

Dott. Prof. Giovanni Analdi

GEOLOGO

Docente presso il Dipartimento di Scienze
della Terra dell'Università di Torino

1 - Premessa

La presente relazione illustra le risultanze delle indagini geologiche, esperite dallo scrivente nel territorio comunale di Limone Piemonte, mirate all'aggiornamento ed alla ridefinizione del quadro del dissesto a seguito dell'evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020.

Gli ulteriori studi geomorfologici e geologico-tecnici sono stati realizzati nel rispetto ed in armonia con quanto previsto dalle seguenti normative nazionali e regionali:

- R.D. n. 523 del 25/07/1904;
- L. 64/74 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- L.R. 56/77 "Tutela ed uso del suolo" e succ. mod. ed integr. e relativa Circ. 16/URE;
- L.R. 19/85 "Snellimento delle procedure di cui alla L. 64/74";
- D.G.R. n. 2-19274 del 08/03/1988;
- D.M. 11/3/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate...";
- D.P.R. 236/88 "Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano", sostituito dal D.lgs n. 152 dell'11/05/1999, a sua volta sostituito dal D.lgs. n. 152 del 03/04/2006;

- L.R. 45/89 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici";
- L. 183/89 " Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- Autorità di Bacino del Fiume Po - Deliberazione del Comitato Istituzionale del 10/5/1995 "Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, ..." - B.U.R. - Supplemento straordinario al n. 32 del 9/8/1995;
- Circ. P.G.R. n. 7/LAP del 08/05/1996 e relativa Nota Tecnica Esplicativa;
- Circ. P.G.R. n. 8/PET del 08/07/1999, "Adeguamento degli strumenti urbanistici comunali al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali". B.U.R. n. 28 del 14/07/1999;
- Autorità di Bacino del Fiume Po "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" - Legge 183/89, art. 17, comma 6 ter -, adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18/2001 del 26/04/2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24/05/2001;
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- D.G.R. n. 61 - 11017 del 17/11/2003;
- C.P.G.R. n.1-DOP del 27/04/2004 "Normativa tecnica vigente nelle zone sismiche";
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006;
- D.M. 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni (N.T.C.)";
- D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche";
- D.G.R. n. 31-1844 del 07/04/2011;
- D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011 e relativa D.D. n. 540 del 09/03/2012;
- L.R. 3/13 "Modifiche alla L.R. 56/77 (Tutela ed uso del suolo) e ad altre disposizioni regionali in materia di urbanistica ed edilizia";
- D.G.R. n. 65-7656 del 21/05/2014;
- D.G.R. n. 07417_660 del 7/04/2014;
- D.G.R. n. 18-2555 del 9/12/2015;

- DGR n. 8-2588 del 14/12/2015 “Attuazione della Direttiva 2007/60 CE - Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA) relativo al distretto idrografico del Po, di cui all’art. 7 del D.Lgs. 49/2010”;
- D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.)”;
- D.G.R. n. 6-887 del 30/12/2019;
- L.R. 13 del 29/05/2020;

2 - Finalità del lavoro e metodologia di studio

Le indagini integrative, estese all'intero territorio comunale, sono state eseguite sulla base di indagini conformi alle direttive e agli indirizzi metodologici contenuti nella N.T.E. della Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 7/LAP approvata in data 8/5/1996 - L.R. 5 dicembre 1977 n. 56 e s.m. e i. “*Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici*”.

Le scelte metodologiche adottate derivano dalle esperienze maturate nel campo della pianificazione territoriale a seguito delle gravi calamità naturali che hanno colpito recentemente, con particolare frequenza negli ultimi anni, il Cuneese e diverse altre zone del Piemonte.

L'evento alluvionale più catastrofico a scala regionale, in quanto ha investito la maggior parte delle vallate alpine, è stato senza dubbio quello del giugno 1957, che secondo M. GOVI (1971) avrebbe un tempo di ritorno dell'ordine del secolo.

A livello locale tuttavia questo evento risultò meno gravoso rispetto alle maggiori piene del T. Vermenagna avvenute nell'Ottocento e nel secolo scorso (1900, 1906 e 1948) le cui disastrose conseguenze sono ancora tramandate nella memoria della popolazione: nel 1948 due ragazze persero la vita, travolte da una colata di fango e detrito in regione Milliborgo. Oltre all'evento del giugno 1957, anche gli eventi del *novembre 1994* e dell'*ottobre 1996* non hanno avuto effetti calamitosi.

In questo secolo la dinamica torrentizia ha interessato, prima dell'evento del 2-3 ottobre 2020, soprattutto le aste dei corsi d'acqua tributari. In particolare, durante l'evento del luglio 2002, il tronco terminale del Rio Almellina artificialmente canalizzato.

Di qui la necessità di addivenire ad una conoscenza attuale ed il più possibile oggettiva delle problematiche relative all'assetto geomorfologico e geoidrologico del territorio in merito ai processi morfogenetici naturali e all'incidenza esercitata dall'intervento antropico.

Alla luce di quanto su esposto, oltre all'individuazione ed all'analisi dei dissesti in atto o pregressi, emerge la necessità di fornire criteri previsionali ai fini di una corretta impostazione dello strumento urbanistico dal punto di vista geologico-tecnico e della dinamica valanghiva.

La cartografia è stata elaborata, pertanto, in una prospettiva di prevenzione del dissesto, secondo il criterio della difesa indiretta, in modo da non creare ulteriori turbative alle condizioni di stabilità che spesso presentano, già di per sé, un delicato equilibrio.

Alla luce delle esperienze maturate nell'ambito di precedenti studi finalizzati alla pianificazione territoriale, con specifico riferimento alle metodologie d'indagine proposte dalla Regione Piemonte, il lavoro risulta così articolato:

Indagini geomorfologiche e geoidrologiche

- Raccolta ed organizzazione della documentazione pregressa, desumibile da dati di repertorio, di archivio e dalla bibliografia, relativa alle problematiche di carattere geolitologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico, ecc. ed alle notizie storiche sui dissesti. I dati geologico-morfologici di base derivano dalle indagini eseguite dallo scrivente per la stesura del P.R.G.C. originario e di quello vigente (Variante Strutturale 2001 con adeguamento al P.A.I.) e dalle informazioni contenute nella Banca Dati Geologica della Regione Piemonte, nel *Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)* e nel Progetto SIFraP;
- Studio fotointerpretativo, finalizzato alla caratterizzazione geologico-morfologica di tutto il territorio comunale ed all'individuazione delle principali situazioni di pericolosità che possono condizionare in misura determinante le scelte programmatiche;

- Sopralluoghi di terreno per i necessari approfondimenti in merito alle problematiche di cui ai punti precedenti, con particolare riferimento all'analisi delle caratteristiche e dello stato evolutivo delle fenomenologie franose e del loro grado di pericolosità a seguito dell'evento calamitoso del 2-3 ottobre 2020, tenendo conto delle indagini eseguite dal Settore Geologico della Regione Piemonte nei giorni immediatamente successivi all'evento (perimetrazione delle aree inondate/allagate da Geoportale Arpa Piemonte);
- Stesura della *Carta geomorfologica e dei dissesti* alla scala 1/10.000 (Tav. 1) in coerenza con gli approfondimenti e le indagini di cui ai punti precedenti, comprensiva dell'aggiornamento della *Carta della dinamica valanghiva* dello strumento urbanistico vigente;

Caratterizzazione sismica

- Stesura della *Carta delle Indagini* alla scala 1/10.000 (Tav. 3);
- Stesura della *Carta Geologico Tecnica* alla scala 1/10.000 (Tav. 4);
- Stesura della *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* alla scala 1/10.000 (Tav. 5);

Zonazione del territorio comunale

- Stesura della nuova *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica* alla scala 1/10.000), redatta in base alle cartografie tematiche di cui ai punti precedenti, suddividendo il territorio comunale in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica intrinseca (Tav. 2);

Redazione della *Relazione geologica e geomorfologica*.

Lo studio fotogeologico è stato realizzato su foto aeree a grande scala relative al volo "Alluvione 2000" della Regione Piemonte, alle ortofoto digitali "AGEA Volo 2018" e al Volo del Comune di Limone Piemonte eseguito dopo l'evento alluvionale.

Per la stesura delle carte tematiche è stata utilizzata la cartografia fotorestituita della Regione Piemonte (*Carta Tecnica Regionale e Database cartografico "BDTRE"*) alla scala 1/10.000, consultando le seguenti fonti bibliografiche:

- C.F. Capello (1977) - Archivio storico topografico delle valanghe italiane;
- R. Malaroda et al. (1970) - Carta Geologica del Massiccio dell'Argentera, scala 1/50.000 e relative Note illustrative;
- Regione Piemonte (1990) - Banca Dati geologica;
- Regione Piemonte (1998) - Eventi alluvionali in Piemonte, 2-6 novembre 1994, 8 luglio 1996, 7-10 ottobre 1996;
- Regione Piemonte (2000) - Eventi alluvionali in Piemonte, 10-14 giugno 2000;
- Effetti geomorfologici connessi all'evento alluvionale del 15 luglio 2002 nelle Valli Cuneesi (2002). Geom. Torino, 2-3/2002;
- ARPA Piemonte (2008) - Rapporto evento alluvionale 28-30 maggio 2008;
- ARPA Piemonte (2008) - Rapporto sulle piogge e nevicate intense del 14-17 dicembre 2008 in Piemonte;
- Regione Piemonte - "1982 - 2012" La prevenzione del rischio sismico in Piemonte;
- ARPA Piemonte (2020) - Evento del 2 - 3 ottobre 2020;
- F. 91 "Boves" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1/100.000;
- Feuille *Viève-Tende* della *Carte Géologique de la France* alla scala 1/50.000.

Sono state, inoltre, redatte, come richiesto dalla Regione Piemonte "Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico di Cuneo", le cartografie sopra citate previste dall'attuale normativa per la caratterizzazione sismica del territorio comunale.

3 - Lineamenti geomorfologici

Il territorio comunale è caratterizzato da un assetto geologico-morfologico complesso (cf. elaborati geologici della Variante Strutturale 2001 con adeguamento al P.A.I.), strettamente correlato alla natura diversificata del substrato roccioso ed alle

differenti tipologie dei processi morfogenetici che si sono esplicitati durante il Quaternario, in funzione del diverso grado di resistenza all'erosione delle litologie affioranti e delle rispettive coltri di copertura.

Le forme del paesaggio risentono sui versanti di un pregresso modellamento glaciale, con caratteristiche gradonature longitudinali e trasversali lungo gli assi vallivi e circhi glaciali nelle zone di testata, dove sono particolarmente diffusi, le coltri di copertura detritiche e moreniche.

La configurazione morfologica presenta, talora, caratteristici terrazzamenti irregolari separati tra loro da ripide scarpate, riferibili ad una progressa morfogenesi gravitativa che nella maggior parte dei casi, tuttavia, denota "in grande" buone condizioni di equilibrio, conseguite progressivamente nel lungo termine.

Il reticolo idrografico è contraddistinto da un grado di gerarchizzazione variabile in funzione delle litologie affioranti e le aste torrentizie, ove incise nel substrato roccioso, hanno un andamento particolarmente ripido e teso.

Nelle zone di fondovalle si rinvengono ampie fasce di depositi fluvio-torrentizi, leggermente sopraelevati rispetto ai depositi recenti e attuali, che scandiscono l'approfondimento del solco vallivo avvenuto durante l'Olocene. L'attuale assetto morfologico è il risultato di più cicli morfogenetici di tipo erosivo-deiettivo collegati alle varie fasi glaciali e interglaciali succedutisi durante il Quaternario.

Alla confluenza dei principali tributari, si osserva una serie di coni di deiezione, formati dai materiali depositati nel corso delle maggiori piene, che risultano, a seconda dei casi, in stadi evolutivi diversi. Alcuni di essi (in toto o in parte) sono ancora sporadicamente attivi o potenzialmente riattivabili in occasione di eventi pluviometeorologici a carattere molto intenso.

Nella nuova *Carta geomorfologica e dei dissesti*, redatta per recepire le richieste di modifiche e integrazioni pervenute dal Settore Geologico della Regione Piemonte, si è proceduto all'aggiornamento del quadro dei dissesti riportato negli elaborati geologici della Variante Strutturale 2001 con adeguamento al P.A.I. dello strumento urbanistico vigente, in riferimento agli effetti prodotti dall'evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020 (Tav. 1).

4 - Fenomenologie dissestive

4.1 - Dinamica dei corsi d'acqua

Gli alvei del T. Vermenagna e dei principali tributari (Rio S. Giovanni, Rio Almellina e Rio Panice) presentano un andamento unicursale, con alternanza di tratti subrettilinei e di tratti sinuosi. Il profilo longitudinale delle valli a gradini, derivante dal modellamento glaciale, determina una notevole variabilità della pendenza, che comunque resta sempre abbastanza elevata.

Caratteristica di questo modello fluviale è la notevole stabilità dell'alveo, senza tendenza alla divagazione. Il letto, di norma ben inciso, è infatti in grado di smaltire sia le portate di piena ordinaria che straordinaria; soltanto nel caso di piene a carattere straordinario, si possono verificare allagamenti a livello puntuale e, a causa della velocità molto elevata, accentuati fenomeni erosivi con processi di trasporto torrentizio sul fondo - alveo e lungo le sponde.

L'andamento della curva di fondo del Vermenagna conferma l'assetto sopra descritto. Nel tratto inferiore, a valle del confluente del Rio S. Giovanni, la pendenza media è del 3.3 %, in quello intermedio, in corrispondenza del concentrico e fino alla confluenza del Rio S. Anna, passa progressivamente dall'1.5 % all'1.8 %, mentre nell'ultimo tratto risale bruscamente al 3 %.

Il regime dei deflussi è di tipo pluvio-nivale e denota un carattere spiccatamente torrentizio, con due massimi e due minimi diseguali tra loro. Le portate vanno progressivamente diminuendo nei mesi invernali, per crescere rapidamente nella primavera avanzata, quando alle abbondanti piogge stagionali si sommano le acque di fusione delle nevi; dopo il minimo estivo si risale verso il massimo secondario autunnale.

Anche la rete idrografica minore denota un regime spiccatamente torrentizio in stretta relazione con l'andamento climatico stagionale, con portate minime durante i mesi invernali ed estivi. Nel corso di eventi meteopluviometrici ad elevata intensità, i bacini di questi corsi d'acqua possono manifestare un'insufficiente capacità di autoregolazione con formazione di piene torrentizie a rapida evoluzione. Si ricorda ancora a questo proposito, che nel 1948, in regione Milliborgo, due ragazze persero la vita, travolte da

un'improvvisa colata di fango e detrito mentre cercavano di attraversare l'omonimo rio in piena.

Le maggiori piene si verificano, pertanto, in primavera e in autunno, come desumibile dalla seguente cronologia (M. GOVI, 1971) che riporta, a partire dal secolo scorso, i principali "eventi di piena a carattere regionale, con partecipazione contemporanea di quasi tutti i corsi d'acqua" del Piemonte.

L'evento alluvionale più catastrofico a scala regionale, in quanto ha investito la maggior parte delle vallate alpine, è stato senza dubbio quello del giugno 1957, che secondo il suddetto autore avrebbe un tempo di ritorno dell'ordine del secolo.

In particolare, per quanto riguarda il T. Vermenagna, la ricerca storica (effettuata, sulla base dei dati riportati dalla Banca Dati Geologica della Regione Piemonte, presso gli archivi del Comune e degli enti pubblici che operano sul territorio e consultando i giornali locali) detto evento risultò meno gravoso rispetto alle maggiori piene avvenute nell'Ottocento (1846, 1853, 1887) e all'inizio del secolo scorso (1900 e 1906), le cui disastrose conseguenze sono ancora tramandate nella memoria della popolazione.

I principali eventi alluvionali verificatisi in epoca recente sono stati l'aprile 1981, il settembre 1984, il giugno 1986, il luglio 2002 (che risultò molto gravoso nella Valle del Cros e nel tronco inferiore canalizzato del Rio Almellina), il novembre 2002 e, ultimamente, oltre all'evento del 2 - 3 ottobre 2020, quello dell'ottobre 2023 nell'ambito del comprensorio sciistico.

Gli eventi del giugno 2000, del maggio 2008, dell'aprile 2009 e del marzo 2011 non hanno avuto gravi ripercussioni in Valle Vermenagna. Durante l'evento del 1994 (che risultò particolarmente gravoso per le vallate cuneesi meridionali a Sud del Pesio) si innescarono processi di erosione spondale lungo l'asta del T. Vermenagna soltanto nel tronco a monte del concentrico e alcuni movimenti franosi a livello delle coltri di copertura. L'alta Valle Vermenagna fu invece risparmiata dall'alluvione dell'ottobre 1996 che ebbe, invece, effetti calamitosi nella bassa e media valle.

Il drenaggio delle acque, ad eccezione delle formazioni carbonatiche incarsite della Valle del Cros e del fianco sinistro della Valle Vermenagna (zona di T.ti Camilla), dove la circolazione è essenzialmente ipogea, avviene in maggioranza in superficie tramite il

reticolo idrografico o corticalmente nell'ambito delle coltri di copertura detritiche e moreniche.

La presenza di estese e potenti coltri di copertura conferisce ai bacini, anche ove impostati prevalentemente nei terreni flisciodi impermeabili, una buona capacità di autoregolazione e di norma buone condizioni di stabilità, per l'azione protettiva e regimante esercitata dal bosco e dalla cotica erbosa che ricopre con continuità i pendii.

Storicamente non sono noti, prima dell'evento del 2 -3 ottobre 2020 (ad eccezione dell'evento del Rio Milliborgo), dissesti derivanti dalla dinamica torrentizia legati a processi di trasporto di massa (*debris flow*), come confermato dall'assenza di evidenze morfologiche riconducibili alla riattivazione dei principali apparati di conoide, interessati tuttavia in tempi recenti, a seguito della loro urbanizzazione, da fenomeni di allagamento a causa del sottodimensionamento dei relativi canali di scarico.

Potenziali situazioni di rischio, legate alla dinamica dei corsi d'acqua, erano state evidenziate nella *Relazione geomorfologica e geoidrologica* della Variante Strutturale 2001, rilevando la necessità di provvedere alla sistemazione dei tratti canalizzati e/o tombinati, sia sui conoidi sia lungo le aste dei corsi d'acqua principali, che non presentavano sufficienti garanzie di sicurezza.

4. 1.1 - Dissesti evento alluvionale del 2 - 3 ottobre 2020

Nei giorni 2 e 3 ottobre 2020 il Piemonte, e nello specifico il settore in esame, è stato interessato da precipitazioni a carattere eccezionale, particolarmente intense durante la giornata del 2 ottobre.

Nel pomeriggio e nella serata del 2 ottobre l'interazione delle correnti umide sudoccidentali con i rilievi ha determinato la formazione di piogge e temporali di eccezionale intensità, nella zona compresa tra la Valle Roya e l'alta Valle Vermentina, generando apporti pluviometrici da record (cf. rapporto ARPA Piemonte dell'evento).

I valori di precipitazione registrati, superiori al 50 % della precipitazione media annua, hanno generato onde di piena che hanno superato i livelli di riferimento storici,

con incrementi repentini ed elevatissimi delle portate, a monte di Vernante, lungo l'asta del T. Vermengna.

Il valore di precipitazione di Limone Piemonte, prossimo a 600 mm - concentrati quasi tutti nella giornata del 2 ottobre e su un areale molto ristretto - risulta infatti molto significativo per spiegare l'eccezionalità dell'evento e l'estrema gravità dei processi di dissesto.

La dinamica torrentizia, con associati processi erosivi accelerati, ha interessato sia i corsi d'acqua principali sia il reticolo idrografico minore. Durante l'evento, indubbiamente il più gravoso di questo secolo e con la piena del novembre 1906 anche del secolo scorso, durante la quale furono asportati “.. il viale e gran parte dell'antica Via Romana nel concentrico ..” (cf. Ricerca Storica della Variante Strutturale 2001).

Le fenomenologie dissestive hanno dato origine lungo le aste dei corsi d'acqua, soprattutto nei tratti artificialmente canalizzati, a gravi erosioni spondali, esondazioni e accentuati processi di trasporto torrentizio, superando, in genere, le previsioni riportate nella *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica* della Variante Strutturale 2001 e nel *Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)*. Sui conoidi invece, ad eccezione degli apparati su cui insistono la stazione di partenza degli impianti sciistici di Limonetto e il Villaggio Miramonti (confluenza del Rio Panice nel *PGRA*), i dissesti non si sono discostati di molto dalle previsioni riportate in detti elaborati.

“Torrente Vermenagna”

Tratto a valle del ponte della S.S. 20

Non sussistono gravi criticità a valle della zona del campeggio, a seguito dei lavori eseguiti dall'ANAS per il ripristino della transitabilità della S.S. 20, mentre dovranno essere sollecitamente eseguiti i lavori in sinistra idrografica, in corrispondenza del Condominio S. Carlo (Foto 1) e del campeggio più a valle (Foto 2), interessati da accentuate erosioni spondali e dall'ampliamento dell'alveo su questo lato.

Le opere di difesa spondale dovranno garantire adeguate sezioni di deflusso ed essere dotate di una serie di soglie di fondo per impedire l'abbassamento del fondo-alveo e lo scalzamento delle opere di fondazione.



Foto 1



Foto 2

Tratto tra il ponte della S.S. 20 e il ponte di Via Roma

Non si rilevano gravi criticità a seguito della costruzione delle opere di sistemazione lungo entrambe le sponde del corso d'acqua fino al fabbricato dell'officina meccanica "Bosc". Le difese realizzate in sponda sinistra per risarcire le accentuate erosioni spondali che, subito a valle dell'officina avevano asportato anche parte della carreggiata della strada statale (Foto 3) e più a valle, in destra idrografica, avevano lambito il parcheggio comunale danneggiando gravemente il ponte (recentemente ricostruito), sono da ritenersi idonee anche in previsione di eventi alluvionali particolarmente gravosi (Foto 4).

Più a monte, nel concentrico, sussiste una grave situazione di pericolosità in sponda sinistra, per un'accentuata erosione al piede dell'edificio condominiale di fronte al ristorante "La Giara", che ha provocato il crollo di una scala addossata al muro perimetrale del fabbricato (Foto 5).



Foto 3



Foto 4



Foto 5

Tratto tra il ponte di Via Roma e il ponte di Via Divisione Alpina Cuneense

A seguito dell'opera di difesa realizzata in sponda destra, si sono conseguite buone condizioni di sicurezza per gli edifici condominiali "I Mandorli" e "Chalet S. Sebastiano". L'intervento dovrà tuttavia essere completato, collegando l'opera in modo definitivo al muro spondale del condominio "Proprietà Dalmasso" per scongiurare eventuali aggiramenti da monte (Foto 6).

Si consiglia comunque di prevedere, nel progetto definitivo di sistemazione idraulica dell'asta T. Vermenagna, la costruzione di soglie di fondo per impedire l'abbassamento del fondo-alveo e lo scalzamento delle opere di fondazione.



Foto 6

Tratto tra il ponte di Via Divisione Alpina Cuneense e Regione S. Caterina

Trattasi del tratto maggiormente dissestato dell'attraversamento del centro abitato. Durante l'evento alluvionale si sono sviluppate gravissime fenomenologie dissestive

lungo l'asta del corso d'acqua artificialmente canalizzato, rappresentate da: accentuate erosioni spondali, disalveamenti, allagamenti e grandi processi di trasporto solido (detrítico-torrentizio e ligneo), che hanno interessato le urbanizzazioni, i servizi e le infrastrutture latitanti, tra cui il parcheggio sotterraneo di Piazza San Sebastiano.

Con gli interventi di sistemazione recentemente realizzati - asportazione dei materiali di disalveo stoccati in sponda destra, costruzione di una grande traversa a gradinata (Foto 7), di scogliere lungo questa sponda (Foto 8) fino al ponte di S. Caterina (Foto 9) - si sono conseguite buone condizioni di sicurezza.



Foto 7



Foto 8



Foto 9

Tratto tra Regione S. Caterina e la Stazione di servizio

Con gli interventi di disalveo - eseguiti come pronto intervento dopo l'evento calamitoso allo scopo di ripristinare un alveo a carattere provvisorio per lo smaltimento delle portate ordinarie - non si sono conseguite, ovviamente, accettabili condizioni di sicurezza, in previsione di un evento pluviometeorologico anche non particolarmente gravoso.

I grandi quantitativi di materiali tuttora presenti in alveo potrebbero essere facilmente mobilizzati e trasportati pericolosamente a valle, vanificando l'efficacia delle opere realizzate a valle del ponte di S. Caterina, che dovrà essere demolito. Necessitano, inoltre, urgenti lavori in sponda sinistra; l'accentuata erosione ha gravemente sottoscalzato il muro di difesa spondale della S.S. N. 20, mettendo a nudo i micropali dell'opera di fondazione (Foto 10 verso monte).

Anche in sponda sinistra, a monte dei due condomini, sono presenti circa 2.000 m³ di materiali che dovranno essere asportati (Foto 11 verso valle).



Foto 10



Foto 11

Tratto tra la Stazione di servizio e il ponte di Borgata Fantino

In questo tratto l'alveo è quasi completamente canalizzato. La lunga difesa spondale, realizzata in sinistra idrografica (scogliera in massi ciclopici) a difesa della proprietà *Ca d'Leru*, non presenta gravi lesioni strutturali, ad eccezione di un breve tratto in corrispondenza della battuta di sponda, a valle del ponte di Borgata Fantino, che dovrà essere sollecitamente sistemato (Foto 12).



Foto 12

Tratto tra il ponte di Borgata Fantino e la confluenza con il Rio Panice

La dinamica torrentizia è particolarmente attiva in questo tratto del corso d'acqua (posto in corrispondenza del raccordo morfologico con la zona di testata della valle) a causa della brusca diminuzione della pendenza della curva di fondo dell'alveo.

Ad eccezione del primo tratto a monte del ponte di Borgata Fantino, che è stato ricostruito con i lavori di somma urgenza (Foto 13), il tratto successivo presenta gravi criticità a causa delle gravi fenomenologie dissestive innescatesi durante l'evento - erosioni spondali, disalveamenti e accentuati processi di trasporto torrentizio - esaltate dalla confluenza del Rio S. Anna che ha indirizzato l'onda di piena del Vermenagna contro il versante opposto, determinando la formazione di una grande lunata di erosione (notare nella Foto 14 il muro d'argine in destra idrografica dell'alveo originario sormontato dall'onda di piena).

Con gli interventi di disalveo - eseguiti come pronto intervento dopo l'evento calamitoso allo scopo di ripristinare un alveo a carattere provvisorio per lo smaltimento delle portate ordinarie - non si sono conseguite, ovviamente, accettabili condizioni di sicurezza in previsione di un evento pluviometeorologico anche non particolarmente intenso.

I futuri lavori di sistemazione dell'alveo (formazione di un nuovo alveo e/o riprofilatura di quello esistente, ricaricando il piede del versante destro e risagomando i terreni latistanti) potranno essere eseguiti utilizzando i grandi quantitativi di materiali movimentati nel fondovalle dal corso d'acqua durante l'evento.

Le opere realizzate nel tratto immediatamente a valle del ponte del Divorzio, in sponda destra a difesa delle pile del viadotto della S.S. 20, dovranno essere integrate, previ lavori di disalveo, da analoghe opere in sponda sinistra a difesa dei condomini latistanti (Foto 15).

Nel tratto immediatamente a monte del ponte fino alla confluenza con il Rio Panice, interessato da accentuate erosioni spondali e ampliamento dell'alveo con gravi danni ad alcuni fabbricati del Villaggio Miramonti (Foto 16), dovranno essere realizzate, nel breve termine, idonee opere di sistemazione, mediante una serie di soglie per stabilizzare il fondo-alveo e scogliere lungo entrambe le sponde.



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16

Tratto a monte della confluenza con il Rio Panice - Zona di Limonetto

Premesso che i dissesti verificatisi a valle di Limonetto (rappresentati per lo più da accentuate erosioni spondali essendo l'alveo molto inciso) non interessano direttamente urbanizzazioni, servizi e infrastrutture e non costituiscono nell'attuale stato di fatto gravi criticità per i tratti più a valle precedentemente esaminati.

Si rilevano alcune problematiche in corrispondenza del centro abitato, dove l'alveo è completamente canalizzato, con scalzamenti a livello puntuale delle opere di fondazione dei muri spondali che dovranno essere sollecitamente risarciti (Foto 17).



Foto 17

Parcheggio e stazione di partenza degli impianti sciistici di Limonetto

In Foto 18 viene documentato l'attuale stato di fatto del parcheggio e della stazione di partenza degli impianti sciistici di Limonetto, dove si è provveduto a sgombrare, dai materiali trasportati dalle colate detritico-torrentizie durante l'evento, soltanto il parcheggio sotterraneo e parte di quello a cielo aperto.

Il loro futuro totale ripristino dovrà essere subordinato all'esecuzione di adeguati interventi di sistemazione dei due rii che hanno generato le profonde erosioni nel tronco intravallivo e nei bacini a monte (Foto 19) e il deposito in conoide dell'enorme accumulo di materiale.



Foto 18



Foto 19

“Rio Panice”

Tratto tra la confluenza con il T. Vermenagna e il ponte della S.S. N. 20

Nel tratto terminale del Rio Panice, dove il corso d’acqua è disalveato investendo in destra idrografica gli edifici del Villaggio Miramonti (Foto 20), necessitano urgenti e adeguati interventi di sistemazione. Le opere di difesa da confezionare a difesa dei fabbricati dovranno prevedere, oltre alle difese spondali, anche una serie di soglie per stabilizzare il fondo-alveo ed essere collegate a valle con quelle da realizzare sul Vermenagna, in corrispondenza della confluenza dei due corsi d’acqua, mediante la stessa tipologia d’intervento.



Foto 20

Tratto tra il ponte della S.S. 20 e l'imbocco della galleria del Colle di Tenda

Questo tratto presenta gravi criticità a seguito delle fenomenologie dissetive innescatesi durante l'evento (erosioni spondali, disalveamenti e accentuati processi di trasporto torrentizio), a cui ha contribuito il materiale mobilizzato dalla grande frana che ha interessato il rilevato del piazzale d'accesso alla galleria, realizzato con lo smarino della medesima (Foto 21).

Con gli interventi di disalveo - eseguiti come pronto intervento dopo l'evento calamitoso allo scopo di ripristinare un alveo a carattere provvisorio per lo smaltimento delle portate ordinarie - non si sono conseguite, ovviamente, accettabili condizioni di sicurezza, in previsione di un evento pluviometeorologico anche non particolarmente gravoso.

I futuri lavori di sistemazione (formazione di un nuovo alveo e/o riprofilatura di quello esistente, risagomando i terreni latistanti) potranno essere eseguiti utilizzando i

grandi quantitativi di materiali movimentati nel fondovalle dal corso d'acqua durante l'evento alluvionale (Foto 22).

Nella valle del Rio Gherra (suo tributario in destra idrografica) si sono verificate accentuate erosioni in fregio alle opere di fondazione del sostegno di linea n. 5 della Seggiovia Belvedere. L'esondazione del corso d'acqua ha, inoltre, causato la distruzione della pista di rientro della seggiovia, del relativo guado, delle seggiole dell'impianto e di infrastrutture varie.

Lungo la Seggiovia Cabanaira sono state rilevate criticità nei pressi del sostegno di linea n. 2, riconducibili ad un'accentuata erosione in prossimità delle opere di fondazione e/o per la presenza di cavidotti tranciati nel settore compreso tra i sostegni di linea n. 1 e n. 2, in corrispondenza dello attraversamento dell'incisione del Rio Cabanaira.



Foto 21



Foto 22

“Rio San Giovanni”**Tratto tra la confluenza con il T. Vermenagna e il ponte di P.za del Risorgimento**

Non si rilevano gravi criticità a seguito della costruzione delle opere di sistemazione lungo entrambe le sponde del corso d’acqua. Le difese realizzate in sponda sinistra per risarcire le accentuate erosioni spondali, sono da ritenersi idonee anche in previsione di eventi alluvionali particolarmente gravosi (Foto 23).

Si consiglia, tuttavia, a monte del ponte di S. Francesco, per non ostacolare il deflusso delle onde di piena, di asportare circa 200 m³ di materiali al piede della scogliera realizzata dopo l’evento alluvionale in sponda destra a monte del nuovo fornice (Foto 24).



Foto 23



Foto 24

Tratto tra il ponte di P.za Risorgimento e il ponte di Via Monte Cros

Le difese recentemente realizzate lungo entrambe le sponde e sul fondo-alveo del corso d'acqua per risarcire le gravi fenomenologie dissesti sviluppatasi durante l'evento, sono da ritenersi idonee anche in previsione di eventi alluvionali particolarmente gravosi (Foto 25).

Gli interventi di sistemazione dovranno essere estesi anche al tratto a monte della confluenza con il Rio Almellina, ricalibrando l'alveo e asportando gli ingenti quantitativi di materiali ancora presenti nell'incisione torrentizia (Foto 26).



Foto 25



Foto 26

Tratto tra il ponte di Via Monte Cros e il Condominio San Giovanni

Il primo tratto non presenta particolari problematiche a seguito degli interventi realizzati lungo la strada di accesso al Condominio S. Giovanni, tirantando e sottofondando i sottostanti muri spondali.

Nel tratto successivo dovrà essere sistemata la sponda sinistra dell'alveo interessata da un movimento franoso innescato, durante l'evento nella sovrastante scarpata morfologica, dalla battuta di sponda del corso d'acqua (Foto 27).

I futuri lavori di sistemazione (riprofilatura dell'alveo e risagomatura dei terreni latistanti) potranno essere eseguiti utilizzando i materiali movimentati nel fondovalle dal corso d'acqua durante l'evento alluvionale.



Foto 27

Tratto tra il Condominio San Giovanni e il Ponte Leru

I dissesti verificatisi in questo tratto non interessano direttamente urbanizzazioni, servizi e infrastrutture, ad eccezione di un'accentuata erosione in sponda sinistra, che ha asportato parte del corpo stradale subito a valle del ponte, i cui lavori di sistemazione sono già stati eseguiti.

“Rio Milliborgo”

Tratto tra la confluenza nel Rio S. Giovanni e la stazione di partenza della Cabinovia Severino Bottero

Il Rio Milliborgo, nel tratto compreso tra la confluenza nel Rio S. Giovanni e la stazione di partenza della Cabinovia Severino Bottero, non è stato interessato da fenomenologie dissestive, in quanto nel settore a monte (in località “la Fauda” a monte

del Villaggio del Sole), la piana di fondovalle ha funzionato da piazza di deposito per i materiali trasportati dalla colata detritico-torrentizia innescata dall'evento.

Il corso d'acqua, per la maggior parte tombinato, nonostante sia stato oggetto di recenti interventi di sistemazione (riconfezionamento del primo tratto della tombinatura e sistemazione dell'asta torrentizia nel tratto immediatamente a monte dell'imbocco), che hanno mitigato la preesistente situazione di pericolosità consentendo il deflusso della portata liquida, non sarebbe certamente stato in grado di smaltire i materiali solidi trasportati dall'onda di piena.

Tratto a monte della stazione di partenza della Cabinovia Severino Bottero

A monte del tratto tombinato del Rio Milliborgo si sono verificate gravi fenomenologie dissestive, rappresentate da erosioni spondali, disalveamenti e accentuati processi di trasporto detritico - torrentizio e ligneo.

In località "La Fauda" e nel tratto più a valle si sono formate profonde incisioni lungo la Pista Olimpica: di alcune centinaia di metri di lunghezza e di alcune decine di metri di larghezza, con profondità che arrivavano anche a 4 m.

Con i lavori eseguiti dalla L.I.F.T. S.p.A nel tratto a valle (costruzione di un alveo artificiale protetto da una scogliera in sponda destra a lato della pista di raccordo con la Pista Olimpica, ampliamento delle sezioni di deflusso ed eliminazione dei tratti intubati) si è conseguita una notevole mitigazione del rischio idraulico rispetto alla situazione precedente all'evento del 2 - 3 ottobre 2020.

A completamento dei lavori, tuttavia, dovrà essere irrobustita e sopraelevata la scogliera in sponda destra della canalizzazione (realizzandola anche in sponda sinistra dove non impostata in roccia), con un adeguato numero di soglie per rallentare la velocità della corrente e impedire lo scalzamento delle opere (Foto 28).

Soltanto con questa tipologia d'intervento, flessibile e autodrenante, si conseguirà una sistemazione definitiva e durevole anche per la latistante pista di discesa.

Nel tronco inferiore, a monte della stazione di partenza della cabinovia, contraddistinto da una minore pendenza dell'asta torrentizia e dall'assenza di gravi fenomenologie dissestive, gli interventi di sistemazione potranno essere limitati a lavori di

disalveo e di pulizia dalla vegetazione infestante per ripristinare le originarie sezioni di deflusso.

Lungo la Cabinovia Severino Bottero si sono registrate criticità in corrispondenza dei sostegni di linea n. 9, 10, 13 e 14, riconducibili ad accentuate erosioni spondali del Rio Milliborgo in fregio alle opere di fondazione.

Per consentire l'esercizio dell'impianto in piena sicurezza, sono state realizzate dal Comune adeguate opere di sistemazione in corrispondenza delle opere di fondazione di questi sostegni di linea.



Foto 28

“Rio Almellina”

Il corso d’acqua, quasi completamente canalizzato in corrispondenza del centro abitato, ha dato origine in questo tratto a fenomenologie dissestive per scalzamento a livello puntuale delle opere di fondazione dei muri spondali o, come verificatosi nell’evento del luglio 2002, per tracimazioni dovute alla presenza di ponti e attraversamenti con insufficiente sezione di deflusso (Foto 29).

Nel tratto a monte i dissesti, rappresentati per lo più da accentuate erosioni spondali, anche se non interessano direttamente urbanizzazioni, servizi e infrastrutture, incrementando il trasporto solido, rendono problematico lo smaltimento di un’eventuale onda di piena da parte della canalizzazione.

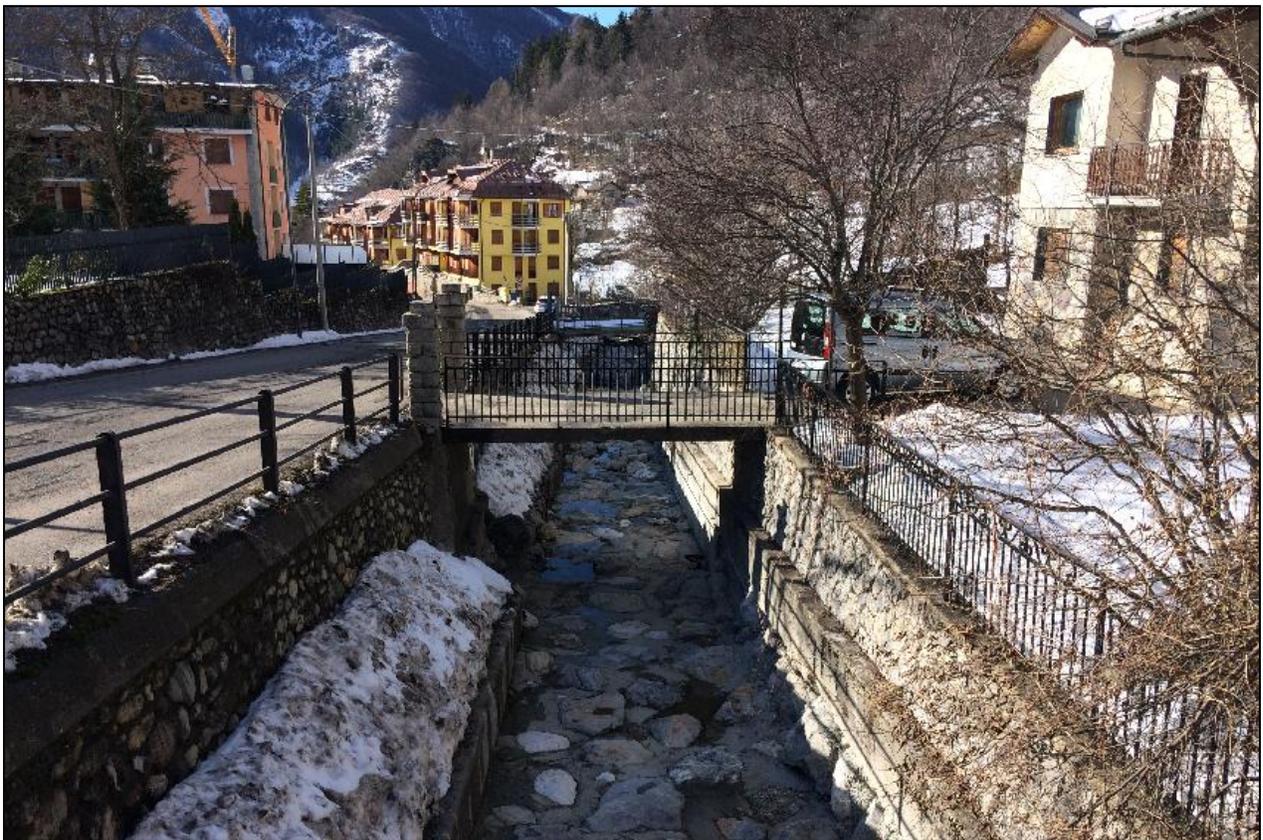


Foto 29

4.2 - Dinamica gravitativa

Sul fianco sinistro orografico del Vallone S. Giovanni e alla testata del Vallone Milliborgo, numerosi indizi morfologici rivelano la presenza di un grande corpo di frana stabilizzato che risale fino alle pendici nord-occidentali del M. Alpetta, estendendosi lateralmente dal versante settentrionale di Bec Castellaccio fino in prossimità di T.ti Bric.

Il fenomeno, molto antico, risulta del tutto esaurito; non sono stati rilevati indizi di riattivazioni in epoca recente. Solo al piede del versante si osservano alcune zone erosivo-franose, causate dallo scalzamento al piede da parte del Rio S. Giovanni (cf. Relazione geomorfologica e geoidrologica della Variante Strutturale 2001).

Anche nella vicina Valle dei Gherra si segnala l'esistenza di un antico corpo di frana stabilizzato, su cui si sviluppa la sciovia Panice e parte del tracciato della seggiovia Pian del Leone - Pancani.

Nella valle principale, morfologie riconducibili ad antichi movimenti gravitativi si riscontrano nel settore di T.ti Maschetta e sul fianco sinistro orografico nel Vallone di S. Anna e nella zona di T.ti Falabrin, dove la morfogenesi gravitativa ha modellato a più riprese il versante.

In tutti questi settori, contraddistinti dalla presenza di "terrazzi" in debole pendenza separati da scarpate più ripide (corrispondenti alle fasi di riattivazione dei movimenti), i movimenti risultano da lungo tempo esauriti. I corpi franosi pertanto, al metro della cronologia umana, sono completamente stabilizzati.

Sul versante sud-occidentale del Monte Crest un'evidente scarpata (nicchia), impostata nei calcari dolomitici, delimita un vasto corpo franoso costituito da una congerie di grandi blocchi che si estende fino all'alveo del Rio S. Giovanni. Il fenomeno è da lungo tempo quiescente, non essendo note significative riattivazioni in tempi recenti. Solo sulla fronte dell'accumulo, si riscontrano alcuni processi erosivo-franosi a causa dello scalzamento al piede operato dal corso d'acqua.

Altri grandi corpi franosi in stato quiescente si rinvengono su entrambi i fianchi dei valloni del Rio Prati della Chiesa e del Rio Salauta, nell'alto Vallone S. Giovanni, nell'alta Valle Almellina e nel Vallone di Ceresole.

Le fenomenologie dissestive dell'evento alluvionale del 2 - 3 ottobre 2020 sono di norma riconducibili a movimenti franosi superficiali, che hanno interessato i terreni di copertura del substrato roccioso o la parte corticale dei corpi di frana stabilizzati, senza significative riattivazioni dei corpi di frana quiescenti.

Questi dissesti, che si manifestano inizialmente come uno scivolamento di suolo ed evolvono in breve tempo sotto forma di colamento, sono da attribuirsi alle elevate quantità di acqua rapidamente infiltratesi nei terreni superficiali.

Tali afflussi hanno determinato, in funzione della conduttività idraulica dei vari livelli, la loro totale saturazione (spesso fino al substrato roccioso) e conseguente disgregazione a causa di gradienti idraulici con valori istantanei prossimi a quelli critici, mobilizzando ingenti volumi di materiali, che a causa della loro quasi totale fluidificazione si sono riversati nei corsi d'acqua sotto forma di colate esaltando il trasporto solido detritico-torrentizio e ligneo.

Hanno interessato quasi esclusivamente i versanti impostati nei terreni flischoidi contraddistinti dalla presenza di diffuse e potenti coltri di copertura detritico-eluvio-colluviali e moreniche (cf. Tav. 1).

4. 2.1 - Dissesti evento alluvionale del 2 - 3 ottobre 2020

Comprensorio sciistico

Lungo la Telecabina Severino Bottero sono state rilevate criticità in corrispondenza del sostegno di linea n. 10, riconducibili a un movimento franoso innescatosi immediatamente a valle delle opere di fondazione. La frana, per consentire la riapertura dell'impianto, è stata sollecitamente sistemata dal Comune mediante la realizzazione di una paratia di micropali tirantati, una scogliera al piede e opere di ingegneria naturalistica (Foto 30).

Il magazzino della stazione di valle della Seggiovvia Pian del Leone-Pancani è stata investita da una frana proveniente dal versante latistante, che successivamente è stata sistemata dalla LIFT (Foto 31).

In questo settore si sono verificate, inoltre, frane e profonde erosioni lungo la pista di discesa, a valle di Capanna Niculin, che hanno interessato anche i settori latitanti (Foto 32). Anche questi dissesti sono stati sistemati dalla LIFT.

Nella variante della pista di discesa della Seggiovia Cabanaira, a destra della dorsale su cui si sviluppa la pista della cresta, si è innescato un grande movimento franoso (Foto 33), che attualmente, a seguito dei lavori di sistemazione eseguiti dalla LIFT per consentire il ripristino della pista, non presenta ottimali condizioni di sicurezza. La frana dovrà, pertanto, essere tenuta sotto controllo monitorando la stabilità della nuova scarpata di valle e l'evolversi di eventuali ulteriori movimenti.

In località Quota 1400 si sono verificate una grande colata, che ha investito la stazione di partenza della Seggiovia del Colle di Tenda (Foto 34), e due frane lungo le piste di discesa ai lati della Seggiovia Morel. Anche questi dissesti sono stati sistemati dalla LIFT.

Altri settori del territorio comunale

I dissesti hanno interessato, oltre alla maggior parte delle piste del comprensorio sciistico, quasi esclusivamente i versanti impostati nei terreni flischoidi contraddistinti dalla presenza di diffuse coltri di copertura detritico-eluvio-colluviali e moreniche: nello specifico la parte alta dei Valloni di S. Lorenzo, il Vallone Panice e il fianco destro dei valloni Gherra, Alamant e Cabanaira (Foto 35).

Sono stati interessati da analoghe fenomenologie dissestive anche la Valle Vermenagna, nel tratto compreso tra Borgata Fantino e Case del Divorzio, il Vallone Milliborgo e la parte media del Vallone S. Giovanni.

Tra questi dissesti si citano la frana che ha colpito la Cappella di S. Pancrazio in località Panice Sottana e la colata che ha investito gli impianti sportivi in località Borgata Fantino.



Foto 30



Foto 31



Foto 32



Foto 33



Foto 34



Foto 35

5 - Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità alla utilizzazione urbanistica

Le seguenti note illustrano la metodologia di lavoro adottata e integrano i dati cartografici, al fine di rendere più agevole e proficua la lettura della *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica* (Tav. 2).

Questo documento, esteso all'intero territorio comunale, è stato redatto, alla luce della documentazione geologico-tecnica acquisita nel corso delle indagini (riportata nella Tav. 1 e nelle cartografie tematiche di base della Variante Strutturale 2001 con adeguamento al PAI) e della caratterizzazione sismica (Tavv. 3-4-5).

In questa fase si è proceduto alla zonazione del territorio comunale per aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica intrinseca, allo scopo di delineare un quadro conoscitivo di facile comprensione per un corretto uso del territorio sotto l'aspetto geologico e in grado di fornire criteri previsionali ai fini di una razionale impostazione dello strumento urbanistico.

Il documento è stato, infatti, elaborato in una prospettiva di prevenzione del dissesto, secondo il criterio della difesa indiretta, al fine di indirizzare le scelte urbanistiche nei settori geologicamente più favorevoli e di non creare ulteriori turbative alle condizioni naturali di equilibrio nelle aree meno stabili evitando, nel contempo, l'incremento del carico antropico in questi settori.

Occorre precisare in proposito che i limiti delle diverse campiture, ove non definiti da evidenti elementi morfologici, possono localmente assumere un carattere indicativo per la difficoltà di operare una netta distinzione tra forme del rilievo e processi morfogenetici variamente interdipendenti e per le limitazioni imposte dalla base cartografica utilizzata.

La carta, redatta secondo le linee guida metodologiche contenute nella Nota Tecnica Esplicativa della Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 7/LAP dell'8/5/1996, riporta in legenda le classi d'idoneità alla utilizzazione urbanistica di seguito elencate:

CLASSE II "Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 17/01/2018 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante."

Classe IIa Settori di territorio contraddistinti da condizioni di pericolosità geomorfologica che non pongono particolari limitazioni di carattere geologico e idrologico alla realizzazione di interventi urbanistico - edilizi, facendo ricorso eventualmente a modesti accorgimenti tecnici. Si richiama comunque il D. M. 17/01/2018.

Ricadono in questa classe i terreni subpianeggianti o in dolce pendenza, che costituiscono principalmente le superfici degli alti terrazzi non sommergibili, morfologicamente più favorevoli all'utilizzazione urbanistico-infrastrutturale.

Le buone condizioni di stabilità del territorio e i validi requisiti geotecnici dei terreni di fondazione non comportano limitazioni alle scelte urbanistiche o particolari condizionamenti circa le soluzioni progettuali e i corrispondenti procedimenti costruttivi.

Classe IIb Settori di territorio, ove le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica, legate principalmente alla dinamica delle acque superficiali, possono essere superate mediante l'adozione di specifici accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante.

Ricadono in questa classe le porzioni dei terrazzi alluvionali di fondovalle e i settori di conoide non più attivi potenzialmente esposti a fenomeni di allagamento da parte di acque a bassa energia con battenti idrometrici inferiori a 50 cm.

Afferiscono ad essa, inoltre, i settori a pendenza da moderata a medio-elevata, che denotano buone condizioni di stabilità sia a livello dei terreni copertura sia del substrato roccioso, le scarpate dei terrazzi e le fasce di raccordo con le zone instabili a forti limitazioni d'uso (Classe III).

Comprende anche i terreni pianeggianti caratterizzati da mediocri requisiti geotecnici e/o da bassi valori di soggiacenza della falda superficiale, i settori caratterizzati da fenomeni di ristagno idrico a causa dell'insufficiente drenaggio ed i rilevati artificiali.

Gli interventi urbanistico-edilizi sono subordinati all'individuazione dei settori più favorevoli sotto il profilo geologico-morfologico per la localizzazione dell'edificato e/o alla definizione degli accorgimenti tecnici necessari a garantire la piena idoneità degli interventi stessi ai sensi del D.M. 17/01/2018, realizzando eventualmente le opere di fondazione su piani sfalsati per contenere gli sbancamenti. Si precisa che gli interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe nè condizionarne la propensione all'edificabilità; le condizioni di stabilità delle scarpate degli scavi di fondazione e dei versanti nell'immediato contorno dovranno essere accertate a livello puntuale mediante opportune indagini, supportate, ove necessario, da verifiche di tipo analitico.

Per i settori potenzialmente allagabili, dovranno essere previsti idonei sistemi di drenaggio e smaltimento delle acque superficiali, mantenendo, comunque, la quota del piano di abitazione 1 m al di sopra dell'attuale piano campagna.

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

Classe IIIa Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici e geoidrologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti di tipo

abitativo: non sono comunque ammessi nuovi interventi a carattere urbanistico-edilizio. In questa classe sono consentiti interventi per la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, a condizione che i relativi progetti, corredati di adeguata documentazione tecnica, dimostrino la compatibilità delle opere con le condizioni di dissesto in atto o potenziali e l'assenza di ulteriori turbative indotte all'assetto geomorfologico locale dalla loro realizzazione.

Nel caso in cui nella classe in questione ricadano degli edifici esistenti, si applica quanto previsto alla successiva Classe IIIb.

Afferiscono ad essa le porzioni di territorio inedificate esposte alla dinamica torrentizia, gravitativa e valanghiva o non idonee all'utilizzazione urbanistica per sfavorevole assetto geostrutturale, elevata acclività, scadenti caratteristiche geotecniche delle coltri di copertura.

Per le aree ricadenti in Classe IIIa, individuate nella *Carta geomorfologica e dei dissesti* in condizioni di dissesto, si applicano le seguenti norme:

- aree classificate Fa: art. 9, comma 2, N. di A. del PAI;
- aree classificate Fq: art. 9, comma 3, N. di A. del PAI. Nelle aree ricadenti in classe IIIa caratterizzate da dissesto Fq sono altresì ammessi, secondo quanto previsto dalla N.di A. del PAI, interventi di ristrutturazione, ampliamento e nuova costruzione. È ammesso il recupero di edifici esistenti ove sia comprovata l'esistenza di locali a destinazione abitativa; non è comunque ammessa la creazione di nuove unità abitative. La nuova edificazione è ammessa unicamente per strutture accessorie all'attività agricola, di allevamento e conduzione dei fondi o edifici principali (esempio stalle, fienili, depositi, accessori, etc...) ad eccezione dei fabbricati ad uso residenziale. Tali interventi sono subordinati alla preliminare indagine di carattere geologico-tecnico con redazione di apposita documentazione da parte di un tecnico abilitato e competente in materia;
- aree classificate Ee: art. 9, comma 5, N. di A. del PAI;
- aree classificate Ca: art. 9, comma 7, N. di A. del PAI;
- aree classificate Ve: art. 9, comma 10, N. di A. del PAI;

- aree classificate Vm: art. 9, comma 11, N. di A. del PAI.

L'effettiva estensione dell'area di valanga (Ve – Classe IIIa) in corrispondenza dell'area di nuova previsione 8/TR2/A1, presso la località Limonetto, è da intendersi quella riportata sulla Tavola V.2, in scala 1:5000.

Per quanto riguarda gli interventi ammessi nelle aree poste in Classe IIIa, non individuate nella *Carta geomorfologica e dei dissesti* in condizioni di dissesto, si rimanda a quanto di seguito riportato per la Classe III non differenziata.

Classe IIIb Porzioni di territorio edificate contraddistinte da elevate condizioni di pericolosità geomorfologica e di rischio. Non sono ammessi nuovi interventi urbanistici in assenza delle analisi mirate a verificare la validità delle opere per la mitigazione del rischio esistenti o ad individuare gli eventuali interventi di riassetto del territorio e della loro realizzazione.

Ricadono in questa classe le aree urbanizzate potenzialmente esposte alla dinamica torrentizia e alla dinamica dei versanti. Si citano, nella fattispecie, alcuni settori recentemente urbanizzati, ubicati per lo più nelle zone periferiche del capoluogo, interessati dalla dinamica valanghiva e/o dalla dinamica torrentizia.

In relazione alle diverse condizioni di pericolosità geomorfologica riscontrabili nell'ambito dei siti urbanizzati, si è proceduto (secondo quanto previsto dalla Nota Tecnica Esplicativa della Circ. P.G.R. n. 7/LAP dell'8/5/96) a suddividerla nelle seguenti tre sottoclassi:

Classe IIIb₂: Aree in cui, a seguito della realizzazione delle opere, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti, (Classe IIIb s.s.);

Classe IIIb₃: Aree in cui, anche a seguito della realizzazione delle opere, sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico; sono comunque da escludersi nuove unità abitative e completamenti;

Classe IIIb₄: Aree in cui, anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.

L'accertamento delle condizioni liberatorie previste avverrà, a conclusione delle verifiche sulle opere esistenti e/o da completare o della realizzazione degli interventi di riassetto, mediante certificazione, che l'Amministrazione richiederà ai progettisti, attestante l'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità.

Classe IIIb₂

In assenza della verifica delle opere esistenti, della realizzazione dei loro completamenti e degli interventi di riassetto e fino alla acquisizione della certificazione di cui al comma precedente, sono consentiti i seguenti interventi:

- a) interventi idraulici e di sistemazione ambientale e dei versanti, ripristino delle opere di difesa esistenti, atti a ridurre i rischi legati alla dinamica fluvio-torrentizia e alla dinamica dei versanti;
- b) relativamente ai fabbricati esistenti sono ammessi:
 - b₁) manutenzione ordinaria;
 - b₂) manutenzione straordinaria;
 - b₃) restauro e risanamento conservativo;
 - b₄) mutamento di destinazione d'uso in destinazioni a minor rischio geologico nelle quali vi sia una diminuzione del carico antropico e non ci sia la presenza stabile di persone (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP);
 - b₅) ristrutturazione edilizia con o senza aumento di cubatura per adeguamento igienico-sanitario (20%), volumi tecnici e manufatti pertinenziali;
 - b₆) un modesto aumento del carico antropico, solo se deriva da una più razionale fruizione degli edifici esistenti (cambi di destinazione d'uso) e solo a seguito di indagini puntuali e opere per la riduzione del rischio.

La fattibilità degli interventi ai punti b₅ e b₆ deve essere attentamente "verificata ed accertata" a seguito dell'espletamento di indagini di dettaglio, finalizzate alla valutazione dei caratteri geologici, idrogeologici e qualora necessario geotecnici, facendo ricorso a indagini geognostiche, in ottemperanza alla Circolare Regionale 16/URE e al D.M. 17/01/2018 e secondo quanto indicato dalla N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP; tali studi

dovranno contenere nella fase esecutiva dettagliate prescrizioni per la mitigazione dei fattori di rischio presenti.

Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto dalla D.G.R. 9 dicembre 2015, n. 18-2555.

Classi IIIb₃ e IIIb₄

In assenza della realizzazione degli interventi di riassetto e fino alla acquisizione della certificazione di cui al comma precedente, sono consentiti i seguenti interventi:

- a) interventi idraulici e di sistemazione ambientale e dei versanti, ripristino delle opere di difesa esistenti, atti a ridurre i rischi legati alla dinamica fluvio-torrentizia e alla dinamica dei versanti;
- b) relativamente ai fabbricati esistenti sono ammessi:
 - b₁) manutenzione ordinaria;
 - b₂) manutenzione straordinaria;
 - b₃) restauro e risanamento conservativo;
 - b₄) mutamento di destinazione d'uso in destinazioni a minor rischio geologico nelle quali vi sia una diminuzione del carico antropico e non ci sia la presenza stabile di persone (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP);
 - b₅) gli interventi di ristrutturazione edilizia, senza aumenti di superficie e volume;
 - b₆) un modesto aumento del carico antropico solo se deriva da una più razionale fruizione degli edifici esistenti (cambi di destinazione d'uso) e solo a seguito di opere per la riduzione del rischio.

La fattibilità degli interventi ai punti b₅, e b₆ dovrà essere attentamente “verificata ed accertata” a seguito dell’espletamento di indagini di dettaglio, finalizzate alla valutazione dei caratteri geologici, idrogeologici e qualora necessario geotecnici, facendo ricorso a indagini geognostiche, in ottemperanza alla Circolare Regionale 16/URE e al D.M. 17/01/2018 e secondo quanto indicato dalla N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP; tali studi dovranno contenere, nella fase esecutiva, le dettagliate prescrizioni relative alla mitigazione dei fattori di rischio presenti.

A seguito della realizzazione degli interventi di riassetto e della acquisizione della certificazione di cui al comma precedente, saranno possibili anche gli interventi di cui alla lettera b₅ del comma precedente.

Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto disposto e specificato dalla D.G.R. 9 dicembre 2015, n. 18-2555.

Classe III non differenziata

Ampi settori di territorio montano, per lo più ineditati, con caratteri geomorfologici e geoidrologici d'insieme non favorevoli a interventi di trasformazione urbanistico-edilizia. Il loro futuro parziale utilizzo a fini urbanistici, subordinato all'esecuzione di ulteriori indagini per individuare eventuali situazioni locali meno pericolose attribuibili a classi meno condizionanti, è rinviato a successive varianti di piano.

La maggior parte dei versanti non edificati o con presenza di piccole borgate e isolati edifici ricade in questa classe, da intendersi quindi, nel suo complesso, come una Classe IIIa, comprensiva di settori che potrebbero rientrare in Classe IIIb o in Classe II.

Nelle aree ricadenti in Classe III non differenziata sono ammessi i seguenti interventi:

- a) interventi idraulici e di sistemazione ambientale e dei versanti, ripristino delle opere di difesa esistenti, atti a ridurre i rischi legati alla dinamica torrentizia ed alla dinamica dei versanti;
- b) relativamente ai fabbricati esistenti sono ammessi:
 - b₁) manutenzione ordinaria;
 - b₂) manutenzione straordinaria;
 - b₃) restauro e risanamento conservativo;
 - b₄) mutamento di destinazione d'uso in destinazioni a minor rischio, nelle quali vi sia una diminuzione del carico antropico e non ci sia la presenza stabile di persone (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. n. 7/LAP);
 - b₅) ristrutturazione edilizia e ridotti ampliamenti del volume originario per adeguamenti igienico-sanitari e funzionali;

- b₆) eventuali cambi di destinazione d'uso solo nel caso di modesti interventi finalizzati ad una più razionale fruizione degli edifici esistenti e solo a seguito di indagini puntuali e la realizzazione di opere per la riduzione del rischio (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. n. 7/LAP);
- c) la realizzazione di nuove costruzioni che riguardino in senso stretto edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale; tali edifici devono risultare non diversamente localizzabili nell'ambito dell'azienda agricola e la loro fattibilità deve essere verificata da opportune indagini geologiche;
- d) la realizzazione di opere ed impianti non altrimenti localizzabili quali rifugi, bivacchi, prese, captazioni, centraline idroelettriche, piste ed impianti per lo sci con relative infrastrutture, strutture di servizio e/o connesse, attrezzature ricreative o sportive (aree attrezzate per percorsi didattico-sportivi o pic-nic, piscine, campi da tennis, campi da bocce, percorsi pedonali e ciclabili) ed opere accessorie all'attività agricola anche a non imprenditori agricoli purché previsti dal P.R.G. (ad es. tettoie, concimaie, legnaie, recinzioni).

La fattibilità degli interventi ai punti b₅), b₆), c) e d) dovrà essere attentamente verificata e accertata a seguito dell'espletamento di indagini finalizzate alla valutazione dei caratteri geologici, idrogeologici e, se necessario, geognostiche di dettaglio mediante l'esecuzione di prove in situ, in ottemperanza a quanto previsto dalla Circ. Reg. 16/URE e dal D.M. 17/01/2018 e secondo quanto indicato dalla N.T.E. alla C.P.G.R. n. 7/LAP; tali studi dovranno contenere nella fase esecutiva dettagliate prescrizioni relative alla mitigazione dei fattori di rischio.

I cambi di destinazione d'uso dei volumi esistenti che comportino un aumento del rischio possono avvenire solo per interventi non altrimenti localizzabili e comunque a seguito di adeguate indagini puntuali finalizzate a dettagliare le reali condizioni di pericolosità e ad individuare eventuali opere di riassetto che inducano la minimizzazione e/o eliminazione del rischio (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. n. 7/LAP).

Sono ammesse tutte le pratiche colturali e forestali, comprese le piste forestali, purché compatibili con l'assetto geomorfologico locale e realizzate in modo da non innescare situazioni di dissesto.

Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto disposto e specificato dalla D.G.R. 9 dicembre 2015, n. 18-2555.

Nelle aree del presente comma è comunque ammessa la realizzazione di:

- opere attinenti alle sistemazioni idrogeologiche, al contenimento e consolidamento dei versanti, nonché tutti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere di difesa esistenti;
- opere attinenti all'utilizzo delle acque, come derivazioni e attingimenti, pozzi, captazioni sorgive;
- strade e piste ad uso agro-silvo-pastorale.

Le recinzioni dei terreni entro i campi di inondazione delle piene fluviali dovranno essere realizzate unicamente con piedritti infissi e rete metallica, escludendo l'uso di cordoli o dadi di fondazione in cls. Tali opere dovranno in ogni caso essere posizionate in modo da consentire l'accesso alla regione fluviale e la manutenzione dei corsi d'acqua, oltre al regolare deflusso delle acque di piena.

Le modifiche alla classe III n.d. con eventuale perimetrazione di classe meno pericolosa a seguito di ulteriori indagini, saranno oggetto di specifiche varianti a norma di legge.

La individuazione delle aree IIIa, IIIb e comunque dei dissesti che possono interferire con zone abitate, impone lo stretto coordinamento con il Piano Comunale di Protezione Civile e l'adozione dei necessari strumenti o sistemi operativi di allerta che consentano l'efficace allontanamento delle persone ed il controllo della viabilità, oltre alla realizzazione degli opportuni interventi di eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità.

A livello dell'intero territorio comunale, valgono, comunque, le seguenti prescrizioni di carattere generale:

- la copertura dei corsi d'acqua principali o del reticolato minore, mediante tubi o scatolari anche di ampia sezione, non è ammessa in nessun caso, ad eccezione dei casi in cui non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità;
- le opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua dovranno essere realizzate preferibilmente mediante ponti, in maniera tale che la larghezza della sezione di

deflusso non vada a ridurre la larghezza dell'alveo "a piene rive " misurata a monte dell'opera;

- non sono ammesse occlusioni, anche parziali, dei corsi d'acqua (incluse le zone di testata) tramite riporti vari;
- nel caso di corsi d'acqua arginati e di opere idrauliche, deve essere garantita la percorribilità, possibilmente veicolare, delle sponde a fini ispettivi e manutentivi.

Appendice
Microzonazione Sismica

1 - Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

Per la definizione della pericolosità sismica di base del Comune di Limone Piemonte si è fatto riferimento a quanto riportato dalle banche dati ufficiali INGV e ARPA Piemonte; in particolare sono state consultate le seguenti fonti:

- il Database Macrosismico Italiano versione DBMI15 v4.0 a cura di M. Locati et al., gennaio 2022, che copre la finestra temporale 1800-2020;
- il Database Arpa Piemonte relativo alla sismicità strumentale dal 1982 ad oggi, visualizzabile sul sito:
- <http://webgis.arpa.piemonte.it/flxview/GeoViewerArpa/>
- il Database online delle pericolosità sismica in Italia, visualizzabile al sito: <http://esse1.mi.ingv.it/>

La storia sismica del Comune è riassunta dal seguente grafico (Figura 1), in cui sono rappresentati gli eventi sismici con intensità > 2 avvenuti tra il 1800 ed il 2020 (non sono pervenuti eventi precedenti al 1849). Le caratteristiche degli eventi sono riportate in Tabella 1.

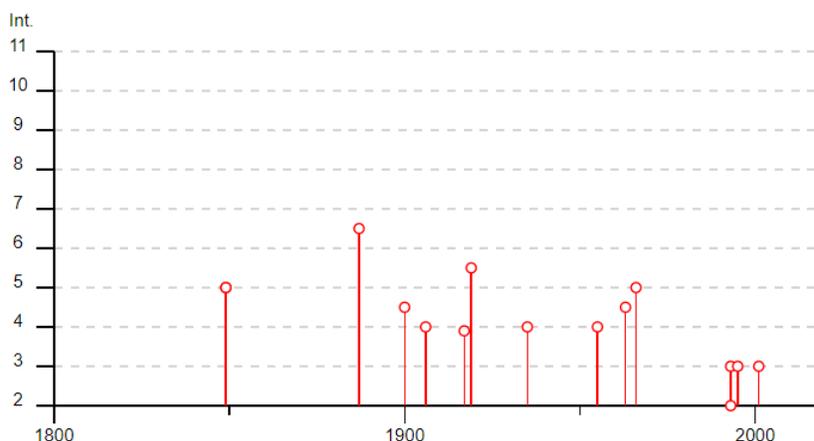


Fig. 1 - Storia sismica del Comune di Limone Piemonte (periodo temporale 1800-2020). (Fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/>).

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	🔗	1849	06	18	06	25	Alpi Marittime	6	5	4.16
5	🔗	1849	06	23			Alpi Marittime	3	5	4.16
6-7	🔗	1887	02	23	05	21	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4-5	🔗	1900	04	05	22	27	Cuneese	24	5	4.30
4	🔗	1906	08	11	09	58	Liguria occidentale	82	5	4.41
NF	🔗	1909	05	27	06	10	Liguria occidentale	51	5-6	4.34
NF	🔗	1912	01	14	03	11	Liguria occidentale	19	4-5	3.89
F	🔗	1917	01	07	03	39	Savonese	32	5	4.35
5-6	🔗	1919	11	28	21	38	Alpi Marittime	24	5-6	4.92
4	🔗	1935	02	19	00	01	Cuneese	45	5	4.34
4	🔗	1955	06	20	04	47	Cuneese	104	6	4.77
4-5	🔗	1963	07	19	05	46	Mar Ligure	412		5.95
5	🔗	1966	04	07	19	38	Cuneese	101	6	4.51
3	🔗	1993	03	15	23	43	Cuneese	59	5	4.06
2	🔗	1993	07	17	10	34	Liguria occidentale	336	5	4.34
3	🔗	1995	04	21	08	02	Liguria occidentale	49		4.39
3	🔗	2001	02	25	18	34	Mar Ligure	59		4.44

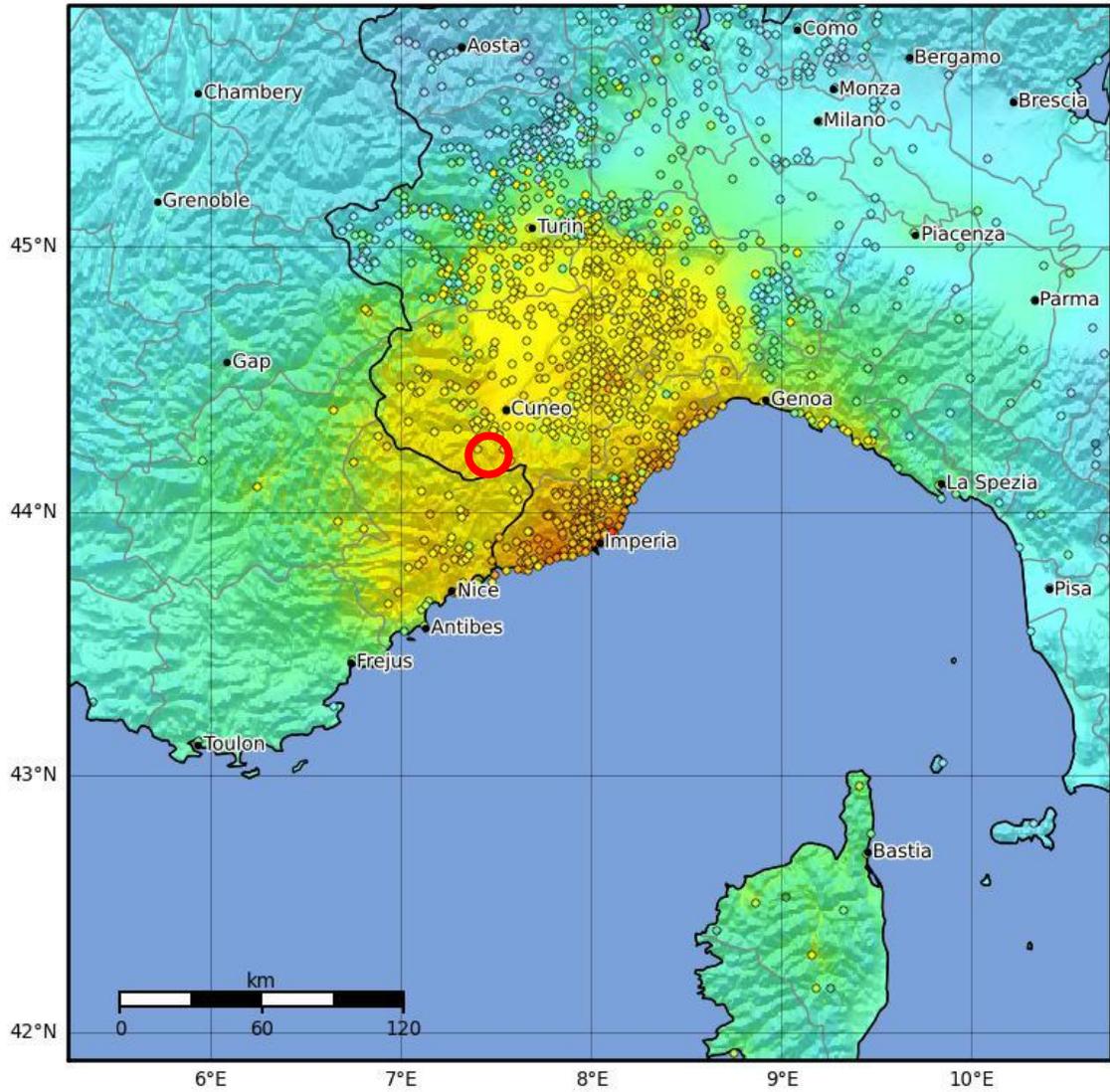
Tab. 1 - *Storia sismica del Comune di Limone Piemonte (periodo temporale 1800-2020).*
(Fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/>).

Come si nota dalla tabella l'evento più intenso registrato è quello del 23 febbraio 1887, avvenuto in Liguria Occidentale con magnitudo M_W 6,27. Tale sisma fu avvertito in tutta la Liguria di Ponente ed in buona parte del Piemonte meridionale per cui si riporta in Figura 2 la mappa di intensità macrosismica.

Il sisma fu particolarmente intenso e provocò una onda di tsunami che colpì le coste liguri causando ingenti danni e molte vittime.

Macroseismic Intensity Map INGV
 ShakeMap: Liguria occidentale - Intensity data from CFTI4med

Feb 23, 1887 05:21:50 UTC M6.3 N43.89 E7.99 Depth: 10.0km ID:18870223_0521_000



SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	None	None	None	Very light	Light	Moderate	Moderate/heavy	Heavy	Very heavy
PGA(%g)	<0.0555	0.232	1.21	3.38	7.46	14.5	26.1	44.4	>72.3
PGV(cm/s)	<0.0178	0.0939	0.686	2.08	5.06	10.9	21.6	40.3	>71.7
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based on Oliveti Faenza Michelini (2022)

Version 1: Processed 2023-03-13T10:48:32Z

△ Seismic Instrument

○ Reported Intensity

★ Epicenter

Fig. 2 - Mappa dell'intensità dello scuotimento. Terremoto Liguria di Ponente 1887 con indicazione della posizione di Limone Piemonte.

Con l'attuale classificazione il Comune risulta in zona sismica 3s (DGR n. 6-887 del 30.12.2019 B.U. n. 4 del 23.01.2020). Il valore rappresentativo dell'accelerazione orizzontale di base attesa a scala comunale, a cui si dovrà fare riferimento per l'applicazione di studi di livello 2 in combinazione con altri parametri indicatori di pericolosità, per l'applicazione di studi di livello 3, è di 0.134 g. Tale valore, corrispondente a sollecitazioni su suolo rigido e pianeggiante con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Tempo di ritorno di 475 anni).

Analizzando nel dettaglio quanto presente nell'ambito del progetto DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) predisposto dall'INGV, si osserva come le sorgenti sismogenetiche alle quali ricondurre le valutazioni in merito alla pericolosità sismica del territorio comunale siano molteplici e in particolare, siano legate alle aree: ITCS178, FRCS001 e ITCS022 (Figura 3), legate in parte alla rotazione della catena alpina, all'evoluzione del fronte appenninico in iterazione con l'arco del Monferrato ed all'Orogenesi appenninica.

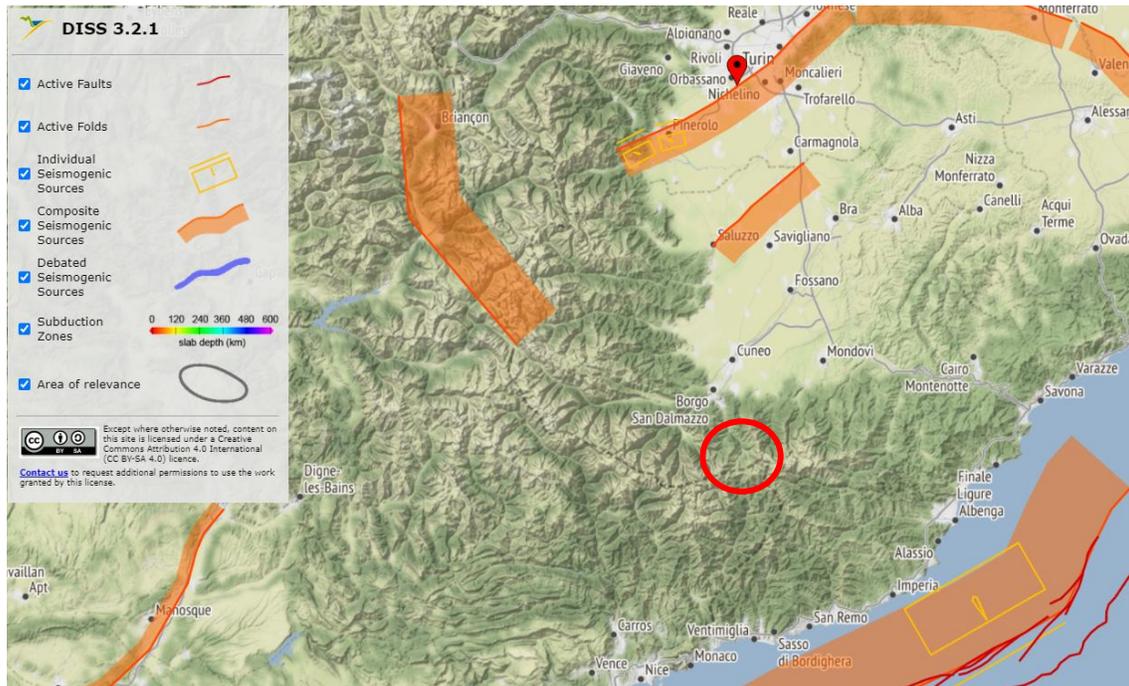


Fig. 3 - *INGV–DISS versione 3.2.0: Database of Individual Seismogenic Sources. In rosso si evidenzia il territorio comunale di Limone Piemonte.*

I parametri di pericolosità sismica (Figure 4 e 5) sono stati valutati a partire dai dati online della pericolosità sismica in Italia (INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e

Vulcanologia, esse1.mi.ingv.it). La consultazione delle Mappe interattive della pericolosità sismica ha permesso di definire il valore di accelerazione massima atteso al suolo con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferito a suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s, categoria A – EC8) e pianeggiante.

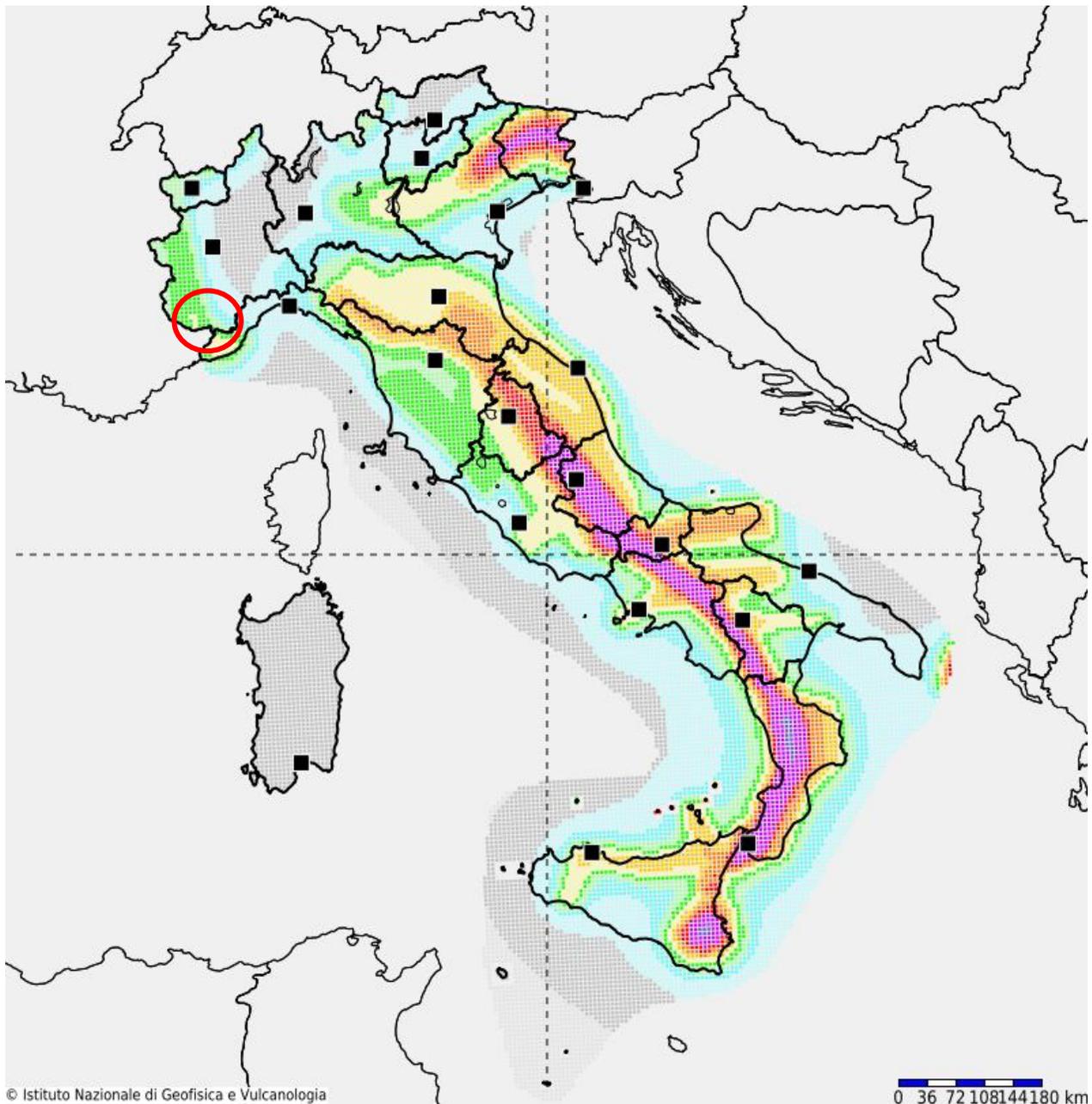


Fig. 4 - *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A).*

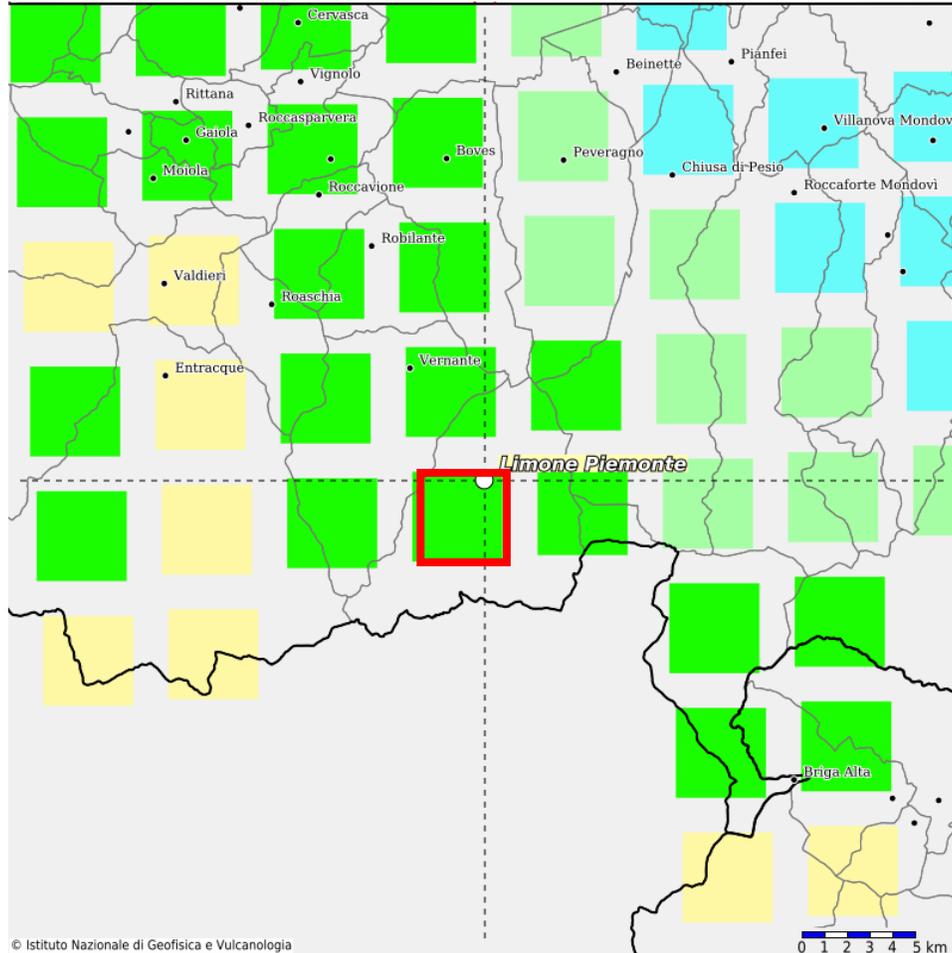


Fig. 5 - *Ingrandimento mappa di pericolosità sismica dell'area di Limone Piemonte. Nodi della griglia geografica (passo 0.05° e 0.02°) per i quali sono stati calcolati i valori di pericolosità sismica standard. Il nodo riquadrato in rosso è stato scelto come riferimento per la definizione dei parametri di pericolosità.*

Non disponendo, in questo contesto, di uno specifico sito per le verifiche, ma facendo riferimento all'intero territorio comunale, per la definizione dei parametri di pericolosità è stato scelto il nodo in posizione più prossima rispetto all'abitato di Limone Piemonte (lat: 44.186, lon: 7.562, ID: 17564) il quale presenta valori di accelerazione molto vicini alla media dei nodi che contornano il territorio comunale. Per questo punto il valore di accelerazione massima attesa al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni risulta essere $a_g = 0.192 \text{ g}$

Tale valore è stato ricavato dalla Figura 6 e dalla Tabella 2, facendo riferimento al valore corrispondente al cinquantesimo percentile e considerando una vita di riferimento (V_R) della struttura pari a 50 anni.

$$\text{Dalla formula: } T_R = - \frac{V_R}{\ln(1-P_{V_R})} \quad (1)$$

considerando una probabilità superamento nel periodo di riferimento (V_R) pari al 10% (SLV – Stato Limite di salvaguardia della Vita) si ottiene un tempo di ritorno (T_R) pari a 475 anni corrispondente a una frequenza annuale di superamento $f = 0.002$.

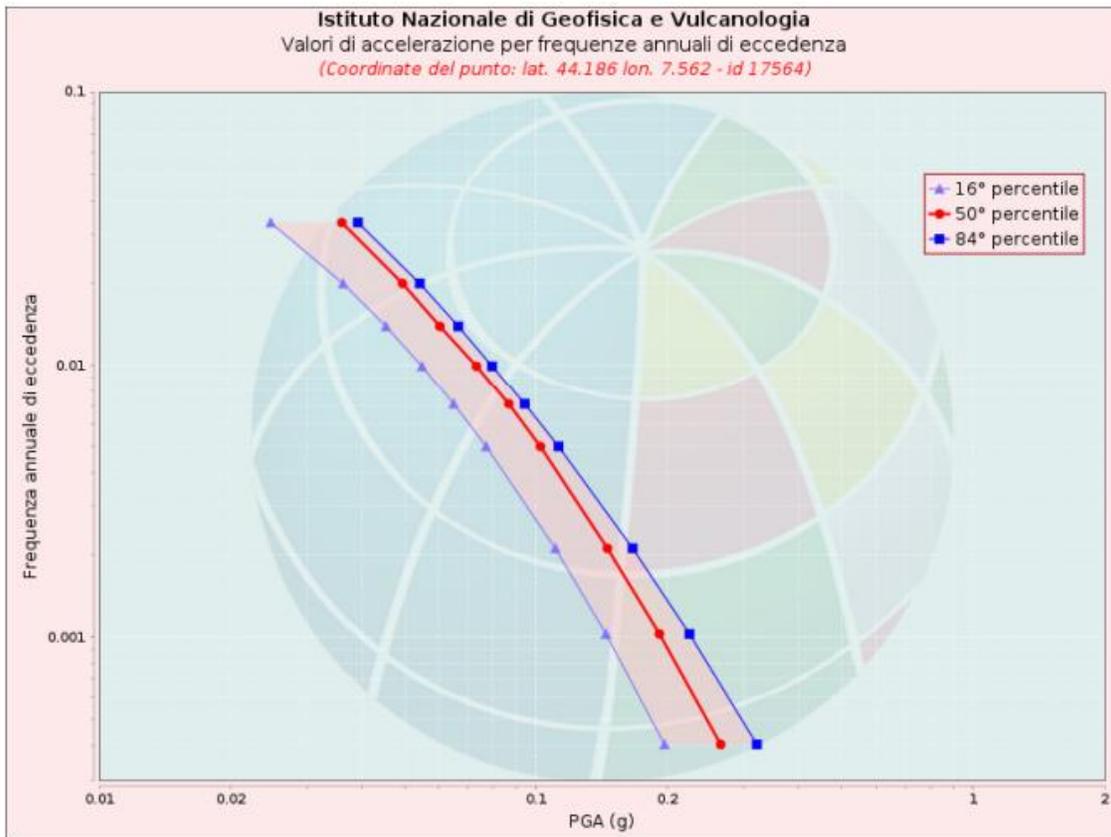


Fig. 6 - Curve di pericolosità con valori di a_g corrispondenti a diverse frequenze annuali di superamento (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.197	0.265	0.320
0.0010	0.145	0.192	0.225
0.0021	0.111	0.146	0.167
0.0050	0.077	0.102	0.113
0.0071	0.065	0.087	0.094
0.0099	0.055	0.073	0.079
0.0139	0.045	0.060	0.066
0.0199	0.036	0.050	0.054
0.0332	0.025	0.036	0.039

Tab. 2 - Valori tabellari dei grafici di Figura 6, con evidenziato il valore di a_g scelto come riferimento (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Analogamente è possibile ottenere lo spettro di risposta a pericolosità uniforme, relativo al 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni, di cui a_g rappresenta il valore di accelerazione dell'ordinata all'origine (Figura 7 e Tabella 3).

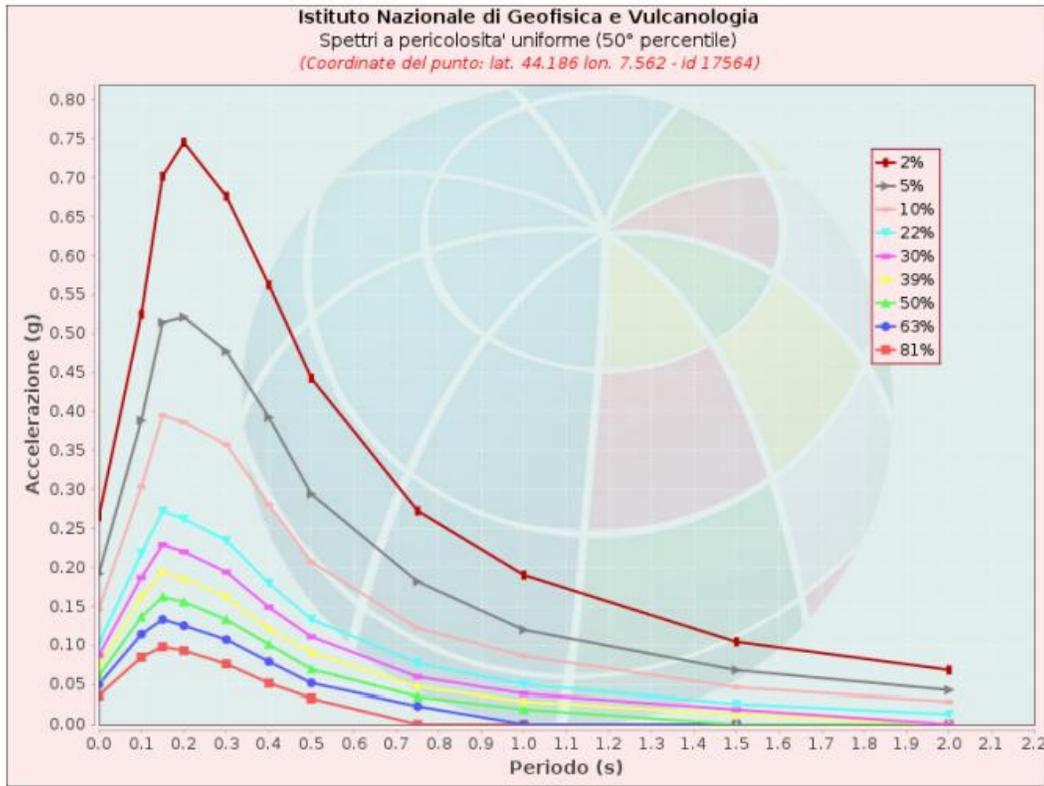


Fig. 7 - Spettri di risposta a pericolosità uniforme (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.265	0.525	0.702	0.745	0.676	0.563	0.443	0.272	0.190	0.104	0.068
5%	0.192	0.389	0.514	0.521	0.477	0.392	0.294	0.181	0.120	0.068	0.043
10%	0.146	0.303	0.395	0.386	0.357	0.280	0.207	0.122	0.086	0.046	0.029
22%	0.102	0.218	0.272	0.262	0.234	0.179	0.133	0.077	0.050	0.026	0.013
30%	0.087	0.187	0.229	0.220	0.194	0.148	0.111	0.060	0.038	0.019	0.000
39%	0.073	0.161	0.194	0.185	0.162	0.121	0.091	0.047	0.029	0.013	0.000
50%	0.060	0.136	0.162	0.155	0.133	0.101	0.069	0.035	0.019	0.000	0.000
63%	0.050	0.114	0.133	0.125	0.107	0.079	0.052	0.023	0.000	0.000	0.000
81%	0.036	0.085	0.098	0.093	0.076	0.052	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000

Tab. 3 - Valori tabellari degli spettri di Figura 7, con evidenziati i valori di accelerazione dello spettro di risposta con probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Con il processo di disaggregazione è possibile valutare il contributo di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità del sito, risalendo ai contributi percentuali di terremoti caratterizzati da differenti coppie Magnitudo (M) – distanza (d). In questo modo è possibile determinare la tipologia di terremoto (in termini di M e d) che domina lo scenario di pericolosità (Figura 8 e Tabella 4).

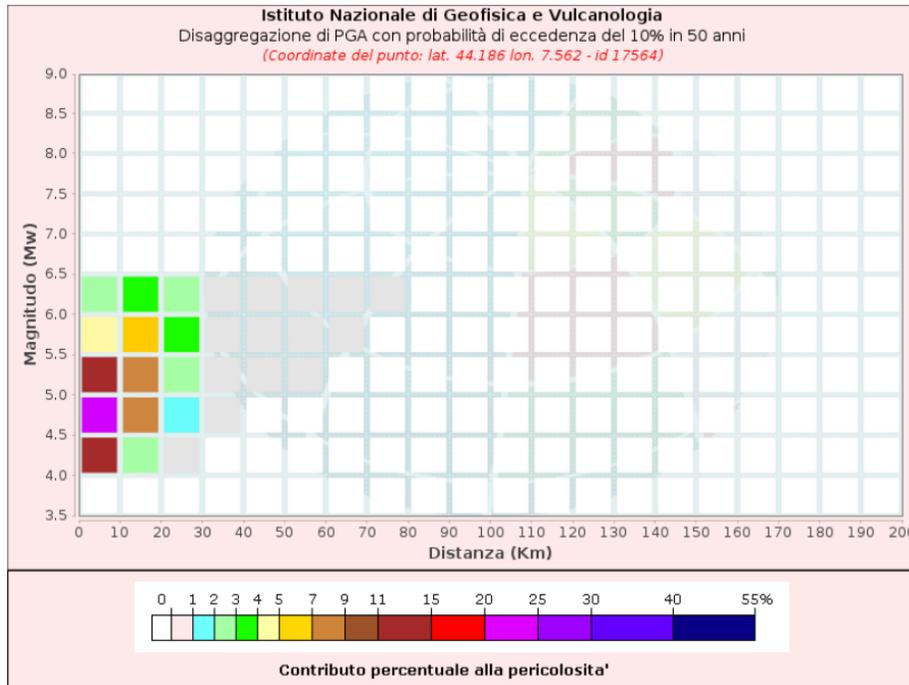


Fig. 8 - *Dati di disaggregazione del valore di ag con probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni. Contributo percentuale alla pericolosità sismica del sito per diverse coppie distanza – Magnitudo.*

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	14.8000	24.1000	12.2000	4.7600	2.0300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	2.9800	8.2600	7.9900	5.9400	3.4600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.2190	1.5100	2.6500	3.0400	2.3900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0989	0.5730	0.9790	0.9690	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0800	0.3050	0.3840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031	0.0783	0.1390	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0057	0.0190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.08 ; distanza = 10.9 ; epsilon = 0.688

Tab. 4 - Valori tabellari disaggregazione (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Dalla Figura 8 si nota come il maggior contributo percentuale (circa 25%) alla pericolosità del sito è dovuto a terremoti con epicentri distanti **0 - 10 km**, con Magnitudo tra **4.5 e 5.0**.

I valori medi risultanti dalla disaggregazione sono riportati i seguenti:

magnitudo = 5,08

distanza = 10.9

epsilon = 0,688

Il Comune di Limone Piemonte ricade in parte all'interno della Zona Sismogenetica 910 (Arco Alpino sud-occidentale) ed in parte all'interno della Zona

Sismogenteica 908 (Piemonte) sulla base della Classificazione Sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004).

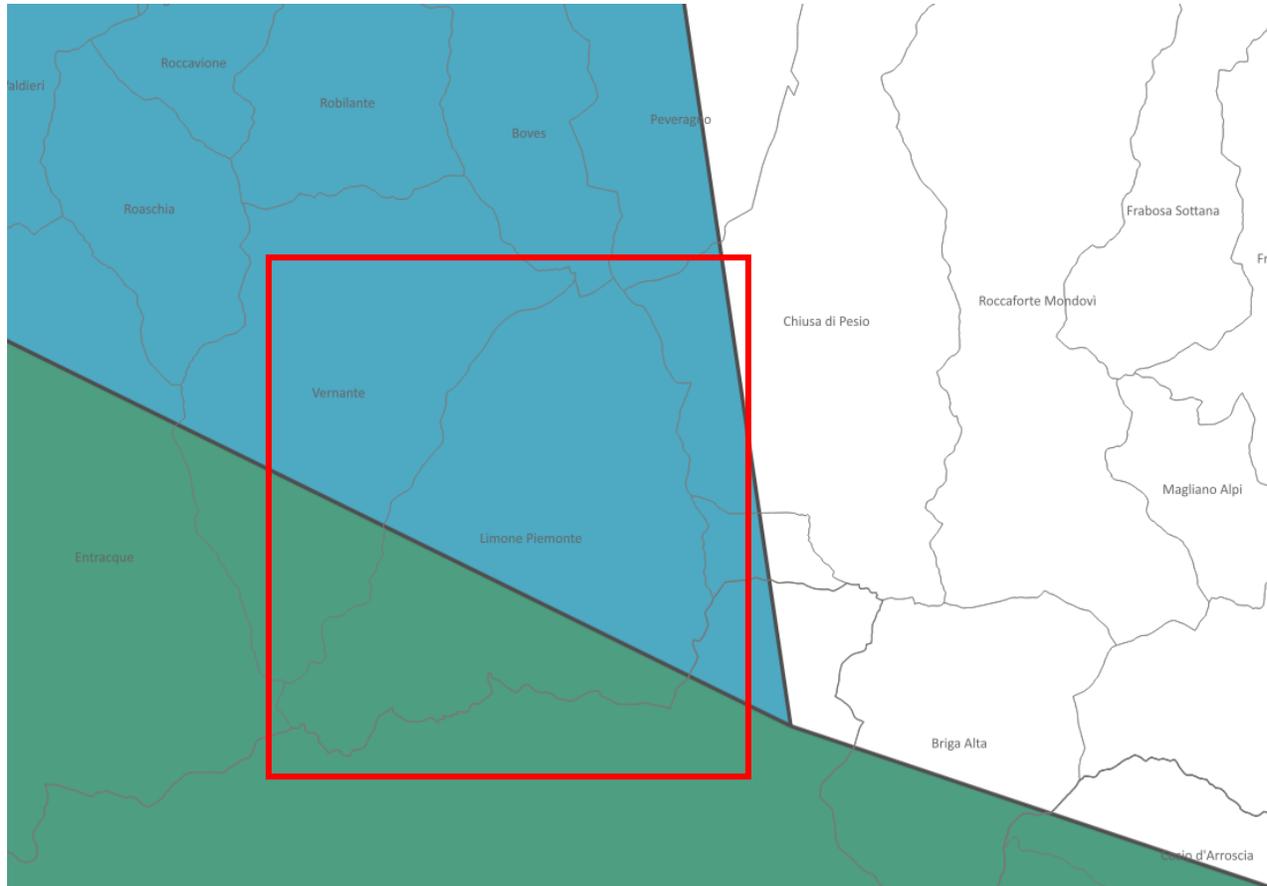


Fig. 9 - *Meccanismo di fagliazione prevalente atteso (a sinistra) e classi di profondità ipocentrale (a destra) per le diverse zone sismogenetiche nei pressi del Comune di interesse. (fonte: Meletti C. e Valensise G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo. INGV).*

Per tali macroaree omogenee i meccanismi di faglia prevalenti e le profondità ipocentrali sono (Figura 10):

- | | | |
|-----|--------------------------|--------------------------------|
| 910 | fagliazione inversa | profondità ipocentrali 8-12 km |
| 908 | fagliazione trascorrente | profondità ipocentrali 8-12 km |

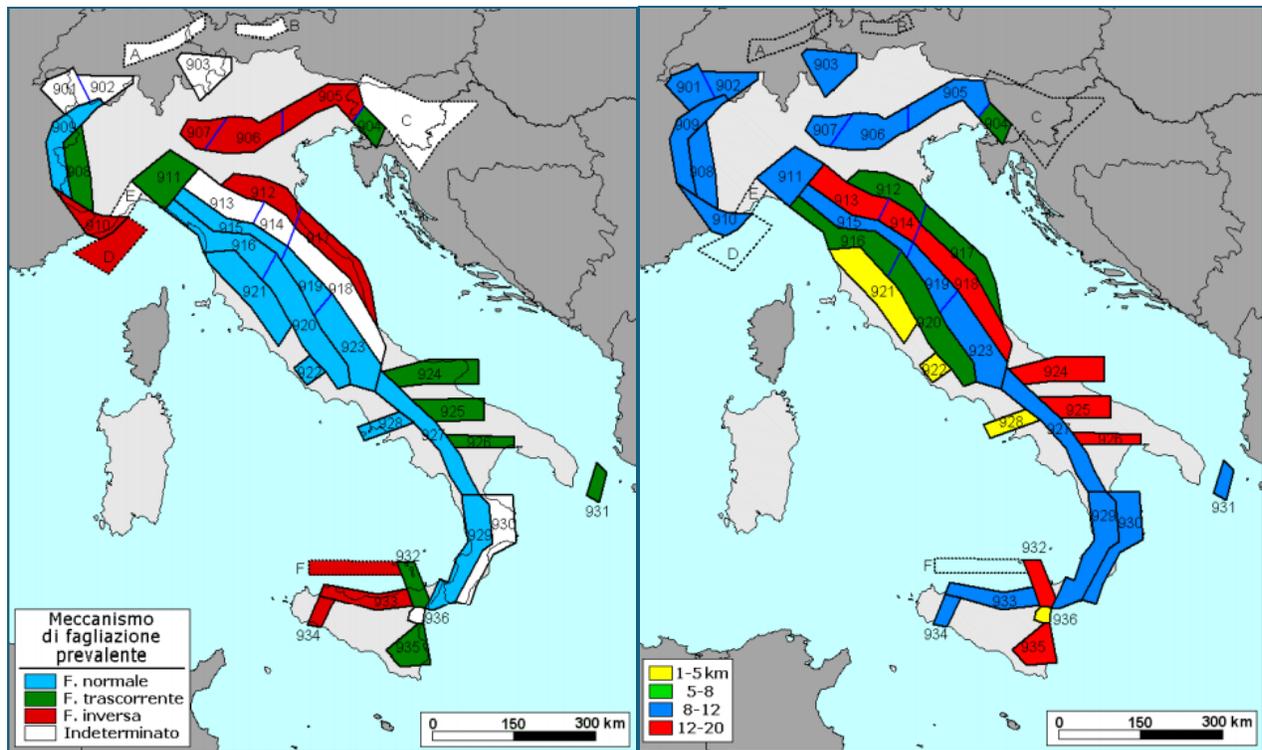


Fig. 10 - Meccanismo di fagliazione prevalente atteso (a sinistra) e classi di profondità ipocentrale (a destra) per le diverse zone sismogenetiche. (fonte: Meletti C. e Valensise G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo. INGV).

I parametri di pericolosità di riferimento sono pertanto riassumibili come segue:

- $a_g = 0.192$
- Magnitudo di riferimento $M = 5,02$
- distanza epicentrale = 10,99 km
- meccanismo di faglia: inversa o trascorrente
- profondità ipocentrale = 8-12 km

2 - Dati geotecnici e geofisici

Per la raccolta dei dati geotecnici e geofisici esistenti per il territorio comunale si è fatto riferimento alle relazioni geologiche e geotecniche disponibili negli archivi comunali, alle indagini geognostiche e geofisiche eseguite dai professionisti coinvolti nello studio ed ai dati presenti nel geoportale <http://webgis.arpa.piemonte.it>.

3 - Elaborati cartografici

Nell'ambito dello studio in oggetto sono state redatte le seguenti cartografie (scala 1:10.000):

- Carta delle Indagini;
- Carta Geologico Tecnica;
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

3.1 - Carta delle Indagini

Ai fini dello studio, sono state reperite le seguenti indagini:

- n. 1 prova penetrometrica dinamica con penetrometro superpesante (DS);
- n. 12 misure di microtremori a stazione singola HVSR;
- n. 1 prova down hole in foro di sondaggio;
- n. 8 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- n. 15 indagini sismiche di tipo MASW;
- n. 6 indagini sismiche a rifrazione;
- n. 1 indagine geoelettrica ERT

I dati geologici reperiti sono nel complesso rappresentativi della porzione di territorio maggiormente edificata, in particolare lungo l'asse vallivo del T. Vermenagna, da Limone a Limonetto. Meno dati sono disponibili per l'asse vallivo di Almellina, San Bernardo, San Giovanni e Milliborgo.

Nella Carta delle Indagini sono state riportate l'ubicazione e la tipologia di tutte le indagini lineari e puntuali reperite sul territorio comunale ritenute attendibili e utili ai fini della microzonazione sismica in oggetto.

Alla carta è allegata la banca dati inerente tutte le informazioni previste negli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (versione 4.1).

3.2 - Carta Geologico Tecnica

La Carta Geologico Tecnica a supporto degli studi di microzonazione sismica di livello 1 ha la funzione di condensare tutte le informazioni geologiche raccolte e disponibili dagli studi geologici pregressi: obiettivo finale è quello di supportare la definizione di microzone omogenee in prospettiva sismica (Carta MOPS) e quindi, nel caso delle zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, quello di indicare la profondità dell'ipotetico substrato rigido, inteso come materiale caratterizzato da valori di V_s superiori a 800 m/s, e la tipologia di sedimento che lo ricopre (unità litotecniche).

Le unità litotecniche individuate sono, per quanto riguarda i terreni di copertura:

- Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, in corrispondenza delle falde detritiche (GPfd) e dei coni detritici (GPcd). Si tratta materiali incoerenti con scarso grado di addensamento, a comportamento esclusivamente attritivo e con rapida dissipazione delle pressioni interstiziali che presentano generalmente da buone ad elevate caratteristiche geotecniche. Tali depositi, caratterizzati da un comportamento esclusivamente attritivo e discrete caratteristiche geotecniche
- Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia nella piana intravalliva (GWin) e in corrispondenza dei settori di conoide alluvionale (GWca); sono pertanto materiali incoerenti con buon grado di addensamento, a comportamento esclusivamente attritivo e con rapida dissipazione delle pressioni interstiziali che presentano generalmente da buone ad elevate caratteristiche geotecniche. Tali depositi, caratterizzati da un comportamento esclusivamente attritivo, presentano buone caratteristiche geotecniche
- Ghiaie limose con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia e limi, in corrispondenza dei terreni glaciali e fluvioglaciali (GMmo e GMfg) caratterizzati da un comportamento esclusivamente attritivo, un buon grado di addensamento e buone caratteristiche geotecniche.

- Terreni sabbioso limosi (SM) afferenti al morenico di fondo. Sono stati individuati puntualmente nell'area della vecchia partenza della seggiovia del Sole. I terreni presentano spessori poco significati e addensamento medio. Presentano discrete proprietà geomeccaniche.
- Riporti antropici (Rlzz) costituiti per lo più da accumuli di smarino derivanti dalla perforazione della galleria ferroviaria e della più antica galleria stradale del Colle di Tenda. Tali accumuli sono presenti in buona parte del territorio comunale

Per quanto riguarda il substrato roccioso è stata distinta una unità: Substrato Lapideo Stratificato (LPS). Esso è evidenziato in carta come affiorante e/o subaffiorante (con possibile presenza di terreno di copertura di potenza inferiore a 3,0 m). Si tratta di litotipi con caratteristiche geomeccaniche da discrete a ottime in relazione alla scistosità, alla stratificazione e alla fratturazione. Tali litotipi affiorano in tutto il territorio comunale.

3.3 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

Sulla base delle informazioni e delle carte precedentemente descritte è stata redatta la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

Nella carta sono riportate le aree classificate come zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (zone 1-10). Nelle Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali ricadono le aree caratterizzate dalla presenza di depositi quaternari più o meno addensati. Per quanto riguarda le zone stabili sono stati inclusi tutti i settori con substrato affiorante o subaffiorante (Figura 11).

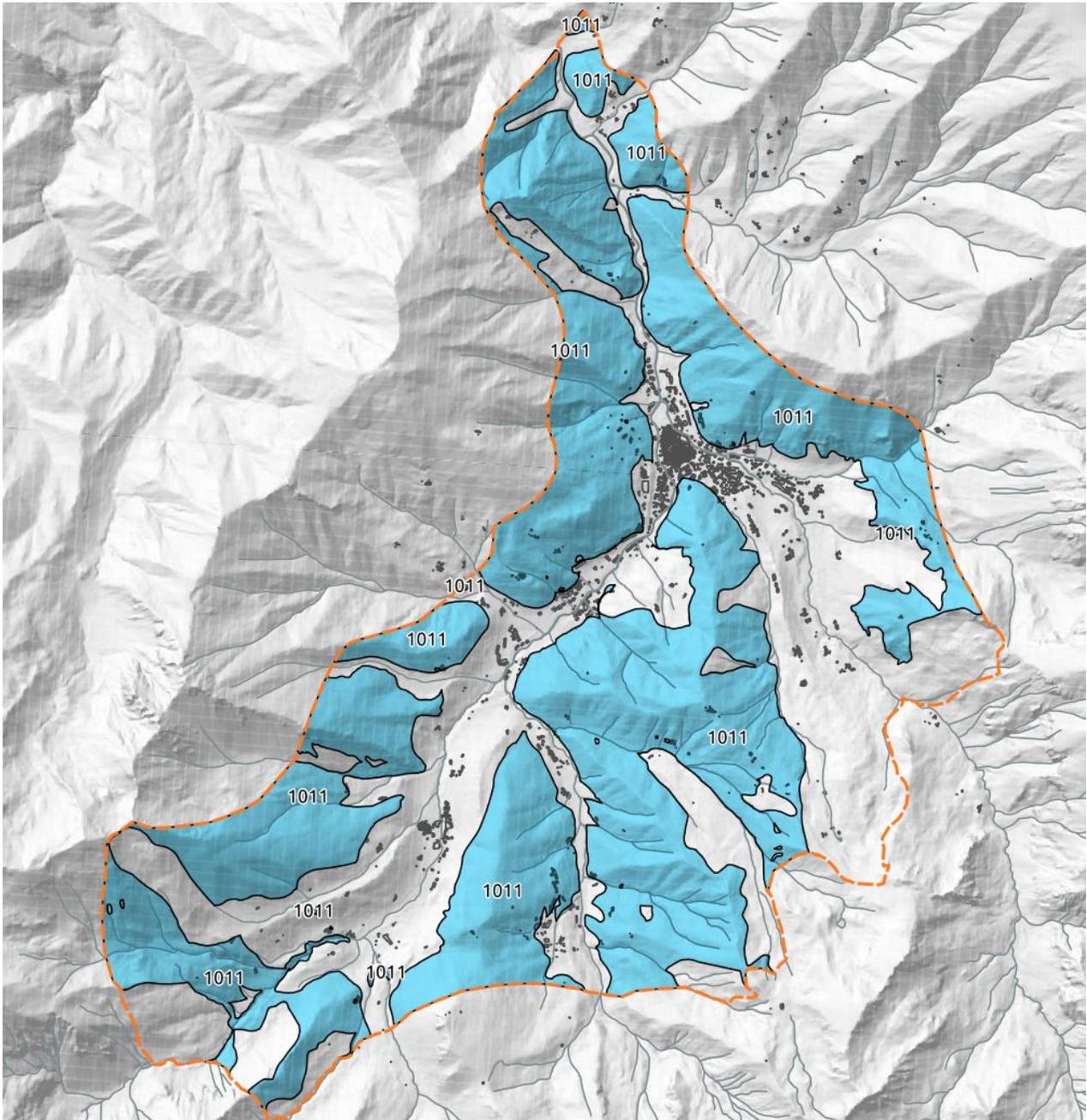


Fig. 11 - Ubicazione delle Zone Stabili (1011) per l'area di indagine su base DTM Regione Piemonte. Scala 1:50000.

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, caratterizzate dalla presenza di diversi terreni di copertura e diverse profondità fino al raggiungimento di depositi caratterizzati da V_s maggiori di 800 m/s; sono state suddivise come di seguito (Figura 12):

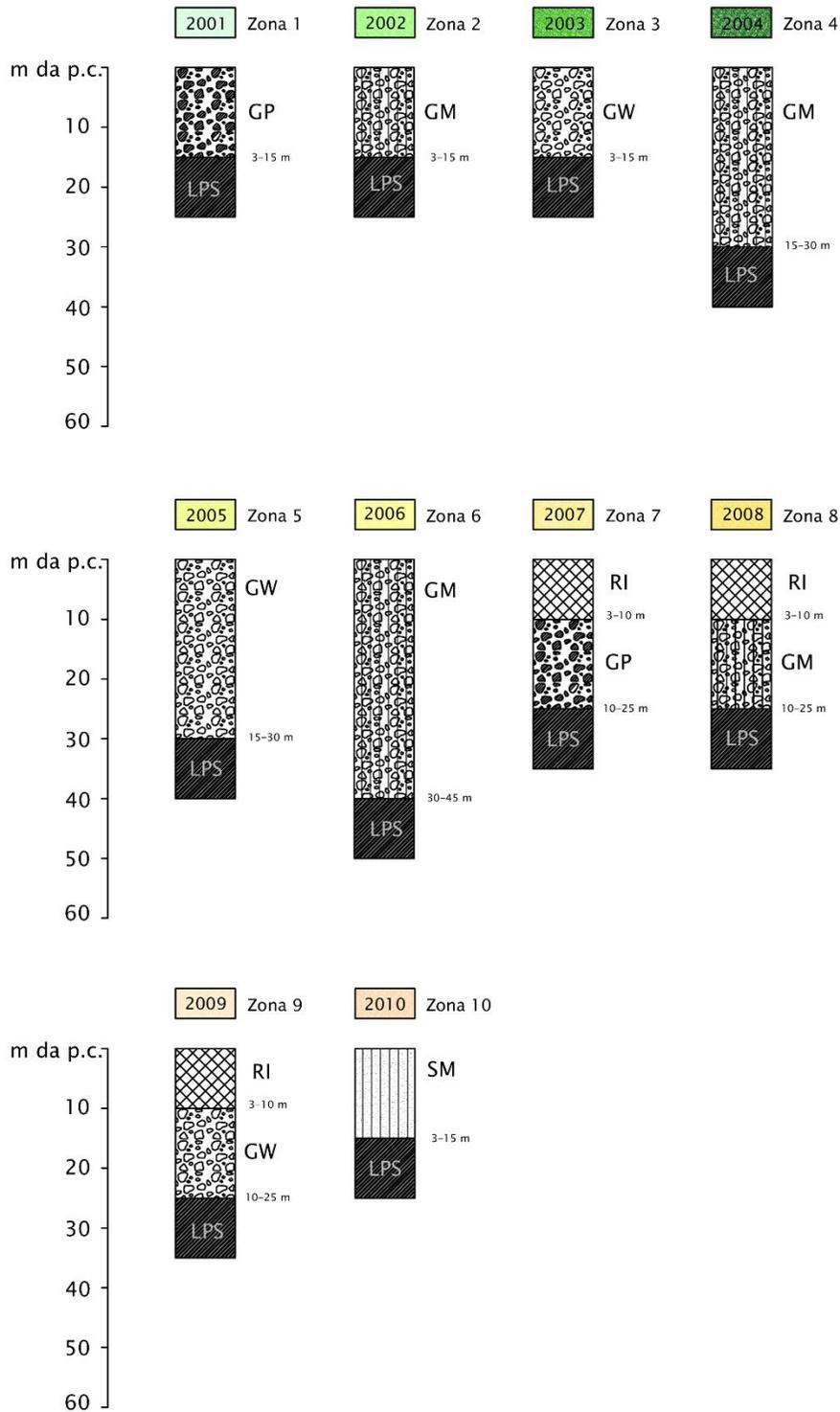


Fig. 12 - Colonne stratigrafiche di riferimento per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

- Zona 1: depositi ghiaiosi a granulometria poco assortita (3-15 m) (GP) su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 2: depositi fluvioglaciali ghiaioso-limosi (GM) di potenza 3 - 15 m su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 3: depositi alluvionali e di conoide ghiaioso-sabbiosi (GW) con potenza 3 - 15 m su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 4: depositi ghiaioso-limosi (GM) con potenza media 15 - 30 m su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 5: depositi ghiaioso-sabbiosi (GW) con potenza media 15 - 30 m su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 6: depositi ghiaioso-limosi (GM) con potenza media 30 - 45 m su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 7: Riporti antropici (RI) potenti tra 3 e 10 m su depositi ghiaiosi a granulometria poco assortita (GP) potenti tra 3 e 15 m su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 8: Riporti antropici (RI) potenti tra 3 e 10 m su depositi ghiaioso-limosi (GM) potenti tra 3 e 15 m su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 9: Riporti antropici (RI) potenti tra 3 e 10 m su depositi ghiaioso-sabbiosi (GW) potenti tra 3 e 15 m su substrato lapideo stratificato (LPS);
- Zona 10: depositi sabbioso limosi (SM) con potenza media 3 - 15 m su substrato lapideo stratificato (LPS).

Sulla carta delle MOPS sono inoltre riportate le forme morfologiche verosimilmente responsabili di fenomeni di amplificazione sismica e le tracce delle sezioni topografiche che definiscono le aree di attenzione rispetto alle amplificazioni topografiche (generalmente individuate in corrispondenza di forme di superficie tipo scarpate, terrazzi e creste), che dovranno essere oggetto di quantificazione nei livelli di approfondimento successivi.

INDICE

1	Premessa	pag.	1
2	Finalità del lavoro e metodologia di studio	pag.	3
3	Lineamenti geomorfologici	pag.	6
4	Fenomenologie dissestive	pag.	8
4.1	Dinamica dei corsi d'acqua	pag.	8
4.1.1	Dissesti evento alluvionale del 2 - 3 ottobre 2020	pag.	10
4.2	Dinamica gravitativa	pag.	37
4.2.1	Dissesti evento alluvionale del 2 - 3 ottobre 2020	pag.	38
5	Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica	pag.	43

Appendice:

Microzonazione sismica pag. 54

INDICE DELLE TAVOLE

Num.	Titolo della Tavola	Scala
Tav. 1	Carta geomorfologica e dei dissesti	1:10.000
Tav. 2	Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica	1:10.000
Tav. 3	Caratterizzazione sismica - Carta delle Indagini	1:10.000
Tav. 4	Caratterizzazione sismica - Carta Geologico Tecnica	1:10.000
Tav. 5	Caratterizzazione sismica - Carta M.O.P.S.	1:10.000

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI LIMONE PIEMONTE
PIANO REGOLATORE GENERALE
(APPROVATO CON D.G.R. N. 28-15316 DEL 12/04/2005)

VARIANTE STRUTTURALE 2024
DI AGGIORNAMENTO P.A.I.
(ai sensi art. 17, c. 4, L.R. 56/77 e s. m. ed i.)

RELAZIONE GEOLOGICA
E GEOMORFOLOGICA

PROPOSTA TECNICA DEL PROGETTO PRELIMINARE
ADOTTATA CON D.C. NR. DEL

Sindaco:

Segretario Comunale:

Responsabile del Procedimento:

PROGETTO

Geologo Incaricato
Dott. Prof. Giovanni Ansaldo
Via Menardi, 3 - 12010 Roccasparvera (CN)
Tel. 0171/72754