamica, C = la resistenza al taglio inerziale, coefficiente che dipende dalla densità della massa della miscela ρ_m , dalla lunghezza di Prandtl l , la dimensione del sedimento d_s e la concentrazione volumetrica del sedimento nella miscela C_v .

I primi due termini dell'equazione (5) sono riferiti ad un modello binghamiano e rappresentano la resistenza al taglio interna del fluido binghamiano. La somma dello yield stress e della resistenza viscosa definisce la resistenza al taglio di un fluido iperconcentrato in un regime di tipo viscoso.

L'ultimo termine dell'equazione (5) è la somma delle resistenze al taglio dispersiva e turbolenta che dipendono dal quadrato del gradiente verticale di velocità (O'Brien et al., 1993).

Per definire i termini che compaiono nell'equazione (5) per un loro utilizzo nel modello FLO2-D, l'equazione (4) è integrata e riscritta in forma (8) (O'Brien et al., 1993):

$$(8) \quad S_f = S_y + S_v + S_{td}$$

dove:

$$(9) \quad S_v = \frac{K\eta V}{8\gamma_m h^2}$$

in cui γ_m = peso specifico della miscela, K = parametro di resistenza per il flusso laminare (proporzionale alla scabrezza del canale), e S_{td} può essere scritta in una forma equivalente al numero di Manning, n (10):

$$(10) \quad S_{td} = \frac{n^2 V^2}{h^{4/3}}$$

Sostituendo (9) e (10) nell'equazione (8), si ottiene (11):

$$(11) \quad S_f = \frac{\tau_y}{\gamma_m h} + \frac{K\eta V}{8\gamma_m h^2} + \frac{n^2 V^2}{h^{4/3}}$$

Una soluzione quadratica all'equazione (11) può essere formulata per il modello FLO-2D (O'Brien et al., 1993; FLO-2D, 2000).

La velocità è computata per ogni elemento della griglia utilizzando lo spessore medio tra due elementi adiacenti. I valori di K e n possono essere ragionevolmente assunti per la resistenza al flusso in corrispondenza del canale e dell'area esondata.

Il peso specifico della miscela, γ_m , aumenta proporzionalmente con la concentrazione del sedimento. La resistenza, τ_y e la viscosità, η , variano principalmente con la concentrazione del sedimento secondo la legge empirica definita dalle equazioni (12) e (13):

$$(12) \quad \eta = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v}$$

$$(13) \quad \tau_y = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$$

dove α_i e β_i sono coefficienti empirici determinati con esperimenti di laboratorio (O'Brien and Julien, 1988).

La principale limitazioni di FLO-2D consistono nel fatto che ogni elemento della griglia è rappresentato a un solo valore di quota e da un solo valore di scabrezza. Per questo motivo la risoluzione spaziale e temporale del modello FLO-2D è strettamente dipendente dalle dimensioni della griglia e occorre trovare il giusto bilanciamento tra tempo di computazione ragionevole e dimensione dell'elemento griglia.

Le principali assunzioni di FLO-2D sono:

- moto stazionario nell'ambito dei singoli step;
- distribuzione idrostatica della pressione;
- equazione di resistenza per flusso stazionario.

2.2. Dati di input e assunzioni generali

L'analisi è stata eseguita utilizzando un modello digitale del terreno ottenuto per fotorestituzione. Le caratteristiche sedimentologiche e granulometriche dei terreni mobilitabili sono state desunte sulla base dei dati di letteratura nonché sulle informazioni reperite nel corso dei sopralluoghi eseguiti nell'area.

Per gli idrogramma di piena è stato fatto ricorso alle indicazioni riportate in Tropeano et al (2005).

Trattandosi di bacini di dimensioni modeste e pertanto non dotati di strumentazione di misura specifica, il calcolo della portata di picco è stato condotto applicando una formula razionale e ipotizzando una crescita lineare delle portate, con un massimo in corrispondenza del tempo di corrivazione del bacino. Tale metodo assume la precipitazione uniformemente distribuita nello spazio e nel tempo e si basa oltre che sull'uso della curva di possibilità climatica anche sulle seguenti assunzioni: (i) che la portata al colmo con assegnato tempo di ritorno sia la maggiore, tra le portate al colmo di tutti gli eventi di piena a intensità costante ricavati dalla curva di possibilità climatica;

(ii) che, a parità di tempo di ritorno, la portata al colmo maggiore sia prodotta dall'evento con durata uguale al tempo di corrivazione del bacino; (iii) che la portata al colmo dell'evento di piena, causato da una precipitazione rappresentata da un ietogramma di intensità costante di durata pari al tempo di corrivazione, sia proporzionale al prodotto dell'intensità di pioggia ragguagliata e dell'area del bacino, attraverso un coefficiente di proporzionalità che tenga in considerazione l'effetto delle perdite idriche (per infiltrazione, traspirazione, ecc.).

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innesco di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

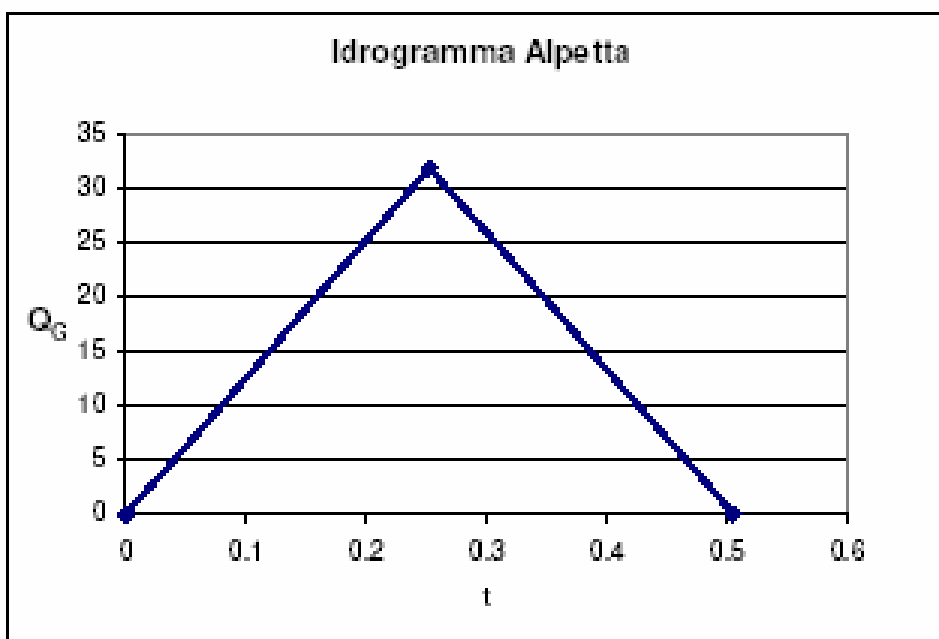


Fig. 1a. Idrogramma di piena utilizzato per il T. Alpette

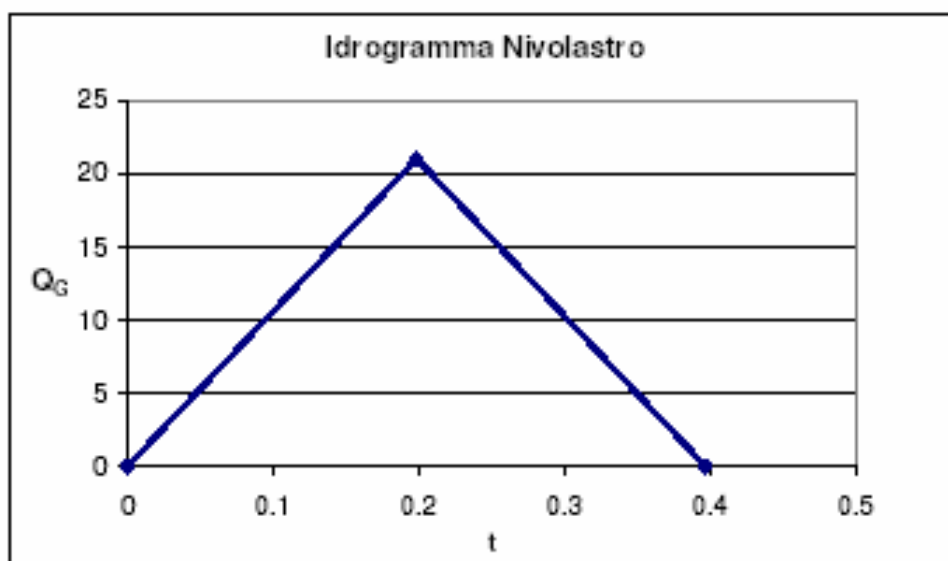


Fig. 1b. Idrogramma di piena utilizzato per il T. Nivolastrò

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innesco di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

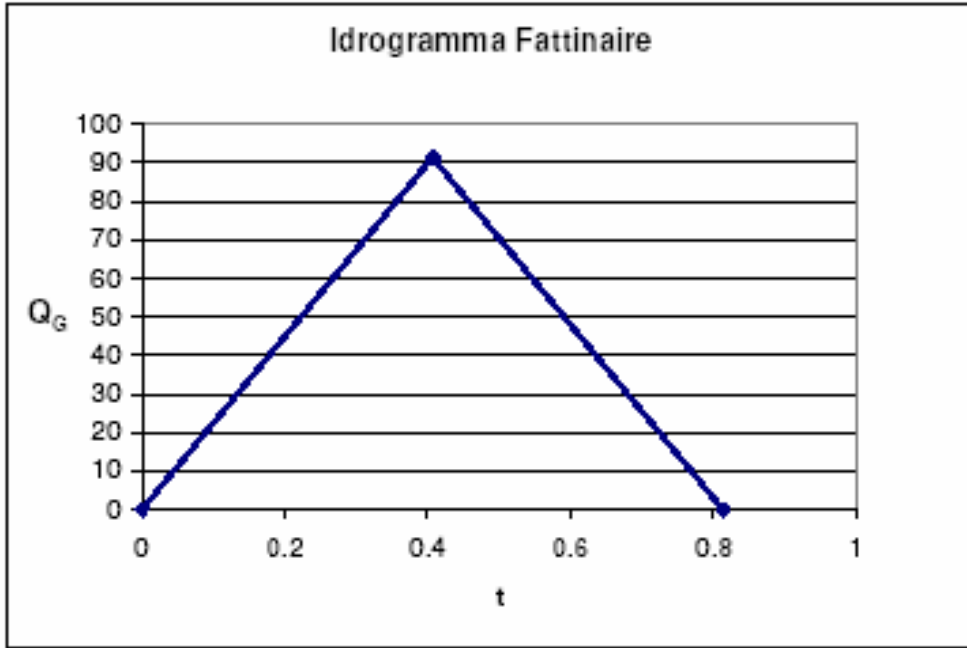


Fig. 1c. Idrogramma di piena utilizzato per il Rio Fattinaire

L'andamento degli idrogrammi di piena utilizzati nella simulazione nelle simulazioni sono illustrati nelle figg. 1a, 1b, 1c.

Trattandosi della simulazione di un fenomeno di trasporto di massa, alla portata liquida è stata arbitrariamente imposta una concentrazione volumetrica di sedimento che, per semplicità, è stata assunta variabile in parallelo con l'idrogramma di piena e con valori compresi tra 0.05 e 0.20, estremo questo raggiunto in concomitanza con il picco dell'idrogramma (O'Brien et al., 1993). Il volume totale di sedimento utilizzato nel modello è consistente con quelli stimati per l'areale in esame (Tropeano et al., 2005).

Per quanto riguarda i parametri reologici, ossia la "tensione di snervamento" (*yield stress*) e la viscosità che caratterizzano i fluidi non-Newtoniani, in assenza di dati misurati direttamente, essi sono stati stimati sulla base di eventi simili riportati in letteratura (O'Brien et al., 1993).

Le assunzioni generali e i coefficienti utilizzati nell'analisi sono sinteticamente riassunti nelle tabelle 1 e 2.

Tabella 1. Assunzioni generali

Equazione	Dimensione della cella (m)	Time step (sec)		Concentrazione volumetrica (%)	
Modello dinamico completo	12	1 (min)	30 (max)	0.05 (min)	0.20 (max)

Tabella 2. Dati generali e coefficienti empirici adottati

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innesco di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

$\alpha 1$ (poises)	$\beta 1$	$\alpha 2$	$\beta 2$	k	γ (kN/m ³)	n
4.05×10^{-2}	8.29	1.75	7.82	2480	18	0.10-0.15

Tabella 3. Definizione delle classi di magnitudo

Magnitudo	Prima condizione		Seconda condizione
Modesta	$d < 0.5$ e $v < 0.5$		-
Media	$0.5 \leq d < 1.0$ e $v < 1.0$	oppure	$d \leq 0.5$ e $0.5 \leq v < 1.0$
Elevata	$1.0 \leq d < 2.0$ e $v < 2.0$	oppure	$d \leq 1.0$ e $1.0 \leq v < 2.0$
Molto elevata	$d \geq 2.0$	oppure	$v \geq 2.0$

d = profondità (m), v = velocità (m/s)

La magnitudo dell'evento atteso sull'area di conoide relativa ad ogni simulazione è stata calcolata incrociando le velocità e le profondità del flusso secondo lo schema di tabella 3. La classificazione proposta si articola in 4 classi con magnitudo crescente da modesta a molto elevata.

Questo tipo di approccio ricalca concettualmente quello proposto per le Alpi svizzere e austriache (Fieberg et al., 1997; OFEE et al., 1997), per le Alpi italiane (Aleotti et al., 2004) e per le conoidi venezuelane (Garcia et al., 2003).

3. Analisi dei risultati

I risultati ottenuti dalle simulazioni eseguite sono sinteticamente illustrati nella tavole allegate (Tavole 1 e 3) in cui sono riportati gli spessori e le velocità presumibilmente coinvolte nel corso del processo di colata.

3.1. T. Alpette e T. Nivolastro

Con riferimento ai torrenti Nivolastro e Alpette il modello ha messo in evidenza che, sotto le assunzioni fatte, le colate detritiche rimangono confinate perlopiù all'interno delle aste torrentizie (Fig. 2). Solo per quanto riguarda il T. Nivolastro viene prevista, nel settore immediatamente a monte della confluenza nel T. Soana, una possibile avulsione del flusso in sinistra idrografica.

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innesco di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

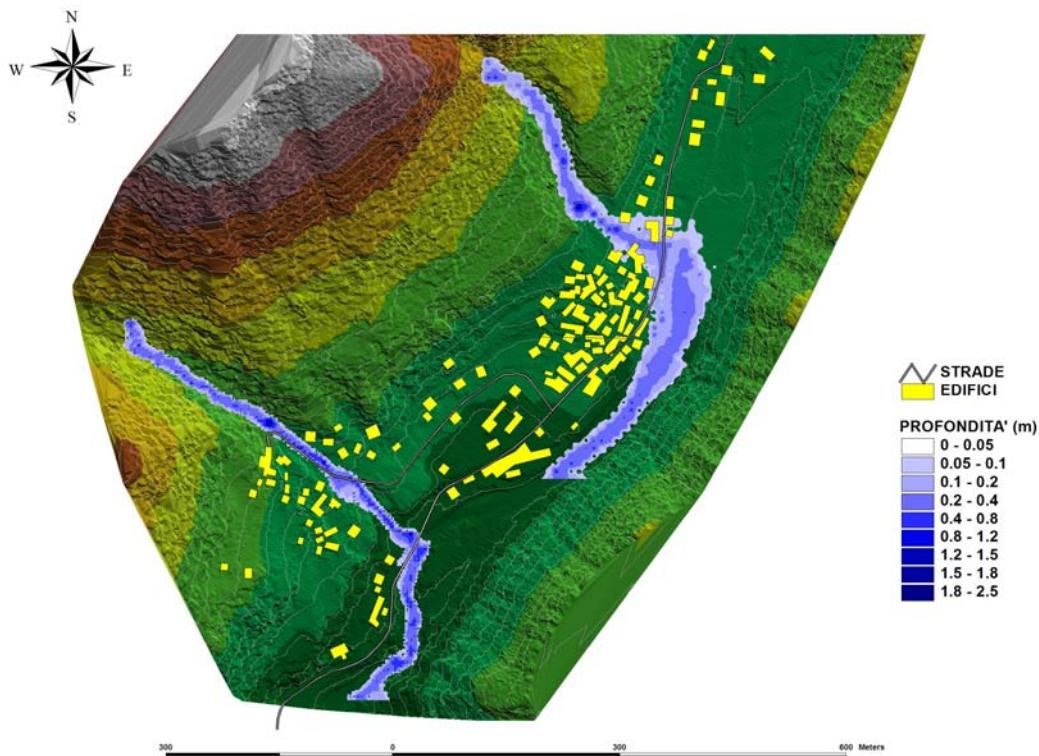


Fig. 2. T. Nivolastro e T. Alpette - Andamento delle velocità

Per quanto attiene agli spessori calcolati nell'ambito del torrente Nivolastro è stato possibile osservare valori massimi superiori a 1,5 m. Questi sono stati calcolati in corrispondenza dell'incisione principale mentre nell'area di conoide vera e propria gli spessori massimi sono inferiori al metro, solitamente di 0,4-0,5 m. Le velocità di scorrimento possono essere anche considerevoli, fino ad un massimo di poco inferiore ai 6 m/s.

Risultati analoghi sono stati ottenuti per il torrente Alpette, sebbene le velocità di flusso siano solitamente leggermente inferiori (valori calcolati massimi tra 4.5-5.0 m/s) in ragione soprattutto di una minore pendenza del fondo alveo. Gli spessori massimi sono, anche in questo caso, dell'ordine di 2 m, misurati in corrispondenza dell'asse del canale.

3.2. Rio Fattinaire

Con riferimento al Rio Fattinaire il modello ha messo in evidenza la possibile attivazione, oltre che dell'incisione principale, anche di alcuni rami secondari posti in destra idrografica (Fig. 3).

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innesco di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

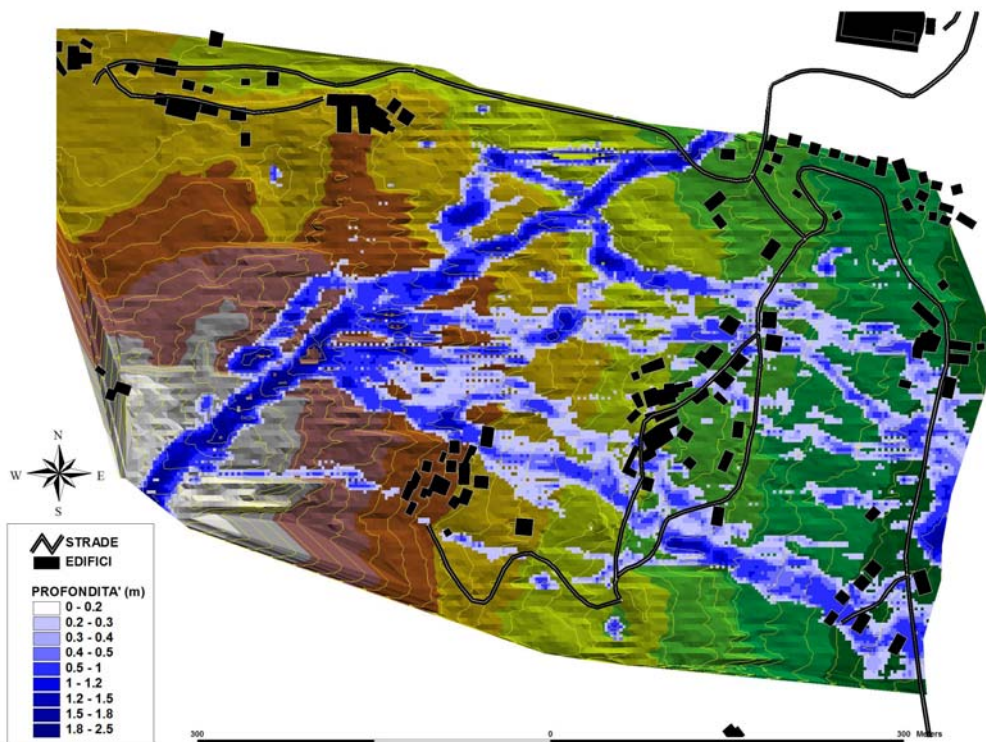


Fig. 3. T. Nivolastro e T. Alpette - Andamento delle velocità

Si evidenzia, inoltre, come l'attivazione dei diversi rami sia grossomodo contestuale al progredire dell'evento idrologico (tavola 3). Gli spessori massimi mobilitati sono solitamente superiori al metro: tali valori si osservano soprattutto in corrispondenza dell'incisione principale mentre nell'area di conoide e lungo i rami secondari essi appaiono complessivamente più modesti, essendo solitamente compresi tra i 0.4-0.8 m circa.

Le velocità massime possono essere piuttosto marcate, soprattutto in corrispondenza del corso principale ove sono stati stimati valori prossimi ai 3.0-4.0 m/s. Lateralmente e nell'area di conoide vera e propria, invece, le velocità di flusso tendono a decrescere essendo solitamente inferiori a 0.5-1.0 m/s.

Il quadro appena descritto rende ragione della distribuzione della magnitudo in cui si notano livelli talora abbastanza elevati; si deve osservare, tuttavia, che il grado di magnitudo maggiore è stato stimato lungo l'asta principale e nelle sue immediate vicinanze mentre in destra idrografica, laddove sono ubicate la maggior parte delle strutture antropiche, la magnitudo attesa è perlopiù di grado basso o medio.

Parte 2 - Valutazione della suscettibilità all'innescò di frane superficiali di saturazione lungo versanti

1. Premessa

Per l'analisi di stabilità relativa alle frane di fluidificazione della coltre superficiale in corrispondenza dei versanti in comune di Ronco Canavese è stato utilizzato il modello distribuito SHALSTAB (Dietrich e Montgomery, 1998) il quale è in grado di valutare e quantificare l'effetto dell'assetto topografico di una data area sulla possibilità di innescò di un franamento corticale o di fluidificazione.

Come noto, infatti, il fattore topografico rappresenta, tra le cause di predisposizione di questo tipo di processi, il parametro maggiormente influente. Il software si basa sulla combinazione di un modello di stabilità con un modello idrologico.

Nella relazione viene presentato il modello adottato e vengono brevemente discussi i risultati ottenuti. Occorre sottolineare che la carta ottenuta non rappresenta una carta di pericolosità o di rischio nel senso stretto del termine limitandosi ad illustrare le condizioni di predisposizione dei versanti all'eventuale innescò di movimenti gravitativi che coinvolgano lo strato eluvio-colluviale di copertura del substrato roccioso.

2. Descrizione del modello

2.1 Il modello di stabilità

Il modulo SHALSTAB è basata sul criterio del pendio indefinito secondo la legge di rottura Mohr – Coulomb espressa dalla ben nota equazione [1]:

$$[1] \quad \tau = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \phi$$

in cui: σ = stress normale, u = pressione neutra, $\operatorname{tg} \phi$ è l'angolo di resistenza al taglio.

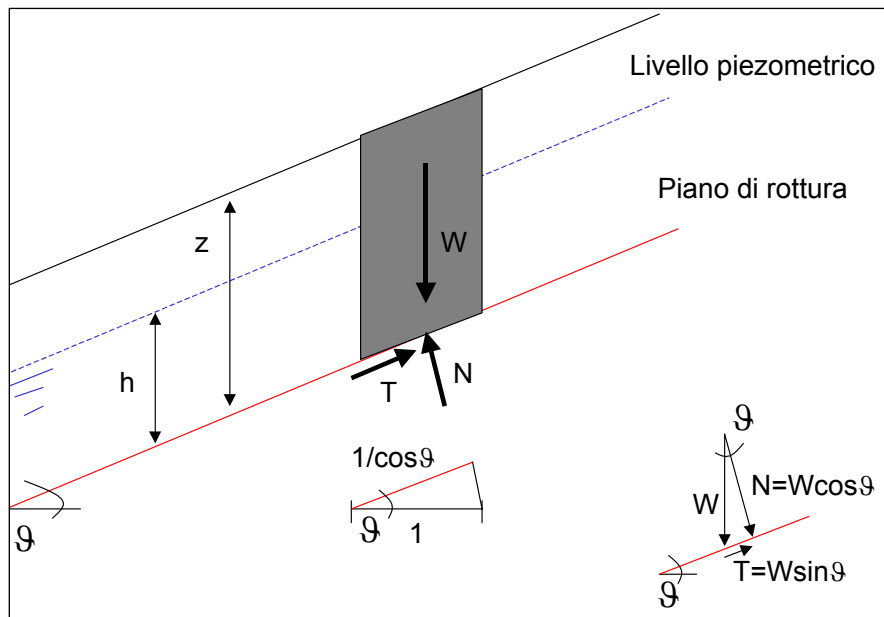


Fig. 1. Definizione delle condizioni geometriche della verifica e delle grandezze considerate

Sulla base dell'elemento di peso W (con $W = \gamma \cdot z \cdot 1 \cdot 1$, essendo γ il peso di volume saturo e z lo spessore di suolo considerato) gli sforzi agenti risultano pertanto essere (vedi anche figura 1 per la definizione delle grandezze in oggetto):

$$\tau = \frac{T}{1/\cos \theta} = W \sin \theta \cos \theta = \gamma z \sin \theta \cos \theta$$

$$\sigma = \frac{N}{1/\cos \theta} = W \cos \theta \cos \theta = \gamma z \cos^2 \theta$$

$$u = h z \gamma_w \cos^2 \theta$$

da cui si ottiene che la pressione efficace σ' è:

$$\sigma' = \sigma - u = (\gamma - h \gamma_w) \cdot z \cos^2 \theta$$

e la resistenza massima mobilitabile τ_f :

$$\tau_f = c' + (\gamma - h\gamma_w) * z \cos^2 \vartheta * \operatorname{tg} \phi'$$

dividendo la τ_f per la resistenza mobilitata τ si ottiene F_S secondo l'equazione [2]:

$$[2] \quad F_S = \frac{c' + (\gamma - h\gamma_w) * z \cos^2 \vartheta * \operatorname{tg} \phi'}{\gamma \sin \vartheta \cos \vartheta}$$

Ponendo la coesione nulla e $F_S = 1$ l'equazione [2] diviene:

$$\rho_s g z \cos \vartheta \sin \vartheta = [\rho_s g z \cos^2 \vartheta - \rho_w g h \cos^2 \vartheta] \operatorname{tg} \phi$$

in cui ρ_s e ρ_w sono la densità del suolo e dell'acqua, rispettivamente e g l'accelerazione di gravità. Svolgendo l'equazione e risolvendola rispetto a h/z si ottiene:

$$\rho_w g h \cos^2 \vartheta \operatorname{tg} \phi = \rho_s g z \cos^2 \vartheta \operatorname{tg} \phi - \rho_s g z \cos \vartheta \sin \vartheta$$

$$\rho_w g h \cos^2 \vartheta \operatorname{tg} \phi = z [\rho_s g \cos^2 \vartheta \operatorname{tg} \phi - \rho_s g \cos \vartheta \sin \vartheta]$$

$$h/z = [\rho_s g \cos^2 \vartheta \operatorname{tg} \phi - \rho_s g \cos \vartheta \sin \vartheta] / \rho_w g \cos^2 \vartheta \operatorname{tg} \phi =$$

$$= [\rho_s \cos \vartheta \operatorname{tg} \phi - \rho_s \sin \vartheta] / \rho_w \cos \vartheta \operatorname{tg} \phi = \rho_s [\cos \vartheta \operatorname{tg} \phi - \sin \vartheta] / \rho_w \cos \vartheta \operatorname{tg} \phi$$

ovvero [3]:

$$[3] \quad \frac{h}{z} = \frac{\rho_s}{\rho_w} \left[1 - \frac{\operatorname{tg} \vartheta}{\operatorname{tg} \phi} \right]$$

che indica quali sono le condizioni di saturazione di un determinato pendio perché si abbia rottura.

Dalla [3] si deduce che è possibile avere rottura anche in condizioni di non completa saturazione. Il valore $h/z = 0$, infatti, indica che la rottura avviene in condizioni non sature (totalmente asciutte) e questa situazione si determina qualora $\vartheta = \phi$.

Il limite superiore del campo di esistenza è dato da $h/z = \rho_s/\rho_w$ che si ottiene nel caso in cui $\operatorname{tg} \vartheta = 0$ ovvero $\vartheta = 0$ (area pianeggiante). Tuttavia un'importante assunzione fatta dal modulo SHALSTAB è che il piano di scivolamento e il flusso subsuperficiale siano paralleli al pendio: in questo caso il valore di h/z può essere tutt'al più minore o uguale a 1 e ogni area per cui è richiesto un valore h/z superiore a 1 è considerato incondizionatamente stabile (nessuna precipitazione può determinarne la rottura). Il rapporto esistente tra ϑ e h/z è illustrato nella figura 2. Per un determinato angolo di resistenza al taglio (assunto come $\phi = 45^\circ$, ovvero $\operatorname{tg} \phi = 1$ nell'esempio) e di rapporto di densità ($\rho_s/\rho_w = 1.6$ nel caso illustrato) è possibile distinguere 4 campi di stabilità.

Il primo campo è quello definito come "incondizionatamente stabile" che, come visto, è definito per $h/z \geq 1$ (nessuna pioggia può indurre una sua rottura) vale a dire:

$$\frac{\rho_s}{\rho_w} \left[1 - \frac{\operatorname{tg} \vartheta}{\operatorname{tg} \phi} \right] = 1$$

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innesco di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

ovvero: $1.6 [1 - \text{tg}\vartheta] = 1$, $\text{tg}\vartheta = 0.375$ ($\vartheta = 20^\circ$).

All'estremo opposto il campo "incondizionatamente instabile" è delimitato dalla condizione $h/z = 0$ (instabile anche in condizioni asciutte), vale a dire:

$$\frac{\rho_s}{\rho_w} \left[1 - \frac{\text{tg}\vartheta}{\text{tg}\phi} \right] = 0$$

ovvero: $1.6 [1 - \text{tg}\vartheta] = 0$, $\text{tg}\vartheta = 1$, ($\vartheta = 45^\circ$, coincidente con l'angolo di resistenza al taglio).

Gli altri due campi ("stabile", "instabile") sono dunque delimitati dai settori precedentemente definiti. Il campo "instabile" è quello per cui il rapporto h/z in un determinato punto è minore di quello necessario a causare instabilità (ossia le condizioni di saturazione sono maggiori di quelle limite), viceversa il campo "stabile" è quello che corrisponde alla condizione in cui h/z è maggiore o uguale a quello occorrente a procurare instabilità.

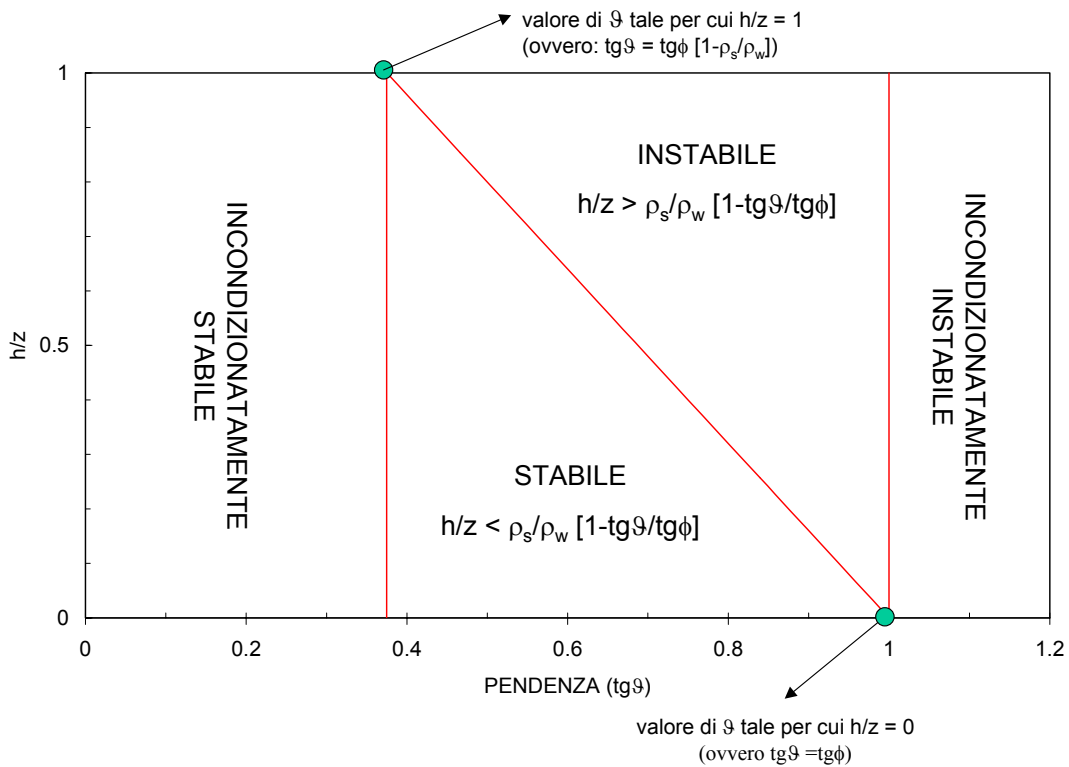


Fig. 2. Definizione dei campi di stabilità

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innescio di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

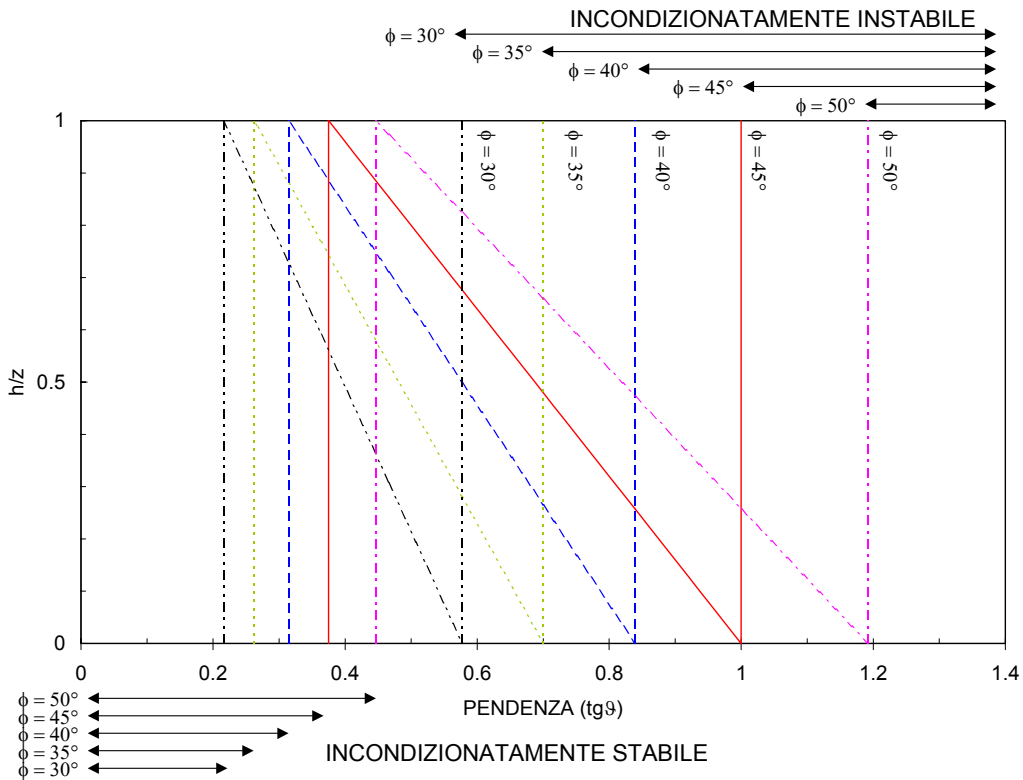


Fig. 3. Variazione dei campi in funzione del valore di angolo di resistenza al taglio

La figura 3 illustra schematicamente la variazione dei campi appena definiti al variare delle condizioni al contorno assunte.

2.2 Il modello idrologico

La figura 4 illustra lo schema idrologico adottato da SHALSTAB. Il modello idrologico utilizzato è di tipo stazionario. Ovviamente tale assunzione rappresenta una semplificazione in quanto le precipitazioni brevi e intense che innescano le frane per saturazione sono, per loro natura, tipicamente non stazionarie.

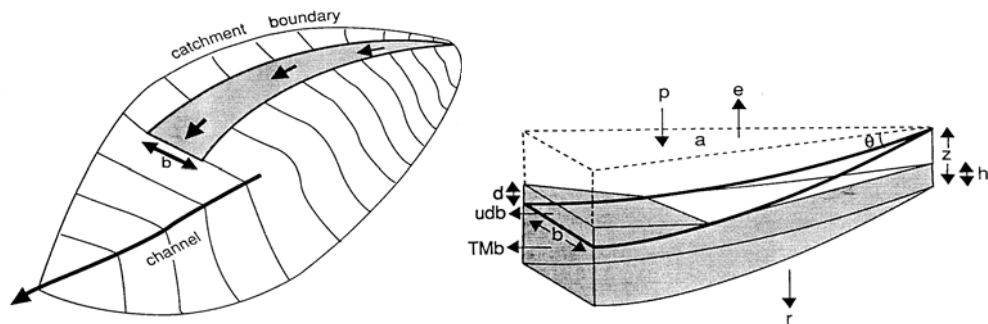


Fig. 4. Schema del modello idrologico

Secondo tale schema e sotto le ipotesi che non si formi deflusso superficiale sul bacino, che il deflusso profondo non sia significativo e che non ci sia alcun flusso attraverso il substrato litoide, il prodotto fra la pioggia effettiva sul bacino, q , e l'area drenata a monte della cella considerata, a , eguaglia il deflusso che si osserva attraverso una cella di larghezza, b , in condizioni stazionarie. Usando la legge di Darcy si può scrivere:

$$[4] \quad q \cdot a = k_s \cdot h \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta \cdot b$$

dove k_s è la conduttività satura del suolo, h lo spessore di suolo saturo, z lo spessore totale di suolo considerato e θ la pendenza locale (espressa in gradi).

Alla saturazione $h=z$ e $q \cdot a = T \cdot b \cdot \sin\theta$ ed è pertanto possibile scrivere l'equazione [5]:

$$[5] \quad k_s \cdot h \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta \cdot b = T \cdot b \cdot \sin\theta$$

dove T è la trasmissività idraulica.

Combinando la [4] e la [5] si ottiene:

$$[6] \quad \frac{h}{z} = \frac{q}{T} \frac{a}{b \cdot \sin\theta}$$

dallo studio della [6] si evince che assegnata una pioggia, q , il valore di h/z dipende da due rapporti uno di natura "idrologica" e uno di natura "topografica". Il primo, q/T , descrive l'evento di pioggia tramite il parametro q in relazione alla capacità del suolo di convogliare acqua a valle (capacità espressa tramite la trasmissività idraulica, T). Maggiore è q , dato un certo valore di T , maggiore è la propensione del suolo a saturarsi e dunque maggiore è il numero di siti che diventeranno instabili. Il secondo mostra gli effetti della topografia sul deflusso. Il rapporto a/b descrive efficacemente l'effetto della convergenza topografica sull'innalzamento della pressione nei pori e sulla concentrazione del deflusso stesso: si osserva, inoltre, che esso è direttamente proporzionale al rapporto h/z . Di converso si nota come maggiore è la pendenza del versante più veloce è il deflusso delle acque e, conseguentemente, minore è h/z .

Il rapporto h/z definito dall'equazione [6] non indica il rapporto necessario per avere rottura ma definisce semplicemente la porzione di suolo che, avendo valore di trasmissività T , può essere saturata da un dato evento idrologico di precipitazione effettiva q .

2.3 Il modello Shalstab

Il modello SHALSTAB è basato sulla combinazione dei modelli di stabilità e idrologici definiti precedentemente e, in particolare, sull'accoppiamento delle equazioni [3] e [6]:

$$\frac{\rho_s}{\rho_w} \left(1 - \frac{tg\vartheta}{tg\phi}\right) = \frac{q}{T} \frac{a}{b \sin\vartheta}$$

da cui si ottiene l'equazione [7a], risolvendo l'eguaglianza rispetto al rapporto idrologico:

$$[7a] \quad \frac{q}{T} = \frac{\rho_s}{\rho_w} \left(1 - \frac{tg \vartheta}{tg \phi}\right) \frac{b}{a} \sin \vartheta$$

o l'equazione [7b], risolvendola rispetto al rapporto a/b:

$$[7b] \quad \frac{a}{b} = \frac{\rho_s}{\rho_w} \left(1 - \frac{tg \vartheta}{tg \phi}\right) \frac{T}{q} \sin \vartheta$$

Il rapporto q/T rappresenta l'afflusso critico tale da instabilizzare una determinata cella. Dato che il rapporto q/T è solitamente un numero molto piccolo risulta più pratico l'utilizzo del valore logaritmico. Il modello SHALSTAB definisce automaticamente una variazione di 0,3 del $\log(q/T)$ che, come si desume dalla tabella sottostante, equivale ad un fattore 2. Dunque se si assume che la trasmissività sia costante nell'area in esame il passaggio da una classe all'altra della mappa di stabilità rappresenta l'effetto di raddoppiare il valore di precipitazione q .

q/T (1/m)	$\log(q/T)$ (1/m)
0.00040	-3.4
0.00079	-3.1
0.00158	-2.8
0.00316	-2.5
0.00633	-2.2
0.01266	-1.9

Tab. 1. Tabella di conversione ai valori logaritmici del rapporto q/T

3. Analisi dei risultati

Il software SHALSTAB è stato applicato al caso specifico utilizzando un modello digitale del terreno di grande dettaglio ottenuto per fotorestituzione.

I parametri geotecnici introdotti nei calcoli ($\phi = 40^\circ$, $c' = 0$ e $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$) sono stati scelti sulla base delle caratteristiche fisico – granulometriche dei terreni presenti nell'area (terreni granulari grossolani).

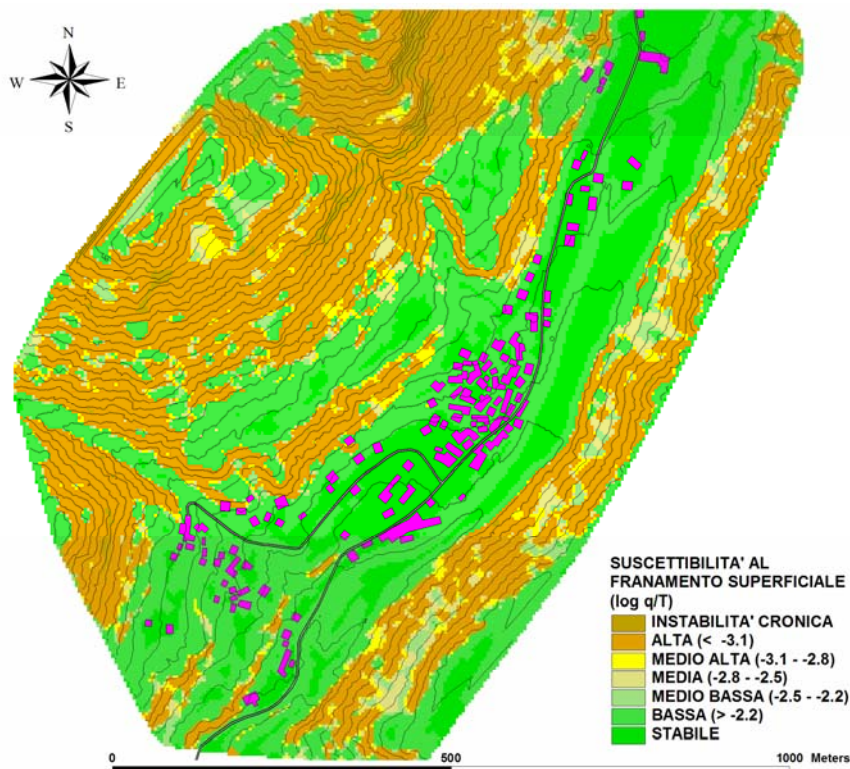


Fig. 5. Ronco Canavese – carta di suscettibilità al franamento superficiale

I risultati relativi all'abitato di Ronco Canavese sono illustrati in figura 5 (tavola 2). La legenda utilizzata ricalca quanto enunciato in tabella 1: il passaggio da una classe di suscettibilità all'altra corrisponde, pertanto, a una pioggia critica (ossia quella necessaria a indurre instabilità) che si raddoppia (o si dimezza) progressivamente e, di conseguenza, ad un diverso grado di probabilità di accadimento. Ciò giustifica l'adozione in legenda di una indicazione di tipo qualitativo di richiamo ad un diverso livello di probabilità.

La figura 5 evidenzia, nella porzione superiore dei pendii, la presenza di una fascia relativamente continua con un livello elevato di propensione al franamento in relazione soprattutto ad una notevole acclività dei versanti. Al contrario il settore pedemontano e le aree di conoide mostrano una suscettibilità decisamente più bassa, classificabile solitamente come di grado basso o medio-basso. In questo contesto si collocano i

Comune di Ronco Canavese (TO)

Modellazione numerica dei processi di trasporto di massa in corrispondenza delle aree di conoide e valutazione della suscettibilità all'innesco di frane superficiali di saturazione lungo i versanti

risultati ottenuti per l'area di conoide del Rio Fattinaire ove la suscettibilità è risultata del tutto trascurabile (Fig. 6).

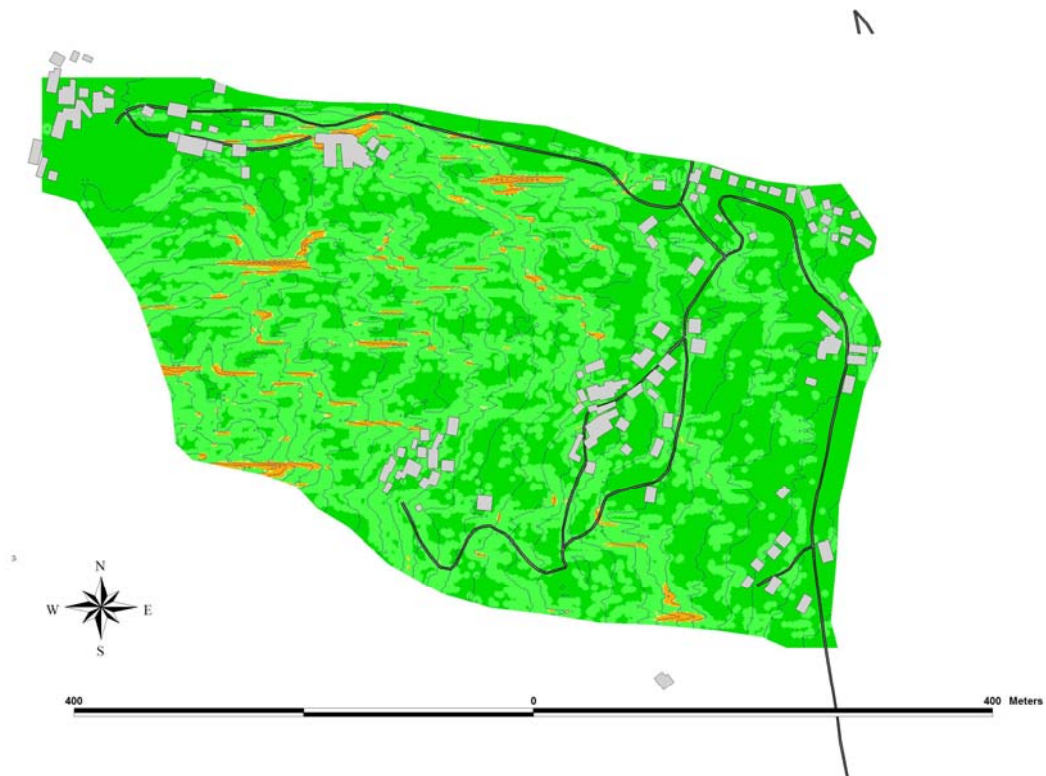


Fig. 6. Rio Fattinaire – carta di suscettibilità al franamento superficiale

Bibliografia

- Aleotti P., Polloni G., Tropeano D., Turconi L. (2004). Numerical modeling to delineate risk scenarios in an alpine alluvial fan. Forth International Conference on Computer Simulation in Risk Analysis and Hazard Mitigation, Rhodes, Greece, September 2004.
- Dietrich W.E., Montgomery D.R. (1998). SHALSTAB – a digital terrain model for mapping shallow landsli
- FLO-2D (2000). Users manual. Version 2000.11. Nutrioso, Arizona.
- Fieberg G., (1997). Hazard mapping in Austria. Journal of Torrent, Avalanche, landslide and Rockfall Engineering, No 134, V. 61.
- FLO-2D (2003). Users' manual. Version 2003.06, July 2003.
- Garcia R., Lopez J.L., Noya M., Bello M.E., Bello M.T., Gonzales N., Paredes G., Vivas M.I., O'Brien J. (2003). Hazard mapping for debris flow events in the alluvial fans of Northern Venezuela. In Proc. of the 3rd International Conference on Debris Flow Hazard Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment, Davos, September 10-12, 2003, 1: 589-599.
- Luino F., Ramasco M., Susella G. (1994). Atlante dei centri abitati instabili piemontesi. GNDCI, Pubblicazione n. 964, 245 pp.
- O'Brien, J.S. & Julien, P.Y. 1985. Physical processes of hyperconcentrated sediment flows. *Proc. of the ASCE Special Conf. on the Delineation of Landslides, Floods, and Debris Flow Hazards in Utah, Utah Water Research Laboratory, Series UWRL/g-85/03*, 260-279.
- O'Brien, J.S. & Julien, P.Y. 1988 Laboratory analysis of mudflow properties. *J. of Hyd. Eng., ASCE* 114 (8): 877-887.
- O'Brien, J.S., Julien, P.Y. & Fullerton, W.T. 1993. Two-dimensional water flood and mudflow simulation. *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE* 119 (2): 244-259.
- OFEE, OFAT, ODEFP (editors) (1997). *Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire*. Bienne, 1997.
- Tropeano D., Turconi L., Nocente V., Pellissero C., Aleotti P., Nigrelli G. (2005). Indagine sulla pericolosità lungo la rete idrografica minore, con specifico riguardo ai fenomeni di trasporto solido. Relazione a cura dell'IRPI-CNR, sezione di Torino, Novembre 2005