POLITECNICO
DI TORINO

Collegio di
Pianificazione e
Progettazione

Corso di Laurea Magistrale in

Pianificazione Territoriale, Urbanistica e

Paesaggistico-Ambientale

Curriculum: Pianificare la Città e il Territorio

Tesi di Laurea Magistrale

Il rischio per rottura degli argini di ghiaccio del Lago Grand Croux di Cogne (AO). Proposte per il Piano di Protezione civile.

Relatore
Prof. Stefano Ferrari

Candidata
Martina Balliana

Anno Accademico 2019/2020

Il presente lavoro di tesi è stato sviluppato a partire dall'attività di tirocinio svolta presso L'Ente Fondazione Montagna sicura – Montagne sûre di Courmayeur (Ao), sotto la supervisione del Dr. Fabrizio Troilo e del Dr. Paolo Perret

Sommario

Introduzione **4**
Inquadramento territoriale **6**
Quadro fisico **11**
Geomorfologia 11
Tipologie di dissesti 12
Caratteristiche geomorfologiche di particolari aree 13
Eventi alluvionali 19
Il Grand Croux 22
I ghiacciai e il rischio 33
Sistema idrologico di un ghiacciaio 35
Rischi legati allo svuotamento 37
Modello di stima idraulica 38
Quadro pianificatorio **45**
Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico 45
Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni 46
Decreto Legislativo numero 49 del 23/02/2010, "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione" 47
Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 50
Confronto tra PAI e PGRA 52
Legge Regionale 11/1998 Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta 53
Piano Territoriale Paesistico 54
Parco Nazionale del Gran Paradiso 56
Linee strategiche 58
Il Piano per il Parco 59
Il Piano direttore 60
Piano Regolatore Generale comunale 64
Popolazione 65
Edilizia e turismo 71
Trasporti e accessibilità 75
Zonizzazione 77
Ambiti inedificabili secondo la Legge Regionale 11/1998 79
Il sistema di Protezione Civile **84**
La Protezione Civile 84
La legislazione in materia di Protezione Civile 85
La legislazione statale 86
La legislazione regionale in Valle d'Aosta 87

Organizzazione dei centri di Protezione Civile 88
Gli organi della Protezione Civile Valdostana 90
Il Piano Comunale di Protezione Civile 92
Piano di Protezione Civile di Cogne 94
Confronto tra i piani 97
Il rischio idrogeologico 99
Il rischio 99
Il rischio idrogeologico e idraulico 100
Mappe della pericolosità e mappe del rischio 101
Attività di previsione e prevenzione 107
Aree allagabili 108
Differenze tra le analisi condotte e la pericolosità di piano 119
Perché rivedere le azioni per un Piano di Protezione Civile 124
Interventi 124
Conclusioni 128
Bibliografia 130
Sitografia 134

Introduzione

*"Dagli anni Novanta in avanti i segnali di cambiamenti nuovi, eccezionali, avevano invece iniziato a sommarsi di stagione in stagione. Non era solo la neve che scendeva di meno, era notare che nello stesso paesaggio raffigurato più volte e riconoscibile da secoli erano apparsi come dal nulla tantissimi nuovi laghi, nient'altro che ghiaccio che arretrava e fondeva lasciando dei catini che progressivamente andavano a riempirsi. Erano dei puntini azzurri di cui nessuno aveva memoria, né i paesaggisti dell'Ottocento, né i fotografi del Novecento, e a cui andavano trovati dei nomi per una nuova toponomastica che solo nelle Alpi nordoccidentali italiane contava più di duecento nuovi laghi a partire dalla Piccola età glaciale. Era già successo in passato che il ritiro dei ghiacciai originasse la formazione di ampi laghi che, nel corso del tempo, si erano impaludati, costituendo, per chi faceva il lavoro di Michele, degli archivi eccezionali. Al loro interno, in poche decine di centimetri di profondità, potevano infatti essere contenuti anche diversi millenni di storia delle Alpi. Per la Protezione Civile o chiunque si occupasse della sicurezza di quelle valli, erano però non di rado come dei secchi stracolmi in bilico sulla ringhiera di un terrazzo: cosa sarebbe successo se l'acqua fosse esondata e scesa direttamente sui villaggi?" (*Casolo & Freppaz, 2018, pp. 158-159).

In queste righe prese dal libro di F. Casolo e M. Freppaz, "*I giorni della neve"* viene messo in risalto il tema che verrà sviluppato in questo lavoro di tesi.

Infatti, sulle Alpi, il progressivo ritiro dei ghiacciai a causa del cambiamento climatico provoca la formazione di laghi glaciali in numero sempre maggiore. Sebbene questi laghi siano da considerarsi come risorse importanti per i territori montani, allo stesso tempo sono fonte di potenziali pericoli per l'uomo e le infrastrutture del fondovalle.

Diversi studi, non solo in Europa ma anche in Asia e America, si sono concentrati sull'identificazione di questi laghi attraverso l'individuazione dei potenziali pericoli che potrebbero generare (Lala et al., 2018).

Lo studio sui laghi, nell'ambito della gestione del rischio, è collegato agli improvvisi meccanismi di svuotamento che possono provocare pericoli e danni a persone e infrastrutture che si trovano a valle. Ne sono un esempio il Lac des Faverges sul ghiacciaio della Plaine Morte tra Berna e il Valais (Svizzera) che ha subito un improvviso svuotamento nel 2011 (Fahrni, 2018), il Lago Grand Croux nel comune di Cogne (Valle d'Aosta, Italia) che si è svuotato nel 2016 ed è stato oggetto di numerosi interventi tecnici durante l'estate del 2018 da parte della Regione Autonoma Valle d'Aosta e della Fondazione Montagna sicura, e come è avvenuto di recente a Zermatt (Valais, Svizzera),

nell’agosto del 2019, a causa dello svuotamento improvviso di un lago sotterraneo per il forte caldo.

Uno dei temi importanti di cui si occupa il governo del territorio e con il quale deve confrontarsi è il dissesto idrogeologico.

I dissesti idrogeologici sono le alterazioni della superficie terrestre il cui sviluppo è condizionato fondamentalmente dall’acqua meteorica, ruscellante o infiltrata, e aggravate a volte dalle caratteristiche delle rocce e dei terreni e dalle forme del rilievo terrestre e quindi, nell’insieme, dalla storia geologica di una determinata area.

Si tratta di processi naturali che implicano movimenti di volumi idrici (anche sotto forma di neve e ghiaccio) e soprattutto spostamento di materiali solidi. Essi comprendono:

- fenomeni gravitativi/frane;
- fenomeni torrentizi;
- fenomeni legati alla dinamica fluviale e alluvionale;
- fenomeni valanghivi.

L’entità del rischio, legata a tali fenomeni, non dipende solo dalla portata dell’evento calamitoso, dal numero di beni e di persone esposti al rischio, e dalla loro vulnerabilità, ma è influenzato anche dalla capacità del territorio di saper reagire all’evento stesso, riducendo o annullando i danni ad esso legati; questa capacità costituisce la *resilienza* del territorio.

L’obiettivo delle analisi condotte nel seguente lavoro è quello di ridefinire alcune azioni per la redazione di un Piano di Protezione Civile, riferito in particolare alla possibile rottura degli argini glaciali del Lago Glaciale Grand Croux, nella Valnontey in comune di Cogne (AO).

Inquadramento territoriale

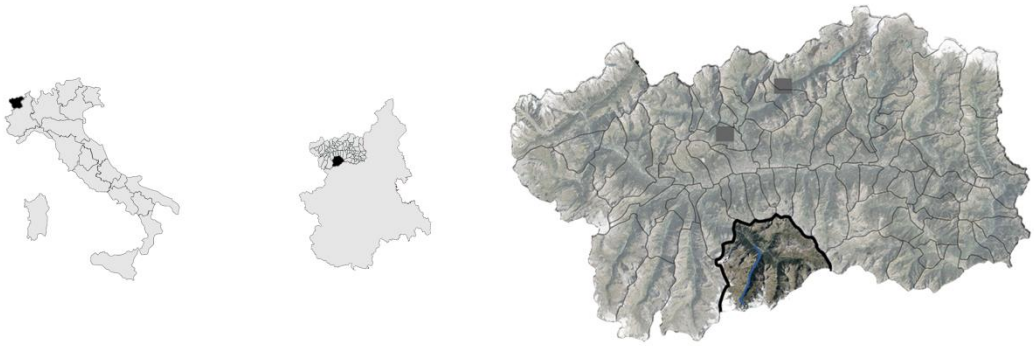


Figura 1 - Inquadramento territoriale

Il lavoro di tesi si concentra su un solo Comune della Regione Valle d'Aosta, Cogne. Esso sorge nella parte meridionale della Valle d'Aosta a cospetto del massiccio del Gran Paradiso, massiccio che dà il nome all'omonimo Parco Nazionale.

È il Comune di maggiore estensione e occupa una superficie di 213 km^2.

Confina a sud con le valli Orco e Soana, appartenenti alla Città Metropolitana di Torino, a est con la Valle di Champorcher (comune di Champorcher), con i rilievi montuosi delle Valli di Fénis e Saint Marcel, a ovest con i comuni di Valsavarenche e Aymavilles e a nord con i comuni che costituiscono la "piana" di Aosta ovvero, Brissogne, Charvensod e Gressan.

All'altezza del capoluogo si diramano quattro valli *(Figura – 2)*:

- verso nord, il vallone di Grauson;
- verso sud-est, il vallone dell'Urtier e la Valleille;
- verso sud, la Valnontey, che porta alle pendici del Gran Paradiso;

Una quinta valle si dirama verso la parte iniziale del Comune, il vallone di Arpisson che si sviluppa in direzione nord – est.

Come riportato in *Figura – 3*, oltre al capoluogo si hanno sei frazioni Épinel, Crétaz, Gimillan, Champlong, Lillaz e Valnontey e numerosi villaggi.

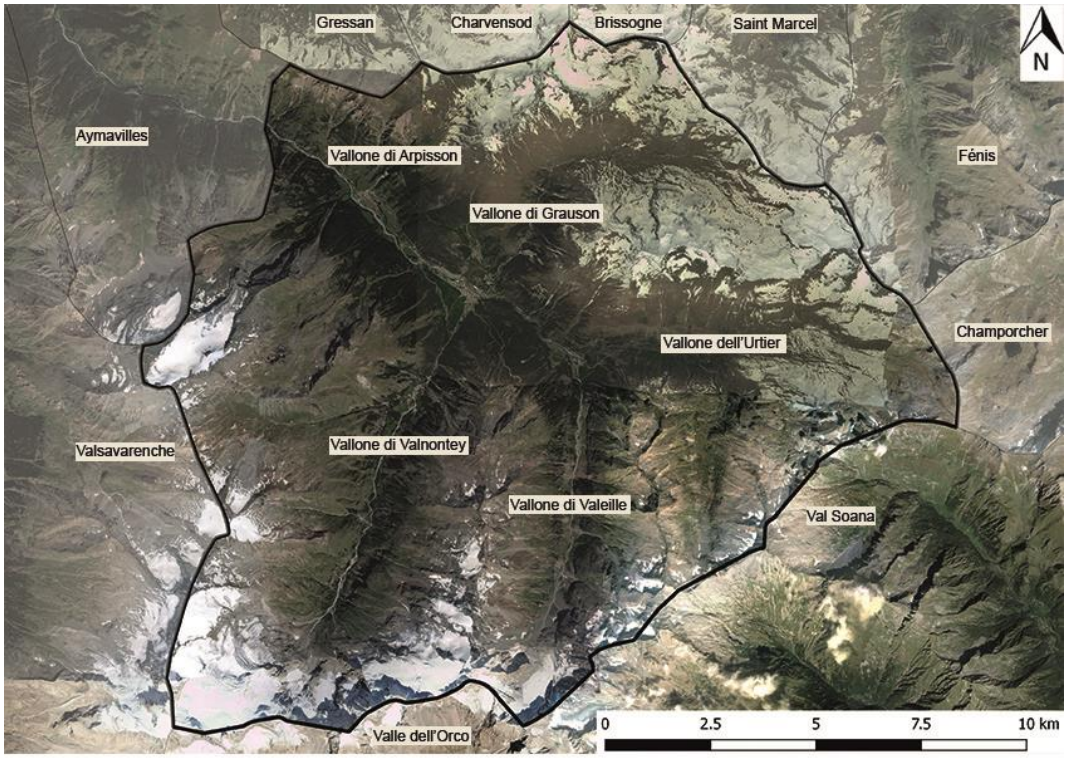


Figura 2 - Comuni e Valli adiacenti

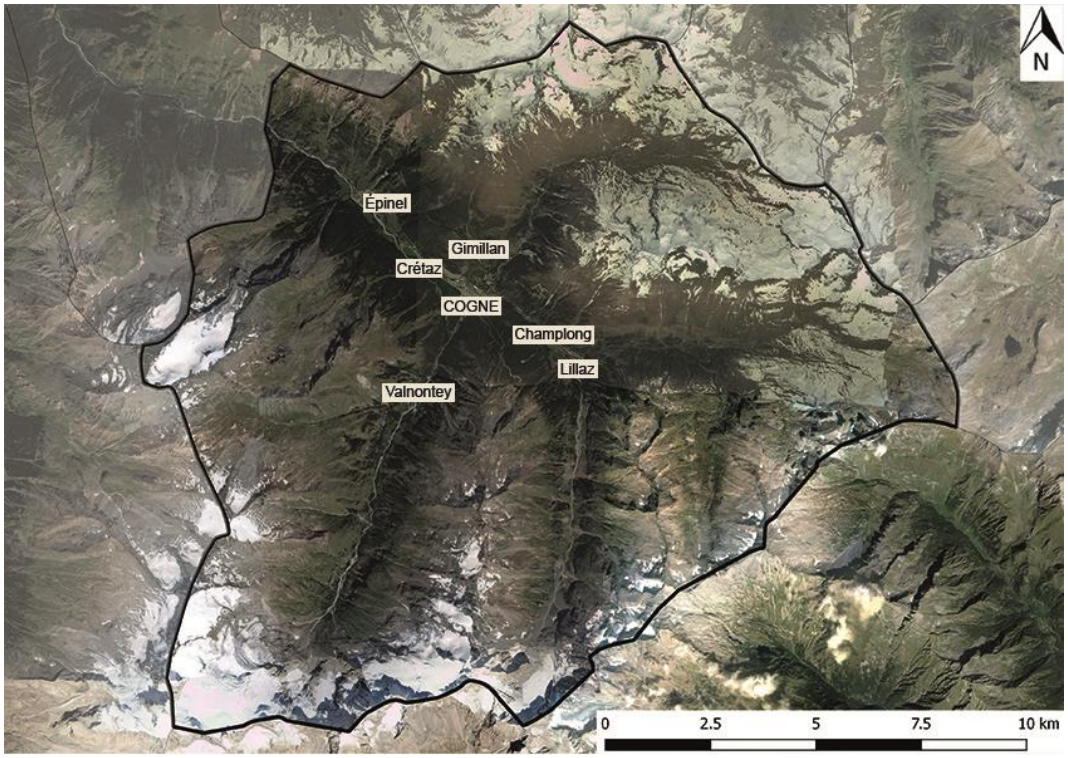


Figura 3 - Frazioni di Cogne

Inoltre rientra nell'Unité des Communes valdôtaines Grand-Paradis assieme ai Comuni di Arvier, Avise, Aymavilles, Introd, Rhêmes-Notre-Dames, Rhêmes-Saint-Geroges, Saint-Nicolas, Saint-Pierre, Sarre, Valgrisenche, Valsavarenche e Villeneuve *(Figura – 4)*.

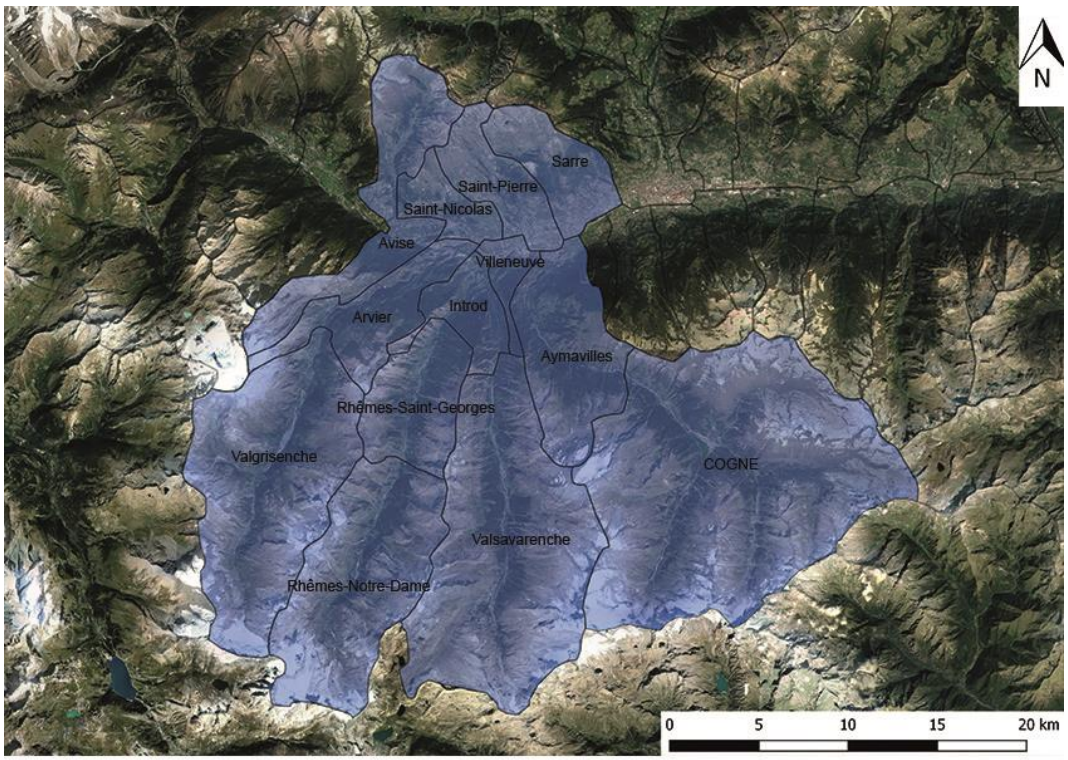


Figura 4 - Unité des Communes valdôtaines Grand-Paradis

Il corso d'acqua principale prende il nome di torrente Urtier. Lo stesso cambia nome sotto la confluenza con il torrente Valnontey (Buthier), a valle del capoluogo, passando da torrente Urtier a Grand Eyvia *(Figura – 5)*.

Il territorio è costituito da un unico bacino idrografico, coincidente con il confine comunale, che si estende per 256.8 km^2. Inoltre, la rete di affluenti confluisce nel torrente Grand Eyvia e questo rappresenta un ostacolo alle comunicazioni e ai trasporti. La Valle, infatti, comunica con il resto del territorio valdostano attraverso la Strada Regionale 47 mentre i collegamenti in quota sono pedonali e praticabili solo in assenza di neve.

Inoltre, i torrenti Valnontey e Valeille sono alimentati dai ghiacciai che fanno da corona alle rispettive valli.

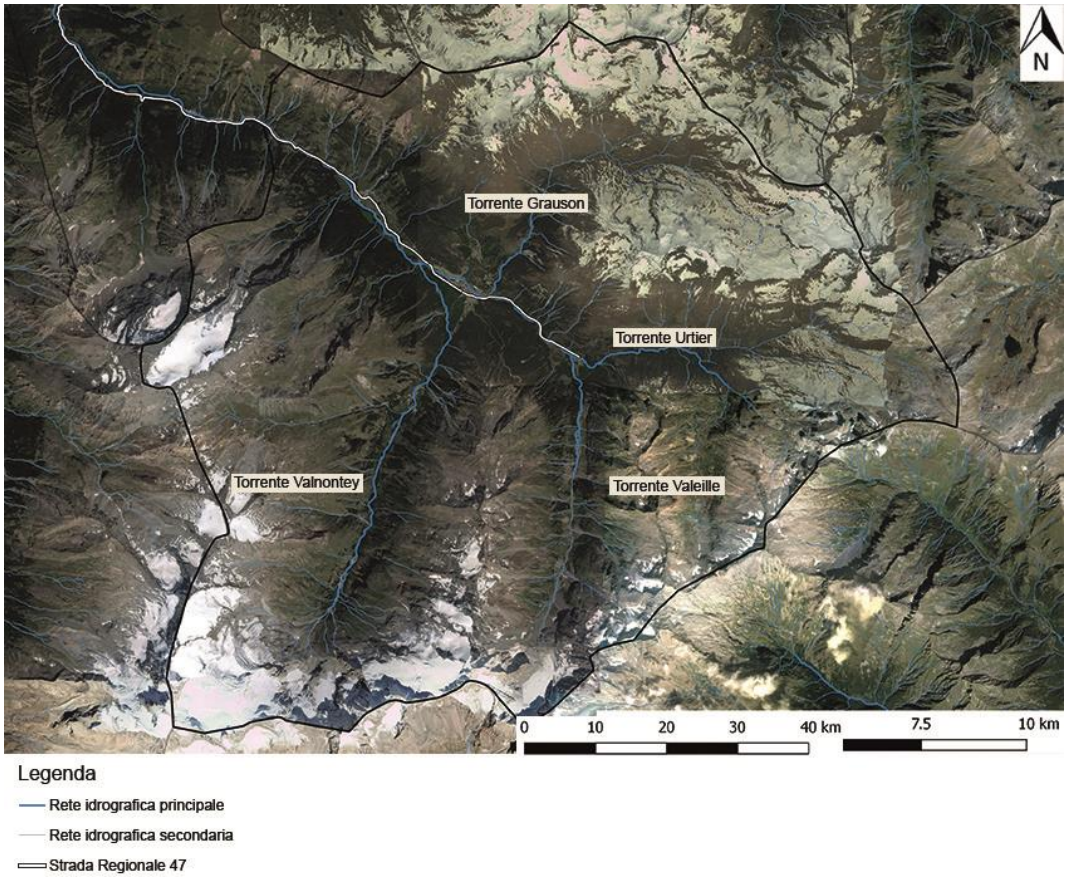


Figura 5 - Rete idrografica

Le analisi si concentreranno su tutto il territorio comunale ma soprattutto sul vallone di Valnontey che ricomprende i villaggi di Buthier, Tzantelet, Bovaz, Pra su Pia e Vermianaz *(Figura – 6)*.

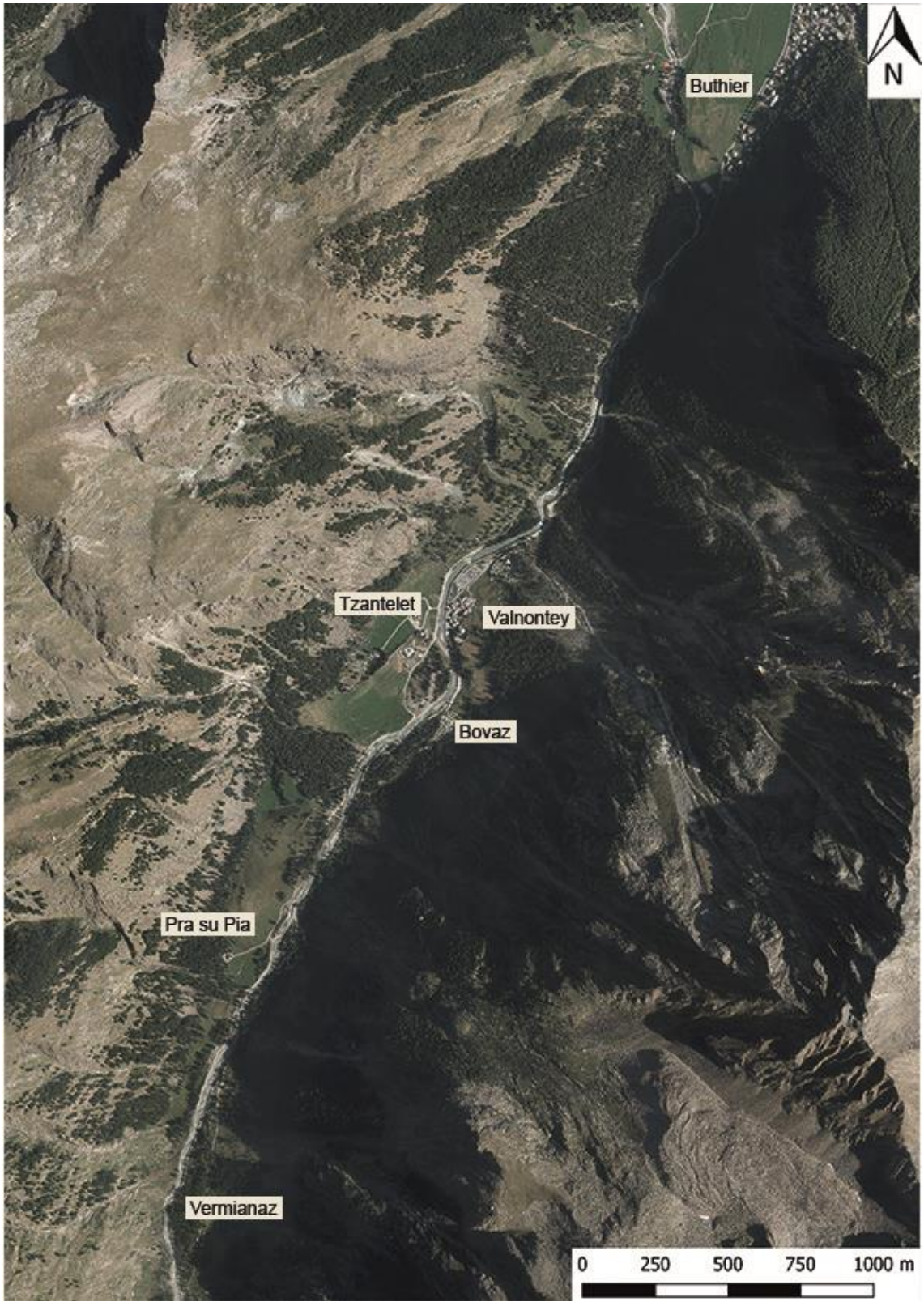


Figura 6 - Villaggi della Valnontey

Quadro fisico

Geomorfologia

La struttura geomorfologica di Cogne è legata al susseguirsi dei cicli glaciali connessi con l'azione erosiva delle acque. Attualmente l'erosione glaciale è subordinata a quella gravitativa che permette la continua alimentazione delle falde presenti ai piedi dei versanti.

Questa particolare morfologia e la disposizione altimetrica definiscono un contesto in rapida evoluzione, caratterizzato da fenomeni di instabilità di masse rocciose e di detriti. Inoltre, nel periodo invernale sono numerosi e costanti i fenomeni valanghivi localizzati lungo canaloni privi di vegetazione.

Una delle forme morfologiche più antiche risulta essere quella legata ai terrazzi glaciali preservati a quote alte che presentano interruzioni brusche a seguito di erosioni in tempi diversi.

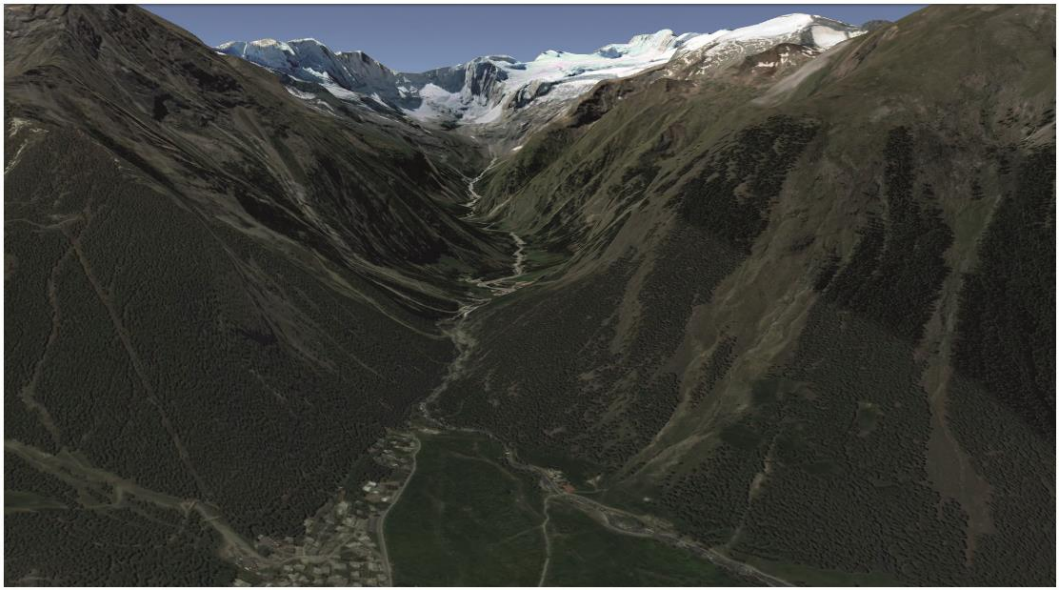


Figura 7 - Visualizzazione tridimensionale della Valnontey (fonte: Google Earth)

Se si immagina un collegamento tra la sinistra e la destra orografica, si può ipotizzare come potesse essere il paesaggio in tempi passati, caratterizzato da ampi e piatti fondovalle.

Tipologie di dissesti

Cogne è interessato da dissesti che possono essere sintetizzati in tre gruppi principali frane, debris flow e inondazioni.

Dalla *Figura – 8* si può notare come la maggior parte dei fenomeni siano concentrati all'imbocco della Valnontey anche perché i versanti risultano essere molto scoscesi. Inoltre, la parte iniziale della valle è stretta e, di conseguenza, tutti i fenomeni vanno a interessare le due vie di comunicazione presenti, la Rue Grand Paradis in destra orografica e una strada poderale in sinistra orografica.

Tra le frane si hanno i fenomeni di crollo e di cadute massi che interessano parte della carreggiata della Rue Grand Paradis e i fenomeni di scivolamento tra cui uno in sinistra orografica all'imbocco della Valnontey dovuto all'acqua d'infiltrazione. Le frane per colamento sono legate a precipitazioni intense e prolungate come quella che si può sviluppare in località Baben, frazione in prossimità di Buthier in sinistra orografica, che interessa la strada poderale e andrebbe a ostruire il torrente Valnontey.

Le Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV) ovvero il lento scivolamento del versante verso il basso, riguardano, ad esempio, la frazione Buthier in sinistra orografica rispetto al torrente Valnontey, il centro storico di Cogne e la sponda sinistra del torrente Grand Eyvia.

Inoltre, si osserva come la frana per crollo e la frana per scivolamento più importanti interessino proprio la Valnontey; mentre sul resto del territorio comunale i fenomeni risultano essere di dimensioni ridotte.

Importanti sono anche i debris flow ovvero tipologie di frana che consistono nel movimento verso valle di materiale detritico assieme a notevoli quantitativi di acqua. I fenomeni si generano solitamente a seguito di forti piogge, sono di dimensioni ridotte rispetto a frane per crollo, ma il materiale trasportato può raggiungere e invadere sia abitazioni che infrastrutture viarie e, nelle aree antropizzate possono provocare vittime.

Infine, nel caso delle inondazioni si possono osservare l'erosione spondale dovuta, in determinate situazioni, all'ingrossamento dei torrenti con possibili asportazioni di tratti di strada, le esondazioni stesse e i fenomeni alluvionali e di sovralluvionamento.

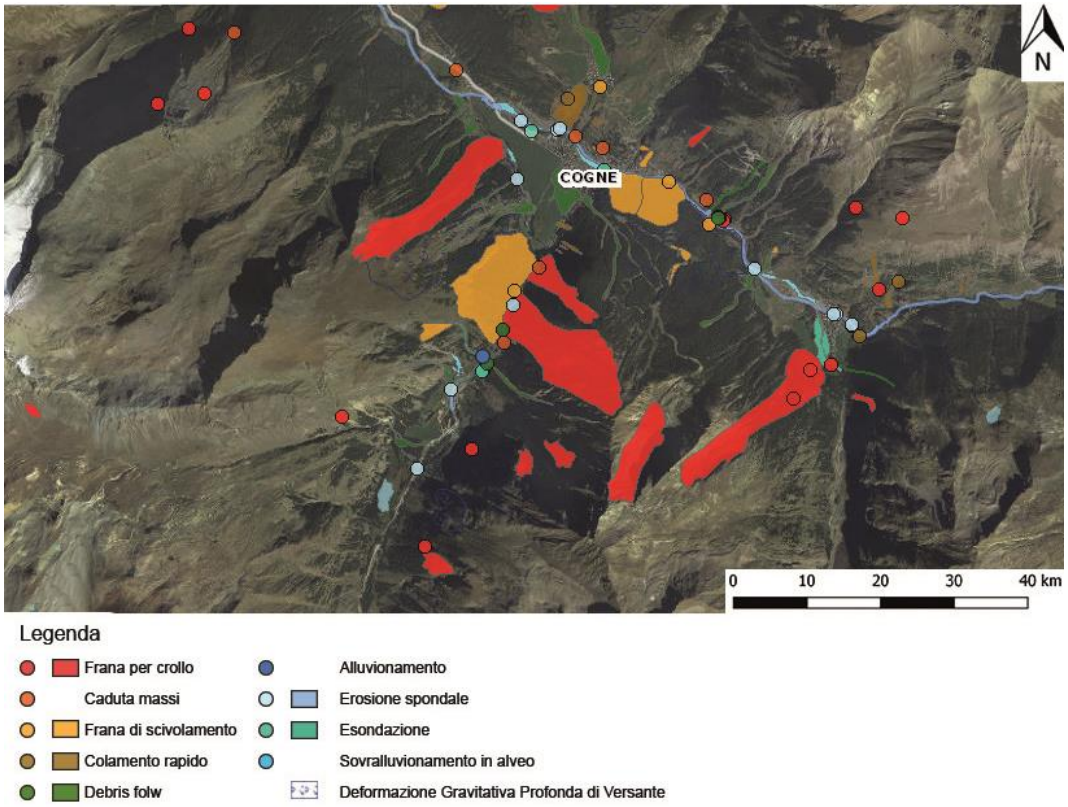


Figura 8 - Carta dei dissesti (fonte: Geonavigatore Regione Valle d'Aosta)

Caratteristiche geomorfologiche di particolari aree

Sulla Valnontey insistono diversi conoidi di particolare importanza. Questi corpi sedimentari sono importanti per la tipologia di analisi perché su questi sono state realizzate abitazioni ma possono anche essere sede di fenomeni alluvionali. I bacini sono dettagliatamente analizzati nella relazione tecnica "*Redazione della progettazione preliminare delle possibili sistemazioni idrauliche, basata su specifici studi di valutazione della pericolosità per colate di detrito e dell'efficacia delle opere di difesa eventualmente esistenti" a cura di B. Cerise, D. Sonda, S. Notarpietro e A. Giorgi (2015).*

Conoidi in sinistra orografica

- Conoide di Buthier

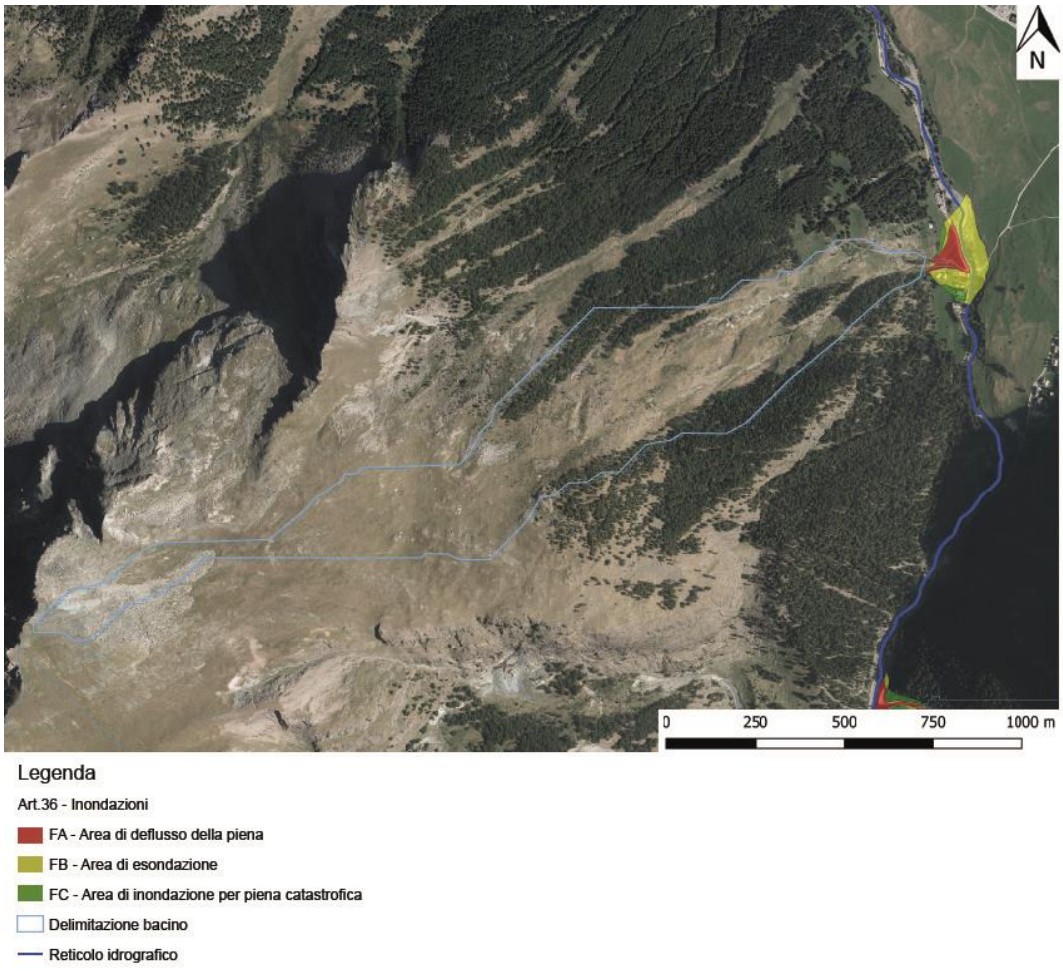


Figura 9 - Conoide Buthier

Il conoide della frazione Buthier *(Figura – 9)*, si forma in una stretta porzione di fondovalle compresa tra la base del versante e il Torrente Valnontey.

Il torrente ha profondamente inciso i versanti che appaiono piuttosto acclivi nella parte medio bassa del bacino. A seguito di un evento valanghivo del dicembre 2008 il bacino del torrente Buthier ha cambiato configurazione *(Figura – 10)*; il bosco è stato sostituito da terreno instabile con un elevato grado di erodibilità al verificarsi di eventi meteorici intensi.

Figura 10 - Conoide Buthier a seguito dell'evento valanghivo del 2008 (fonte: Regione Valle d'Aosta)

Inoltre, quasi tutto il bacino è interessato da lenti movimenti gravitativi DGPV (Deformazioni Gravitative Profonde di Versante) che hanno modificato l'aspetto originario.

Infine, è caratterizzato da una zona ad alta pericolosità per frana in prossimità del piede di versante e da detrito di falda attivamente alimentato. Allo stesso modo non si

riconoscono delle attività di caduta blocchi perché non sono presenti dei testimoni. Infine, la classificazione risulta essere cautelativa dato che mancano delle analisi di dettaglio che potrebbero farla mutare.

- Conoide di Loson

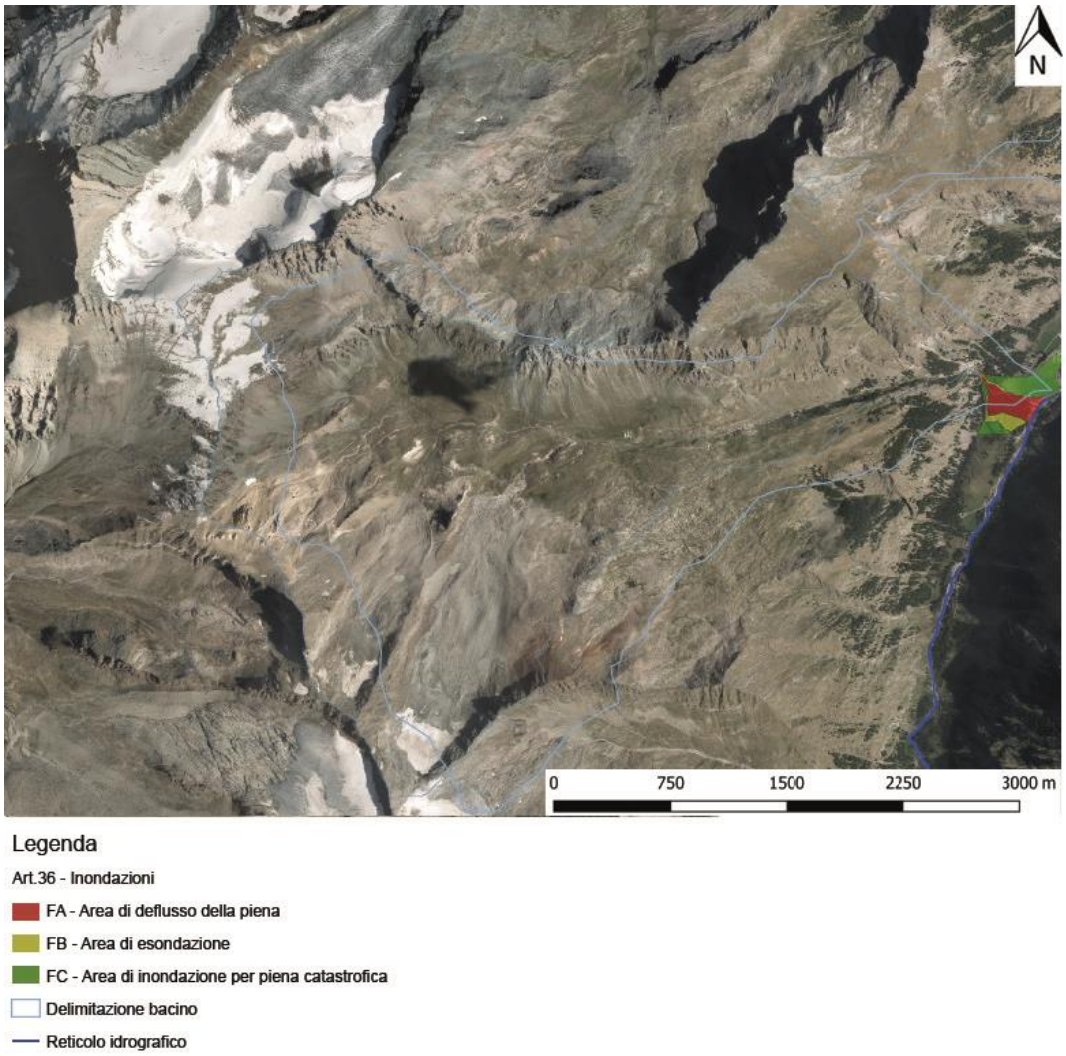


Figura 11 - Conoide Loson

Il conoide che si origina dal torrente Loson *(Figura – 11)*, non è caratterizzato da importanti centri abitati o infrastrutture significative ma, a ridosso della confluenza con il torrente Valnontey sono presenti tre ponti che servono da collegamento con la parte alta della valle stessa.

La presenza di una cascata fa sì che siano più probabili azioni di sovra escavazione e asportazione di depositi a causa della maggiore energia accumulata che favorisce l'erosione.
La porzione più attiva del conoide corrisponde all'area del bosco dove si osservano importanti segni di divagazione dell'alveo con un maggior trasporto di materiale detritico.
La struttura di questo conoide, che si sviluppa sopra la frazione Tzantelet, è differente rispetto a quella analizzata in precedenza; infatti ha uno sviluppo asimmetrico e principalmente verso il fondovalle.
La sua pericolosità è riconducibile a fenomeni gravitativi di versante; i settori attivi sono caratterizzati da blocchi che si sono staccati anche in periodi recenti.
Il versante sinistro risulta essere molto più acclive e parzialmente boscato; la presenza degli alberi è fondamentale perché svolge la funzione di argine naturale che blocca gli eventuali blocchi. Il versante destro ha una pendenza ridotta e il prato sottostante risulta essere "ricco" di blocchi rocciosi.
Il conoide è caratterizzato da un'area ad alta pericolosità nella zona più acclive del versante, mentre una pericolosità ridotta nella parte terminale del versante legata anche a una minore attività di alimentazione della falda detritica.

Conoidi in destra orografica

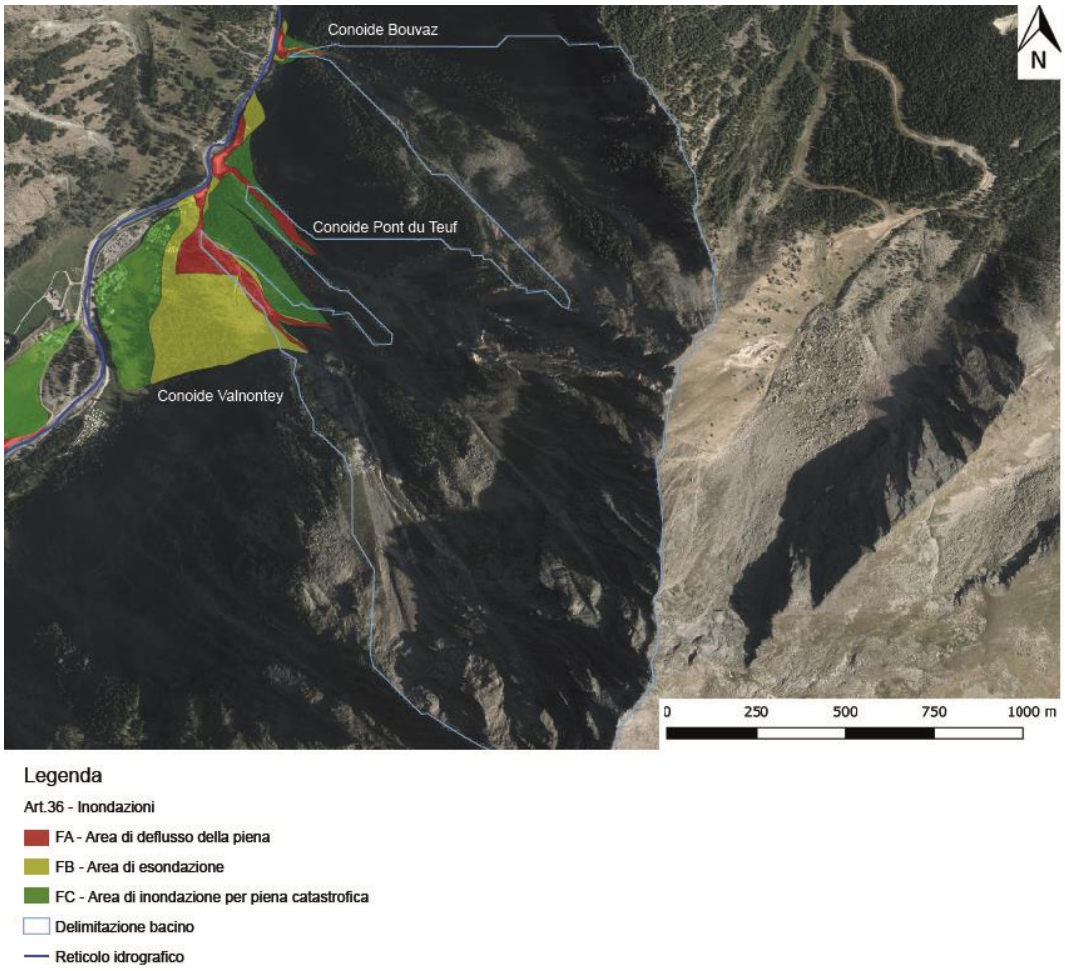


Figura 12 - Conoidi Bouvaz, Pont du Teuf e Valnontey

- Conoide di Bouvaz

Il conoide si trova sul fondovalle stretto della Valnontey, coincidente con l'omonimo torrente e si sviluppa su un versante acclive.

Il conoide è caratterizzato da dimensioni modeste dovute all'azione erosiva del torrente e il bacino idrografico che l'alimenta è occupato da una frana attiva di grandi dimensioni che favorisce fenomeni di trasporto di massa alimentato da accumuli sovrastanti decisamente attivi.

- Conoide di Pont du Teuf

Questo conoide si sviluppa su un versante caratterizzato da una forte acclività con ampie porzioni di substrato roccioso affiorante e da un modellamento gravitativo con un fondovalle stretto coincidente con il torrente Valnontey.

Il bacino idrografico ha dimensioni ridotte ma si verificano in maniera frequente fenomeni di colata detritica. Inoltre, non presenta un corso d'acqua permanente ma solo stagionale e legato a fenomeni di scioglimento nevoso e di precipitazioni intense.
Il problema principale si presenta in prossimità della confluenza con il torrente Valnontey perché sbarrato dalla strada comunale; infatti in concomitanza con forti precipitazioni si genera sempre una colata detritica a causa della quantità di materiale mobilizzato. La sua pericolosità è alta a causa di una falda detritica attivamente alimentata.

- Conoide di Valnontey

Il Conoide di Valnontey più ampio rispetto a quello precedente è alimentato da fenomeni gravitativi. Vista l'area in cui sorge è fondamentale definire un approccio prudente rispetto al rischio. I fenomeni sono riconducibili a una falda detritica alimentata dalle pareti rocciose e dagli accumuli di materiale.
La zona di alta pericolosità è costituita da blocchi di crollo isolati; inoltre, nelle aree a minore acclività, la pericolosità si riduce.
La parte su cui sorge l'abitato della Valnontey è considerato privo di dissesti e non si hanno studi passati che dimostrano crolli di roccia. Per quest'area non si esclude la possibilità di divagazione del torrente che non ha un alveo canalizzato; quindi, oltre alla pericolosità per frana si considera anche la pericolosità da inondazione come area di deflusso della piena.

Eventi alluvionali

La successione degli eventi alluvionali su Cogne illustrata nel seguito è tratta dal libro di L. Mercalli, D. CatBerro, S. Montuschi, *"Atlante climatico della Valle d'Aosta – Storia degli eventi idrogeologici dall'800 al 2002".*
Uno dei primi eventi di cui si è a conoscenza risale all'800 e riguarda un temporale inteso che ha provocato la distruzione di tutto il Comune.
Un secondo si è verificato nel 1640 e ha generato un intenso trasporto di materiale roccioso e di terra mentre nel 1680 un evento alluvionale ha interessato la Valnontey.
Il 16-17 maggio 1846 su tutto il territorio valdostano si sono abbattute piogge torrentizie che hanno generato innumerevoli frane, colate detritiche ed erosioni spondali sui Comuni dell'alta e media valle; lo stesso anno, il 16-18 ottobre, cinque mesi dopo i disastri di maggio, intensi fenomeni piovosi hanno provocato la distruzione di abitazioni, ponti e strade.

Eventi molto simili si sono verificati anche nel 1848 e nel 1863; mentre nel 1866 quattro giorni di pioggia hanno ingrossato il reticolo idrografico e l'esondazione dei torrenti ha portato alla distruzione di prati, campi, mulini e ponti.
Anche nel 1868 si sono verificate delle piene improvvise che in frazione Vermianaz di Valnontey hanno generato gravi danni a quattro abitazioni e anche altri danni nella piana di Cogne.
Particolare risulta essere l'evento del 1879, a causa dell'imbibizione del suolo si è verificato lo scivolamento di un'intera foresta.
Nel 1909 si è avuto un importante evento alluvionale che può essere paragonato a quello del 1846; vengono distrutti ponti, strade, pali dell'elettricità e parecchie proprietà.
Anche il 1914 e il 1926 non sono anni favorevoli per Cogne; infatti, nel 1914 si è verificata l'inondazione dell'intera Valnontey e, nel 1926 un altro evento alluvionale ha provocato la distruzione di ponti e ha causato eventi franosi.
Nel giugno 1957 un evento alluvionale ha devastato molte vallate del Piemonte Occidentale e ha influenzato la Valle d'Aosta ma soprattutto la Valle di Cogne, la Valsavarenche e la Valle di Rhêmes, nonché le Valli del Monte Rosa.
Il 1968 è caratterizzato da un nubifragio che ha interrotto la viabilità a Cogne a seguito di una frana; mentre nel 1977, nel 1981 e nel 1993 si sono verificati forti temporali che hanno dato vita a frane e allagamenti.
Infine, nella storia recente, si ricorda l'alluvione del 2000 del 14-15 ottobre. Tragica per il numero di vittime (15 su tutto il territorio valdostano), pesante per le distruzioni e i danni materiali, straordinaria in termini di diffusione, tipologia e intensità del fenomeno che ha provocato una modifica radicale del paesaggio; si può affermare come questo evento abbia sostanzialmente sommato i due eventi alluvionali del 1846, precedentemente citati.
In sostanza, Cogne è particolarmente soggetto a forti piogge che generano fenomeni alluvionali di varia natura come frane ed esondazioni.
Anche se in periodi recenti non se ne sono più verificati di forte intensità è bene comunque tenere presente gli eventi passati e i danni che hanno provocato; in questo modo è possibile capire come intervenire in caso di emergenza ma soprattutto come operare in modo da mettere in sicurezza l'intero territorio.
L'evento del 2000 è stato estremo in termini di pioggia precipitata in 72 ore; infatti, a Cogne, tra il 13 e il 16 ottobre sono caduti circa 450 mm di pioggia che, ovviamente, hanno portato al "rigonfiamento" dei torrenti del Comune.

Nel G*rafico – 1* relativo alle precipitazioni con i livelli idrici registrati dalla colonnina posta in frazione Crétaz alla confluenza del torrente Valnontey con il torrente Grand Eyvia.
Si osserva come i due picchi di portate siano uno riferito al 14 ottobre, intorno alla mezzanotte, con un valore superiore a 16 mm/h e un secondo picco del 15 ottobre intorno nuovamente a mezzanotte e con un valore di poco inferiore a 16 mm/h. Di conseguenza, questi due picchi di portata hanno provocato i primi eventi alluvionali e franosi.

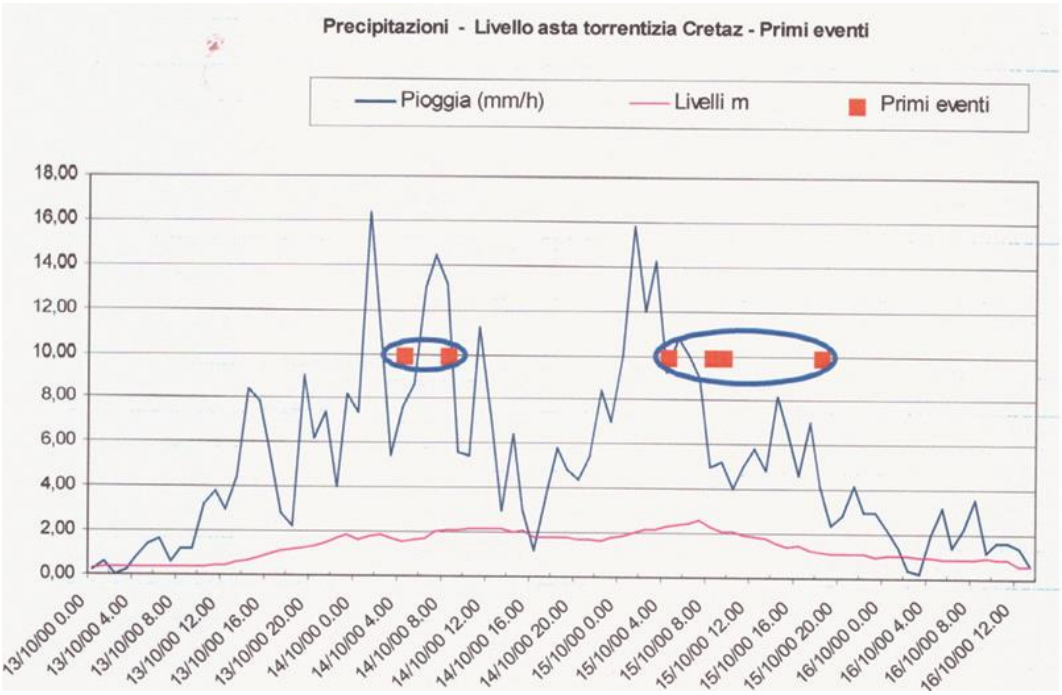


Grafico 1 – Precipitazioni e livello idrico registrati dalla colonnina delle portate in frazione Crétaz tra il 13 e il 16 ottobre 2000 (fonte: Rapporto sull'evento alluvionale del 13 – 14 – 15 ottobre 2000 e Alluvione del 15 ottobre 2000 – Analisi meteo-idrometrica RAVA Assessorato territorio, ambiente e opere pubbliche)

Inoltre, la distribuzione stagionale delle precipitazioni non è quella caratteristica dei climi continentali centro europei, avendo un massimo principale in autunno e uno secondario in primavera, mentre il minimo è invernale. Le precipitazioni annuali sono comunque in genere scarse in tutta la valle (attorno ai 700 mm/anno) poiché le correnti umide provenienti dall'atlantico e dal mediterraneo giungono smorzate dalle notevoli catene montuose che caratterizzano i confini dell'intera Valle d'Aosta.
In generale le temperature sono caratterizzate da forti escursioni termiche sia giornaliere sia annuali, determinando una forte selezione delle specie presenti sul territorio (Relazione tecnica, Bacino Grand Eivya 1, Torrente Buthier, 2015).

Anche se gli eventi alluvionali più significativi si sono registrati in autunno (settembre – ottobre) non è da escludere a priori che un episodio simile si possa verificare nei mesi estivi più caldi di luglio e agosto.

Il Grand Croux

Figura 13 - Il Grand Croux (fonte: foto di Fondazione Montagna sicura del 02/07/2018)

Il Grand Croux è un lago proglaciale nato dopo gli anni 2000 nella parte terminale della Valnontey. La valle termina con sei diversi ghiacciai Money, Grand Croux Est, Grand Croux Ovest, Grand Croux centrale, Tribolazione e Dzasset. Nella *Figura – 14* vengono inquadrati tutti i ghiacciai della regione con l'identificazione dei ghiacciai della Valnontey; nella *Figura – 15, invece,* sono collocati e nominati spazialmente i ghiacciai terminali dell'area in analisi.

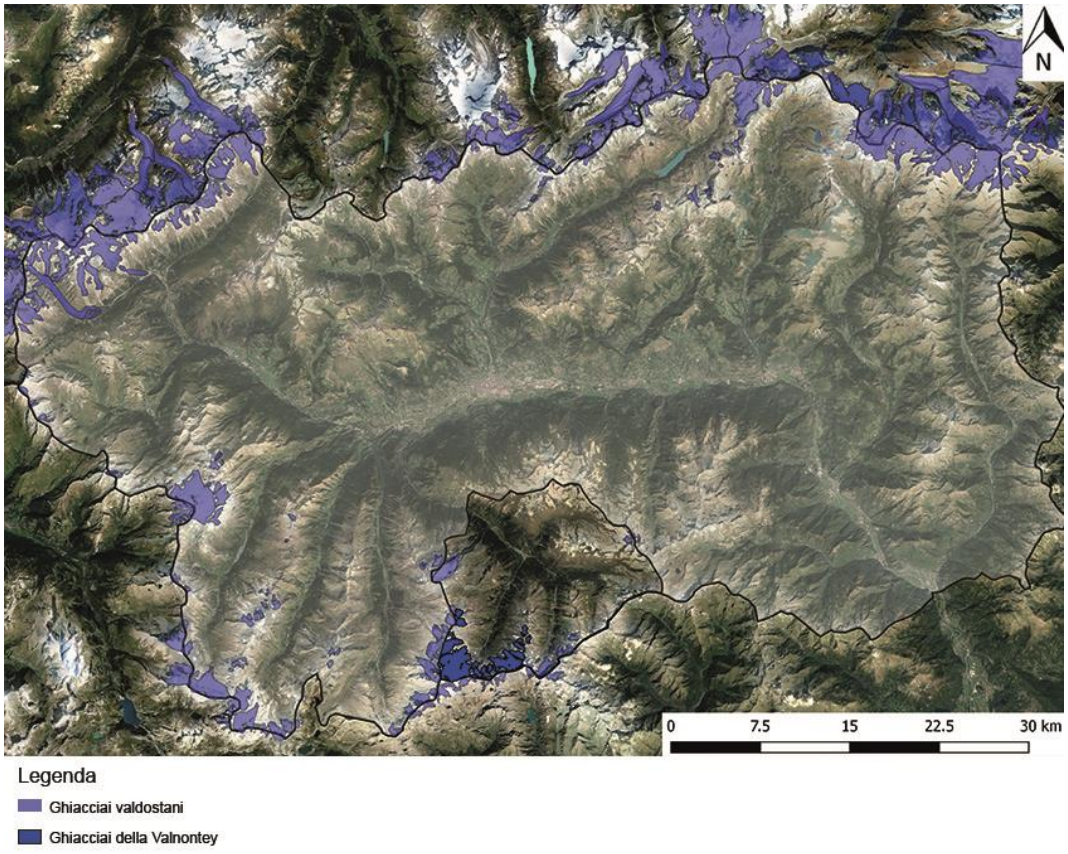


Figura 14 - Ghiacciai valdostani

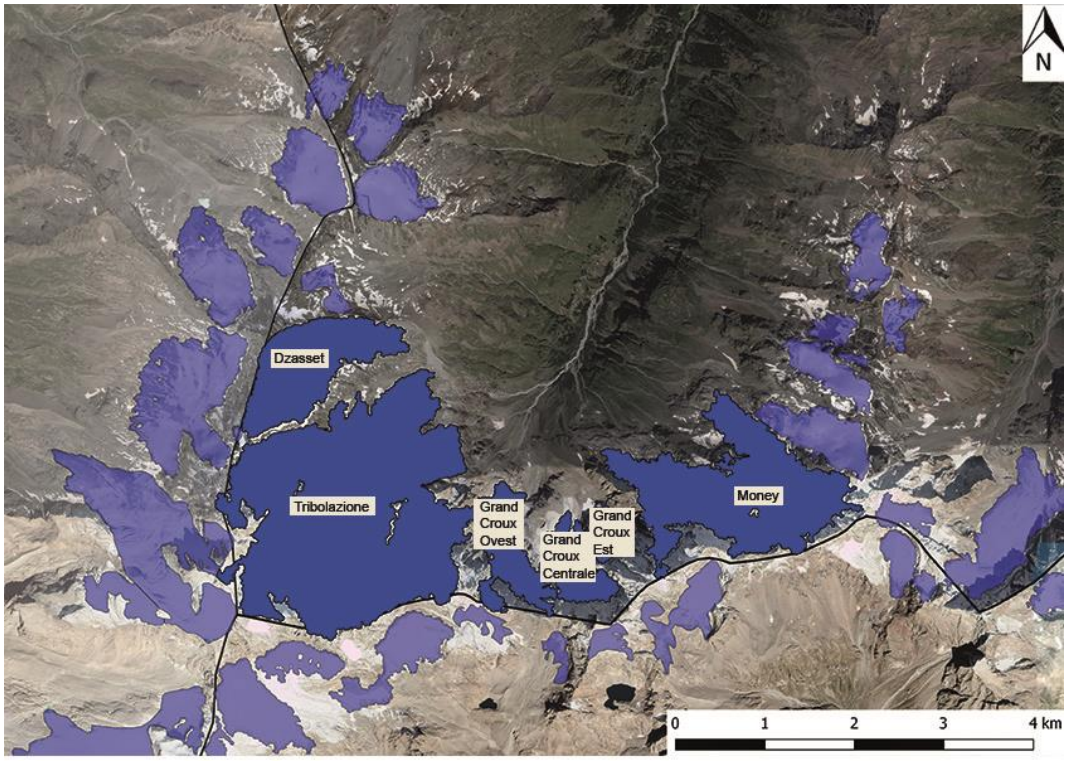


Figura 15 - Ghiacciai terminali della Valnontey

Il lago si è formato all'interno del ghiacciaio del Grand Croux Centrale a cavallo tra un fronte in ghiaccio e una cresta rocciosa. Il bacino compare per la prima volta nell'ortofoto del 2005 seppur con una dimensione ridotta rispetto a quella attuale.
È delimitato a Nord da una cresta rocciosa, a Est e Sud da ghiacciaio prevalentemente coperto da detriti rocciosi, mentre a Ovest si trova un avvallamento da cui si sviluppa un torrente. Sul lato Sud-Est è presente una parete in ghiaccio di altezza variabile tra i sei e gli otto metri che si evolve per crolli successivi dovuti alla fusione alla base.
Il flusso principale scende verso Est lungo un gradino roccioso e termina, con la lingua vera e propria, su una zona proglaciale abbastanza pianeggiante delimitata a valle da un gradino roccioso montonato, da cui si sviluppa l'asta principale del torrente Valnontey.
All'interno della zona proglaciale sono presenti altri due laghi di dimensioni ridotte e corrispondono al Grand Croux Centrale I e Grand Croux Centrale II (*Figura – 16)*.

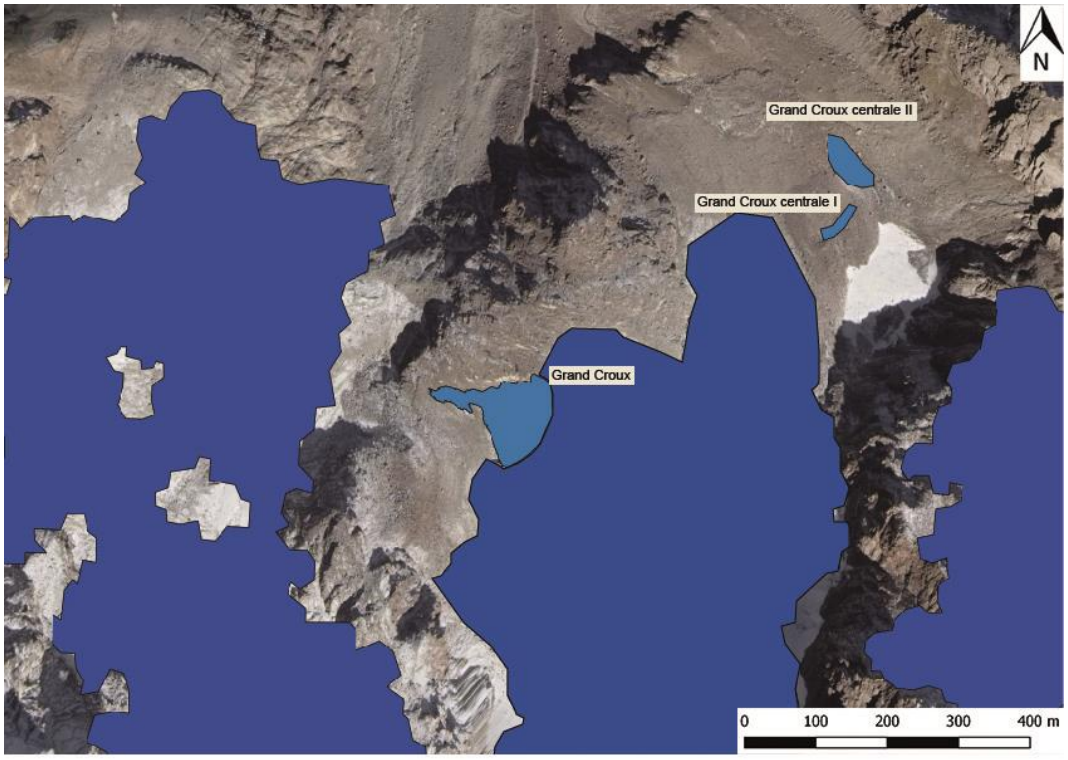


Figura 16 - Laghi proglaciali

Nella *Figura – 17,* ovvero l'ortofoto del 1999 si nota come fosse presente una lingua di neve mentre, nella *Figura – 18* sono riportate le espansioni dal 2005; allo stesso modo si nota come i maggiori allargamenti si siano osservati a partire dal 2008.

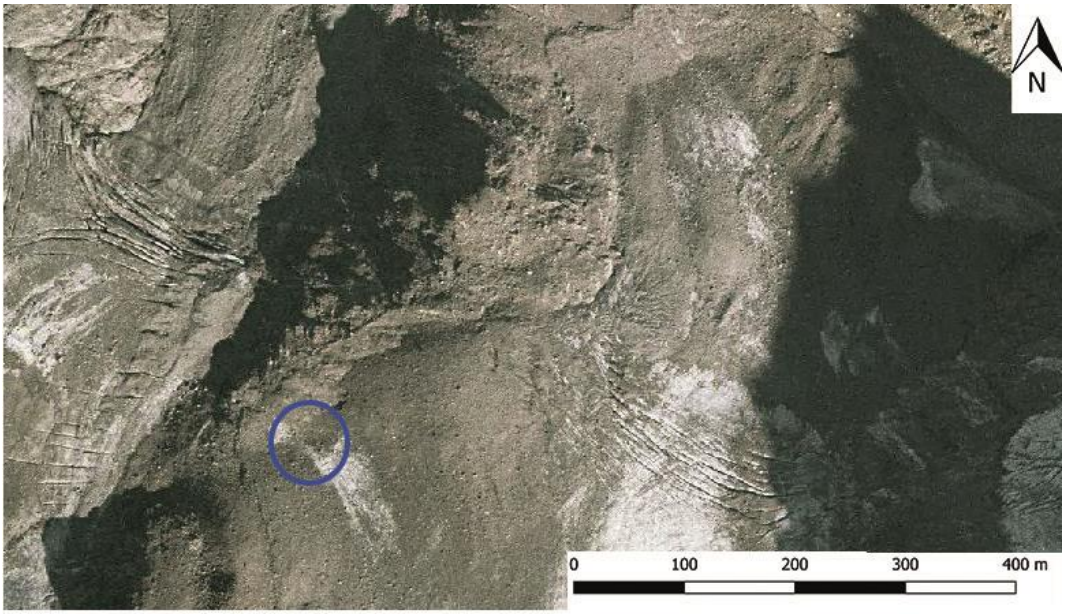


Figura 17 - Ortofoto al 1999 (fonte: Geoportale della Regione Valle d'Aosta)

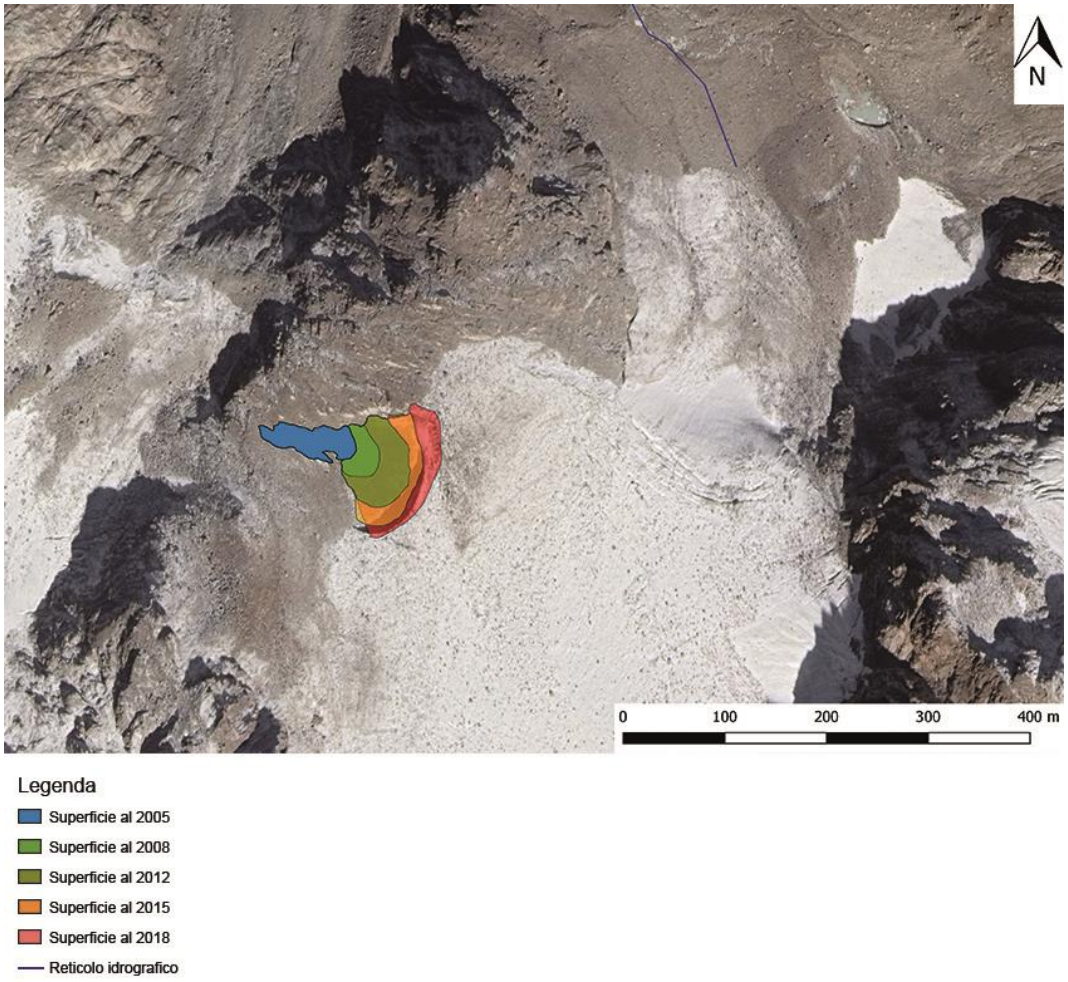


Figura 18 - Espansione del lago dal 2005 al 2018 (fonte: rielaborazione di Fondazione Montagna sicura)

Sull'espansione del bacino sono state svolte analisi relative alla superficie, al volume e alle portate.

A partire dai dati fotogrammetrici della campagna di indagine del catasto ghiacciai del 2005 si è osservato un progressivo ampliamento della superficie occupata dal lago.

Tra il 2005 e il 2008 il lago ha subito un'espansione di 325,65 m^2; mentre dal 2008 al 2018, la superficie occupata dall'acqua è aumentata secondo un valore pari a 730 m^2/anno (727,74 m^2/anno). Il dato corrisponde alla media tra i tre valori calcolati del 2012, del 2015 e del 2018 *(Tabella – 1)*.

Anno	Superficie m^2	m^2/anno
2005	2.258,90	
2008	3.235,85	325,65
2012	6.331,53	773,92
2015	8.377,48	681,98
2016	9.103,50	726,02
2018	10.555,54	727,31

Tabella 1 - Valori di espansione (fonte: dati elaborati da Fondazione Montagna sicura)

Attraverso i dati reali calcolati, Fondazione Montagna sicura ha tentato di definire delle possibili proiezioni future facendo riferimento a un arco temporale di dieci anni.

Il valore di espansione utilizzato è il valore medio calcolato tra il 2008 e il 2018 pari a 727,31 m^2. Il dato corrisponde alla differenza tra un anno e l'anno precedente (ad esempio, tra il 2008 e il 2009 si ha una differenza di 773,92 m^2/anno). Da questa ipotesi si evince come, la superficie relativa al lago nel 2028 potrebbe essere pari a 17'828,64 m^2.

Inoltre, attraverso il rilievo batimetrico, ovvero la misura della profondità dei fondali, del 2018 si è potuto calcolare il volume del bacino. Questo è pari a 38'808 m^3 nel 2018 mentre nel 2016 è pari a circa 30.000 m^3; allo stesso modo è stata avanzata un'ipotesi di volume per i dieci anni successivi e questo sottolinea come, al 2028, il volume potrebbe essere pari a 82.808 m^3.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva sia delle superfici che dei volumi per i successivi dieci anni *(Tabella – 2)*.

Anno	Superficie m²	Volume m³
2016	9.000,00	30.000
2018	10.555,54	38.808
2019	11.282,85	43.208
2020	12.010,16	47.608
2021	12.737,47	52.008
2022	13.464,78	56.408
2023	14.192,09	60.808
2024	14.919,40	65.208
2025	15.646,71	69.608
2026	16.374,02	74.008
2027	17.101,33	78.408
2028	17.828,64	82.808

Tabella 2 - Superfici e volumi dal 2016 al 2028 (fonte: dati elaborati da Fondazione Montagna sicura)

Con i dati relativi alla superficie e al volume, attraverso la formula di *Clague & Mathews* (1973), è stata quindi calcolata la portata di picco potenziale.

$$Ppicco = K * ((V_t * 10^{-6})\text{^}b)$$

In cui V_t corrisponde al volume massimo mentre *K* e *b* sono due parametri definiti empiricamente e pari rispettivamente a 75 e 0.67; i parametri sono stati definiti a seguito di analisi di drenaggio svolte su dighe in ghiaccio.
Il grafico di Clague & Mathews sottolinea come ad un aumento del volume si abbia un aumento della portata di picco *(Grafico – 2)*.

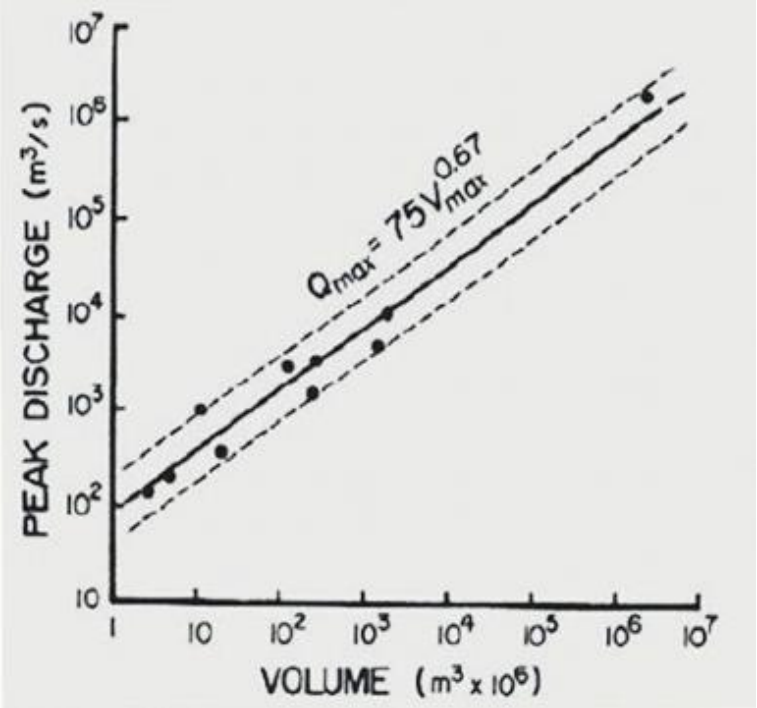


Grafico 2 - Rappresentazione della relazione tra il volume totale d'acqua e la dinamica di svuotamento. La linea tratteggiata rappresenta un intervallo di confidenza del 95% (Clague & Mathews, 1973)

Nel 2016, anno di esondazione, la superficie era pari a circa 9.000 m^2 con un volume di 30.000 m^3 e quindi una portata di picco corrispondente a 7,15 m^3/sec; allo stesso modo, al 2028, la portata risulta duplicata e pari a 14,13 m^3/sec.

Bisogna considerare che il volume del 2016 è un volume di tipo conservativo e che la relativa portata potrebbe differire da quella ipotizzata. Sapendo, però, che il bacino si è svuotato in otto minuti e considerando corretta la dimensione di 30.000 m^3, allora si è potuta calcolare la sua portata pari a 11 m^3/sec.

Dall'evento del 2016 è stata calcolato il tempo di svuotamento del bacino pari a otto minuti; questo è stato possibile perché attraverso delle immagini è stato valutato il livello idrico raggiunto prima e dopo l'evento *(Figura – 19)*.

Figura 19 - Livello idrico precedente e successivo all'evento del 2016 (fonte: elaborazione di Fondazione Montagna sicura)

Inoltre, altre due fotografie rappresentano il Grand Croux prima e dopo l'evento di svuotamento *(Figura – 20)*. L'evento è legato all'apertura di un varco sulla sponda in ghiaccio del lago verso Est a causa delle alte temperature che si sono registrate i giorni precedenti e a causa della pressione e della frizione dell'acqua sulla sponda in ghiaccio.

Figura 20 - Sopra fotografia di S. Cerise del Parco Nazionale del Gran Paradiso del 13/08/2016; sotto fotografia di Fondazione Montagna sicura del 17/08/2018

Dato che non si può stabilire a priori se il valore di portata calcolato corrisponde a un picco o a un valore medio, si è deciso di considerarlo come se fosse una portata media. Allo stesso modo è stata calcolata la portata media degli anni successivi moltiplicando il valore ottenuto dalla formula di Clague & Mathews (1973) per 1,55.
A seguito delle analisi svolte da Clague & Mathews (1973), Desloges, Jones & Ricker (1989), attraverso l'analisi delle simulazioni di piena nel mondo, hanno ipotizzato l'esistenza di una relazione tra la media e il massimo flusso. Dal *Grafico – 3* si evidenzia come da una portata media, il picco massimo si trova tra due e sei volte la portata media. Il valore due corrisponde ad un dato di tipo conservativo mentre il sei corrisponde alla situazione peggiore. Da questa affermazione si è quindi ricavato il valore della portata massima nei dieci anni successivi e si è osservato come questo possa corrispondere a 132 m^3/sec nel 2028.

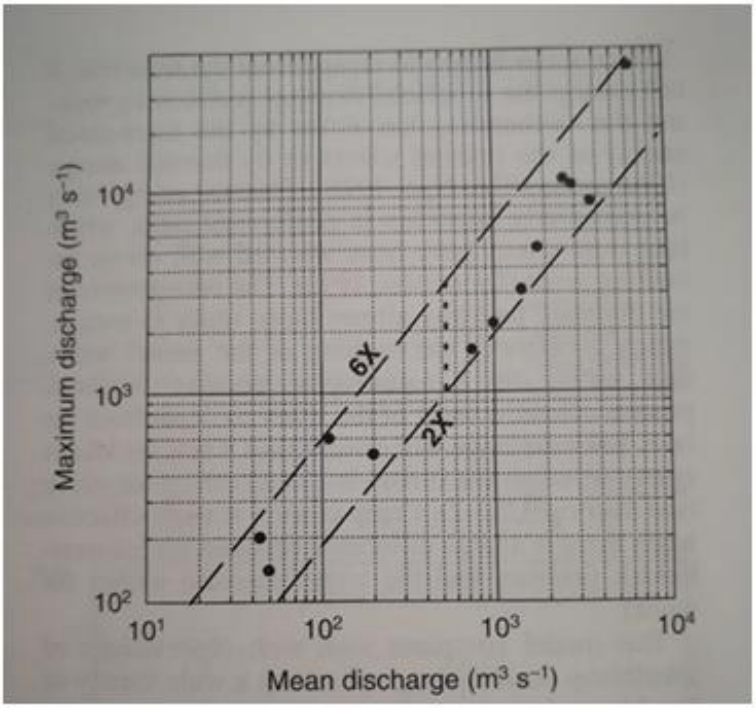


Grafico 3 - Grafico che rappresenta il rapporto tra la portata media e quella massima. Le linee discriminanti rappresentano i valori da due a sei volte quelli realmente osservati (Desloges, Jones & Ricker, 1989)

Siccome non è detto che le portate massime calcolate corrispondano alla realtà, a queste è stato aggiunto un fattore di variabilità pari a 1,9 che tiene conto dello scioglimento del ghiaccio, delle infiltrazioni e delle possibili precipitazioni; questo perché le analisi svolte fanno riferimento ad un solo evento e non è possibile individuare con certezza le future situazioni.

Quindi, il nuovo valore della portata, al 2016, è di 125,4 m^3/sec e al 2028 di 249,69 m^3/sec. Infine, bisogna considerare che non tutto quello che viene spostato è acqua ma una parte potrebbe essere costituita da materiale solido perché la zona in prossimità del circo glaciale è caratterizzata da depositi detritici; di conseguenza, all'ultima portata è stato aggiunto un 20% di trasporto solido. Questo fa sì che il valore massimo raggiunto nel 2016 sia pari a 150,48 m^3/sec e si ipotizza un valore di 300 m^3/sec per il 2028.

Fondazione Montagna sicura a seguito delle analisi svolte sul bacino, oltre che alla delimitazione e individuazione dell'espansione del bacino nei prossimi dieci anni, ha anche ipotizzato come dovrebbe avvenire l'erosione spondale del lago e come questa si prefigurerebbe. L'erosione è dovuta non solo dall'azione dell'acqua sullo strato in ghiaccio ma anche dall'evoluzione delle temperature. Infatti, temperature più alte favoriscono e accelerano la fusione.

Nel *Grafico – 4* la linea verde rappresenta lo spessore della sponda in ghiaccio al 2008, quella rossa al 2018 mentre quella arancione è una previsione e rappresenta come dovrebbe essere la sponda nel 2028. Inoltre, sono rappresentati i livelli idrici blu per il 2018 e azzurro per il 2028.

Con questa rappresentazione si può capire come una diminuzione dello spessore del ghiaccio favorisca un possibile crollo spondale e, di conseguenza, una successiva inondazione della valle.

Inoltre, con una sempre maggiore riduzione dello spessore dell'argine in ghiaccio e una maggiore pressione legata all'acqua, diventa probabile che si verifichino eventi di rottura arginale.

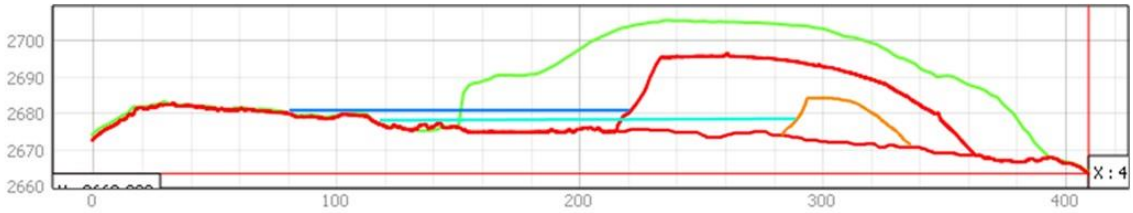


Grafico 4 - Evoluzione erosione spondale (fonte: elaborazione dati da Fondazione Montagna sicura)

Quindi diventa utile adoperare dei software di simulazione idraulica per capire quali possono essere i danni provocati dalla rottura degli argini con conseguente allagamento del territorio sottostante.

I ghiacciai e il rischio

I ghiacciai alpini hanno subito, durante il ventesimo secolo, una sensibile diminuzione di superficie e di volume (Smiraglia et al., 2015).

Come dimostra il "Nuovo catasto dei ghiacciai italiani", a cura di G. Smiraglia e G. Diolaiuti (2015), realizzato dal gruppo di glaciologia dell'Università Statale di Milano, diretto dal Professore Claudio Smiraglia, nell'ambito di un progetto condotto in collaborazione con l'associazione EvK2CNR e con il patrocinio del Comitato Glaciologico Italiano, la superficie totale coperta dai ghiacciai è di 370 km^2 ed è costituita da 903 ghiacciai, l'84% dei quali con una superficie inferiore a 0,5 km^2.

La regione maggiormente glacializzata è la Valle d'Aosta (134 km^2, 36% del totale italiano).

Il confronto tra quest'ultimo catasto e il Catasto CGI-CNR (1959-1962) mostra una riduzione della copertura glaciale del 30%.

Inoltre, si è osservato un aumento netto del numero di ghiacciai negli ultimi 50 anni dovuto all'intensa frammentazione, che ha ridotto i sistemi glaciali complessi in singoli apparati più piccoli.

Secondo il Randolph Glacier Inventory (RGI versione 6.0), l'area totale coperta da ghiaccio è pari a 15 milioni di chilometri quadrati (14.347,110 km^2), ovvero il 10% della superficie terrestre; di questa, la superficie dei ghiacciai terrestri (escluse le calotte glaciali della Groenlandia e dell'Antartide) è pari a 760.000 km^2 ed è costituita da più di 197.654 ghiacciai. Inoltre, i ghiacciai con un'area compresa tra quattro e 1.500 km^2 rappresentano i due terzi della copertura totale in ghiaccio.

Secondo il 5° rapporto del Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (2013), i dati combinati della temperatura media globale della superficie della Terra e dell'oceano, calcolati con trend lineare, indicano un riscaldamento medio di 0,85 °C nel periodo 1880-2012.

Le Alpi risultano particolarmente sensibili a questo aumento repentino di temperatura, principalmente a causa dell'orografia e della posizione geografica.

Diversi Autori hanno dimostrato come i cambiamenti climatici provochino impatti diretti sull'altezza della neve, sulla durata del manto nevoso (Scherrer et al., 2004; Durand et al., 2009; Marty 2008), sulle nevicate (Valt e Cianfarra, 2010; Serquet et al., 2011) e sul contenuto equivalente d'acqua della neve (SWE) (Marty et al., 2017b).

I ghiacciai sono le principali fonti di acqua potabile disponibili per le regioni di montagna e sono indicatori sensibili del cambiamento climatico. Le aree proglaciali, costituite da

laghi glaciali e morene, sono le più colpite dall'arretramento del ghiacciaio e del relativo scongelamento del permafrost. Questi laghi, potenzialmente instabili, si trovano spesso in zone di transizione periglaciale e possono fungere da laboratori naturali per esplorare i processi idrologici (Luo et al., 2018).

Per analizzare e studiare un ghiacciaio, rispetto a quello che è l'impatto del cambiamento climatico, diventa fondamentale definire il bilancio di massa ovvero una metodologia volta a quantificare le variazioni della massa del ghiacciaio in un periodo limitato di tempo, tendenzialmente un anno. Viene calcolato come la differenza tra la massa accumulata con le precipitazioni nevose invernali e primaverili e la massa persa per la fusione di neve e ghiaccio (ablazione) durante la stagione estiva (Arpa valle d'Aosta, 2014).

Inoltre, il bilancio tra perdite ed accumuli è legato a fattori meteorologici tra cui le precipitazioni e le temperature. Il ghiacciaio è caratterizzato da una linea di equilibrio, immaginaria, che separa la zona di accumulo da quella di ablazione. In base a dove si pone la linea si possono osservare o meno determinati problemi e fenomeni; infatti, più è posta ad un'altitudine elevata e più il ghiacciaio si ritira rapidamente.

Questa tipologia di analisi diventa sostanziale se effettuata su un significativo numero di anni perché rappresenta un indice dei cambiamenti in atto.

Infatti, le analisi svolte sulle catene montuose da circa mezzo secolo sottolineano come la progressiva riduzione areale è dovuta al continuo cambiamento termico che caratterizza l'atmosfera del pianeta.

Un ghiacciaio è un grande accumulo perenne di ghiaccio cristallino, neve, roccia, sedimenti e spesso acqua liquida che ha origine sulla terra e si sposta lungo il pendio sotto l'influenza del proprio peso e della gravità (National Snow & Ice Data Center).

Possono essere individuate due tipologie principali di ghiacciaio:

- ghiacciaio temperato: caratterizzato da una temperatura della sua massa costantemente attorno agli 0°C. Si può trovare acqua al suo interno e soltanto in inverno la parte più superficiale può essere raffreddata al di sotto dello zero;
- ghiacciaio freddo: caratterizzato da temperature di fusione al di sotto dello zero. Si differenzia da uno temperato in quanto si ha una totale assenza di acqua.

Sistema idrologico di un ghiacciaio

Lo scioglimento della superficie di un ghiacciaio può produrre grandi volumi di acqua che esercitano un'influenza significativa sui processi geomorfologici stessi.
In effetti, se si considera il periodo di maggior scioglimento (giugno – settembre) si osserva come i crepacci siano generalmente aperti, si abbia una carenza di ponti di neve, l'acqua scorre in superficie lungo canali scavati nel ghiaccio stesso. Questi sono tutti elementi che portano all'individuazione di diverse tipologie di laghi glaciali considerati come importanti fonti di stoccaggio di acqua nei periodi invernali ed estivi.
A partire da quelli che sono i ghiacciai temperati si possono distinguere tre tipologie differenti di laghi glaciali.

- Laghi *periglaciali* ovvero laghi che si sono formati nelle aree circostanti al ghiacciaio, in contatto o meno con esso.
- Laghi *epiglaciali*, quindi laghi che si formano sopra la superficie del ghiacciaio.
- Laghi *endoglaciali* ovvero bacini che si sviluppano all'interno del ghiacciaio. Queste tipologie si formano a causa di uno sbarramento naturale che impedisce il drenaggio naturale.

Come riporta Morane Fahrni nella sua tesi magistrale *"Dynamique récente de remplissage et vidange du Lac des Faverges, Glacier de la Plaine Morte" (2018),* lo svuotamento glaciale corrisponde a un drenaggio brutale e rapido di un lago glaciale. L'idrologia di alcuni ghiacciai è caratterizzata dallo svuotamento periodico o occasionale di una grande quantità di acqua in un periodo di tempo che va da qualche ora a qualche giorno; solitamente lo "scarico" di grosse quantità di acqua avviene nei mesi estivi, periodo in cui lo scioglimento del ghiaccio e della neve è ai massimi livelli. A titolo esemplificativo, viene ripreso il grafico di Haeberli (1983), riferito alle Alpi svizzere, che sottolinea come questo fenomeno sia concentrato nei mesi estivi di luglio e agosto *(Grafico – 5)*.

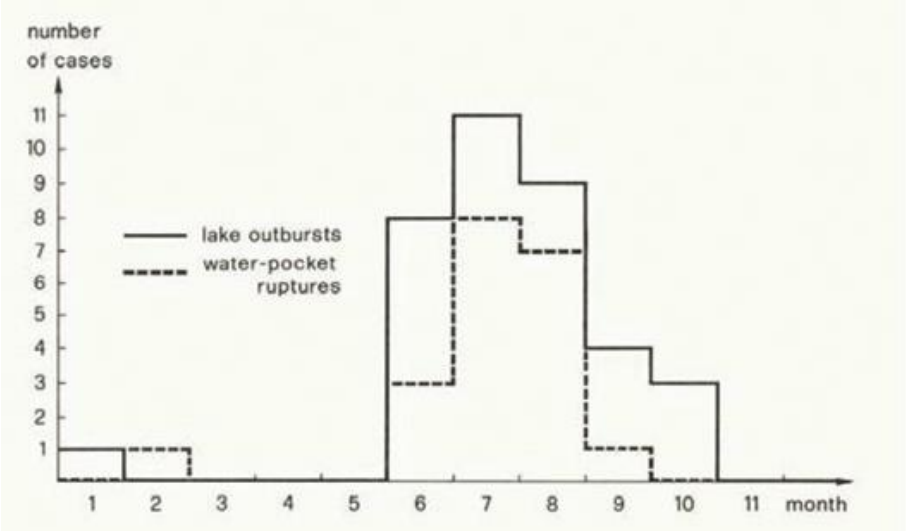


Grafico 5 - Distribuzione stagionale delle alluvioni del ghiacciaio nelle alpi svizzere

Lo svuotamento rapido di un bacino, come riportato nel *Grafico – 6*, è caratterizzato da una fase stabile in cui non si registrano particolari movimenti, da un picco improvviso corrispondente al momento in cui si ha la rottura degli argini con la relativa fuoriuscita di materiali e, infine, una fase di deflusso della piena.

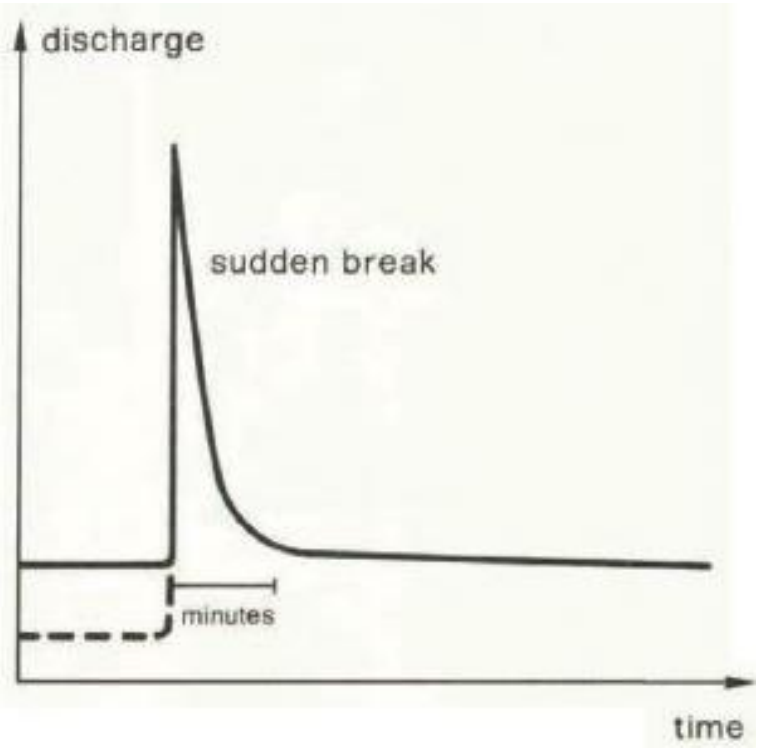


Grafico 6 - Rappresentazione dello svuotamento rapido di un bacino glaciale

Il problema che si presenta con uno svuotamento di questo tipo è che, essendo improvviso, diventa complicato mettere in atto azioni volte alla protezione della popolazione e delle infrastrutture che possono trovarsi lungo la valle interessata.
Dato che non è possibile prevederlo risulta essere infattibile allertare per tempo la popolazione per metterla in sicurezza.
È per questo motivo che diventa fondamentale definire degli interventi a monte in modo da limitare le conseguenze negative e istruire la popolazione non consapevole dei pericoli a cui può andare in contro.

Rischi legati allo svuotamento

La perdita, in alcune ore, di un grosso volume d'acqua può provocare lave torrentizie che generano ingenti danni lungo le valli percorse.
Ne è esempio recente lo svuotamento improvviso di un bacino subglaciale nel comune di Zermatt, la piena del Triftbach non ha provocato vittime, ma ha causato danni alle abitazioni e alle infrastrutture.
In effetti, la rottura di un argine in ghiaccio può provocare una colata di fango dovuta alla presenza di sedimenti morenici mescolati con l'acqua del bacino.
Queste tipologie di colate possono raggiungere anche imponenti dimensioni e raggiungere in un tempo che varia dal paio di minuti al paio d'ore i centri abitati; diventa quindi impossibile, a causa della mancanza di tempo, intervenire per permettere l'evacuazione della popolazione.
Grazie alle immagini satellitari, diventa possibile svolgere studi e analisi approfondite sull'evoluzione dei ghiacciai in modo da poter identificare la presenza di nuovi bacini che possono essere reputati pericolosi per le infrastrutture e la popolazione presente a valle dei ghiacciai stessi e per valutare i rischi legati allo svuotamento improvviso.
Inoltre, attraverso lo studio di immagini satellitari è possibile non recarsi direttamente sul campo evitando possibili rischi legati al raggiungimento di siti di difficile accesso ma anche legati ad aree comprese in parchi naturali che, in determinate situazioni, non permettono l'accesso con elicotteri o altri mezzi perché potrebbero disturbare la fauna.

Modello di stima idraulica

Dopo aver inquadrato le caratteristiche del Grand Croux è possibile definire e spiegare le attività di analisi svolte.

Il software HEC – RAS è un programma che simula la propagazione dell'onda di piena lungo il reticolo idraulico. È in grado di determinare l'altezza e il livello idrico raggiunti in un corso d'acqua nelle diverse sezioni, che lo rappresentano, in modo da evidenziare le possibili criticità del reticolo.

Il software permette di:

- effettuare simulazioni in condizioni stazionarie (steady flow) in corrente lenta, veloce o mista, calcolando i corrispettivi profili di corrente;
- effettuare simulazioni in condizioni non stazionarie (unsteady flow);
- effettuare simulazioni per la classificazione e quantificazione di processi di idrodinamica del trasporto solido relativi a fenomeni di erosione o deposizione generalizzata e/o localizzata.

Le analisi sono state svolte con delle simulazioni in condizioni stazionarie in corrente mista perché i torrenti di tipo montano sono caratterizzati da questa tipologia di moto.

Le perdite di energia che si verificano sono dovute alla scabrezza (equazione di Manning) e ai fenomeni di contrazione ed espansione del torrente stesso.

Per definire una simulazione idraulica, per prima cosa è fondamentale delineare l'area di analisi. A partire dal Modello Digitale del Terreno (DTM) della Regione Valle d'Aosta risalente al 2008 con un passo di due metri è stata delimitata la Valnontey. Inoltre, sono stati imposti il limite superiore e inferiori dell'area in analisi e coincidenti rispettivamente con la zona occupata dai ghiacciai e con la confluenza tra il torrente Valnontey e il torrente Grand Eyvia.

Il bacino idrografico analizzato è caratterizzato da una sezione di chiusura posta in prossimità del punto di confluenza tra il torrente Valnontey e il torrente Grand Eyvia; occupa una superficie di 59.468 km^2 e il suo perimetro è di 36.054 km.

Dopo aver inquadrato l'area sono state definite e rappresentate l'asta fluviale e le relative sezioni trasversali, questo perché HEC – RAS permette di ottenere risultati soddisfacenti, seppure semplificati, ragionando principalmente in una dimensione monodimensionale nel caso in cui il deflusso avvenga in una direzione prevalente. In questo caso, le caratteristiche di moto vengono valutate su ogni singola sezione trasversale e poi viene valutata l'interferenza con le sezioni contigue.

È importante che le sezioni disegnate rappresentino un'area sufficientemente ampia del corso d'acqua in modo da ottenere un modello veritiero. Per questo motivo si hanno

sezioni più o meno ampie in base all'area analizzata. Ad esempio, le sezioni che rappresentano il Prato di Sant'Orso occupano l'intero prato mentre sezioni più a monte sono ridotte.

Ogni sezione è caratterizzata da un numero progressivo crescente da valle verso monte che identifica tutti gli elementi presenti nella geometria lungo il corso d'acqua come le sezioni stesse, gli attraversamenti e le opere idrauliche trasversali e longitudinali.

Per ogni sezione è necessario definire il canale principale (channel), delimitato da argini artificiali o anche naturali, e le aree golenali (left overbank e right overbank che compongono le bank stations) che si estendono dai limiti esterni della sezione fino al limite dell'area golenale che, nel caso di questa simulazione, sono state considerate come le aree subito a destra e sinistra del canale principale, come riportato nella F*igura – 21*.

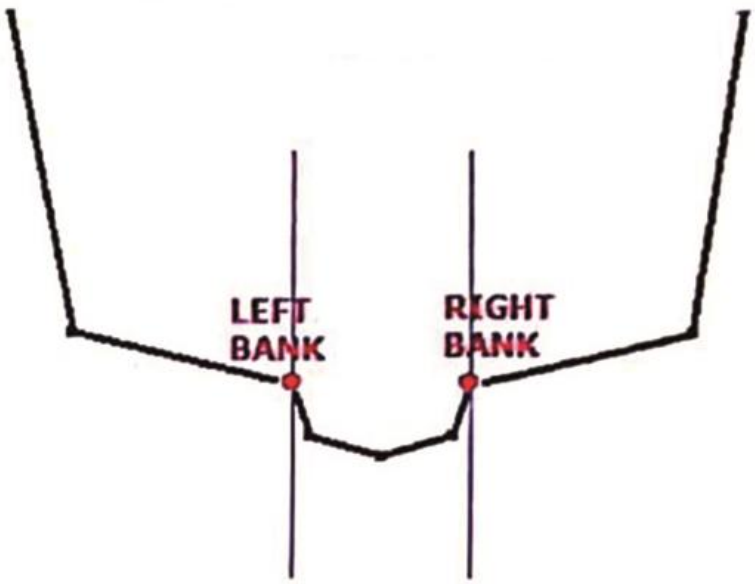


Figura 21 - Bank stations

Inoltre, è stato necessario definire i valori per le singole sezioni relativi a:

- *downstream reach length* che definisce la distanza tra due sezioni e, in questo caso è impostato su 15 metri;
- *manning's value* che corrisponde al valore di scabrezza del canale principale e delle aree golenali;
- *main channel bank stations* che definiscono gli estremi del canale principale e, ad esempio, in caso di un canale delimitato da argini artificiali, questi punti sono posti proprio sull'argine;

- *contraction expansion coefficient* che in caso di moto permanente possono variare tra 0,1 e 0,3.

Infine, è fondamentale che le bank stations vengano definite singolarmente su tutte le sezioni in modo da non ottenere errori nella simulazione finale.

Per caratterizzare maggiormente l'intera simulazione sono stati aggiunti i ponti, ovvero aree "stressate" in caso di inondazione. Ponti, tombini e restringimenti dell'alveo generano problemi in quanto non permettono all'acqua di scorrere ma viene vincolata; inoltre, con una quantità di acqua vincolata è più probabile che si verifichino delle inondazioni perché tutto il materiale trasportato tende a depositarsi.

Dopo aver definito la struttura del torrente è quindi possibile proseguire con le diverse simulazioni.

In un primo momento sono state svolte le simulazioni in condizioni di moto permanente a cui sono state associate differenti portate 4.3, 11, 21, 41, 61, 81, 101, 121 e 132 m^3/sec. Il valore 4.3 m^3/sec corrisponde al valore medio delle portate di tutto il mese di agosto 2016 (i valori sono stati presi dal Centro Funzionale Regionale della Valle d'Aosta, dal rilevatore delle portate posto in frazione Crètaz di Cogne, che elabora dati ogni 30 minuti), il valore 11 m^3/sec è la portata che è stata calcolata a seguito della rottura degli argini del lago Grand Croux in data 14 agosto 2016. 21 m^3/sec corrisponde ad una portata media calcolata al 2028 mentre gli altri valori da 41 a 132 m^3/sec sono delle portate massime calcolate come le portate medie moltiplicate per il valore sei, precedentemente spiegato rispetto alle ipotesi avanzate da Clague & Mathews (1973), Desloges, Jones & Ricker (1989).

Queste tipologie di simulazioni risultano essere molto utili perché permettono di prevedere dove dovrebbe scorrere l'acqua a seguito di un evento calamitoso.

Inoltre, è possibile definire, ipoteticamente, quali siano le aree maggiormente colpite e allagate in caso di fenomeni intesi.

Dalle simulazioni idrauliche si è osservato come, portate ridotte di 4,3 e 11 m^3/s non generano problemi rilevanti in quanto la quantità di acqua presente nel corso d'acqua resta limitata all'interno dell'alveo.

Con portate superiori tra 21 e 81 m^3/s, invece, si possono verificare degli allagamenti in aree che non destano particolari problemi.

Oltre i 100 m^3/sec si possono verificare importanti allagamenti non solo delle aree naturali ma anche di aree antropizzate.

Se si considera la portata massima di 132 m^3/s allora in danni agli edifici e alle infrastrutture possono essere ingenti *(Figura – 22)*. Infatti, se si prende in considerazione

l’abitato della Valnontey si osserva come alcuni edifici possono essere allagati; allo stesso modo il parcheggio e l’area camper posti in destra orografica subirebbero degli importanti allagamenti.
In un secondo momento si è ipotizzato di utilizzare nella simulazione una portata pari a 249.9 m^3/sec ovvero la portata massima ipotizzata al 2028 (*Figura – 23)*.
Si osserva quindi come con una portata simile le aree allagabili siano coincidenti non solo con il parcheggio della Valnontey ma anche con tutta l’area destinata a campeggio.

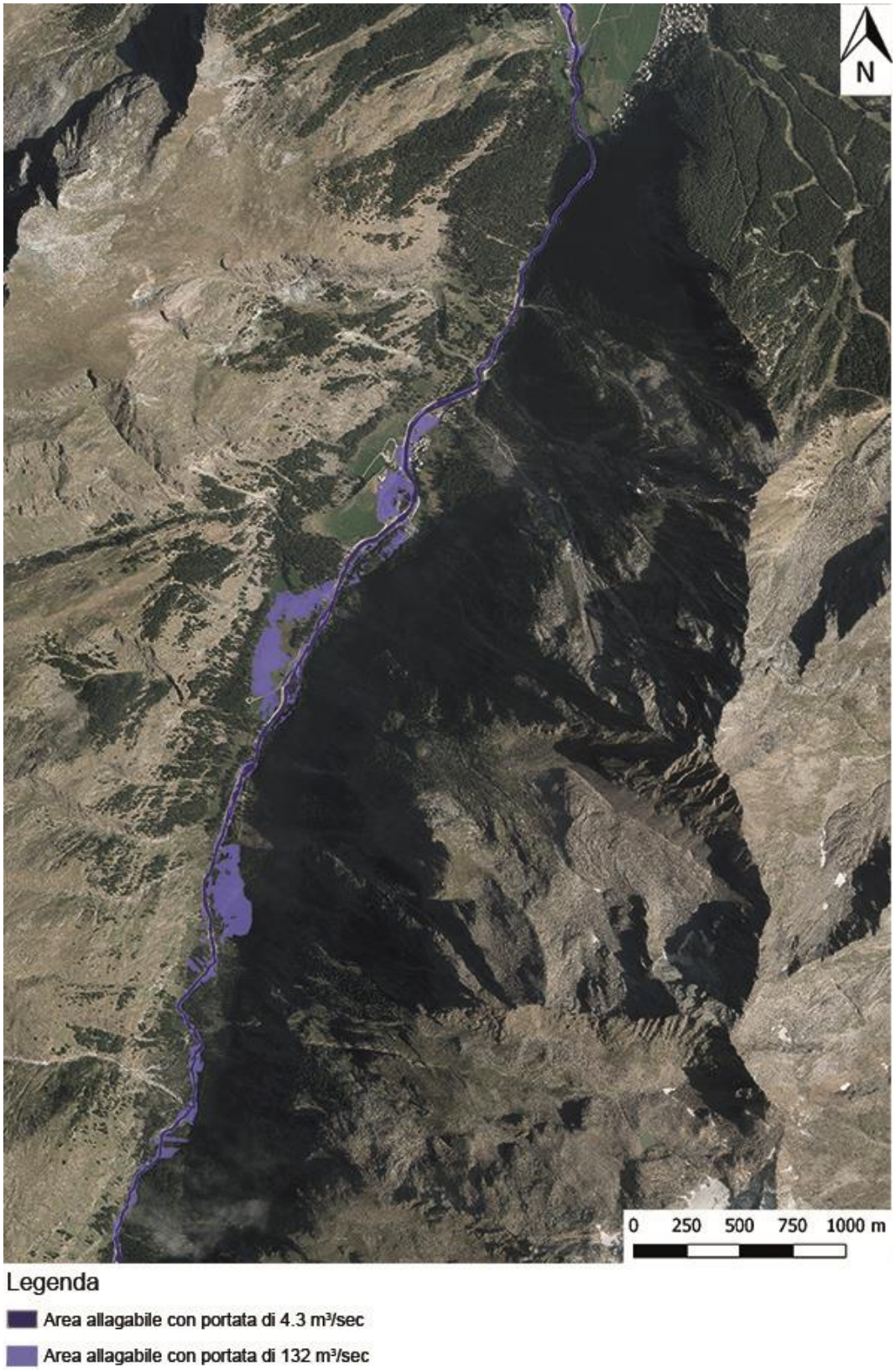


Figura 22 Aree allagabili con portate di 4.3 e 132 m^3/sec

Figura 23 - Aree allagabili con portate di 4.3 e 249.9 m³/sec

È importante sottolineare come degli studi tramite il software HEC – RAS siano già stati svolti sul torrente Grand Eyvia, sugli argini e sulle sponde maggiormente colpiti durante l'alluvione del 2000 e su cui si sono verificati gravi danni.
Per quanto riguarda la Valnontey i danni sono stati limitati ma a causa della presenza di un bacino glaciale questi potrebbero aumentare. È per questo motivo che risulta essere utile svolgere delle analisi simili definendo quindi i criteri per la messa in sicurezza del territorio. I criteri definiti possono essere utilizzati non solo sul bacino del Grand Croux ma possono essere messi in atto anche in altri territori.

Quadro pianificatorio

Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico

La legge 18/5/1989 n. 183, *"Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"* definisce finalità, soggetti, strumenti e modalità dell'azione della pubblica amministrazione in materia di difesa del suolo.

Introduce l'obbligo di redigere il Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) con finalità di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per lo sviluppo economico e sociale e la tutela degli aspetti ambientali.

Il PAI ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio.

A seguito dell'entrata in vigore del Testo Unico sull'ambiente, Decreto Legislativo 152 del 2006, la materia è regolata dagli articoli 67 e 68.

È compito dell'Autorità di Bacino individuare le aree a rischio idrogeologico, la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia e la determinazione delle misure stesse.

È caratterizzato da tre funzioni principali ovvero una prima funzione di tipo conoscitiva necessaria per lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico; una seconda normativa e prescrittiva destinata ad attività di tutela del territorio e delle acque, di valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e di definizione del rischio; l'ultima di tipo programmatica utile per definire le possibili metodologie d'intervento per la mitigazione del rischio.

Oltre all'individuazione delle aree a rischio idrogeologico sono individuati le infrastrutture e i manufatti che determinano il rischio stesso.

Sulla base di tali delimitazioni, le regioni stabiliscono le misure di incentivazione a cui i soggetti proprietari possono accedere per adeguare le infrastrutture e per rilocalizzare fuori dall'area a rischio le attività produttive e le abitazioni private.

Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni

La Direttiva 2000/60/CE, cosiddetta Direttiva Alluvioni, è stata adottata dal Parlamento Europeo in materia di "V*alutazione e gestione dei rischi di alluvioni"* ed è stata poi recepita a livello nazionale con Decreto Legislativo numero 49 del 23 febbraio 2010.
Come afferma la Direttiva, *"Le alluvioni sono fenomeni naturali impossibili da prevenire. Tuttavia, alcune attività umane (come la crescita degli insediamenti umani e l'incremento delle attività economiche nelle pianure alluvionali, nonché la riduzione della naturale capacità di ritenzione idrica del suolo a causa dei suoi vari usi) e i cambiamenti climatici contribuiscono ad aumentarne la probabilità e ad aggravarne gli impatti negativi"* (CE,2007, paragrafo 2).
Per questo motivo il fine della Direttiva è quello di "*ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture"* (CE,2007, paragrafo 3), attraverso una corretta valutazione del rischio ed un'efficace gestione delle emergenze.
La direttiva adotta diverse misure relative a prevenzione, protezione, preparazione e ricostruzione.
Misure di prevenzione:

- divieto di realizzare nuove edificazioni in aree inondabili
- demolizione e ricollocazione di volumi in aree a minor pericolosità
- riduzione della vulnerabilità di elementi esposti
- predisposizione di studi e modellazione idraulica per conoscere le modalità di propagazione delle piene

Misure di protezione:

- ripristino di sistemi naturali di espansione delle piene
- regolazione delle piene
- costruzione modifica o rimozione opere arginali
- gestione delle acque superficiali per miglioramento della capacità di drenaggio (drenaggio urbano sostenibile)

Misure di preparazione:

- piani per previsione delle inondazioni
- piani di emergenza
- informazione preventiva e preparazione

Misure di ricostruzione e valutazione post-evento:

- ripristino funzionale degli edifici
- ripristino ambientale dei corsi d'acqua
- analisi del fenomeno per valorizzare l'esperienza e migliorare le conoscenze.

Per perseguire questo scopo lo strumento di pianificazione designato è il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni da redigere a livello di distretto idrografico incentrandolo sulla prevenzione, sulla protezione e sulla preparazione.

Per valutare correttamente il rischio potenziale di alluvioni occorre definire le mappe del distretto idrografico con i relativi bacini su cui viene svolta l'analisi, una valutazione delle alluvioni avvenute in passato e di quelle che si possono generare in futuro, con notevoli conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche.

Inoltre, impone l'obbligo di redigere le mappe di pericolosità con la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo tre scenari di probabilità: scarsa (P1, eventi estremi - bassa pericolosità), media (P2, eventi con tempo di ritorno maggiore o uguale a 100 anni - media pericolosità) ed elevata (P3 - alta pericolosità) e le mappe del rischio con il numero di abitanti potenzialmente coinvolti e le attività economiche presenti.

Decreto Legislativo numero 49 del 23/02/2010, "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione"

Come precedentemente affermato, il Decreto Legislativo n. 49 del 23/02/2010 attua la Direttiva Alluvioni.

Di seguito vengono riportati alcuni estratti relativi agli articoli del Decreto Legislativo e relativi all'oggetto d'analisi.

L'Art. 2 riporta tre definizioni:

- *"alluvione: l'allagamento temporaneo, anche con trasporto ovvero mobilitazione di sedimenti anche ad alta densità, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Ciò include le inondazioni causate da laghi, fiumi, torrenti, eventualmente reti di drenaggio artificiale, ogni altro corpo idrico superficiale anche a regime temporaneo, naturale o artificiale, le inondazioni marine delle zone costiere ed esclude gli allagamenti causati da impianti fognari;*

- *pericolosità da alluvione: la probabilità di accadimento di un evento alluvionale in un intervallo temporale prefissato e in una certa area;*
- *rischio di alluvioni: la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali derivanti da tale evento".*

L'Art. 3 definisce le competenze in materia di piani:

1. Alle autorità di bacino distrettuali compete l'adozione dei piani stralcio di distretto per l'assetto idrogeologico.

2. "*Le regioni, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, provvedono, ai sensi della direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri in data 27 febbraio 2004, per il distretto idrografico di riferimento, alla predisposizione ed all'attuazione del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di Protezione Civile".*

L'Art. 4 definisce le competenze delle autorità di bacino.

Le autorità di bacino distrettuali effettuano la valutazione preliminare del rischio di alluvione che fornisce una valutazione dei rischi potenziali, principalmente sulla base dei dati registrati, di analisi speditive e degli studi sugli sviluppi a lungo termine.

La valutazione comprende almeno i seguenti elementi: cartografie tematiche del distretto tematico; descrizione delle alluvioni avvenute in passato che hanno avuto notevoli conseguenze negative; descrizione di alluvioni significative avvenute in passato che pur non avendo avuto notevoli conseguenze negative potrebbero averne in futuro; valutazione delle potenziali conseguenze negative di future alluvioni.

L'Art. 6 stabilisce i contenuti delle mappe di pericolosità.

2. Le mappe di pericolosità da alluvione contengono la perimetrazione, da predisporre avvalendosi di sistemi informativi territoriali, delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i seguenti scenari:

- *"scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;*
- *alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità);*
- *alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità)".*

5. Le mappe del rischio di alluvioni indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni e prevedono quattro classi di rischio espresse in termini di:

- *"numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;*
- *infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole, etc.);*

- *beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nell'area potenzialmente interessata;*
- *distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;*
- *impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente interessate, individuate all'allegato 9 alla parte terza del decreto legislativo n. 152 del 2006;*
- *altre informazioni considerate utili dalle autorità di bacino distrettuali, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento".*

Tra le aree protette potenzialmente interessate si hanno le aree designate per l'estrazione di acque destinate al consumo umano (art. 7 Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE - Acque utilizzate per l'estrazione di acqua potabile); le aree per la protezione di specie acquatiche significative dal punto di vista economico; i corpi idrici intesi a scopo ricreativo, comprese le aree designate come acque di balneazione a norma della Direttiva 76/160/CEE; le aree sensibili rispetto ai nutrienti, comprese quelle indicate come zone vulnerabili a norma della direttiva 91/676/CEE (Direttiva Nitrati) e le zone proposte ad aree sensibili a norma della Direttiva 91/271/CEE (Direttiva Reflui urbani); le aree designate per la protezione degli habitat e delle specie, nelle quali mantenere o migliorare lo stato delle acque è importante per la loro protezione, compresi i siti pertinenti della rete Natura 2000 istituiti a norma della Direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat) e della Direttiva 79/409/CEE (Direttiva Uccelli).

L'Art. 8 definisce come i piani di gestione debbano essere redatti dalle Amministrazioni. "*Per i distretti idrografici di cui all'articolo 64 del decreto legislativo n. 152 del 2006 ("Norme in materia ambientale"), che ricadono interamente nel territorio nazionale le amministrazioni, ciascuna per la parte di propria competenza, predispongono o un unico piano di gestione ovvero una serie di piani di gestione coordinati a livello di distretto idrografico"*.

L'Art. 10 stabilisce che le valutazioni di pericolosità e di rischio alluvione siano messe a disposizione dei cittadini.

"Le autorità di bacino distrettuali e le regioni afferenti al bacino idrografico in coordinamento tra loro e con il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, ciascuna per le proprie competenze, mettono a disposizione del pubblico la valutazione

preliminare del rischio di alluvioni, le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni ed i piani di gestione del rischio di alluvioni".

Infine, la Direttiva Alluvioni individua le Aree a Rischio Significativo (ARS), aree in cui le condizioni di rischio potenziale sono significative e per le quali è necessaria una gestione specifica. L'autorità di Bacino del fiume Po ha ipotizzato di raggrupparle in tre distinti livelli di gestione (distrettuale, regionale e locale) in relazione alla rilevanza della criticità ed alla complessità degli interventi da mettere in atto.

- *Livello distrettuale*, a cui corrispondono nodi critici di rilevanza strategica per le situazioni presenti di rischio elevato o molto elevato che coinvolgono insediamenti abitativi e produttivi di grande importanza e le principali infrastrutture e vie di comunicazione.
- *Livello regionale*, a cui corrispondono situazioni di rischio elevato e molto elevato per le quali è necessario il coordinamento delle politiche regionali alla scala di sottobacino. In Valle d'Aosta ne sono state individuate sei di cui cinque di tipo idraulico localizzate lungo il corso della Dora Baltea e una di tipo "diffuso" comprendente i conoidi dei torrenti soggetti anche a fenomeni di tipo misto (detritico - torrentizio).
- *Livello locale* è il sottoinsieme più vasto di tutte le situazioni degli elementi a rischio emersi dalle mappe nel territorio regionale. Riguarda tutte le aree che non ricadono nelle classi di rischio R3 e R4.

Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni

La Direttiva europea 2007/60/CE (Direttiva Alluvioni), recepita nel diritto italiano con Decreto Legislativo del 23 febbraio 2010 n. 49 ha introdotto all'articolo sette il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA).

Si tratta di un piano strategico che si occupa di diverse fasi di gestione del rischio tra cui prevenzione, protezione, preparazione, previsione di alluvione e allertamento, ed è utile come riferimento per tutti i piani e gli strumenti attuativi ai diversi livelli territoriali in materia di Protezione Civile e urbanistica.

Lo scopo è la definizione di obiettivi appropriati per la gestione dei rischi di alluvioni ponendo l'accento sulla riduzione delle potenziali conseguenze negative che un evento potrebbe avere per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e l'attività economica.

Il Piano può comprendere la promozione di pratiche sostenibili di utilizzo del suolo, il miglioramento di ritenzione delle acque nonché l'inondazione controllata di certe aree in caso di fenomeno alluvionale.

Si concentra su tre obiettivi principali:

- *"migliorare nel minor tempo possibile la sicurezza delle popolazioni esposte utilizzando le migliori pratiche e le migliori tecnologie disponibili a condizione che non comportino costi eccessivi;*
- *stabilizzare nel breve termine e ridurre nel medio termine i danni sociali ed economici delle alluvioni;*
- *favorire un tempestivo ritorno alla normalità in caso di evento"* (AdbPo, 2016, p.1).

Inoltre, le azioni del Piano possono essere sintetizzate in:

- *azioni di tipo strutturale* (difesa del territorio – opere di difesa e di sistemazione idraulica);
- *azioni di tipo non strutturale* (controllo e regolamentazione dell'uso del suolo; vincoli d'uso; approfondimento delle conoscenze e messa a punto di sistemi previsionali; preparazione della popolazione);
- *azioni di Protezione Civile* (previsione, monitoraggio, sorveglianza ed allertamento; pianificazione della gestione dell'emergenza; risposta del sistema in caso di inondazione).

Il PGRA deve contenere le cartografie della pericolosità e del rischio di alluvioni: esse costituiscono il punto di partenza per gli obiettivi e le strategie del piano, che necessitano di una corretta conoscenza del territorio per poter essere efficaci.

Inoltre, al Capo II *"Valutazione preliminare del rischio di alluvioni"*, disposto dalla Direttiva alluvioni, è prevista una valutazione dei rischi potenziali del distretto idrografico analizzato.

Sul territorio italiano non viene svolta questa prima fase di valutazione perché si ha già una pianificazione di bacino redatta dalle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali ai sensi della Legge 183/89 *"Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*" e ai sensi dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Le informazioni ricavate sono ritenute sufficienti per procedere all'elaborazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni.

Le prime riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari: alluvioni rare con

tempo di ritorno fino a 500 anni, poco frequenti con tempo di ritorno tra i 100 e i 200 anni e frequenti con tempo di ritorno 20 – 50 anni.
Le seconde segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche ecc.) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi (R1 - Rischio moderato o nullo, R2 - Rischio medio, R3 - Rischio elevato e R4 - Rischio molto elevato).

Confronto tra PAI e PGRA

Rispetto ai piani precedentemente analizzati si individuano alcune importanti differenze. La prima riguarda i soggetti competenti; infatti, il PAI è predisposto a scala di bacino idrografico dei fiumi di competenza rispettivamente dalle Autorità di bacino regionali, interregionali e nazionali mentre il PGRA viene definito sotto il coordinamento di un unico soggetto e con la convergenza delle Amministrazioni regionali e delle Province autonome presenti nel Distretto.
Inoltre, le Regioni in coordinamento tra loro e con la Protezione Civile devono predisporre la parte dei piani di gestione per il distretto idrografico relativa al sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di Protezione Civile.
Una seconda differenza riguarda la delimitazione delle aree allagabili.
È stato rilevato che la cartografia relativa al PAI non risulta totalmente adeguata al D. Lgs. 49/2010 perché le aree allagabili del Piano di bacino non corrispondono perfettamente a quelle del PGRA. Questo ha portato ad un aggiornamento della cartografica con la relativa delimitazione delle aree allagabili sui corsi d'acqua del Reticolo Principale non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali nel PAI, delle aree allagabili dei corsi d'acqua già interessati dalle fasce fluviali del PAI, delle aree allagabili del reticolo secondario e con la classificazione degli elementi esposti al rischio.
Inoltre, rispetto agli aggiornamenti svolti, oltre alla verifica di conformità dei Piani, in coordinamento con le Regioni del Distretto, sono state riviste le Norme di Attuazione (NdA) del PAI e del PAI Delta per integrarle in relazione alla necessità di acquisire i nuovi quadri conoscitivi del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.
Diventa utile confrontare anche le finalità preposte dai due Piani; il PAI ha come obiettivo la prevenzione riferita al governo del territorio e, di conseguenza, costituisce fondamentale riferimento per la pianificazione urbanistica. Il PGRA, invece, si interessa

del governo dei possibili eventi alluvionali con ampi risvolti riferiti all'azione di Protezione Civile.
Si può quindi affermare che il PGRA agisce in un'ottica di coordinamento con il PAI e la Pianificazione di emergenza della Protezione Civile creando un sistema coordinato di piani per la gestione di tutte le fasi del ciclo del rischio.

Legge Regionale 11/1998 Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta

Nel 1998 viene approvata la Legge regionale numero 11 relativa alla *"Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta".* La Regione si pone come obiettivo la determinazione delle condizioni giuridiche riguardanti l'uso del territorio, idonee a perseguire lo sviluppo sostenibile.
Si interessa della pianificazione territoriale - paesistica, urbanistica, di settore e della programmazione generale e settoriale in modo da perseguire uno sviluppo sostenibile "*gestendo le risorse in modo misurato e compatibile con l'ambiente, tutelando il paesaggio e i beni culturali, riservando all'agricoltura le buone terre coltivabili, perseguendo il pieno recupero del patrimonio edilizio, qualificando le zone a destinazione artigianale e industriale e riservando aree adeguate agli impianti ed alle strutture di interesse pubblico, evitando l'edificazione sparsa e favorendo una distribuzione equilibrata della popolazione sul territorio"* (Art. 1, comma 3, Principi fondamentali).
Fondamentali in questo lavoro risultano essere il titolo II, Pianificazione Regionale, il titolo III, Pianificazione Comunale e il titolo V, Ambiti inedificabili.
Il titolo II si riferisce al Piano Territoriale Paesistico, piano che si interessa di azioni di tutela e valorizzazione dei beni immobili di interesse artistico e storico soggetti alla legge 1° giugno 1939, n. 1089 (Tutela delle cose d'interesse artistico), e dei beni paesistici e ambientali di cui alla legge 29 giugno 1939, n. 1497 (Protezione delle bellezze naturali), e al decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312 (Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale), convertito in legge 8 agosto 1985, n. 431, e dei beni di interesse storico, artistico e paesistico di cui alla legge regionale 10 giugno 1983, n. 56 (Misure urgenti per la tutela dei beni culturali).
Inoltre, lo stesso piano persegue gli obiettivi di assicurare uno sviluppo sostenibile, di tutelare e valorizzare il paesaggio, di rendere evidenti e fruibili i valori e di garantire la stabilità ecologica.

Il titolo III invece tratta la Pianificazione Comunale; il Piano Regolatore Generale Comunale è lo strumento generale di pianificazione urbanistica. Il Piano stesso dà applicazione ai principi dell'articolo 1, sopraenunciati.
Assicura lo sviluppo sostenibile attraverso la tutela del paesaggio e dei beni culturali, archeologici, ambientali e naturali e la salvaguardia delle aree adatte agli usi agricoli e agro-silvo-pastorali; il contenimento del consumo di suolo e l'individuazione delle parti di territorio da destinare a nuova edificazione e le modalità di trasformazione del territorio stesso.
Infine, il titolo V si interessa degli Ambiti inedificabili relativo ad aree boscate, zone umide e laghi, terreni sedi di frane, a rischio di inondazioni, di valanghe o slavine.

Piano Territoriale Paesistico

Il Piano Territoriale Paesistico è approvato con Legge Regionale 10 aprile 1998, n. 13, *"Approvazione del piano territoriale paesistico della Valle d'Aosta (PTP)"*.
È un progetto di azione collettiva, destinato ad orientare lo sviluppo della regione, è uno strumento di governo del territorio regionale. Deve costituire il quadro di riferimento per le attività, pubbliche e private, che investono l'assetto del territorio, gli sviluppi urbanistici, la tutela e la valorizzazione del paesaggio, dell'ambiente e del patrimonio storico.
Inoltre, si interessa di aspetti urbanistico - territoriali e paesistico - ambientali, di sviluppo e di tutela.
Il PTP propone una nuova strategia di sviluppo che tiene in conto i problemi e i rischi ambientali e ma anche le potenzialità del territorio stesso. Le principali direttrici della strategia riguardano pertanto:

- *"il rafforzamento dell'identità europea della Valle;*
- *la scelta di forme sostenibili di sviluppo, soprattutto per quel che concerne il turismo;*
- *la valorizzazione dell'eccezionale patrimonio naturale e culturale;*
- *la riorganizzazione urbanistica e territoriale, volta in particolare a consentire di riabitare, in forme moderne, una montagna storicamente abitata"* (Relazione illustrativa del PTP, 2013, p.13).

Importante è l'articolo 10 delle Norme di Attuazione in quanto viene sottolineato come il territorio sia articolato in parti omogeneamente caratterizzate dalla prevalenza di una o più componenti paesistico - ambientali, nelle quali si applicano indirizzi differenziati di

modalità di azione e di intervento, di usi ed attività e di condizioni operative. In aggiunta il territorio è classificato secondo sistemi e sottosistemi (*Figura – 24)*:

- sistema delle aree naturali (alta montagna e aree naturali);
- sistema dei pascoli;
- sistema boschivo;
- sistema fluviale;
- sistema insediativo tradizionale (articolato in sottosistemi a sviluppo integrato, a sviluppo residenziale e a sviluppo turistico);
- sistema urbano.

A questa classificazione corrisponde una definizione per ogni sistema e le relative tipologie di intervento che possono essere svolte. Esse si riferiscono ad azioni di conservazione, restituzione, riqualificazione e trasformazione.

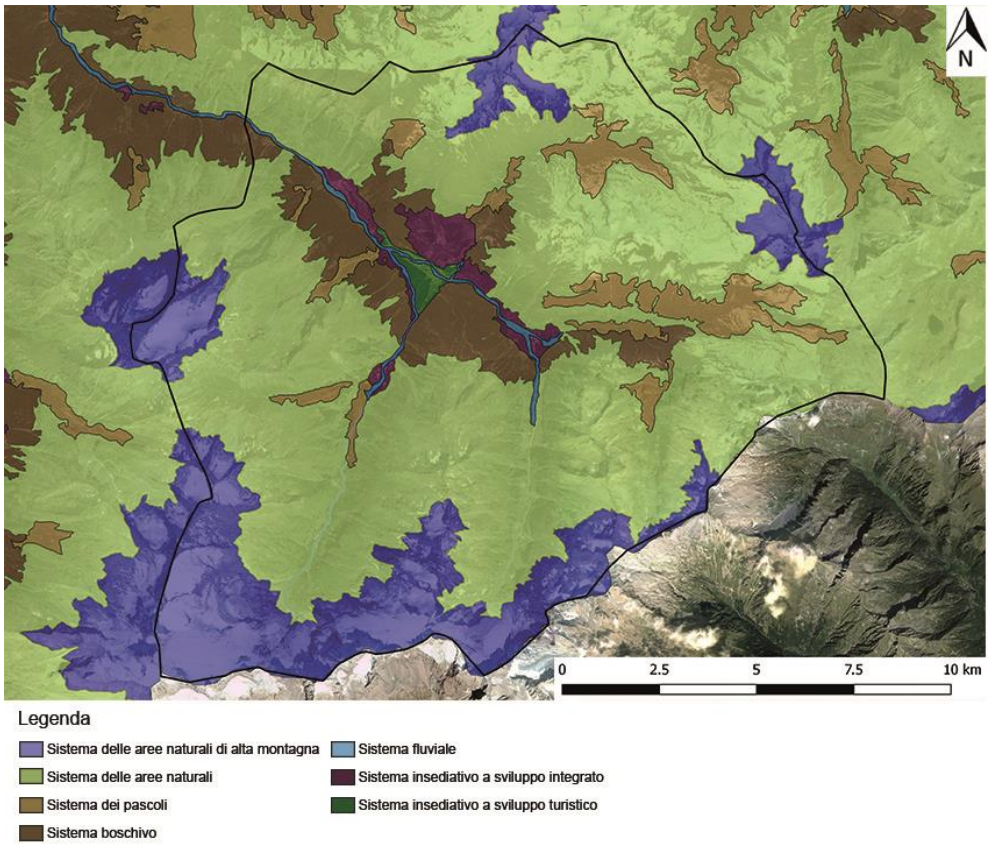


Figura 24 - I sistemi del Piano Territoriale Paesistico

Parco Nazionale del Gran Paradiso

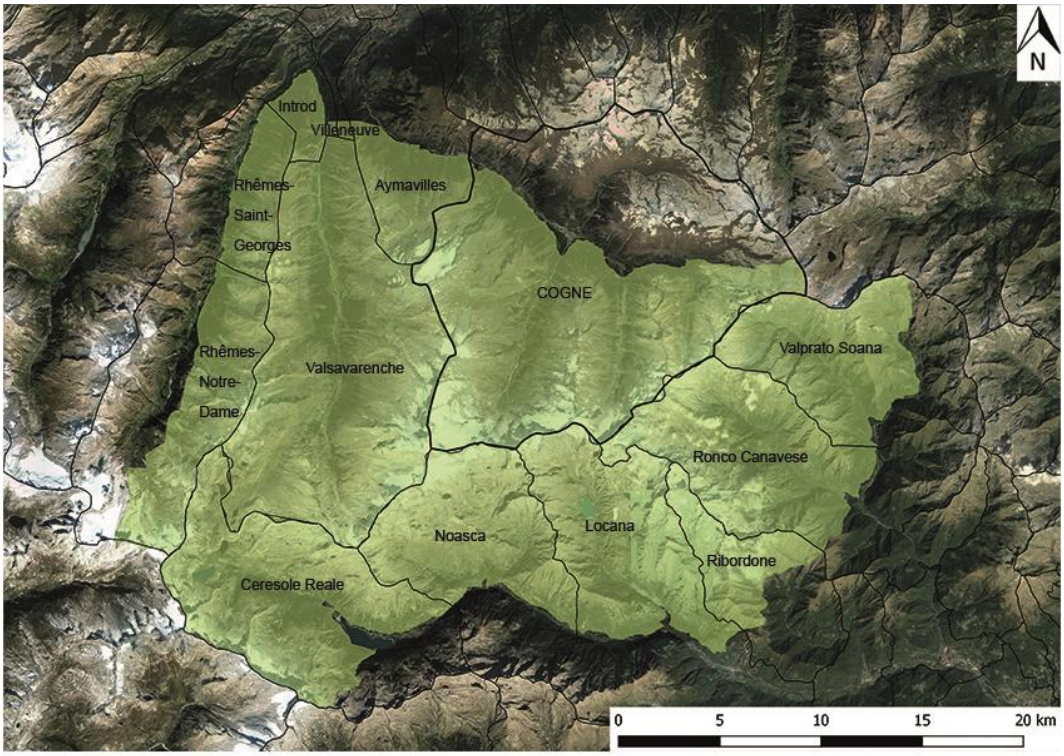


Figura 25 – Comuni del Parco Nazionale del Gran Paradiso

L'Articolo 39 del PTP individua, per il comune di Cogne, al comma 1, lettera a, il Parco Nazionale del Gran Paradiso.

Nell'area ricadono il massiccio omonimo e cinque valli tra Piemonte e Valle d'Aosta. Inoltre, il parco stesso confina con il Parco francese della Vanoise.

I Comuni del Parco sono Aymavilles, Ceresole Reale, Cogne, Introd, Locana, Noasca, Ribordone, Rhêmes-Notre-Dame, Rhêmes-Saint-Georges, Ronco Canavese, Valprato Soana, Valsavarenche e Villeneuve (*Figura – 25)*.

Il Parco, nel comune di Cogne, occupa l'intera sinistra orografica dei torrenti Grand Eyvia ed Urtier, escluso il centro storico, e la valli di Trayo, Poucet, Ors, Valnontey, Valeille e Eaux Rousses.

Il Parco fa parte del sistema regionale delle aree naturali protette ed è definito come Sito di Interesse Comunitario (SIC) e designato come Zona di Protezione speciale (ZPS) ai sensi della Direttiva n. 43 del 21 maggio 1992, Direttiva del Consiglio *"relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche"*, conosciuta come Direttiva Habitat.

Il parco presenta i caratteri fondamentali di un “paesaggio culturale” di eccezionale valore ma con segni di crisi che possono essere affrontati attraverso dinamiche economiche, sociali e culturali.

Il territorio è caratterizzato da particolari caratteristiche fisiche e climatiche che permettono uno sviluppo totalmente diverso rispetto ad altri territori. In quest’area, infatti, si sviluppano modelli di domanda di tipo turistica.

Inoltre, il territorio che ricade al suo interno è un territorio già pianificato sia a scala locale che a quella provinciale e regionale.

Allo stesso tempo il territorio risulta coperto da vincoli soprattutto in territorio valdostano e sotto il profilo paesistico - ambientale.

Per di più, il livello di rischio idrogeologico è da considerarsi elevato nonostante gli interventi effettuati, anche in presenza di bassa pressione antropica delle Valli. In generale, le principali cause di dissesti si riferiscono a:

- *“Scarsa o nulla manutenzione e pulizia degli alvei;*
- *Presenza di rilevati stradali occupanti parti più o meno importanti della sezione stradale;*
- *Abitazioni a ridosso degli alvei;*
- *Ponti e altri manufatti di attraversamento di luce insufficiente, con pile in alveo”* (Relazione illustrativa PNGP, 2019, p.15).

Il sistema insediativo è strutturato lungo il fondovalle e costituisce, a corona del Parco, il supporto fondamentale per l’organizzazione della fruizione e per il presidio del territorio. In qualunque caso si ha un paesaggio antropizzato fino ad alte quote attraverso il sistema degli alpeggi e dei percorsi intervallivi.

Superfici del sistema insediativo per categorie d'uso		
(fonte: studi propedeutici 1997 aggiornati 2003)		
	ha	%
Edificato storico	56.67	24.50
Edificato recente a bassa densità	23.06	10.00
Edificato recente ad alta densità	36.39	15.80
Edificato sparso	40.48	17.50
Aree per servizi	3.90	1.70
Insediamento produttivo	10.51	4.50
Aree verdi e sportive	16.68	7.20
Cave, cantieri, aree alluvionate*	22.98	9.90
Campeggi	12.43	5.40
parcheggi isolati e di bordo	7.94	3.40
Totale	**231.04**	**100.00**
*percentuale su aree di studio del 1997, pari a 91'000 ha		

Tabella 3 - Sistema insediativo per categorie d'uso (fonte: relazione illustrativa del PNGP)

Nella *Tabella – 3* si osserva come la maggior parte del territorio del Parco sia occupato da un edificato storico (24.50%) mentre il 17,50 % è caratterizzato da edificato sparso.
Nelle valli valdostane, sebbene con densificazioni più o meno forti, l'edificazione recente si è sviluppata in modo più distribuito sul territorio ed in continuità con il sistema storico.
A Cogne, si ha un maggior abbandono sia dei nuclei che delle pertinenze, infatti si osservano fenomeni di rinaturalizzazione che sottolineano una minor attenzione nel recupero; su oltre 80 tratte di sentieri, 5 tratte (6%) non sono più visibili, 17 tratte (20%) sono in peggioramento e 9 tratte (11%) in miglioramento.
Le Linee Guida del Parco del 2001 riguardano progetti di particolare interesse relativi alla formazione di una rete informativa per diffondere la conoscenza e l'immagine del Parco, di infrastrutture di fruizione, per migliorare la fruibilità del parco, di accessibilità e percorribilità per distribuire i flussi turistici, di promozione dell'alpicoltura.

Linee strategiche

Il Parco opera lungo tre linee strategiche:

- *"quello concernente la conservazione delle risorse naturali, la valorizzazione dell'immagine del Parco e dei caratteri di naturalità che lo contraddistinguono in ambito europeo;*

- *quello concernente lo sviluppo sostenibile delle popolazioni locali, per contrastarne le dinamiche di spopolamento e migliorarne la qualità della vita;*
- *quello concernente lo sviluppo sostenibile del turismo e la 'qualità globale' dei prodotti e dei servizi per i visitatori"* (Relazione illustrativa, 2019, p.97).

Rispetto alla prima linea strategica, l'Ente ha come obiettivo il mantenimento della biodiversità del territorio attraverso azioni di protezione e recupero.

Inoltre, pone attenzione su quella che è la tutela idrogeologica delle esigenze economiche e della valenza paesistica e fruitiva. La gestione e il controllo sottolineano però esigenze legate alla funzionalità dei sistemi idrografici e alla sicurezza della popolazione insediata. In aggiunta vuole puntare sullo sviluppo della fruizione sociale attraverso la qualificazione di servizi e strutture.

La seconda linea punta sul miglioramento dell'accessibilità ai beni attraverso una migliore dotazione di servizi e la promozione di spazi per la socializzazione; tenta di puntare su nuove pratiche e tecniche agro-pastorali, sul recupero del patrimonio esistente e di sviluppare un'immagine unitaria del Parco attraverso sinergie tra le varie comunità.

L'ultima strategia si interessa della conservazione delle identità locali con il recupero delle aree degradate e con il mantenimento delle tradizioni culturali. Cerca di salvaguardare i valori naturali, paesistici e culturali e di sviluppare le economie locali.

A ciascuna linea strategica sono state affiancate delle azioni che possono essere riassunte in tre categorie principali: la messa in rete delle risorse, le azioni a livello locale e le azioni a livello settoriale.

Il quadro strategico che viene delineato fa riferimento ad una prospettiva di lungo periodo e coinvolge una pluralità di stakeholders. Definisce le linee guida da seguire nei progetti futuri e dei possibili effetti che le azioni genereranno sul territorio.

Il Piano per il Parco

Il Piano per il Parco (PP) è stato approvato con deliberazione n. 349 del 22 marzo 2019 della Regione Autonoma Valle d'Aosta e deliberazione n. 32-8597 del 22 marzo 2019 della Regione Piemonte.

L'obiettivo del Piano corrisponde alla tutela dei valori naturali ed ambientali, dei valori storici, culturali, antropologici, tradizionali attraverso la conservazione e la valorizzazione delle specificità del territorio, del paesaggio e dell'ambiente; inoltre persegue la promozione e lo sviluppo sociale ed economico della popolazione locale.

Come già accade nel PTP, il PP disciplina le modalità d'intervento e trasformazione del territorio attraverso azioni di conservazione, mantenimento anche attraverso il recupero purché implichi modifiche solo marginali, restituzione per il ripristino di condizioni ambientali alterate, riqualificazione per valorizzare le risorse e di trasformazione per il potenziamento e la realizzazione di insediamenti e infrastrutture.
Le Norme tecniche di Attuazione definiscono anche quattro classi di zonizzazione del territorio che fanno riferimento a un diverso grado di tutela e protezione.
Queste sono:

- *"zone A, di riserva integrale;*
- *zone B, di riserva generale orientata;*
- *zone C, di protezione;*
- *zone D, di promozione economica e sociale"* (Art.8, comma 1, NTA, 2019).

Il piano si interessa anche della tutela di singolarità morfologiche come i ghiacciai, i torrenti e tutti gli elementi principali del sistema idrografico. In queste aree sono vietati interventi di trasformazione e nuova edificazione ma sono ammessi interventi espressamente autorizzati dall'Ente Parco con progetti che favoriscono la fruibilità e la valorizzazione dei beni.
A tali aree si aggiungono anche le zone adibite a bosco, la protezione della flora e della fauna, gli agglomerati di interesse storico e artistico.
All'articolo 25 delle NTA sono individuate le aree di riqualificazione e di recupero ambientale. L'Ente Parco in collaborazione con i Comuni e i portatori di interesse definisce i Progetti-Programmi Attuativi (PPA). Gli obiettivi sono relativi alla riqualificazione, alla mitigazione degli impatti dei flussi turistici, al recupero dei caratteri del paesaggio agrario. Alla lettera "j" del comma 2 dell'articolo 33 viene individuato l'intervento riguardante Cogne; "*il PPA7 di riqualificazione di Valnontey (comune di Cogne): prevede una serie d'interventi finalizzati al riordino e alla riqualificazione dell'area con la regolamentazione degli accessi veicolari, il recupero di aree degradate, la valorizzazione delle aree di interesse naturalistico, la formazione di percorsi fruibili da utenze disabili, il coordinamento della segnaletica"*.

Il Piano direttore

Il piano direttore è un documento che contiene la zonizzazione, le norme attuative e vincolanti e i piani di settore del Parco.

All'interno del documento, il territorio è stato suddiviso in quattro aree e fa riferimento all'articolo 9 delle Norme tecniche di Attuazione:

- *"A – riserve integrali nelle quali l'ambiente naturale è conservato nella sua integrità";* suddivisa in:
    - *"A1 – di riserva integrale"*, ovvero aree di alta quota;
    - *"A2 – sistema delle aree naturali"* in cui sono ammessi interventi di recupero e riqualificazione.

  In queste zone prevale la conservazione dell'ambiente naturale; la fruizione è di carattere naturalistico, scientifico, didattico e culturale. Le uniche attività consentite riguardano la conservazione, il recupero e la riqualificazione.
- *"B - riserve generali orientate, nelle quali è vietato costruire nuove opere edilizie, ampliare le costruzioni esistenti, eseguire opere di trasformazione del territorio. Possono essere tuttavia consentite le utilizzazioni produttive tradizionali, la realizzazione delle infrastrutture strettamente necessarie, nonché interventi di gestione delle risorse naturali a cura dell'Ente Parco. Sono ammesse altresì opere di manutenzione delle opere esistenti, ai sensi delle lettere a) e b) del primo comma dell'art.31 L.5/8/1978 n.457";* suddivisa in:
    - *"B1 – riserve orientate"*, comprendente aree boscate;
    - *"B2 – riserve orientate ai pascoli".*

  Per tali zone si intende potenziare le funzionalità ecosistemica e le attività che vengono svolte sono di tipo naturalistico e agro-silvo-pastorale. Inoltre, sono consentiti interventi di conservazione, mantenimento, recupero e riqualificazione.
- *"C – aree di protezione nelle quali, in armonia con le finalità istitutive e in conformità ai criteri generali fissati dall'Ente Parco, possono continuare, secondo gli usi tradizionali ovvero secondo metodi di agricoltura biologica, le attività agro-silvo-pastorali nonché di pesca e raccolta di prodotti naturali ed è incoraggiata anche la produzione artigianale di qualità. Sono ammessi gli interventi autorizzati ai sensi delle lettere a), b), c) del primo comma dell'art.31 della citata legge, salvo l'osservanza delle norme di piano sulle destinazioni d'uso";* queste sono definite come *"zone agricole di protezione".*

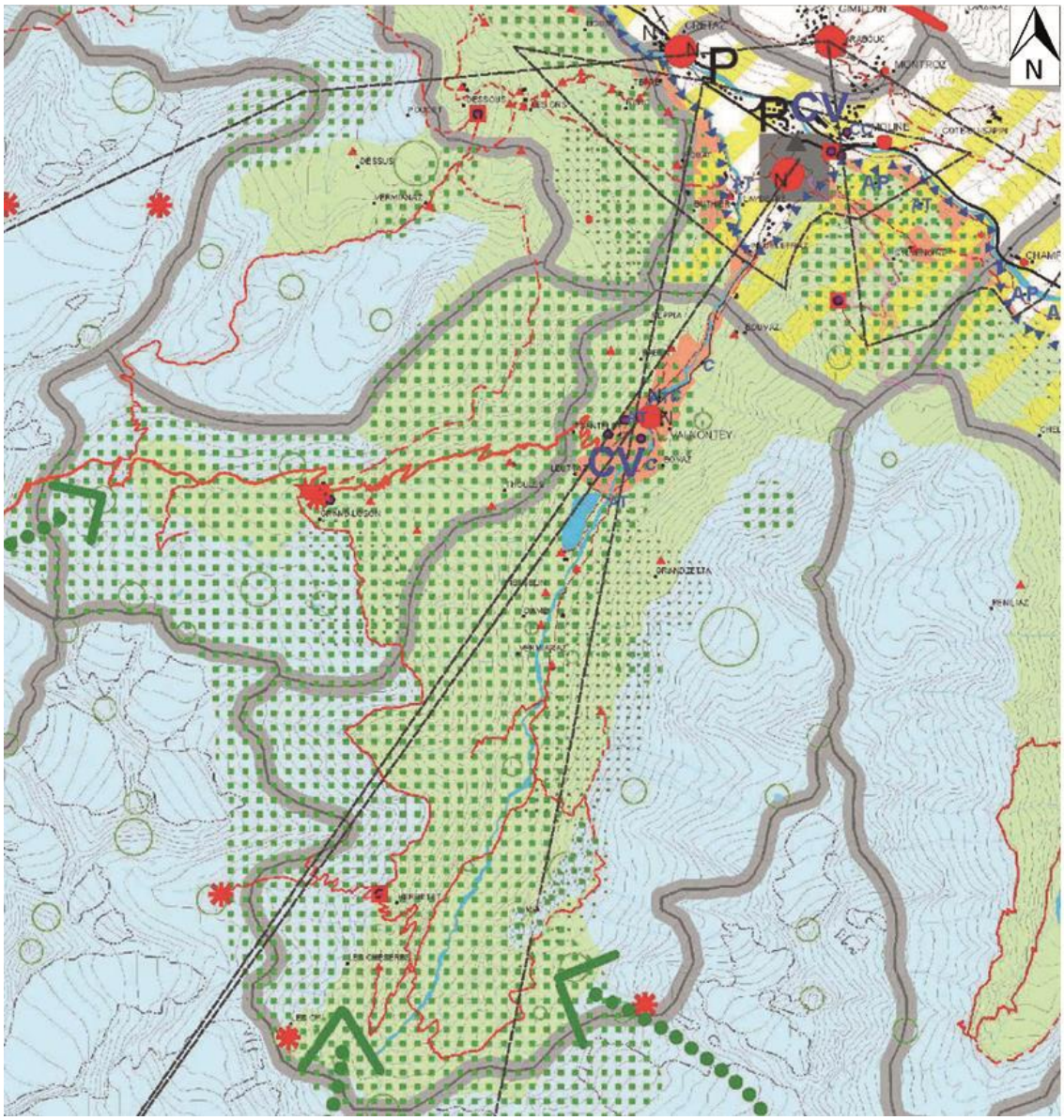
  Gli usi e le attività sono finalizzati alla manutenzione, al ripristino e alla riqualificazione delle attività agricole, unitamente ai segni fondamentali del paesaggio naturale ed agrario. Possono essere svolti interventi che migliorino la fruibilità turistica.

- *“D – aree di promozione economica e sociale facenti parte del medesimo ecosistema, più estesamente modificate dai processi di antropizzazione, nelle quali sono consentite attività compatibili con le finalità istitutive del Parco e finalizzate al miglioramento della vita socioculturale delle collettività locali e al miglior godimento del Parco da parte dei visitatori” (Relazione illustrativa – 2019);* definite *“zone di promozione economico-sociale”.*
    - *“D1 – aggregati di interesse storico culturale”,* in aree caratterizzate da strutture storiche.

  Sono zone che ospitano attività e servizi utili alla fruizione e alla valorizzazione del Parco e allo sviluppo economico e sociale. Gli interventi sono relativi ad attività di riqualificazione, recupero e trasformazione.

Dalla carta di inquadramento del Parco (*Figura – 26)* si osserva come la Valnontey sia caratterizzata da aree di monitoraggio per particolare sensibilità faunistica e anche da aree di elevato valore floristico, vegetazionale e forestale; nonché da aree semi naturali di protezione (zone B1 e B2). Le quote più elevate, invece, sono occupate dal cuore naturale del Parco (zone A1 e A2), mentre la frazione Valnontey ricade all’interno di aree insediate all’interno del Parco (zone C e D).

Rispetto alle caratteristiche della Valnontey bisogna sottolineare come sia fondamentale capire in che modo intervenire in un’area parco anche perché tutte le ipotesi di intervento invasive o meno devono essere approvate da parte dell’Ente Parco.



Legenda

- Unità di paesaggio
- Principali punti panoramici e coni visuali (art.23)
- Unità a forte integrazione paesistica tra Parco e contesto
- Confine del Parco

Relazioni Funzionali

- Viabilità principale e di accesso ai centri
- P Parcheggi di attestamento
- N Parcheggi di servizio ai sentieri
- CV Centri visita
- Sistema delle attrezzature in quota: bivacchi, rifugi e posti tappa
- Centri del Parco
- Aree insediate interne al Parco (zone Ce D)
- AP Servizi polivalenti
- AT Attrezzature per il gioco e lo sport
- CC Centri culturali, musei, ecomusei
- C Campeggi

Relazioni storico - culturali

- Beni storici isolati
- Alpeggi storici
- Strade reali di caccia
- Sistema dei percorsi storici
- Casotti, presidi e attrezzature per la sorveglianza

Relazioni ecologiche

- Aree di monitoraggio di particolare sensibilità faunistica (art. 16)
- Principali corridoi ecologici
- Aree di monitoraggio di elevato valore floristico, vegetazionale, forestale
- Siti di interesse geomorfologico
- Laghi e rete idrografica
- Cuore naturale del Parco (zone A1 e A2)
- Aree semi-naturali di protezione (zone B1 e B2)

Scala: Fuori scala

Figura 26 - Tavola di inquadramento del PNGP (fonte: Parco Nazionale del Gran Paradiso)

Piano Regolatore Generale comunale

In data novembre 2016 è stata approvata la Variante Generale al Piano Regolatore Generale comunale di Cogne.

L'elaborato è stato adeguato alle proposte di modificazione della deliberazione di giunta regionale numero 1206 del 9 settembre 2016 ed alla DGR n. 1492 del 4 novembre 2016. La Variante è stata redatta ai sensi dell'art. 15, comma 1, Legge Regionale numero 11 1998, delle Delibere della Giunta regionale 11 aprile 2005 n. 1056 e 26 novembre 2005 n. 3979 e della lettera dell'assessore al Territorio ed Ambiente avente per oggetto: *"Ulteriori indicazioni sui contenuti della bozza di variante sostanziale ai PRG*".

L'obiettivo è l'adeguamento del PRG alla Legge Regionale Urbanistica e al Piano Territoriale Paesistico, approvato dal Consiglio Regionale nel 1998.

La variante è costituita da dieci obiettivi sotto riportati:

1. *"aggiornamento della cartografia catastale e tecnica, posta a base del PRG;*
2. *revisione generale della normativa urbanistica alla luce dell'esperienza maturata in anni di gestione del PRG vigente;*
3. *adeguamento alla realtà demografica, edilizia ed economica che si è sviluppata nel comune;*
4. *adeguamento al P.T.P., alla legge regionale urbanistica 11/98, e s.m.i., ed ai relativi provvedimenti attuativi;*
5. *aggiornamento conseguente l'entrata in vigore di numerosi provvedimenti legislativi che incidono sulle scelte urbanistiche;*
6. *predisposizione delle condizioni per lo sviluppo socioeconomico e prefigurazione dell'assetto territoriale futuro;*
7. *revisione della localizzazione degli insediamenti in funzione delle aree inedificabili conseguenti agli eventi dell'ottobre 2000;*
8. *recupero del patrimonio edilizio esistente e limitazione dell'occupazione di nuove aree;*
9. *coordinamento, per quanto possibile, con il futuro Piano del Parco del Gran Paradiso;*
10. *favorire il risparmio energetico e l'uso di energie alternative"* (Relazione illustrativa, PRGC, 2016).

Rispetto agli ambiti inedificabili, *"L'Amministrazione ha eseguito i rilievi, le analisi e le cartografie nel rispetto delle linee guida e dei criteri indicati per individuare le aree a diverso grado di rischio relativamente a zone umide e laghi (art. 34), a terreni sede di*

frane (art. 35), a terreni a rischio di inondazione (art. 36) e a terreni soggetti al rischio di valanghe o slavine (art. 37), e la relativa disciplina d'uso" (Relazione illustrativa, PRGC, 2016, p.30).

L'analisi e la definizione della cartografia prescrittiva, è stata sviluppata considerando gli indirizzi e le norme di attuazione del PTP.

La legge regionale 11/98 infatti precisa che la pianificazione territoriale paesistica, urbanistica, di settore e la programmazione generale e settoriale sono orientate a perseguire uno sviluppo sostenibile.

La carta di uso del suolo rappresenta una carta fondamentale nelle analisi del PRGC e la *Tabella – 4* riassume la superficie relativa alla classificazione dell'uso del suolo come descritto nel Piano Regolatore.

	Superficie in ha	%
Bosco	2.016	9,5
Pascolo	219	1
Incolto sterile	9.143	43
Prato - pascolo	394	1,8
Prateria alpina	6.492	30,6
Incolto produttivo	1.160	5,5
Ghiacciai e nevai	1.677	7,9
Corsi d'acqua e laghi	82,4	0,4
Superficie urbanizzata	64,2	0,3
Totale	2.1247,60	100

Tabella 4 - Usi del suolo (fonte: Piano Regolatore Generale Comunale)

Infine, nel Comune ricadono cinque Siti di Interesse Comunitario ovvero: il Parco Nazionale del Gran Paradiso (SIC/ZPS), la stazione di *Astragalus alopecurus* (SIC), il Vallone dell'Urtier (SIC), il Vallone del Grauson (SIC) e il Mont Avic e Mont Emilius (SIC).

Popolazione

Cogne è caratterizzato da una variabilità rispetto al numero di abitanti. Al 31 dicembre 2018, la popolazione residente nel Comune è di 1.351 (dato Istat). A questo numero bisogna aggiungere la popolazione fluttuante, pari a circa 3.778 unità, e quella giornaliera, di circa 5.000 unità. Questi dati fanno sì che il numero di persone che si

possono trovare nei periodi di punta, soprattutto nella stagione estiva, sia di circa 10.500 abitanti.

Dall'analisi dei dati sulla popolazione, esposta nel Piano Regolatore, si osserva come questa sia aumentata dal 1861 (1.633 abitanti) al 1961 (1.851 abitanti), aumento legato all'attività industriale di estrazione mineraria di magnetite, seppur in maniera ridotta; dal 1961, invece, si è avuta una continua decrescita legata anche alla chiusura definitiva della miniera nel 1979 *(Grafici 7 e 8)*.

Dal *Grafico – 8*, dati ISTAT, si può osservare come la tendenza registrata nel 1961 continua ad avanzare e come, a partire dal 2013 la decrescita sia di tipo lineare dovuta, come a livello nazionale, a una diminuzione delle nascite ma anche a un aumento degli espatri.

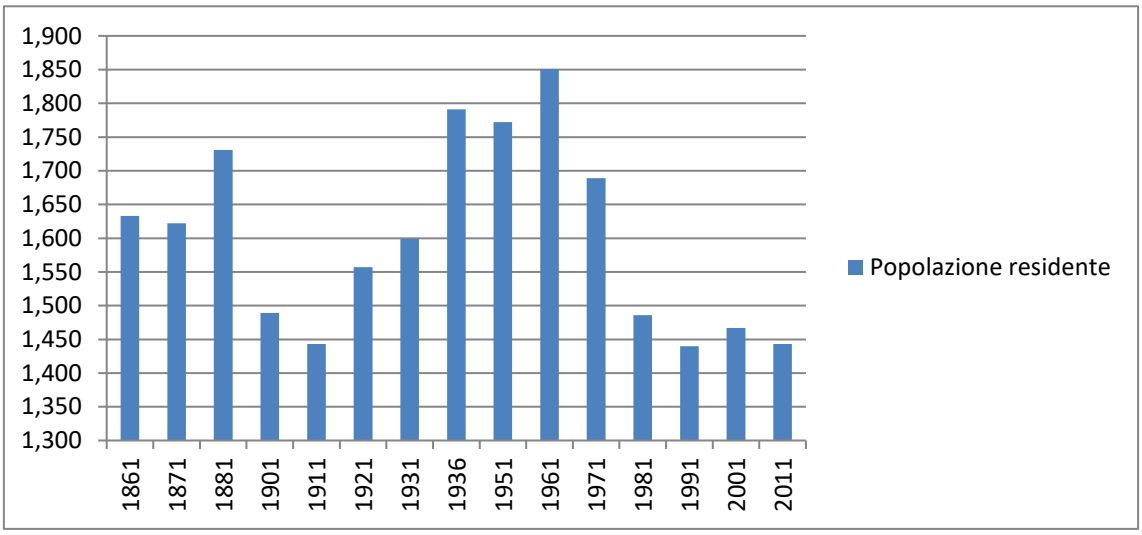


Grafico 7 - Popolazione residente secondo i censimenti dal 1861 al 2011 (fonte: elaborazione personale dei dati ISTAT)

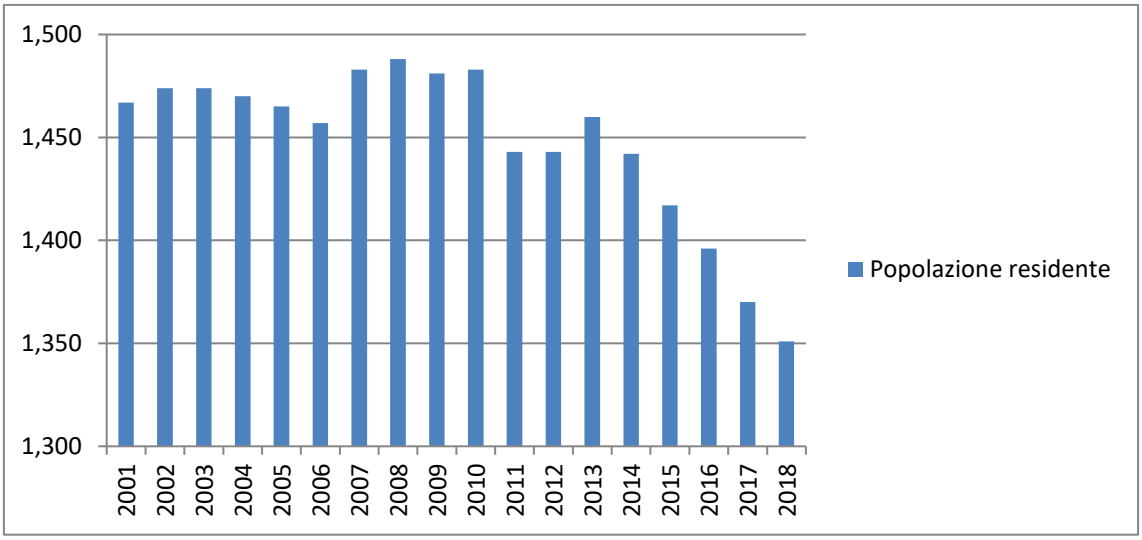


Grafico 8 - Popolazione residente dal 2001 al 2018 (fonte: elaborazione personale dei dati ISTAT)

Allo stesso tempo, la continua decrescita ha ridotto il numero medio di componenti per famiglia; infatti, si è passati da 2,12 componenti al 2003 a 1,89 componenti al 31 dicembre 2018 *(Grafico – 9)*. Il numero medio di componenti per famiglia sottolinea anche come sia aumentato il numero di famiglie; proprio per questo nel 2013 sono state registrate 688 famiglie mentre nel 2018 24 famiglie in più, ovvero 712 *(Grafico – 10)*. Questo sottolinea come sia aumentato il numero di famiglie costituite da un solo componente.

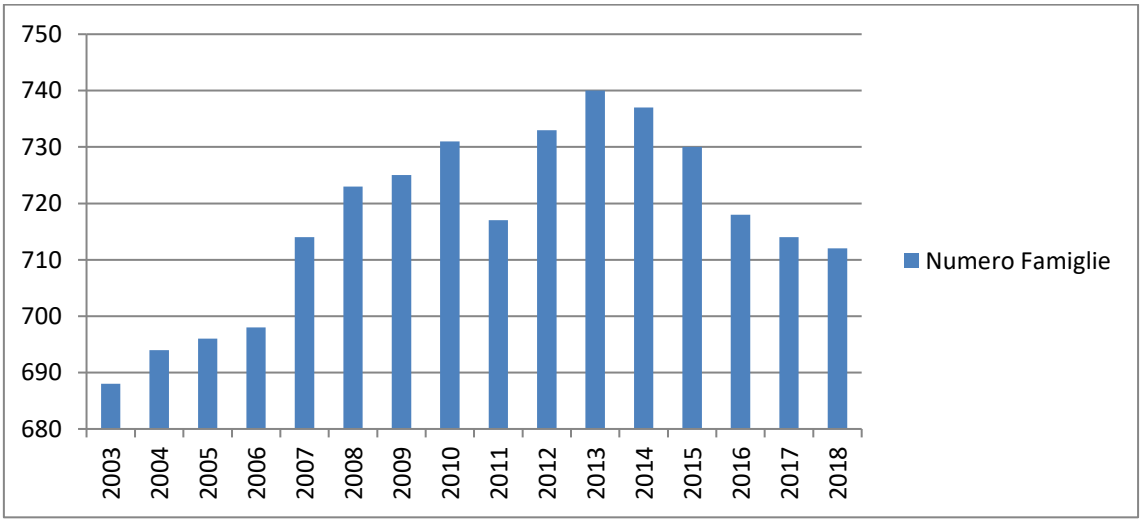


Grafico 9 – Numero di famiglie dal 2003 al 2018 (fonte: elaborazione personale dei dati ISTAT)

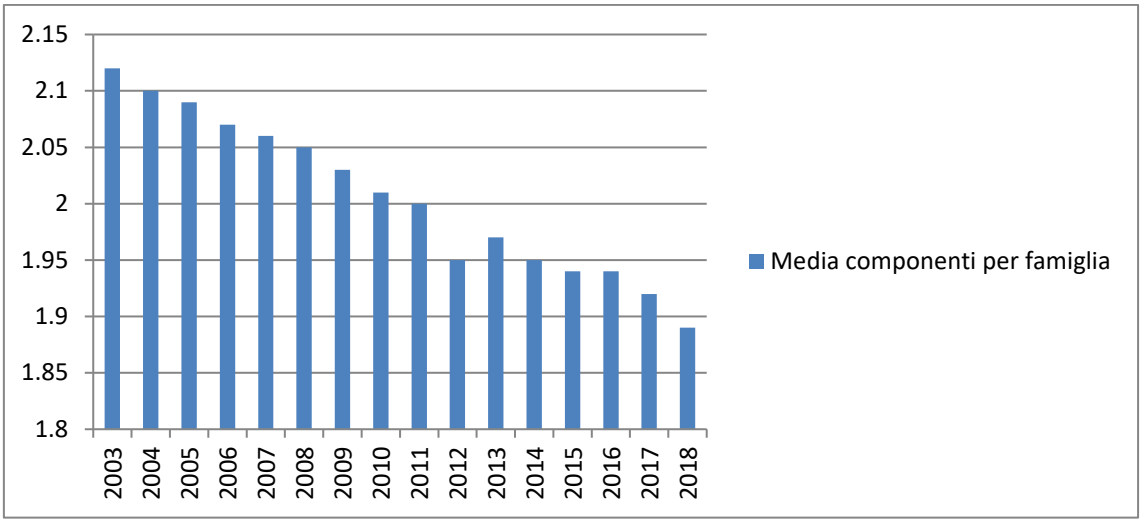


Grafico 10 – Media componenti per famiglia dal 2003 al 2018 (fonte: elaborazione personale dei dati ISTAT)

Inoltre, sono state svolte analisi sulla popolazione. In età compresa tra 0-14 anni si osserva un aumento costante dei giovani passando da 197 al 2002 a 220 al 2010. Successivamente, invece, è iniziata una decrescita che ha fatto registrare 152 giovani al 2018.

Nella fascia tra i 15 e i 65 anni, si osserva come la popolazione si sia ridotta costantemente, passando da 904 abitanti nel 2002 a 832 nel 2018. Solo in quattro anni si è avuta una leggera crescita ovvero nel 2008, nel 2009, nel 2011 e nel 2015.

Infine, la categoria degli over 65 registra una crescita costante fin dal 2002; questo è anche legato ad un miglioramento generale delle aspettative di vita; al 2018 si registrano 386 abitanti *(Grafico – 11).*

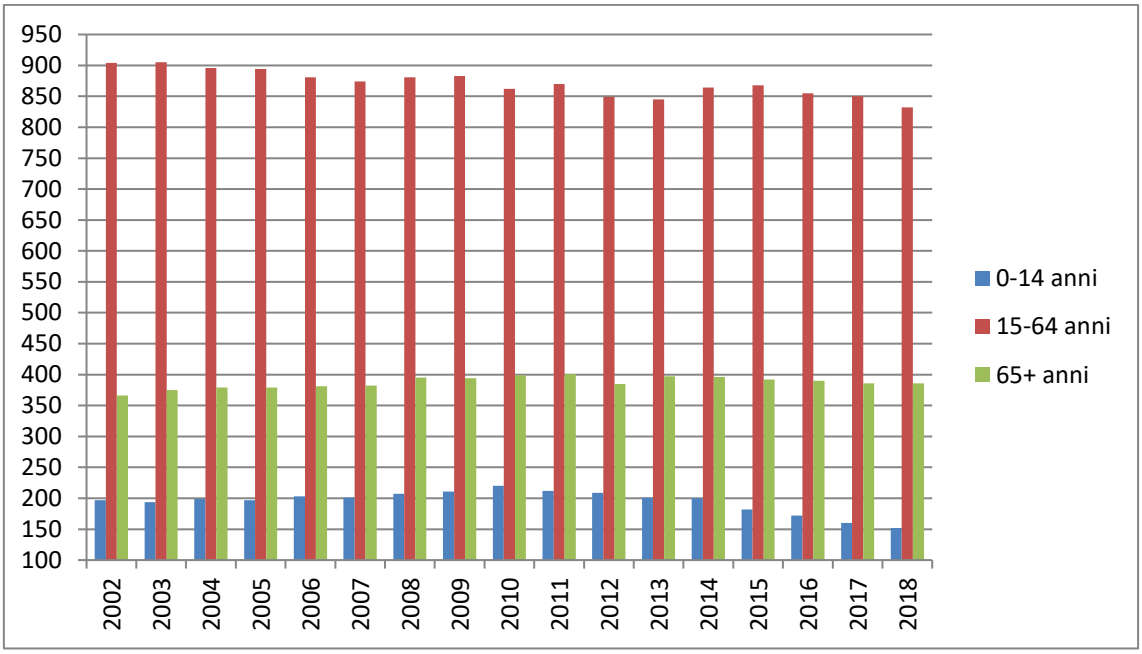


Grafico 11 - Popolazione per fasce di età dal 2002 al 2018 (fonte: elaborazione personale dei dati ISTAT)

I dati sottolineano come l'intero Comune sia caratterizzato da una carenza di popolazione giovane e come, di conseguenza, la popolazione sia principalmente anziana. Questa constatazione è anche avvalorata da quelli che sono l'indice di vecchiaia e di natalità *(Grafico – 12)*.

Infatti, nel primo caso, l'indice ha raggiunto il valore di 253,9 abitanti nel 2018; mentre, nel secondo, il valore, sempre al 2018, è pari a 2,9.

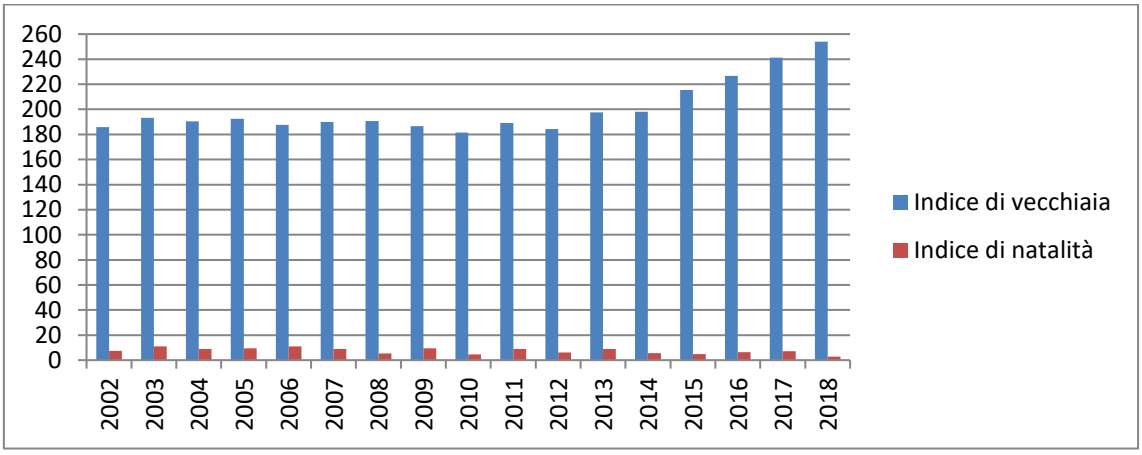


Grafico 12 – Indici di vecchiaia e natalità dal 2002 al 2018 (fonte: elaborazione personale dei dati ISTAT)

I dati sulla popolazione sono fondamentali per definire i criteri di un piano del rischio perché danno la possibilità di capire se il Comune è in grado o meno ad affrontare una situazione rischiosa. Dato che Cogne è caratterizzato da una popolazione anziana, in

caso di evacuazione, si incontrano delle difficoltà nel convincere le persone ad allontanarsi dalle proprie abitazioni; inoltre, se si parla di resilienza, gli anziani fanno fatica a adattarsi a nuove situazioni che si creano a seguito di eventi calamitosi perché difficilmente riescono a sviluppare nuove abitudini e stili di vita.

Infine, la relazione illustrativa risulta essere particolarmente dettagliata; infatti viene definito il numero di residenti per ogni frazione del Comune.

Lungo la Valnontey sono tre le frazioni abitate tutto l'anno e sono Crétaz con 63 residenti, Valnontey nove e Tzantelet due; mentre nelle altre borgate la popolazione è presente solamente in alcuni periodi dell'anno *(Figura – 27)*.

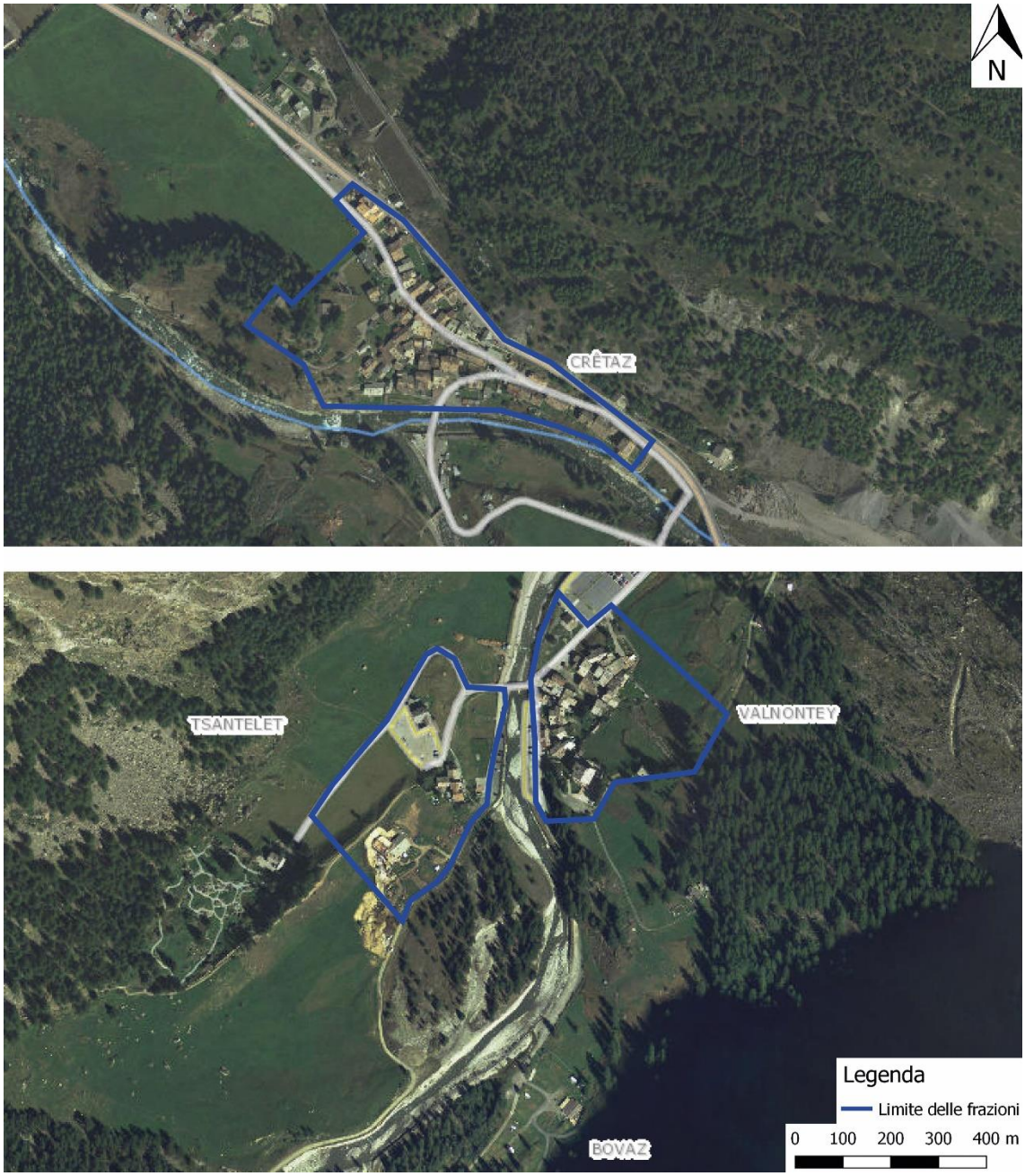


Figura 27 - Limite delle frazioni considerate

Edilizia e turismo

La superficie edificata teorica con destinazione d'uso residenziale rispetto all'intero Comune ammonta complessivamente a 178.209,00 m^2; di questi attualmente sono utilizzati 162.456,00 m^2. Questo sottolinea come sia ancora disponibile una superficie di 15.753,00 m^2 con destinazione d'uso residenziale da recuperare.

Non essendovi ragioni per prevedere un significativo aumento della popolazione, le vecchie aree di espansione previste dal PRG sono state totalmente ridotte e inglobate nelle già esistenti aree di completamento.
Inoltre, sulle aree definite edificabili ad uso residenziale vertono degli ambiti inedificabili soggetti, quindi, a vincoli. A queste difficoltà si aggiungono quelle legate all'eccessivo frazionamento dei terreni edificabili e al problema legato ai lotti interclusi.
La superficie urbanistica relativa alle seconde case è principalmente compresa in zone A, quindi zone di recupero di edilizia esistente. Rispetto alla superficie urbanistica totale di 162.456 m^2 il 35% è costituito da prime case dei residenti mentre il 65% da seconde case. L'ultima percentuale rappresenta 104.617 m^2 ripartita in 41.452 m^2 (40%) relativa a seconde case di residenti e in 63.165 m^2 (60%) in seconde case di turisti.
Inoltre, il Comune ha individuato la popolazione fluttuante presente in ogni frazione. In frazione Tzantelet e Valnontey si hanno 11 residenti a cui si aggiungono 72 abitanti fluttuanti, mentre in frazione Crétaz da 63 residenti a 190 abitanti (Figura – 28).
Oltre a queste frazioni, lungo la Valnontey si contano altre quattro borgate caratterizzate da abitazioni adibite a pascolo o seconde case estive; infatti in queste aree non si registrano residenti stabili ma neanche turisti. In qualunque caso è utile tenere in conto anche il numero teorico di individui in modo da poter operare in caso di emergenza. Il calcolo che è stato svolto è da considerarsi approssimativo pertanto a partire dalla superficie coperta, ovvero "1. *La superficie coperta è la parte di una superficie fondiaria costituita dalla proiezione a terra dell'intero corpo della costruzione emergente dal suolo, comprese le tettoie, le logge, i porticati e le altre analoghe strutture. 2. Sono esclusi dalla superficie coperta gli elementi decorativi, i cornicioni, le pensiline ed i balconi aperti a sbalzo, aggettanti per non più di m 1,20 dal perimetro della costruzione, nonché lo sporto del tetto, aggettante per non più di m 1,50 dal perimetro della costruzione"* (art. 19, commi 1 e 2, Regolamento Edilizio Tipo Regionale, 1998), è stato calcolato il numero di abitanti teorici considerando circa 25
m^2/abitante (Art. 3, D.M. 1444/1968), si ottengono quindi circa 90 abitanti.
Dalla Relazione Illustrativa, però, si evince che *"La popolazione teoricamente insediabile, saturando a fini residenziali (tra residenti e occupanti le abitazioni secondarie) ogni volume esistente od edificabile, risulterebbe quindi di 7.009 unità. Nella realtà questo non potrà mai avvenire per l'irrecuperabilità di molti volumi esistenti, per l'indisponibilità di molte proprietà edificabili, per il margine di edificabilità praticamente non sfruttabile nel caso di edifici esistenti come per l'inedificabilità di molti reliquati.*
All'apparenza sembra che la previsione di insediamento sia sottostimata se si effettua il

confronto con le previsioni teoriche del PRG vigente. In breve sintesi tale PRG prevede nella Relazione, a pag. 56, una capacità massima di 15.000 abitanti e, nelle Tabelle allegate alle Norme di Attuazione, una capacità di circa 10.700 abitanti. […]

La notevole capacità è da attribuire principalmente al parametro adottato di circa 25 m^2/abitante, dimostratosi poi notevolmente inferiore a quello reale che ha comportato la scelta, come sopra illustrato, di un parametro di 40 m^2/abitante sia nelle sottozone A che in tutte le altre zone.

È vero che dal PRG vigente è stato preso in considerazione un parametro che attualmente sembra decisamente sottostimato, ma è anche vero che tale insediabilità (10.693 ab insediabili) è stata comunque presa in considerazione è ammessa come parametro di previsione. Ciò sta a significare che fa parte della Pianificazione prevedere un surdimensionamento del PRGC". (Relazione Illustrativa, PRGC, 2016, pp. 165-166)

Pertanto, se si considera il parametro di 40 m^2/abitante, il numero di persone da evacuare sarebbe pari a 50.

Figura 28 - Limite delle borgate che non presentano residenti stabili

Dall'andamento attuale della popolazione e del turismo, si può ipotizzare che una buona parte della superficie da destinare a nuove abitazioni in aree di completamento sarà utilizzata per le seconde case e non per abitazioni principali.

Inoltre, al 2013, attraverso i dati relativi alla Tassa per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani (TARSU), si è potuto osservare come il numero di seconde case di proprietà di residenti sia inferiori rispetto a quello dei turisti; 688 sono le seconde case di proprietà dei residenti, mentre 1.048 è relativo ai turisti.

Per di più, il Comune stesso è prevalentemente turistico e diventa fondamentale analizzare anche questi dati.

Oltre al turismo relativo alle seconde case, esiste anche un turismo legato alle strutture ricettive. L'intero territorio comunale conta di sei affittacamere, tre agriturismi, 23 alberghi, cinque campeggi, otto RTA, tre B&B, e due case per ferie per un totale di 615 camere e di 1.410 posti letto *(Figura – 29)*. Di questi, nella Valnontey si contano:

- Tre affittacamere con un totale di 13 camere e 24 posti letto;
- Un agriturismo con sei camere e 12 posti letto;
- Sette alberghi con 71 camere e 128 posti letto;
- Due campeggi con, in totale, 240 piazzole.

Oltre alle strutture ricettive, bisogna considerare quelle relative alla ristorazione presenti nel Comune; queste sono particolarmente numerose per un territorio di dimensioni ridotte. Si hanno 14 ristoranti di cui, due, nella Valnontey e, in totale, si dispone di circa 860 posti.

Figura 29 - Strutture ricettive della Valnontey

A fronte dei dati ricavati sulla popolazione residente e sui turisti si può affermare come sia necessario intervenire sulla definizione dei possibili rischi a cui si va incontro in un Comune montano. Solitamente la popolazione fluttuante non è a conoscenza dei pericoli legati al dissesto idrogeologico di tipo improvviso; è fondamentale, quindi, definire delle azioni per la gestione di questa particolare tipologia di rischio in modo da evitare seri problemi.

Trasporti e accessibilità

Nella Valnontey altro aspetto critico riguarda l'accessibilità; il problema risulta essere relativo all'accesso alle aree naturali che presentano un'elevata sensibilità e frequentazione, perché sede di numerose escursioni, perché ricade totalmente all'interno del Parco Nazionale del Gran Paradiso e perché sede di un importante giardino botanico di tipo alpino: "Paradisia".

Gli interventi che si ipotizzano riguardano la realizzazione di nuovi parcheggi e, nell'ambito della razionalizzazione della viabilità, di un nuovo raccordo per raggiungere la Valnontey in modo tale da svicolare il centro dal traffico intenso, soprattutto nei periodi di maggiore affollamento.

Bisogna, però, aggiungere che le idee di intervento anticipate nel PRG sono delle proposte da prendere come spunto di riflessione.

All'interno di questa tesi sono considerate solo due tra le proposte avanzate.

La prima riguarda la realizzazione di uno svincolo a partire dal parcheggio di Revettaz, in modo da raggiungere due frazioni poste sopra il centro di Cogne e di ricollegarsi con la strada per la Valnontey; lo svincolo ricadrebbe, però, in un'area allagabile perché posto in prossimità del torrente Urtier esondato durante l'alluvione del 2000.

La seconda proposta, riportata in *Figura – 30,* riguarda la realizzazione di un nuovo tratto di strada in sinistra orografica del torrente Valnontey. In questo modo il traffico per la valle viene totalmente allontanato dal centro storico.

Il problema però è che questo tipo di intervento interesserebbe un'area del Parco Nazionale, verrebbe realizzato interamente tramite gallerie perché si sviluppa in aree ad alta e media pericolosità per rischio frana, aree F1 e F2 all'art. 35 comma 1 della Legge Regionale numero 11 del 1998 ma anche in aree di deflusso della piena, aree FA all'art. 36, articoli ripresi nel capitolo a loro dedicato *"Ambiti inedificabili secondo la legge Regionale 11/1998"*.

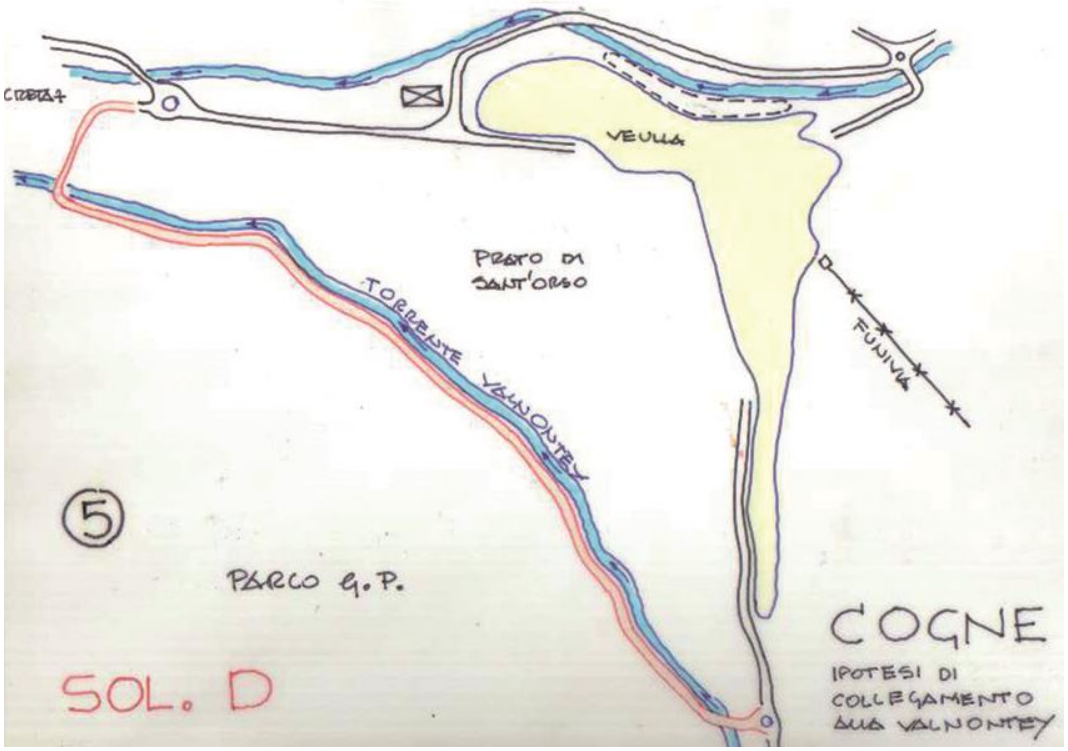


Figura 30 - Ipotesi di un nuovo tratto viario in sinistra orografica del torrente Valnontey (fonte:Relazione illustrativa del PRG, 2016)

Anche la realizzazione in sponda destra genera comunque dei problemi perché il tracciato ricadrebbe all'interno di aree di deflusso della piena, aree FA, e in aree di esondazione, FB, sempre relative all'art. 36 della Legge Regionale. Inoltre, questa tipologia di intervento porterebbe alla realizzazione di due nuovi ponti che potrebbero subire danni in caso di evento alluvionale.

Zonizzazione

Il territorio comunale è stato suddiviso in zone e sottozone per *"consentire una più adeguata gestione del PRG differenziando in modo più mirato gli usi, i valori storici, culturali, agro-silvo-pastorali, naturali, in relazione agli interventi ed attività da autorizzare"* (Relazione illustrativa del PRG, 2016, p. 123).

Il Comune non ricomprende tutte le zone ma solo quelle sotto riportate e definite nella Legge Regionale 6 aprile 1998, n. 11, all'articolo 22.

- *"zone di tipo **A**: sono le parti del territorio comunale costituite dagli agglomerati che presentano interesse storico, artistico, documentario o ambientale e dai relativi elementi complementari integrativi;*

- *zone di tipo **B**: sono le parti del territorio comunale costituite dagli insediamenti residenziali, artigianali, commerciali, turistici ed in genere terziari, diversi dagli agglomerati di cui alla lettera a), e dai relativi elementi complementari o integrativi, qualunque sia l'utilizzazione in atto; totalmente o parzialmente edificate od infrastrutturate;*
- *zone di tipo **E**: sono le parti del territorio comunale totalmente inedificate o debolmente edificate, destinate agli usi agro-silvo-pastorali e agli altri usi compatibili come tali definiti dall'allegato tecnico al provvedimento previsto dall'art. 22 L.R. 6 aprile 1998, n. 11;*
- *zone di tipo **F**: sono le parti del territorio comunale destinate agli impianti ed alle attrezzature di interesse generale".*

Quindi sul territorio non sono presenti le zone **C** e **D** ovvero:

- *"zone di tipo C: sono le parti del territorio comunale totalmente inedificate o debolmente edificate, da infrastrutturare, destinate alla realizzazione dei nuovi insediamenti residenziali, artigianali, commerciali, turistici ed in genere terziari;*
- *zone di tipo D: sono le parti del territorio comunale destinate ad attività industriali".*

Le zone **A** relative al centro storico sono suddivise in sottozone e delimitano ville, village e hameau; la Valnontey è caratterizzata da tre hameau, due nella parte centrale della valle, Valnontey (Ae5) e Tzantelet (Ae6) e un terzo al suo imbocco in sinistra orografica, Buthier (Ae7); siccome le aree inedificabili vengono limitate si ha un aumento della pressione edificatoria in queste zone con un conseguente incremento di valore.

Inoltre, oltre l'aspetto economico è opportuno sottolineare gli aspetti culturali e paesaggistici che verrebbero evidenziati attraverso il recupero.

Tra le zone **B**, aree di completamento, con sottozone destinate a residenza, artigianato e strutture ricettive si trovano i due campeggi della Valnontey.

Il resto del territorio viene suddiviso nelle zone **E** e **F** *(Figura – 31)*.

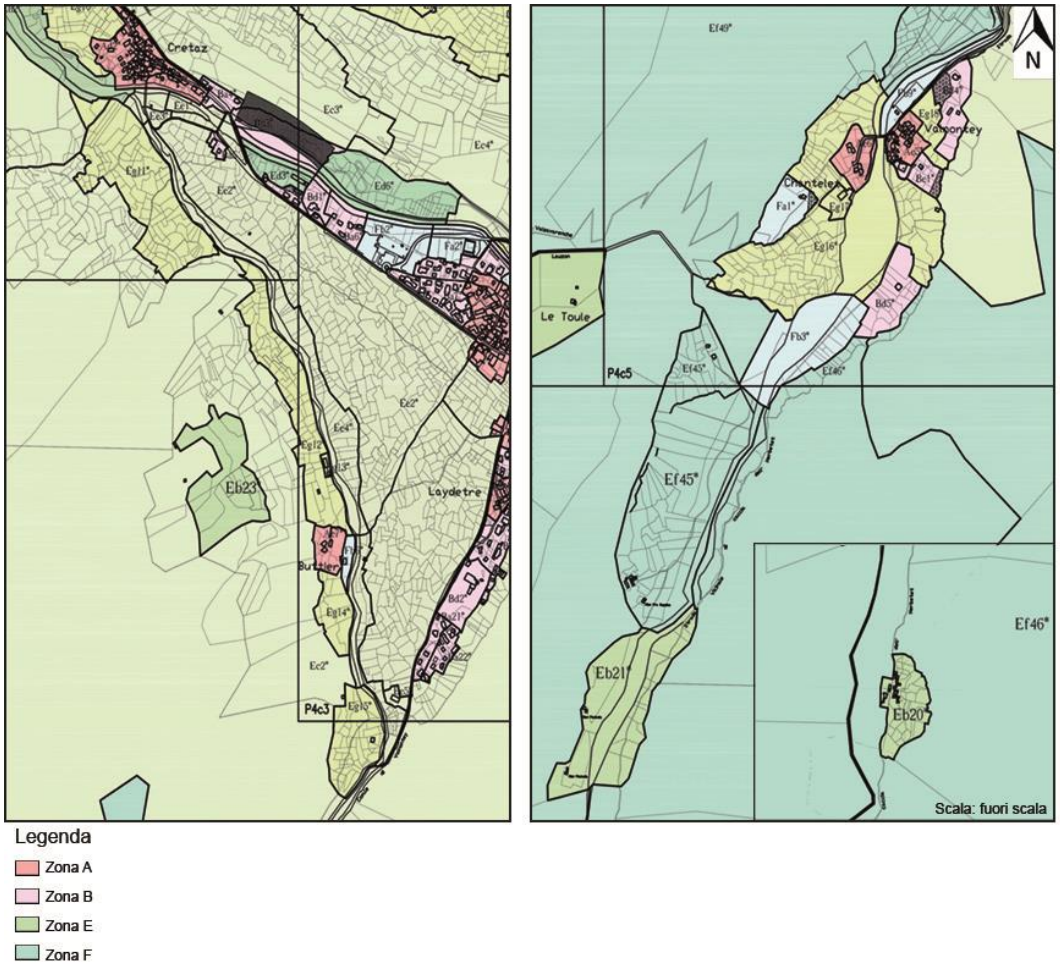


Figura 31 - Zonizzazione comunale (fonte: tavolaP4-a1 – zonizzazione, servizi e viabilità del PRG, 2016)

Ambiti inedificabili secondo la Legge Regionale 11/1998

Nel 1998 la Legge Regionale numero 11 *"Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta"*, ha individuato al "*titolo V - ambiti inedificabili, capo I - aree boscate, zone umide e laghi, terreni sedi di frane, a rischio di inondazioni, di valanghe o slavine"* tutte le aree sul territorio regionale ricadenti in queste categorie.

A seguito dell'alluvione del 2000 le aree sono state riviste e modificate in modo da garantire una maggiore sicurezza ai cittadini.

L'artico 33 si riferisce alle aree boscate, l'articolo 34 fa riferimento alle zone umide, ai laghi naturali ed artificiali e alle relative fasce di pertinenza, mentre l'articolo 37 individua gli interventi per le zone soggette al rischio valanghe e slavine. Gli articoli che vengono trattati più nel dettaglio sono il 35 e il 36 relativi rispettivamente a terreni sedi di frane o di fenomeni di trasporto in massa e a terreni a rischio di inondazioni.

Con l'alluvione del 2000, per una questione cautelativa, tutte le aree interessate anche solo marginalmente da inondazioni o frane sono state rese inedificabili; questo ha fatto sì che nessun intervento di sistemazione potesse essere possibile. Con il passare degli anni gli ambiti sono stati rivisti e anche ridefiniti; infatti sono state ad esempio riviste alcune zone di rischio per alcuni settori di alveo che hanno subito degli interventi di regolarizzazione.

Secondo quanto stabilito dalla Legge Regionale è compito dei Comuni stessi delimitare le aree sedi di frane e inondazioni; le aree devono anche essere distinte in funzione della loro pericolosità (alta, media, bassa).

Qualsiasi tipologia di intervento da mettere in atto in queste aree deve essere corredata da uno studio sulla compatibilità dell'intervento con lo stato di pericolo di dissesto o di inondazione esistente e sull'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le necessarie opere di mitigazione del rischio.

Di seguito sono riportate le aree inedificabili della Legge Regionale 11 del 1998.

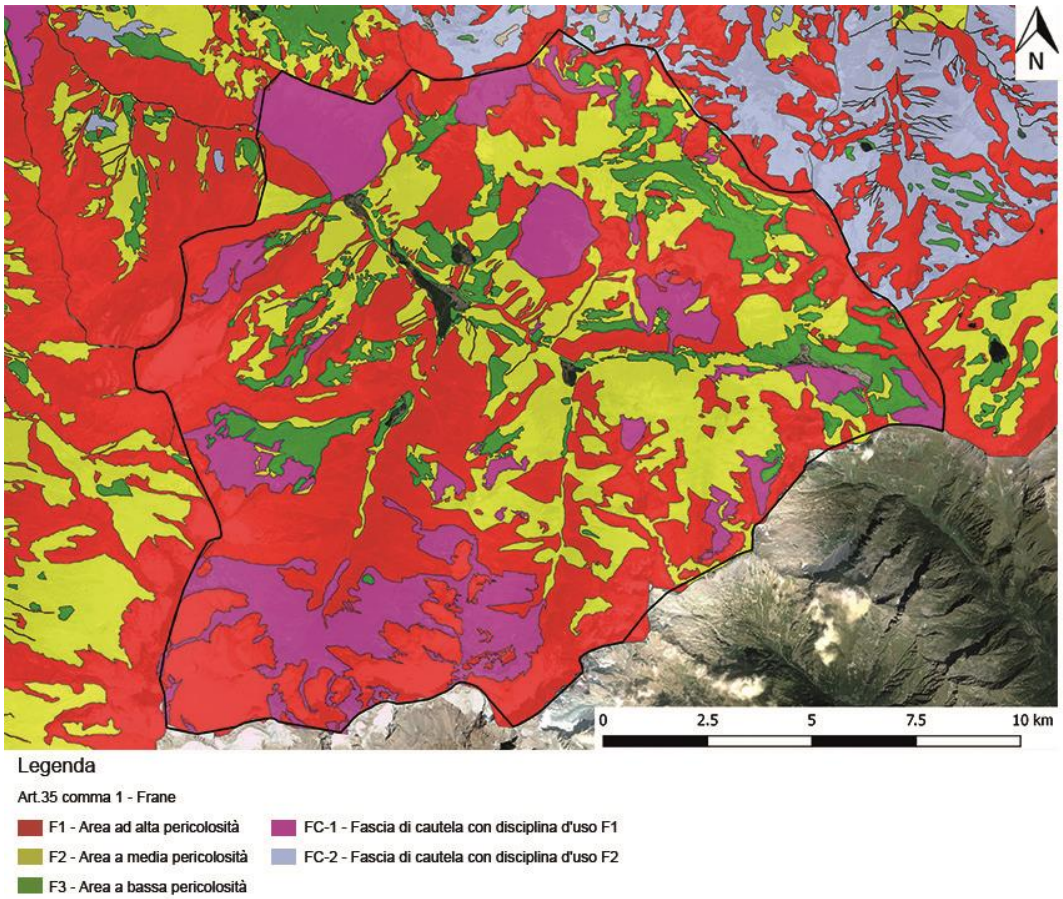


Figura 32 - Aree soggette a frane

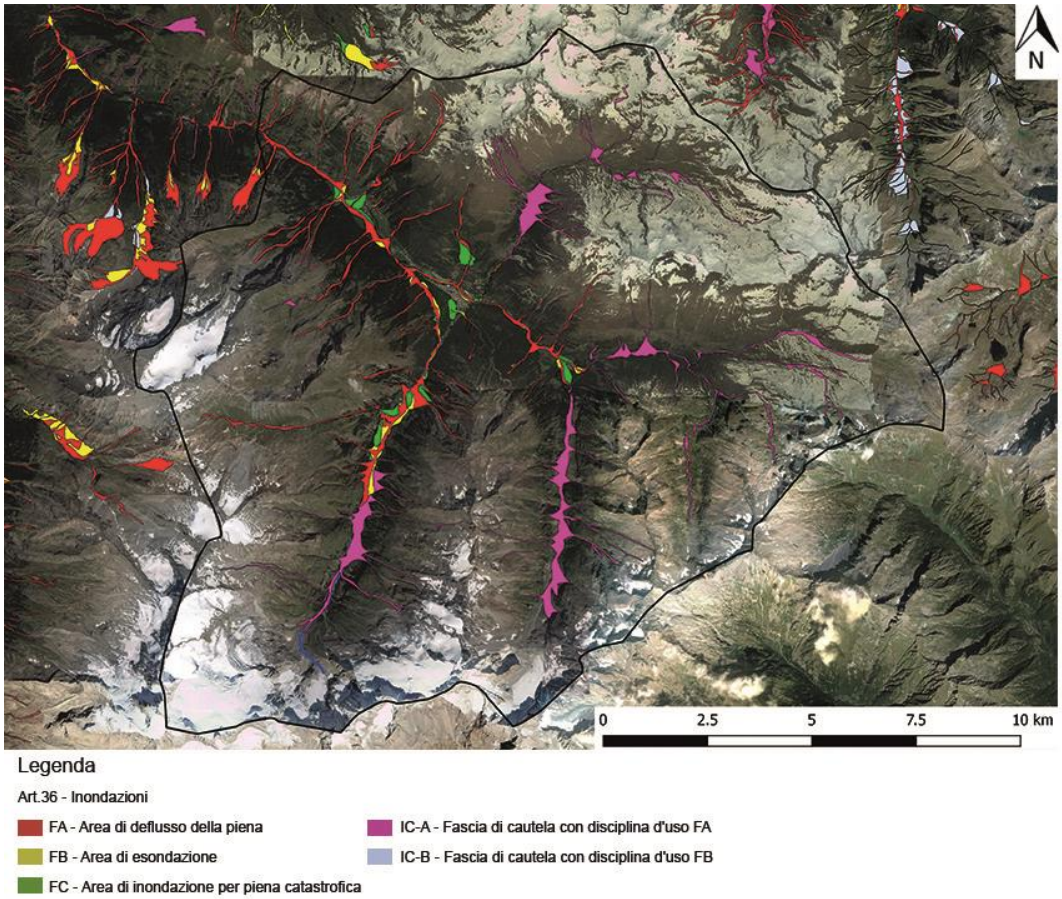


Figura 33 - Aree soggette a inondazione

Dalla carta dell'articolo 35 *(Figura – 32)* si nota come la maggior parte del territorio ricada all'interno di aree ad alta e media pericolosità (F1 e F2) per trasporto di materiale detritico.

Le aree maggiorente soggette a frane corrispondono ai versanti delle valli scoscesi; mentre le zone in prossimità dei centri abitati sono caratterizzate da una bassa pericolosità anche se, in caso di colata detritica, gli edifici in prossimità dei versanti verrebbero comunque interessati dall'evento.

Allo stesso tempo, se si analizza l'articolo 36 relativo alle zone inondabili *(Figura – 33)*, si osserva come queste siano posizionate in prossimità dei centri abitati e come siano principalmente aree di deflusso della piena (FA) mentre sono molto più limitate le aree di esondazione e di inondazione per piena catastrofica.

Inoltre, sono individuate delle fasce di cautela ovvero aree in cui sono previste o sono in fase di realizzazione delle opere di protezione per cui non può ancora essere attuata la disciplina relativa ma vengono attuate delle norme transitorie.

Dalle analisi in dettaglio delle aree insediate della Valnontey, si nota come in caso di frana, articolo 35 *(Figura – 34),* buona parte dell'edificato ricada all'interno di aree a

bassa pericolosità (F3), mentre rispetto all'articolo 36 *(Figura – 35)* una parte di edificato ricada in aree di deflusso della piena (FA) e una parte del centro abitato in aree di inondazione per piena catastrofica (FC).

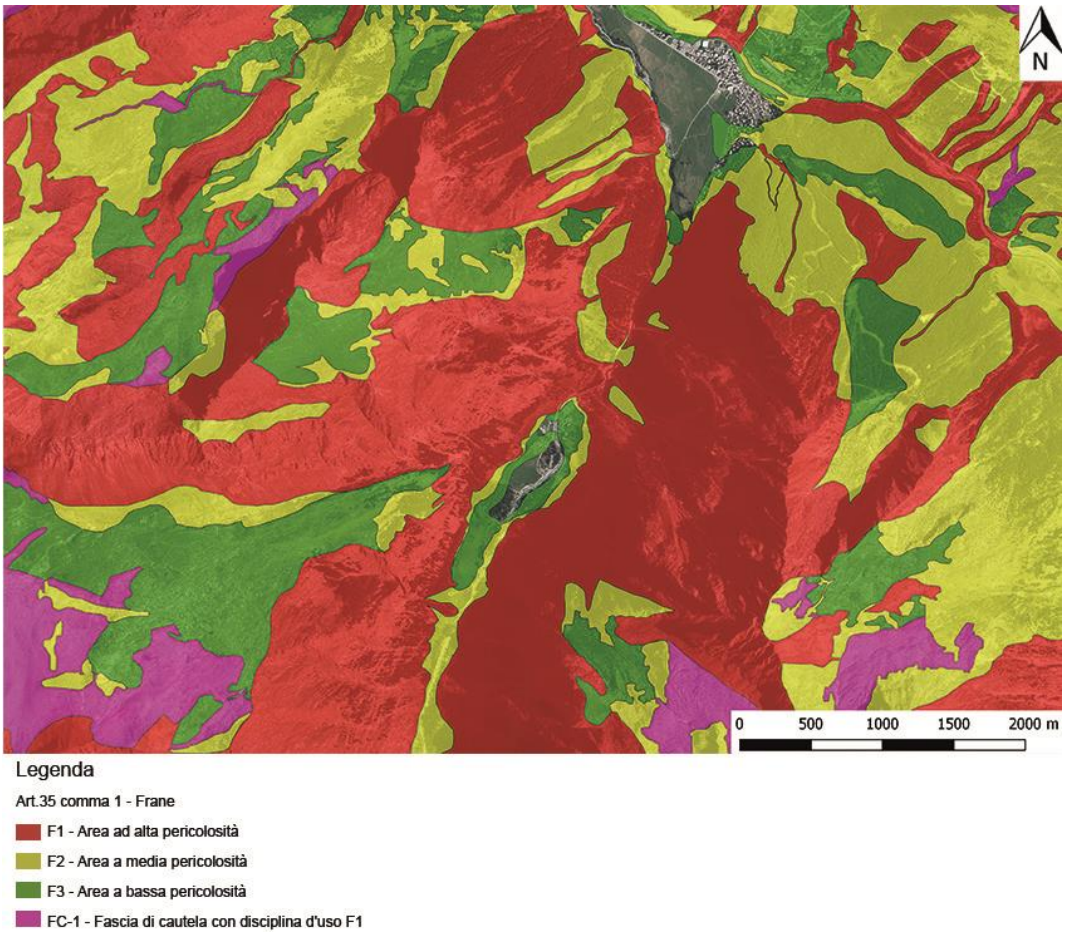


Figura 34 - Aree soggette a frane lungo la Valnontey

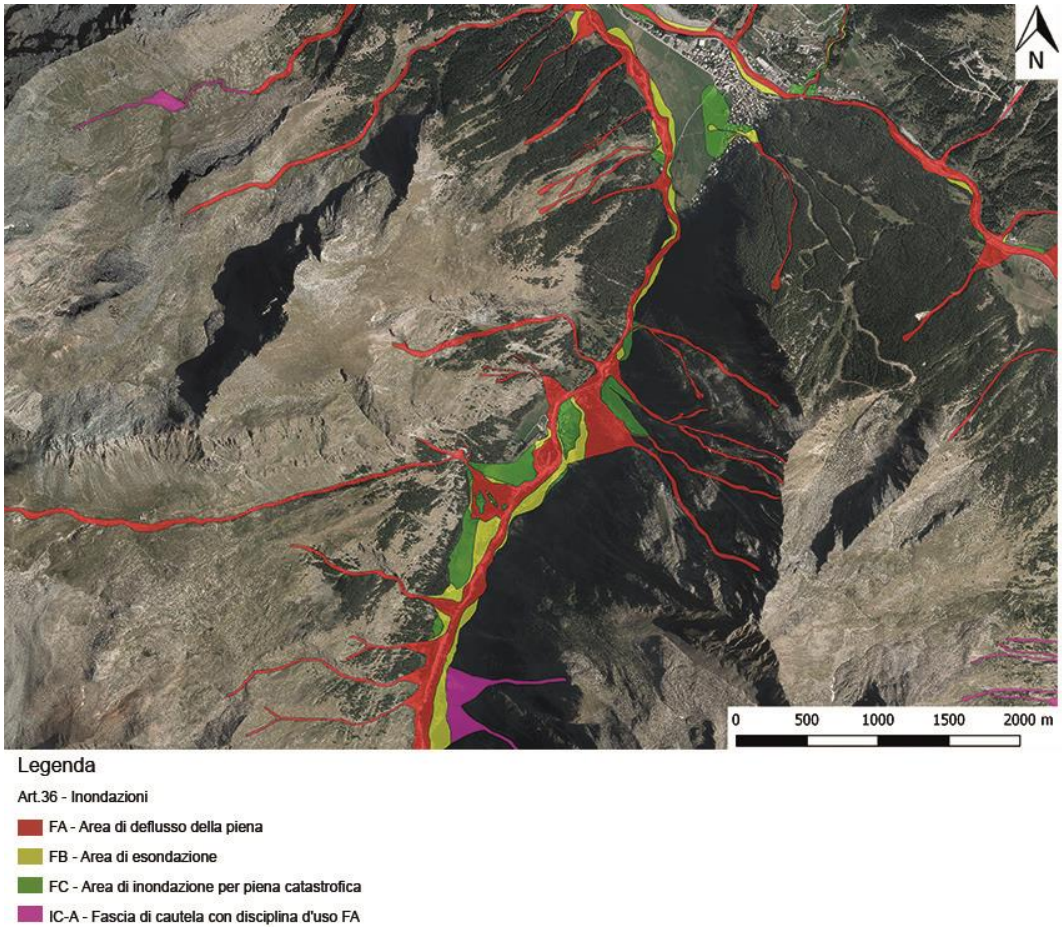


Figura 35 - Aree soggette a inondazione lungo la Valnontey

Il sistema di Protezione Civile

La Protezione Civile

L'istituzione del Dipartimento Nazionale di Protezione Civile è avvenuta nel 1981 a seguito del terremoto dell'Irpinia, del 1980 nel Sud Italia (vi furono 3000 vittime e 10000 feriti).

Di seguito, nel 1992, è stato istituito il Servizio Nazionale di Protezione Civile con la legge 225/1992.

La Protezione Civile svolge quattro attività principali che sono:

- previsione degli eventi
- prevenzione
- soccorso
- superamento dell'emergenza

La *previsione* consiste nell'attività diretta allo studio e alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi tramite l'uso di immagini satellitari ma anche di modelli idraulici. In Italia è attivo un sistema di raccolta, monitoraggio e condivisione dei dati meteorologici, idrogeologici e idraulici che costituisce il Sistema Nazionale di Allertamento. La sua gestione è assicurata Dipartimento della Protezione Civile e dalle Regioni attraverso la rete dei Centri Funzionali, delle strutture regionali e dei Centri di Competenza.

La *prevenzione*, invece, consiste nelle attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che, a causa di questi fenomeni, si verifichino danni. Il compito principale della prevenzione è quello di porre in atto tutti gli accorgimenti idonei a ridurre e contenere gli effetti dei probabili eventi incidentali evidenziati dall'analisi dei rischi. Possono essere svolti interventi strutturali, opere di sistemazione attiva o passiva, come argini o vasche di laminazione; oppure interventi non strutturali come azione finalizzate alla riduzione del danno tramite vincoli.

Il *soccorso* consiste nell'attuazione degli interventi diretti ad assicurare alle popolazioni colpite da calamità ogni forma di prima assistenza. Nella Protezione Civile è frutto di una pianificazione operativa che consente alle varie componenti interessate di collaborare efficacemente.

Il *superamento dell'emergenza* consiste nell'attuazione, coordinata con gli organi istituzionali competenti, delle iniziative necessarie ed indilazionabili volte a rimuovere gli ostacoli alla ripresa delle normali condizioni di vita.

La Protezione Civile non è costituita da un unico corpo, ma è composta da una serie di gruppi coordinati tra di loro tramite varie organizzazioni che, in periodi ordinari, lavorano separatamente e, in caso di emergenza, vengono diretti da un'autorità comune.
Essa è un sistema complesso costituito da forze operative Nazionali (Vigili del Fuoco, Polizia, Forze Armate, Istituti di ricerca scientifica, Croce Rossa, Corpo Alpino, Organizzazioni di volontari) e da Pubbliche Autorità e Governi Locali (Stato con i Prefetti, Regioni, Provincie, Comuni e Unioni Montane).

La legislazione in materia di Protezione Civile

La Protezione Civile negli ultimi anni si è andata sempre più organizzando, sotto la spinta delle grandi emergenze verificatesi in Italia, e ha quindi richiesto anche una significativa modifica della legislazione in materia dal 1970 al 1992 con l'Istituzione del Servizio Nazionale di Protezione Civile, e dal 1992 ad oggi con il passaggio dall'Agenzia di Protezione Civile al Dipartimento di Protezione Civile sotto la diretta responsabilità della Presidenza del Consiglio dei Ministri.
Anche il volontariato di Protezione Civile è divenuto un movimento in continua crescita ma è anche uno degli aspetti più controversi del mondo del volontariato; infatti se da un lato vi sono i Gruppi Comunali di Protezione Civile e le Organizzazioni di Volontariato di Protezione Civile, queste forze non esauriscono il volontariato di settore, in quanto vi sono altri enti e Organizzazioni che hanno al loro interno gruppi che operano nel volontariato di Protezione Civile.
La Legge del 24 febbraio 1992, n. 225, disciplina la Protezione Civile come sistema coordinato di competenze al quale concorrono le amministrazioni dello Stato, le Regioni, le Provincie, i Comuni e gli altri enti locali, gli enti pubblici, la comunità scientifica, il volontariato, gli ordini e i collegi professionali e ogni altra istituzione, anche privata.
Il sistema così costituito si basa sul principio di sussidiarietà, secondo cui il primo responsabile della Protezione Civile è il Sindaco, che organizza le risorse comunali secondo piani prestabiliti per fronteggiare i rischi specifici del suo territorio.
Quando si verifica un evento calamitoso, il Servizio Nazionale della Protezione Civile è in grado, in tempi brevissimi, di definire la portata dell'evento e valutare se le risorse locali siano sufficienti a farvi fronte. In caso contrario si mobilitano immediatamente i livelli provinciali, regionali e, nelle situazioni più gravi, anche il livello nazionale, integrando le forze disponibili in loco con gli uomini e i mezzi necessari *(Tabella – 5)*.

ENTE	PREVISIONE	EMERGENZA
Stato	-Predisposizione delle Linee guida e pianificazione a livello nazionale	-Dichiarazione dello stato di emergenza -Grandi calamità mobilitano risorse nazionali
Regioni	-Predisposizione del Programma Regionale di Previsione e Prevenzione -Predisposizione del Piano di Concorso all'emergenza	-Attuazione del Piano di Concorso utilizzando le risorse regionali
Province/Città Metropolitane	-Predisposizione del Programma di Previsione e Prevenzione Provinciale	-Concorso utilizzando le risorse provinciali
Prefetture	-Predisposizione del Piano Provinciale di Protezione Civile per la gestione delle emergenze	-Attuazione del Piano di Emergenza per grandi e medie calamità
Comuni	-Predisposizione di interventi locali per prevenire i rischi -Predisposizione del Piano Comunale di Protezione Civile	-Attuazione del Piano di Emergenza

Tabella 5 - Competenze dei diversi livelli di Governo del Territorio

La legislazione statale

La legge numero 966 del 1970 *"Norme sul soccorso e l'assistenza alle popolazioni colpite da calamità"* è stata un primo tentativo di organizzare la Protezione Civile. Il suo regolamento d'esecuzione, nel 1981, ha individuato per la prima volta gli organi ordinari (Ministro dell'Interno, Prefetto, Commissario di Governo nella Regione, Sindaco) e straordinari di Protezione Civile (Commissario straordinario), oltre a disciplinarne le relative competenze.

Nel 1982, con la legge n. 938 del 1982, viene formalizzata la figura del Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile, una sorta di "commissario permanente" pronto a intervenire in caso di emergenza. Si evita così di individuare ogni volta un commissario e creare ex novo la macchina organizzativa.

La svolta decisiva arriva con la legge n. 225 del 1992 "Istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile", la quale ha decretato la nascita della Protezione Civile. Il nuovo Servizio Nazionale ha il compito di tutelare le persone, i beni e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da calamità naturali, da catastrofi e altri eventi calamitosi.

La struttura della Protezione Civile viene riorganizzata profondamente come un sistema coordinato di competenze al quale concorrono le amministrazioni dello Stato, le Regioni,

le Province, i Comuni e gli altri enti locali, gli enti pubblici, la comunità scientifica, il volontariato e ogni altra istituzione anche privata. Il Sindaco è individuato come autorità di Protezione Civile sia per la prevenzione che per l'emergenza.
Infine, la recente legge n. 100 del 2012 ridefinisce parzialmente gli ambiti di competenza della Protezione Civile che fanno adesso riferimento alle criticità derivanti da eventi naturali o antropiche escludendone le emergenze sociali (es. flussi d'immigrazione) e i grandi eventi. L'intervento del Sistema di Protezione Civile è previsto per la durata dello stato di emergenza ad un periodo limitato di 90 giorni, ulteriormente prorogabile di altri 60. La stessa Legge ha ribadito l'importanza della pianificazione preventiva di Protezione Civile, richiamando l'obbligatorietà dei Piani di Protezione Civile Comunali e Intercomunali e la necessità del loro costante aggiornamento.

La legislazione regionale in Valle d'Aosta

La Regione Autonoma Valle d'Aosta è caratterizzata da due autorità responsabili delle attività di Protezione Civile:

- Il Sindaco nell'ambito del territorio comunale;
- Il Presidente della Regione in ambito sovracomunale e regionale.

La legge numero 225 del 1992 e s.m.i., all'articolo 16 "Disposizioni riguardanti la Valle d'Aosta" recita:
"1. Le competenze attribuite nella presente legge alla provincia e al presidente dell'amministrazione provinciale fanno capo, nella regione Valle d'Aosta, rispettivamente all'amministrazione regionale ed al Presidente della giunta regionale.
2. Le funzioni che nella presente legge sono attribuite al prefetto sono svolte, nel territorio della Valle d'Aosta, dal Presidente della giunta regionale. Egli partecipa alle riunioni del Consiglio nazionale della Protezione Civile o designa, in caso di impedimento, un suo rappresentante (61)".
(61) Le disposizioni della presente legge, incompatibili con il D.L. 7 settembre 2001, n. 343, sono state abrogate dall'art. 6 dello stesso decreto, come sostituito dalla relativa legge di conversione".
In coerenza con la speciale autonomia di cui gode la Valle d'Aosta, tutte le funzioni sono attribuite al Presidente della Regione.
Il Presidente sovrintende alle attività di Protezione Civile attraverso la struttura regionale di Protezione Civile, presiede il Comitato regionale per la Protezione Civile e dirige il Centro di Coordinamento dei Soccorsi (C.C.S.).

La Regione provvede anche alla rilevazione, alla raccolta ed all'elaborazione dei dati, alla predisposizione e alla realizzazione dei programmi di previsione e prevenzione.
Come detto in precedenza, le attività della Protezione Civile sono quattro e corrispondono a previsione, prevenzione soccorso e superamento dell'emergenza.
In Valle d'Aosta, la Regione assume, quindi, un ruolo fondamentale nella fase della previsione-prevenzione, gestione delle emergenze, e ritorno alle normali condizioni di vita; questo perché interviene su cinque fattori:

- prevenzione a lungo termine: tramite interventi normativi su fattori urbanistici e territoriali, tramite politiche di protezione e conoscenza del territorio e dei suoi rischi;
- prevenzione a breve – medio termine: attraverso l'attività di pianificazione e di realizzazione di opere di difesa del suolo, e di ingegneria naturalistica e sismica;
- previsione a brevissimo termine: tramite sistemi di previsione e monitoraggio dei rischi, sviluppando azioni di preannuncio e allertamento per eventi calamitosi;
- gestione delle emergenze: attraverso la collaborazione con il Servizio Nazionale della Protezione Civile;
- ritorno alla normalità: tramite la definizione di piani di ripristino delle condizioni di vita precedenti all'evento.

Organizzazione dei centri di Protezione Civile

Esistono tre tipologie di eventi: gli eventi "A", "B", "C", ognuno di quali è gestito da un determinato centro di Protezione Civile.
L'organizzazione delle autorità avviene attraverso il principio di sussidiarietà: gli eventi di tipo "A", con estensione limitata alla municipalità, sono gestiti dai C.O.C. (Centri Operativi Comunali).
Gli eventi di tipo "B", con estensione alla Provincia e al livello intercomunale, sono gestiti dai C.O.M. (Centri Operativi Misti) e, in caso siano estesi a più provincie, interviene il C.C.S. (Centro Coordinamento Soccorsi) nel quale sono rappresentati la Prefettura, le Amministrazioni Regionali e Provinciale, gli Enti e le Strutture operative deputate alla gestione dell'emergenza. Nel caso della Valle d'Aosta, siccome non è presente la provincia, le attività del C.C.S. fanno riferimento direttamente al livello regionale. È compito del Presidente della Regione attivare e impiegare le risorse necessarie sul territorio valdostano. Inoltre, la sua sede operativa corrisponde alla sede della Protezione

Civile o in un altro locale appositamente allestito e, assieme alla S.O.R. (Sala Operativa Regionale) coordina i soccorsi.
La sala è costituita da 15 funzioni di supporto che aggiornano costantemente i dati e, ogni responsabile del proprio settore, coordina gli interventi. Inoltre, il coordinamento di tutte e quindici le Funzioni spetta al Capo della Protezione Civile o a un suo delegato.
Infine, gli eventi di tipo "C", hanno un impatto a livello statale tale per cui è richiesto l'intervento del D.P.C. (Dipartimento di Protezione Civile), con sede a Roma; nel caso in cui vi sia la necessità di istituire in loco una struttura di coordinamento nazionale per fronteggiare l'emergenza, si provvede all'allestimento della DI.COMA.C. (Direzione di Comando e Controllo) al fine di ottimizzare l'utilizzo delle risorse nazionali sul territorio interessato.
Nel caso in cui a livello comunale non vi siano le risorse necessarie per far fronte all'evento, interviene l'autorità sovraordinata.
Inoltre, bisogna ricordare che per la Regione autonoma Valle d'Aosta, i compiti della Prefettura vengono direttamente svolti dalla Regione.
Nella *Tabella – 6* sono riassunte le dimensioni e le tempistiche di attivazione:

Tipologia di centro	Autorità competente	Struttura operativa	Dimensione	Tempo di attivazione
Coordinamento comunale	Sindaco	C.O.C	Adatto alle risorse dell'amministrazione	Minore di 1 ora
Coordinamento provinciale	Prefetto/ Presidente della Regione	C.C.S	Superficie minima tra 120-150 m2	Minore di 1 ora
Coordinamento intercomunale	Prefetto/ Presidente della Regione	C.O.M	Superficie indicativa di 300 m2	Meno di 6 ore e tra 6-24 ore
Coordinamento regionale	Presidente della regione	S.O.R	/	/
Coordinamento nazionale	Capo del dipartimento della Protezione Civile	DI.COMA.C	Circa 800-1000 m2; esterna 3000 m2	/

Tabella 6 - Dimensioni e tempistiche di attivazione dei centri operativi

In caso di emergenza, si costituisce il "Tavolo delle Funzioni di Supporto", *(Tabella – 7),* che ha come compito quello di redigere piani di emergenza e di gestire l'evento. A tale Tavolo partecipano le seguenti categorie così denominate:

F0	coordinatore	F4	volontariato	F8	servizi essenziali	F12	materiali pericolosi
F1	tecnica	F5	materiali	F9	danni	F13	logistica
F2	sanità	F6	viabilità	F10	stazioni operative	F14	centro di coordinamento
F3	mass-media	F7	telecomunicazioni	F11	enti locali	F15	amministrazione

Tabella 7 - Il Tavolo delle Funzioni di Supporto

La costituzione di questo tavolo è frutto del metodo Augustus, il quale si prefigge di: fornire criteri e indirizzi per la pianificazione di qualsiasi emergenza a prescindere dall'estensione e dall'entità del fenomeno calamitoso e dal numero degli Enti e delle Amministrazioni coinvolte; creare linguaggi e procedure unificate che consentano un'immediata comunicazione e un'efficiente collaborazione tra tutti i soggetti implicati nella gestione e nel superamento dell'emergenza; realizzare un piano di emergenza che non sia un elenco di uomini e mezzi ma una valutazione della disponibilità delle risorse. Il metodo, per le realtà più complesse (Regioni, Stato, ecc.), definisce fino ad un massimo di 14 funzioni di supporto. Per le realtà comunali, che hanno ridotte dimensioni, sono individuate fino a 9 funzioni di supporto, in relazione alle risorse economiche e umane disponibili e alle possibili emergenze. Ne caso della Valle d'Aosta sono individuate: la tecnica/scientifica (F1), la sanità (F2), il volontariato (F4), i materiali e i mezzi (F5), le telecomunicazioni (F7), i servizi essenziali (F8), i danni (F9), le stazioni operative (F10) e la logistica (F13).

Gli organi della Protezione Civile Valdostana

La Protezione Civile è caratterizzata da diversi organi che cooperano costantemente e soprattutto in caso di necessità; questi sono organi di tipo permanente, straordinario, ausiliare e strutture tecniche a supporto della Protezione Civile nella fase di previsione e monitoraggio. Di seguito vengono riportati i compiti generali dei differenti organi:

Permanenti

- Comitato regionale per la Protezione Civile: predisposizione e revisioni periodiche del piano regionale di Protezione Civile, di previsione e prevenzione dei rischi sulla base dei quali adotta i relativi piani di emergenza ai sensi dell'art. 4 della L. R. 5/2001 e s.m.i.;
- Struttura regionale di Protezione Civile;

- Centrale Unica del Soccorso (C.U.S.): istituita con la Legge regionale 2 aprile 2008, n. 7 *"Organizzazione della centrale unica per la gestione delle chiamate del soccorso"*, composta dalla Protezione Civile dal Corpo valdostano dei vigili del fuoco, dal Corpo forestale della Valle d'Aosta, dalla Centrale operativa dell'AUSL, e dal Soccorso Alpino Valdostano.

Straordinari

- Centro Coordinamento Soccorsi (C.C.S.): organo di gestione dell'emergenza e il responsabile della sua attivazione è il Presidente della Regione;
- Sala Operativa Regionale (S.O.R.) – funzioni di supporto: organo che richiede un'azione coordinata di interventi in caso di criticità. Il coordinamento di tutte le funzioni spetta al Capo della Protezione Civile o a un suo delegato. L'obiettivo corrisponde all'organizzazione delle risposte, distinte per settori di attività e di intervento, che occorre dare alle diverse esigenze operative in emergenza;
- Centro Operativo Misto (C.O.M.): viene attivato dal Presidente della Regione con apposito decreto in relazione all'estensione dell'area interessata e alla popolazione da assistere;
- Colonna Mobile Regionale (C.M.R.): interventi di tipo tecnico, sanitario e umanitario sul territorio nazionale e estero;

Ausiliari

- Centro di Smistamento Soccorsi (CSMI): costituito con decreto del Presidente della Regione, in caso di emergenza, quando è necessario smistare e gestire il personale Volontario che partecipa al soccorso;
- Unità Assistenziale di Emergenza (U.A.E.): costituita con decreto del Presidente della Regione, in caso di diramazione di allarme o di emergenza, per ricoverare e assistere la popolazione sfollata;
- Comitato Operativo per la Viabilità (C.O.V.): riferisce le criticità della rete stradale;
- Posto di Comando Operativo (P.C.O.): opera sui Piani di Soccorso Binazionali dei Trafori del Monte Bianco e del Gran San Bernardo;

Strutture tecniche a supporto della Protezione Civile nella fase di previsione e monitoraggio

- Centro funzionale regionale: ha il compito di allertare la Protezione Civile in caso di criticità di tipo meteorologico e/o idrogeologico e idraulico;
- Struttura attività geologiche: svolge attività relative al dissesto, al rischio sismico alla definizione di opere di protezione;
- Ufficio neve e valanghe: svolge attività relative al rischio in ambiente glaciale e periglaciale;
- Nucleo antincendi boschivi;
- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (A.R.P.A.).

Il Piano Comunale di Protezione Civile

Il Piano Comunale di Protezione Civile è uno strumento snello e di facile consultazione, dove, a partire dalla situazione del territorio, dall'analisi dei rischi e dalle risorse a disposizione si definiscono le procedure e gli interventi da attuare prima e durante l'emergenza.

Il piano si articola in due componenti fondamentali: una componente relativa all'attività di previsione e prevenzione, che rappresenta la situazione dei rischi sul territorio comunale e le relative iniziative per la mitigazione; una componente operativa, finalizzata all'emergenza.

Nel primo caso, devono essere individuati i rischi e la vulnerabilità del sistema ambientale individuati all'interno di Piani tecnici di settore. Quindi, correlando indicazioni e prescrizioni, si può disporre, all'interno del Piano Comunale di Protezione Civile, di un quadro complessivo del rischio.

Diventa, perciò, fondamentale lo studio e la definizione dei piani di settore in modo da poter organizzare un Piano Comunale di Protezione Civile, anche attraverso l'individuazione degli scenari di rischio. Queste attività anticipano la redazione del Piano Regolatore fondamentale per definire la regolamentazione dell'uso del suolo.

Il secondo caso è relativo alla gestione delle emergenze secondo cui, per rendere ordinaria un'emergenza, ogni comunità locale deve definire qual è il grado di sopportazione del rischio che può accettare. L'indice è il riferimento per definire le procedure di gestione delle emergenze che sono parti fondamentali ed integranti del Piano Comunale di Protezione Civile.

Per questo motivo, all'interno del Piano Regolatore dovrebbero essere individuate aree per l'ammassamento, il ricovero e l'attesa; una viabilità costruita sulle tipologie di rischio con relativi spazi di manovra; un sistema di controllo ambientale del territorio; un arredo e segnaletica urbana differenziata per tipologia di rischio; aree destinate ad esercitazioni; aree da destinare alla realizzazione di poli integrati di Protezione Civile; spazi di deflusso per l'evacuazione da edifici pubblici.

Dal documento *"Linee guida per la pianificazione comunale di Protezione Civile"* redatto dalla Regione Autonoma Valle d'Aosta, è stato ricavato il seguente schema di organizzazione del piano comunale *(Figura – 36)*.

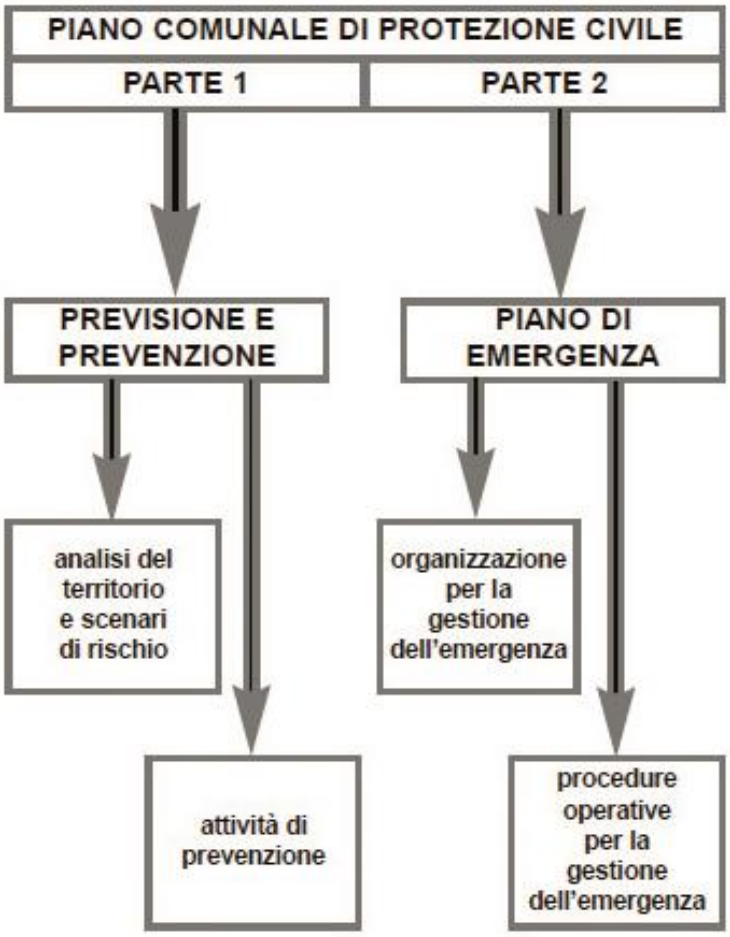


Figura 36 - Organizzazione del sistema comunale di Protezione Civile (fonte: Linee guida per la pianificazione comunale di Protezione Civile)

Inoltre, le attività di previsione e prevenzione dei rischi sono suddivisibili in tre punti:

- individuazione del rischio e sua georeferenziazione, come la perimetrazione di un'area esondabile;

- valutazione del livello di rischio e degli scenari d'evento attesi;
- definizione degli interventi di prevenzione e delle priorità d'intervento.

Sovente non è sufficiente l'intervento del singolo Comune per la definizione di queste attività ma è necessario il supporto da parte della Regione e dello Stato in ottica della messa in atto del principio di sussidiarietà tale per cui, per determinati interventi, sono necessarie notevoli risorse finanziarie ed intellettuali.

Piano di Protezione Civile di Cogne

Ai sensi della Legge 24 febbraio 1992 numero 225, *"Istituzione del servizio nazionale di Protezione Civile"* nonché della Legge Regionale della Valle d'Aosta del 18 gennaio 2001 n. 15, *"Organizzazione delle attività regionali di Protezione Civile"*, il comune di Cogne si è dotato del Piano di Protezione Civile Comunale.
Il Piano prevede l'attivazione di un servizio di monitoraggio dei rischi, elaborazione di procedure, istruzioni per il soccorso della popolazione, individuazione delle soluzioni per il mantenimento della viabilità e un censimento dei danni a persone e cose.
Come precedentemente affermato, la struttura che si occupa della gestione delle emergenze è il Centro Operativo Comunale (C.O.C.). Attraverso le risorse umane e materiali disponibili sul territorio si prefigge di svolgere le attività di previsione, prevenzione, soccorso e superamento dell'emergenza.
L'ultimo aggiornamento del Piano risale al 2011; i dati sulla popolazione sono relativi a dicembre 2010 e vedono una popolazione residente pari a 1.492 abitanti con 735 nuclei familiari. A questi valori si aggiungono circa 10.000 persone presenti nel Comune nel periodo estivo e 8.500 persone non residenti.
Il sindaco, in qualità di Autorità comunale di Protezione Civile, si avvale del C.O.C per la direzione e il coordinamento dei servizi di soccorso. Inoltre, la sala operativa viene disposta all'interno del Municipio, area reputata sicura e di facile accesso.
Per una maggiore coordinazione il territorio comunale è stato suddiviso in cinque settori ovvero Epinel, Gimillan, Cogne, Valnontey e Lillaz. Il cui controllo è affidato a dei responsabili di settore *(Figura – 37)*.

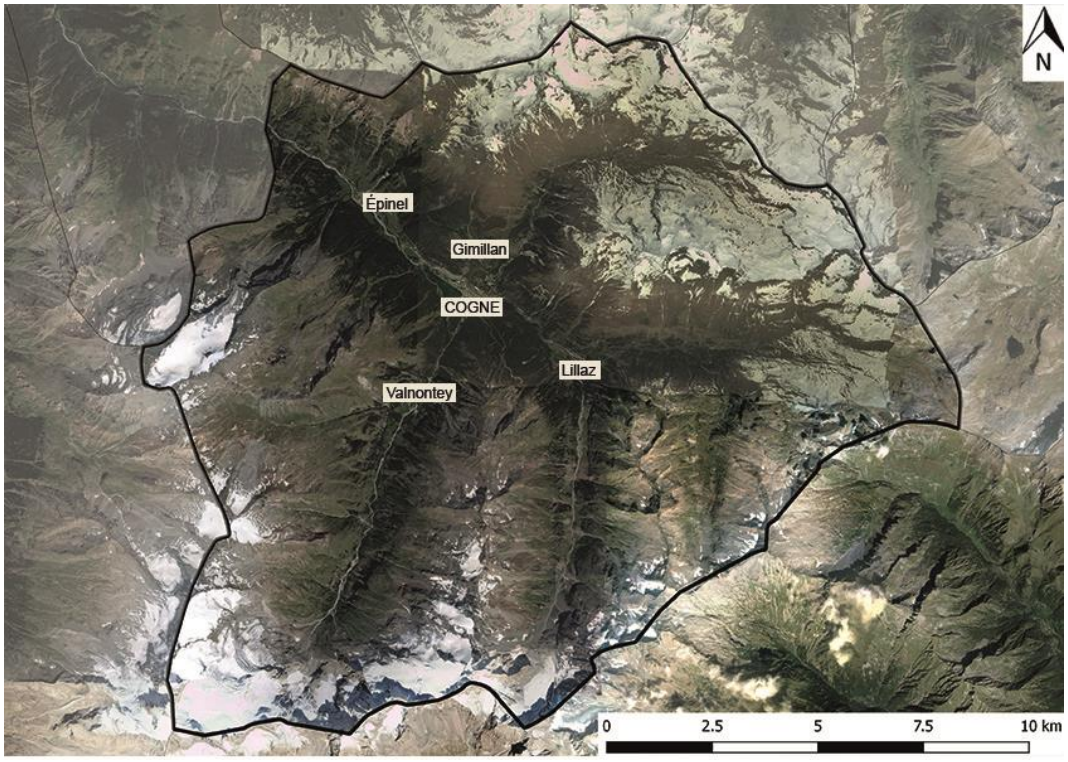


Figura 37 - Settori di Protezione Civile (fonte: Piano Comunale di Protezione Civile)

Il Centro Operativo Comunale prevede nove funzioni di supporto che si interessano della coordinazione delle componenti scientifiche e tecniche per avere sempre un quadro aggiornato dell'evolversi degli scenari calamitosi; dell'aggiornamento della presenza di strutture sanitarie e del personale sanitario, di anziani e disabili, delle risorse disponibili sul territorio ma anche dei materiali e dei mezzi disponibili.

Si interessa anche di predisporre interventi immediati di ripristino della rete elettrica, dell'acquedotto e della fognatura, di censire i danni a cose e persone per stabilire gli interventi di emergenza, dell'organizzazione dei trasporti subito dopo l'evento calamitoso e della conoscenza del patrimonio abitativo e ricettivo utile per definire zone di attesa e centri di accoglienza.

Come detto in precedenza, a causa della variazione continua della popolazione, è fondamentale prevedere due diversi scenari uno riferito al periodo di bassa stagione caratteristico della maggior parte dei mesi all'anno e uno caratteristico dell'alta stagione relativo al periodo estivo (15 luglio, 31 agosto) e invernale (25 dicembre, 10 gennaio).

Sul territorio comunale sono individuate le aree di emergenza, ovvero aree attrezzate poste in un luogo sicuro che fungono da luogo di ricongiungimento a seguito dell'evento calamitoso e le aree di attesa, luoghi di primo ritrovo per la popolazione; si utilizzano slarghi, parcheggi pubblici o privati. In queste aree gli individui riceveranno le prime

informazioni sull'evento prima di essere indirizzati nelle aree di emergenza a loro destinate.

Nell'eventualità in cui si verifichi un'emergenza nel periodo estivo e a causa della carenza di strutture di accoglienza disponibili attraverso l'uso del patrimonio edilizio, è stata individuata un'area di notevole estensione (6.000 m^2) da utilizzare come area di emergenza da allestire con moduli abitativi. Inoltre, può anche essere utilizzata come area per l'ammassamento di personale volontario e di materiale.

In contesti critici relativi a eventi inattesi di eccezionale dimensione, si possono determinare situazioni di isolamento prolungato di vallate e centri abitati, in questi casi la disposizione di strutture di accoglienza e di sostegno può venir meno.

Nella *Figura – 38* sono individuate tutte le aree di attesa e di accoglienza del Comune.

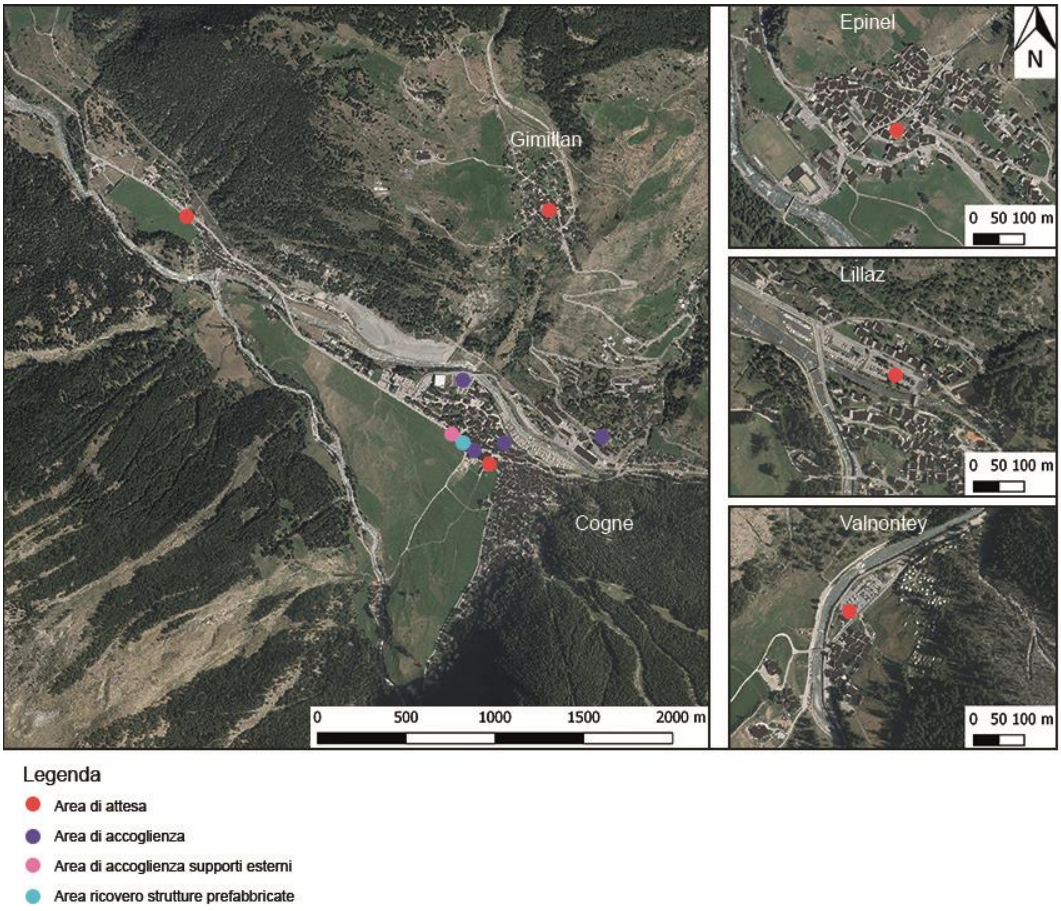


Figura 38 - Aree di attesa e di accoglienza (fonte: Piano di Protezione Civile Comunale)

Alla confluenza del torrente Valnontey con il torrente Grand Eyvia è presente una colonnina che individua le portate del torrente ogni 30 minuti. Rispetto ai livelli idrici raggiunti durante importanti eventi storici, sono state individuate due situazioni prevalenti

di criticità. Un'altezza idrica critica di 150 cm in modo che sia comunque garantito il franco di un metro rispetto al livello di esondazione e un'altezza idrometrica di 250 cm; questa fa sì che il livello idrico sia prossimo al piano di campagna senza che si verifichi un'esondazione.
Oltre alla soglia delle portate viene definito un valore limite anche per le precipitazioni. Il valore definisce una soglia pluviometrica quantitativa pari a 80 mm in un tempo non superiore alle 72 ore e una soglia pluviometrica di intensità pari a 50 mm in non più di 24 ore.

Confronto tra i piani

Dal confronto tra i piani precedentemente analizzati si osserva come risulti essere fondamentale il continuo aggiornamento dei piani per individuare le azioni necessarie in corso di evento utili alla salvaguardia di cittadini e di beni nonché della pianificazione dell'emergenza.
Si nota come il PGRA, agisca in sinergia con il PAI; è necessario operare in coerenza con le sue Direttive ed indicazioni che prevedono che la mitigazione del rischio sia conseguita privilegiando sempre, laddove possibile, il recupero della funzionalità dei corsi d'acqua, e "lavorando con il fiume", assecondandone le tendenze evolutive e conseguendo in tal modo anche obiettivi di recupero ambientale ed ecosistemico.
Costituiscono a livello comunale e a livello provinciale lo strumento unitario di risposta coordinata del sistema locale di Protezione Civile rispetto a qualsiasi tipo di situazione di crisi o di emergenza avvalendosi delle conoscenze e delle risorse disponibili sul territorio.
Questi piani devono essere integrati con il livello regionale e statale di pianificazione e gestione dell'emergenza. In particolare, per il PGRA assume un rilievo particolare la Pianificazione di Emergenza Comunale (PEC) in materia di Protezione Civile.
Risulta necessario, tra le misure di prevenzione previste nel PGRA, l'associare, alle aree che risultano allagabili, una idonea normativa d'uso del territorio, coerente con quella già presente nel PAI per i fenomeni alluvionali considerati.
La Legge Regionale 11 del 1998 si riferisce alle azioni da attuare negli ambiti inedificabili di aree boscate, zone umide e laghi, terreni sedi di frane, terreni a rischio di inondazioni, di valanghe o slavine. Gli ambiti vengono maggiormente dettagliati a livello comunale e le aree individuate sono di tipo cautelative perché possono considerare anche zone che nella realtà non verranno mai colpite da un evento calamitoso.

Molto utile è anche il Piano Territoriale Paesistico in quanto l'organizzazione in sistemi e sottosistemi permette di capire che tipologie di interventi relative a conservazione, restituzione, riqualificazione e trasformazione devono essere integrate con le disposizioni dalla Legge Regionale 11/1998 rispetto agli ambiti inedificabili.
Siccome Cogne ricade all'interno del Parco Nazionale del Gran Paradiso diventa fondamentale considerare anche il piano del parco. Quest'ultimo è definito come
Sito di Interesse Comunitario (SIC) e designato come Zona di Protezione speciale (ZPS). Definisce una zonizzazione del territorio e ipotizza alcune tipologie di intervento tra cui il recupero di aree degradate e la valorizzazione delle aree naturalistiche.
Fondamentale è anche la tematica relativa al numero di individui che frequentano il Comune durante i vari mesi dell'anno e la loro fluttuazione in modo da capire come operare in caso di emergenza e avere una stima del numero di soggetti da mettere in sicurezza.
In generale, gli interventi che possono essere svolti sono relativi alla limitazione nella realizzazione di aperture o di scalinate o rampe verso aree di possibile provenienza dei flussi. Allo stesso modo per i nuovi edifici è opportuno definire una progettazione che eviti o limiti i danni del possibile flusso di acque. È anche necessario prevedere che ogni intervento debba ristabilire gli equilibri naturali alterati e la riqualificazione degli habitat naturali.
In definitiva, nessun piano precedentemente analizzato si interessa della dinamica glaciale.
È necessario definire specifica azioni che ne regolarizzino l'attività in modo da intervenire nel modo più coerente possibile a tutti i livelli di pianificazione tenendo in conto una tipologia di attività di tipo improvvisa.

Il rischio idrogeologico

Il rischio

Il rischio è il valore atteso di perdite umane, di feriti, di danni alle proprietà e alle attività economiche a seguito del verificarsi di un particolare scenario di evento di una data intensità; l'evento deriva dall'interazione tra pericoli naturali o indotti dall'uomo e condizioni più o meno vulnerabili (Di Lodovico L. e Iagnemma L., 2014).
Il concetto di rischio richiama a sua volta altri concetti, come la probabilità e la severità dell'evento, i danni potenziali e la vulnerabilità della popolazione e del territorio. Il rischio può essere considerato come la combinazione di tre fattori (UNDRO,1979):

$$Rischio = Pericolosità \times Vulnerabilità \times Esposizione$$

La *pericolosità* è la possibilità che si verifichi un evento in un dato periodo di tempo e con una data intensità. È rappresentata dal tempo di ritorno dell'evento, espresso in anni, che indica il tempo che intercorre mediamente tra il verificarsi di due eventi di intensità pari o superiore a quella di riferimento.
L'*esposizione* indica ciascun elemento a rischio, in termini di persone, beni o proprietà, indicati con il termine di *recettori. Tra le* persone si hanno la popolazione residente, i lavoratori o le persone che transitano nell'area esposta a rischio. I beni o proprietà invece, sono infrastrutture, attività e servizi, sia pubblici sia privati, che possono essere danneggiati o compromessi.
La *vulnerabilità* può essere espressa come l'incapacità del recettore di reagire alle sollecitazioni portate da un evento straordinario, ed è dovuta principalmente alle caratteristiche fisiche e strutturali di abitazioni o infrastrutture e oscilla tra 0 (nessun danno) ed 1 (distruzione, perdita totale).
Una buona capacità di far fronte del sistema di Protezione Civile quindi, può agire sulla vulnerabilità dei recettori riducendola, e mitigando così il rischio stesso.
Inoltre, bisogna riconoscere che i rischi esistono all'interno di sistemi sociali costituiti da individui diversi e, di conseguenza, le persone non condividono le stesse percezioni di rischio.
La Valle d'Aosta è soggetta a cinque diversi rischi:

- rischio idrogeologico che può essere ancora suddiviso in:
    - rischio da inondazioni naturali e artificiali

    - rischio da frane
    - rischio da valanghe
    - rischio da effetti della dinamica glaciale
- rischio sismico
- rischio incendi boschivi
- rischio industriale - tecnologico e da interruzioni prolungate di energia elettrica (blackout)
- rischio legato a disservizi nell'esercizio d'infrastrutture di trasporto in ambiente montano (strade, ferrovie, impianti a fune...).

Il rischio idrogeologico e idraulico

Il dissesto idrogeologico, come affermato in precedenza, è l'alterazione della superficie terrestre il cui sviluppo è condizionato fondamentalmente dall'acqua meteorica, ruscellante o infiltrata, e aggravata dalle caratteristiche del rilievo stesso. Le manifestazioni più tipiche di fenomeni idrogeologici sono frane, alluvioni, erosioni costiere, subsidenze e valanghe.

Inoltre, i rischi idrogeologici e idraulici fanno riferimento a tutti gli effetti sul territorio che si verificano tramite condizioni meteorologiche avverse e attraverso l'azione delle acque. La densità della popolazione, la progressiva urbanizzazione, l'abbandono dei terreni montani, l'abusivismo edilizio, il continuo disboscamento, l'uso di tecniche agricole poco rispettose dell'ambiente e la mancata manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua hanno aggravato il dissesto e sottolineato la fragilità del territorio italiano; tutto questo ha quindi incrementato l'esposizione ai fenomeni e, di conseguenza, ha portato anche ad un aumento del rischio.

Esistono due tipologie differenti rischio:

- Il *rischio idrogeologico*: ovvero gli effetti relativi al superamento dei livelli pluviometrici critici lungo i versanti, dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua della rete idrografica minore e di smaltimento delle acque piovane.
- Il *rischio idraulico:* ovvero gli effetti relativi al superamento dei livelli idrometrici critici (possibili eventi alluvionali) lungo i corsi d'acqua principali.

In Valle d'Aosta e, più in generale, in tutta Italia il dissesto idrogeologico è particolarmente diffuso e rappresenta un problema di notevole importanza. L'intera Penisola è caratterizzata da dissesti idrogeologici a causa della sua conformazione geologica e geomorfologica, caratterizzata da un'orografia complessa e bacini idrografici

generalmente di piccole dimensioni, che sono quindi caratterizzati da tempi di risposta alle precipitazioni estremamente rapidi. Questo fa sì che il tempo tra l'inizio della pioggia e la piena può essere molto breve.
Di particolare importanza è il tema relativo ai ghiacciai; in Valle d'Aosta esistono circa duecento ghiacciai. Negli ultimi vent'anni le variazioni climatiche hanno sottolineato le criticità della dinamica glaciale. Le situazioni di rischio sono dovute a seracchi pericolanti, laghi glaciali (epiglaciali, endoglaciali, proglaciali) che possono dare origine a fenomeni di svuotamento improvviso causando eventi di piena, depositi rocciosi instabili. Gli eventi recenti significativi legati all'azione dei ghiacciai che hanno comportato l'attivazione dei sistemi di Protezione Civile sono il Seracco del Ghiacciaio delle Grandes Jorasses (1997), l'emergenza legata al lago epiglaciale del Belvedere di Macugnaga in Piemonte, meglio noto come Lago Effimero (2002) e anche il Lago effimero del Grand Croux sopra Cogne (2016).
Di seguito verrà analizzato in maniera dettagliata il rischio idraulico indotto dalla dinamica glaciale, ovvero il rischio provocato da colate di ghiaccio e detriti che possono essere rilasciate a seguito di rottura arginale del lago glaciale Grand Croux.

Mappe della pericolosità e mappe del rischio

Nel documento, redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po, *"Progetto di variante alle norme di attuazione del PAI e del PAI Delta",* viene inserito il Titolo V relativo a *"Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)".* All'interno del PGRA sono delimitate, attraverso le Mappe della pericolosità e le Mappe del rischio di alluvione, le aree allagabili con la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti.
Le aree allagabili sono definite e delimitate per i diversi scenari di pericolosità ovvero aree P1, o aree interessate da alluvione rara; aree P2, o aree interessate da alluvione poco frequente; aree P3, o aree interessate da alluvione frequente.
Al comma 2 dell'articolo 57 vengono definiti gli ambiti a cui fanno riferimento le aree allagabili, ovvero:

- *"reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);*
- *reticolo secondario collinare e montano (RSCM);*
- *reticolo secondario di pianura (RSP);*
- *aree costiere lacuali (ACL);*

- *aree costiere marine (ACM)"* (Articolo 57, comma 2, Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione, 2016).

In questo lavoro verranno valutate le aree ricadenti nel reticolo secondario collinare e montano (RSCM) in cui, in Valle d'Aosta, sono ammesse alcune tipologie di intervento.

- Nelle aree a elevata pericolosità non sono ammessi di norma interventi che eccedono la manutenzione straordinaria del patrimonio immobiliare esistente, anche se sono diverse le eccezioni per gli immobili esistenti;
- Nelle aree a media pericolosità sono ammessi anche interventi di ristrutturazione e recupero del patrimonio esistente, ma non la realizzazione di nuove opere;
- Nelle aree a bassa pericolosità, in ogni piano regolatore, devono essere indicati gli accorgimenti necessari, in relazione al tipo di dissesto previsto, per ridurre la vulnerabilità degli edifici, essendo possibile comunque la costruzione di nuovi immobili.

Dopo la delimitazione delle aree è compito dei Comuni stessi provvedere a adeguare (art. 59 della Variante delle Norme di Attuazione del PAI) i rispettivi strumenti urbanistici. Essi si impegnano a minimizzare le condizioni di rischio esistenti anche attraverso delle valutazioni più dettagliate; inoltre, se necessario, risulta fondamentale la predisposizione o l'adeguamento ai piani urgenti di emergenza comunale contenenti le misure per la salvaguardia dell'incolumità delle popolazioni interessate, compreso il preallertamento, l'allarme e la messa in salvo preventiva.

Dalla carta generale della pericolosità *(Figure 39 e 40)* si osserva come la maggior parte del Comune sia interessata da una pericolosità media ovvero con tempi di ritorno compresi tra 100 e 200 anni. Non bisogna comunque escludere un'alta pericolosità con tempi di ritorno di 20 - 50 anni soprattutto in aree antropizzate.

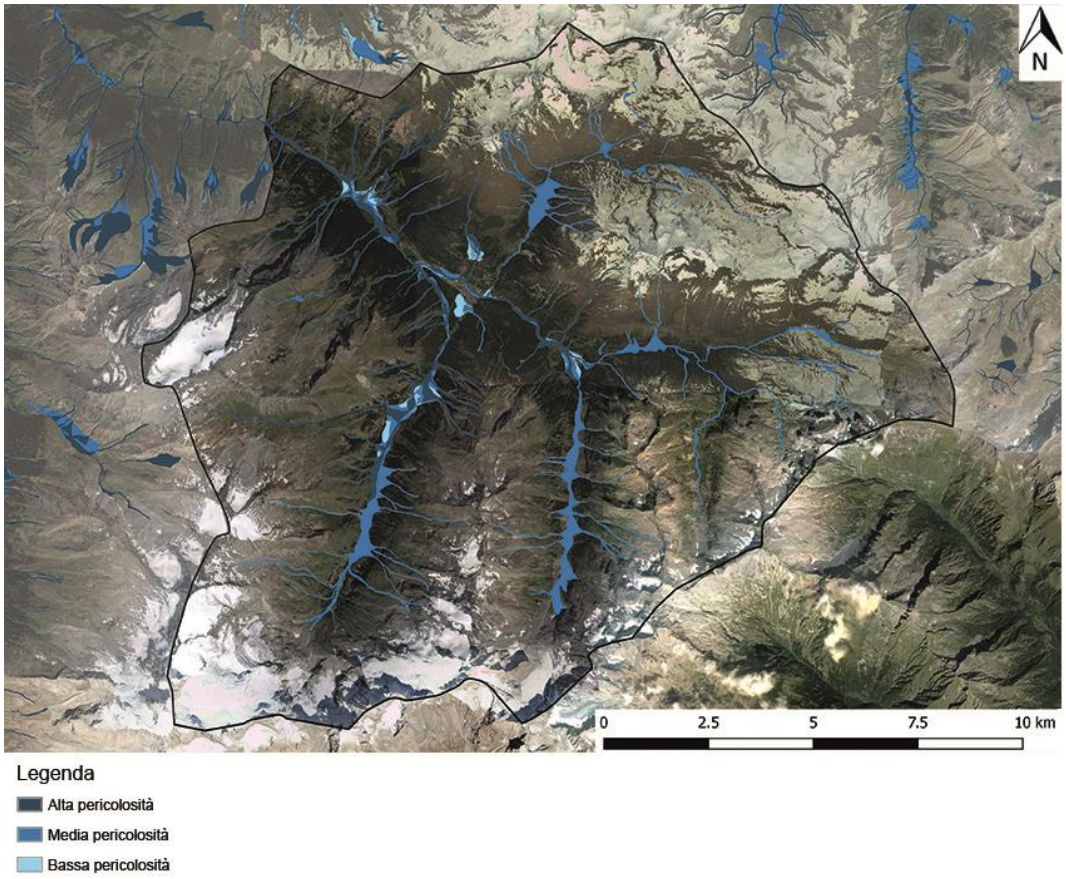


Figura 39 - Mappa della pericolosità (fonte: PGRA)

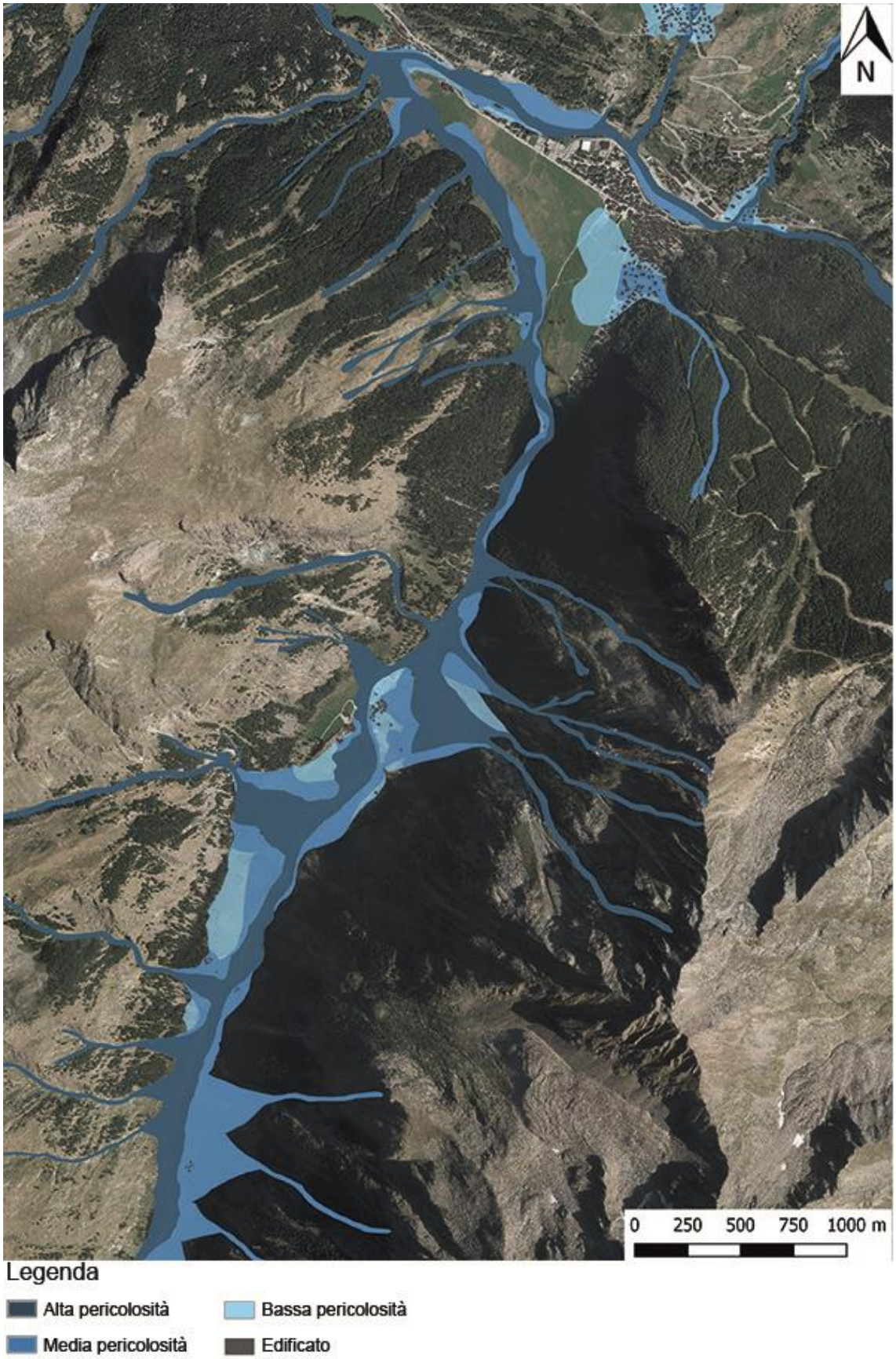


Figura 40 - Mappa della pericolosità in Valnontey (fonte: PGRA)

Le mappe del rischio, invece, indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni nell'ambito dei tre scenari di pericolosità espresse rispetto al numero degli abitanti potenzialmente interessati, del tipo di attività, del numero di impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e delle aree protette potenzialmente interessate da tale inquinamento e delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato volume di sedimenti trasportati e colate detritiche.

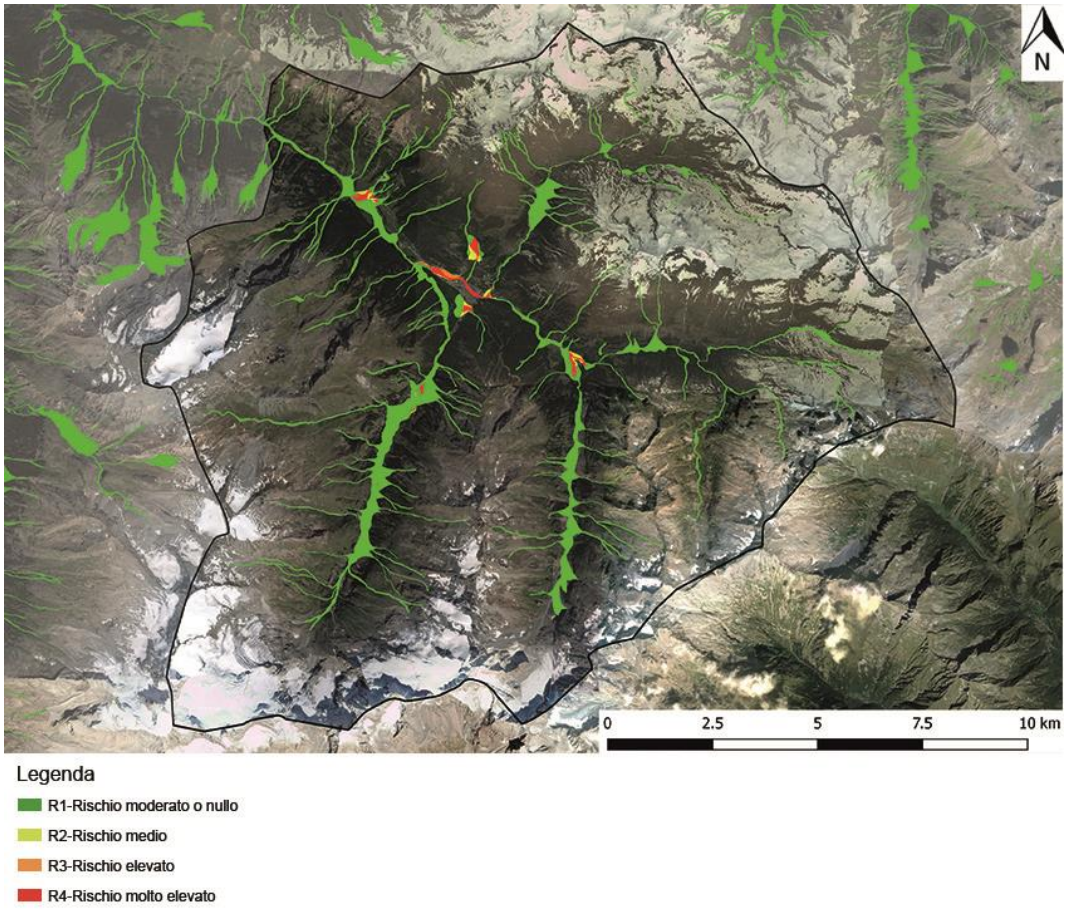


Figura 41 - Mappa del rischio (fonte: PGRA)

In generale, il rischio risulta essere moderato o nullo perché le aree interessate sono prive di edifici e infrastrutture. Nel caso in cui queste ultime siano interessate, allora, il rischio passa ad essere medio se non molto elevato *(Figure 41 e 42)*. Infatti, se si osserva la sola Valnontey si nota come gli edifici del centro della frazione e le aree destinate a campeggio siano caratterizzate da un rischio R2 e R4.

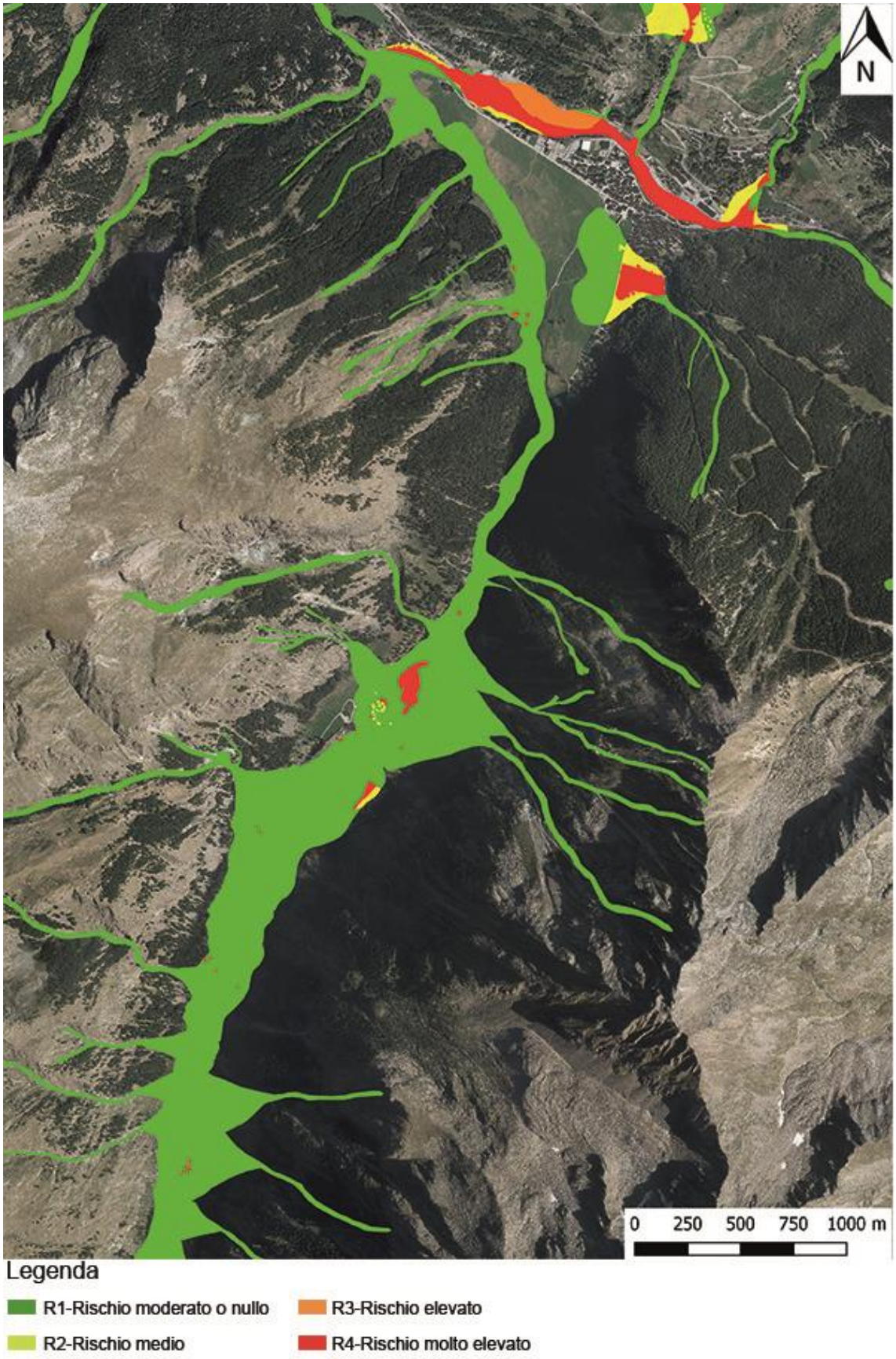


Figura 42 - Mappa del rischio in Valnontey (fonte: PGRA)

Attività di previsione e prevenzione

Le calamità verificatesi sul territorio italiano hanno insegnato che, per proteggere in modo efficiente la vita dei cittadini e l'integrità delle infrastrutture, occorre prevedere i possibili eventi che si possono verificare in un'area.

Diventa, quindi, fondamentale individuare quali possono essere i danni e le criticità a cui si andrebbe incontro.

Per questo motivo sono necessarie attività di previsione e prevenzione. Queste attività si basano su una stretta cooperazione tra la Protezione Civile e il mondo della ricerca scientifica, con nuovi sistemi tecnologici di raccolta ed elaborazione delle informazioni, centri di elaborazione dei dati in grado di segnalare con il massimo anticipo possibile le probabilità che si verifichino eventi catastrofici, l'elaborazione di sofisticate ed efficienti cartografie di rischio, la promozione di strumenti normativi e tecnici per la prevenzione e mitigazione dei danni.

Come già anticipato, la *previsione* è l'attività diretta allo studio e alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi; in Italia, il Sistema Nazionale di Allertamento è costituito da dati meteorologici, idrogeologici e idraulici ottenuti tramite la raccolta, il monitoraggio e la condivisione. Inoltre, la gestione viene garantita dai Centri Funzionali Regionali.

Le analisi vengono svolte tramite strumenti e tecniche sofisticate tra cui le immagini satellitari e i modelli idraulici; in questo modo è possibile mettere in atto un sistema di allertamento e sorveglianza utile per attivare la macchia del soccorso, nel caso in cui il fenomeno analizzato superi delle soglie di criticità prefissate.

La *prevenzione*, invece, consiste nelle attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichino eventi incidentali attraverso interventi strutturali, opere di sistemazione attiva o passiva, come argini o vasche di laminazione; oppure interventi non strutturali come azione finalizzate alla riduzione del danno tramite vincoli.

La conoscenza del territorio e delle relative soglie di pericolo è fondamentale per definire gli stati di attivazione, attenzione, preallarme e allarme, a cui possono corrispondere determinate procedure di emergenza. Compito della Protezione Civile è di ridurre, a soglie accettabili, la probabilità che si verifichino eventi disastrosi.

Siccome, in riferimento ad un evento alluvionale a seguito della rottura di un argine in ghiaccio, non sono state definite attività di previsione e prevenzione, è bene definire alcune tipologie di intervento volte alla messa in sicurezza della popolazione e delle infrastrutture.

Aree allagabili

A seguito di eventi alluvionali sono state individuate le aree allagabili, di seguito delimitate, con le relative pericolosità già state precedentemente descritte nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

L'ISPRA mette a disposizione delle mappe del rischio relative a frane e alluvioni in cui possono essere ricavate informazioni su individui e infrastrutture che possono essere colpiti, così come indicato dall'articolo 5 della Direttiva Alluvioni. I dati sono disponibili per tutti i Comuni e nella *Tabella – 8* vengono riassunti quelli relativi a Cogne.

	Alluvione	Frana
Persone a rischio	50 - 500	250 - 500
Famiglie a rischio	100 - 1000	250 - 500
Edifici a rischio	50 - 500	250 - 500
Imprese a rischio	1 - 200	50 - 100
Beni culturali a rischio	1 - 10	-

Tabella 8 - Beni esposti al rischio (fonte: ISPRA)

Dai dati si osserva come l'intero territorio sia molto più suscettibile a eventi franosi rispetto a quelli alluvionali; questo è dovuto alle caratteristiche morfologiche del Comune, di tipo montano e caratterizzato da pendii scoscesi anche se, in qualsiasi caso, un evento alluvionale genererebbe comunque danni a persone e infrastrutture.

In un primo momento vengono analizzate le aree allagabili definite attraverso il Piano Regolatore Generale Comunale e, successivamente, quelle relative alla simulazione idraulica gestita tramite il software Hec-Ras.

La differenza sostanziale tra il PRGC e la simulazione idraulica riguarda la presenza, di aree allagabili non solo sui corsi d'acqua principali ma anche sugli affluenti laterali nel caso del PRGC e delle aree allagabili lungo il corso principale nella simulazione.

Inoltre, il Piano Regolatore Generale Comunale definisce le zone in maniera cautelativa considerando non solo l'alveo principale ma anche i conoidi laterali.

Invece, il modello idraulico dell'onda di piena per la rottura dell'argine in ghiacciaio sostanzialmente percorre la valle senza particolari e significative differenze rispetto alle aree precedentemente individuate.

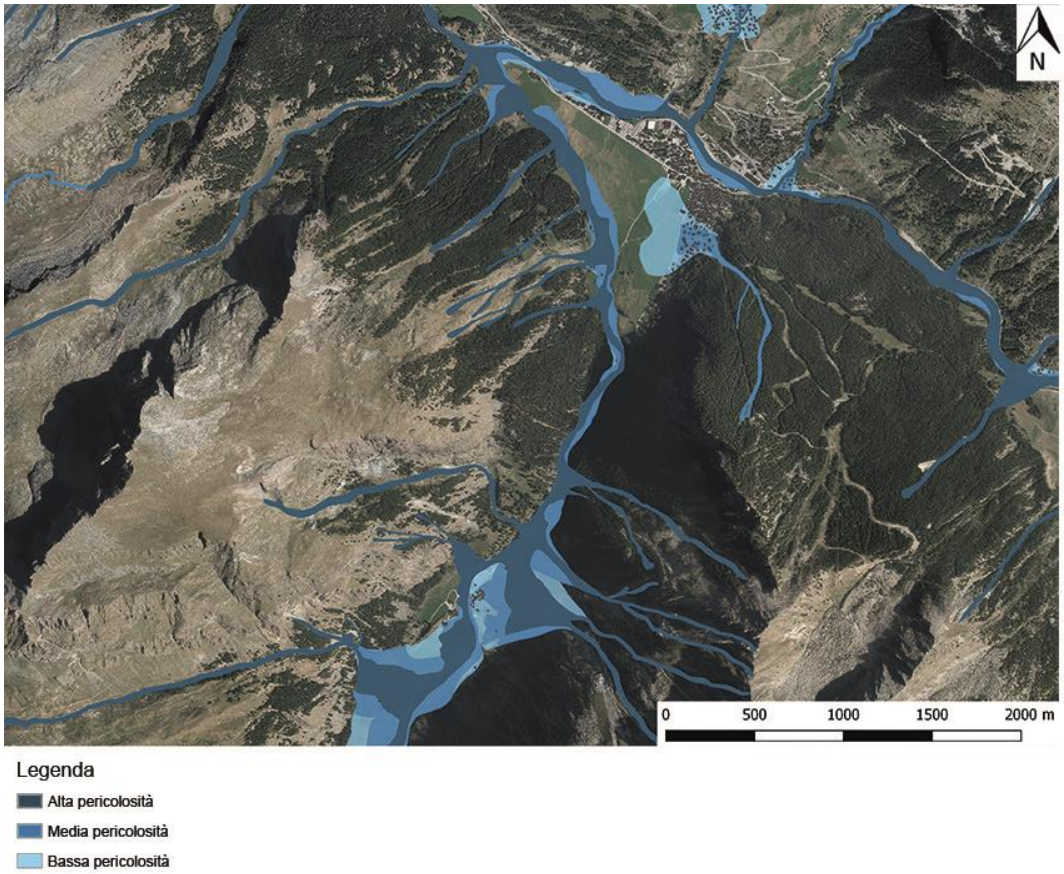


Figura 43 - Aree allagabili

Dalla carta d'insieme delle aree allagabili *(Figura – 43)* si nota come non sia coinvolto tutto il territorio comunale; infatti, se si considera il centro storico del Comune, posto in prossimità del Prato di Sant'Orso, solo una porzione ridotta può essere interessata da colate detritiche con una pericolosità medio bassa. L'abitato di Valnontey, invece, risulta essere completamente interessato.

I fenomeni di questo genere possono compromettere diverse tipologie di beni presenti sul territorio tra cui le abitazioni ma anche tutta la rete viaria, elettrica e acquedottistica.

Il problema principale a cui si va in contro è l'isolamento, anche per diversi giorni, dell'intero Comune come conseguenza di un evento calamitoso dato che l'unica via di comunicazione percorribile risulta essere la Strada Regionale 47.

Inoltre, quasi tutto il corso d'acqua della Valnontey è caratterizzato dalla presenza di importati zone naturali, così come vengono definite dalla Carta della Natura dell'ISPRA e come indicato dalla Direttiva CEE numero 43 del 1992 (Direttiva Habitat), caratterizzate da un valore ecologico molto alto, che verrebbero compromesse e da conoidi di deiezione segno di fenomeni franosi anche in prossimità di abitazioni.

La porzione occupata dall'alveo del torrente o dai corsi d'acqua minori corrisponde all'area che si allaga più sovente e che è caratterizzata da un'alta pericolosità (tempo di ritorno di 20 - 50 anni).

Inoltre, vengono identificate le strutture strategiche e rilevanti che possono essere coinvolte in caso di evento alluvionale.

Le prime sono edifici e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi assume rilievo fondamentale per le finalità di Protezione Civile; tra questi si trovano gli impianti per il trasporto e la distribuzione di energia elettrica e di acqua, le reti di comunicazione, la rete viaria, le scuole e gli ospedali.

Le seconde sono edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso tra cui gli edifici pubblici di dimensioni significative, le strutture il cui collasso può provocare danni ambientali e danni al patrimonio storico, artistico e culturale, i servizi essenziali (farmacie, poste, stazioni di servizio, stazioni ferroviarie), centri commerciali e centri sportivi.

Sono state anche individuate le strutture ricettive utili per ospitare la popolazione in caso di emergenza.

L'abitato del centro storico è situato in una zona rialzata rispetto al piano di campagna dei torrenti e questo garantisce una maggiore sicurezza in caso di inondazione; infatti, in caso di evento calamitoso il livello idrico del torrente Grand Eyvia non può raggiungere il centro ma resta confinato nella parte bassa allagando il parcheggio in località Revettaz.

Nella *Figura – 44* sono individuate le aree allagabili con i relativi edifici strategici e rilevanti individuati.

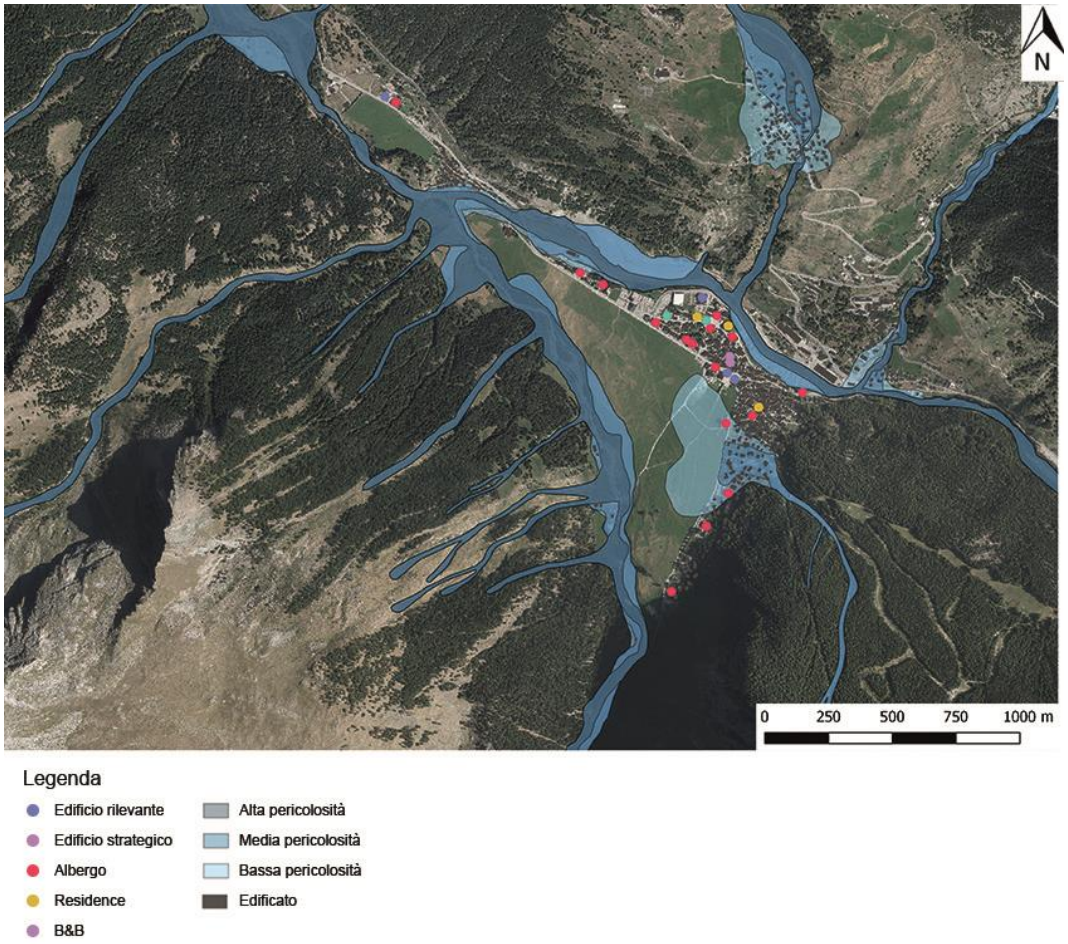


Figura 44 - Edifici rilevanti e strategici

Rispetto a quanto precedentemente affermato, si osserva come la maggior parte degli edifici strategici e rilevanti non ricadono all'interno di aree allagabili; gli edifici rilevanti corrispondono alla farmacia, alle poste, al centro sportivo e alla stazione di servizio, mentre gli edifici strategici sono le scuole dell'infanzia ed elementare - media del Comune.

Sono inserite le strutture ricettive del capoluogo che possono essere usate in caso di emergenza che si aggiungono alle aree di accoglienza già delimitate dal Piano di Protezione Civile. Di queste si hanno 16 alberghi, tre residence e due B&B; in totale si dispone di 304 camere e 660 posti letto.

Alcune strutture ricettive, però, ricadono all'interno di aree allagabili. Di conseguenza, anche se si ha una buona dotazione di beni da utilizzare come aree di accoglienza oltre a quelle individuate dal Piano di Protezione Civile, alcune strutture ricettive è bene utilizzarle con riserva in base a come evolve l'evento calamitoso.

Le strutture da utilizzare con riserva sono due alberghi che si trovano sulla frana di Sylvenoire, anche se, comunque, potrebbe essere interessato in modo limitato e parziale

il Municipio. Infine, in caso di esondazione, il ponte che collega il comune di Cogne con la strada Regionale 47 potrebbe subire dei danni e, di conseguenza, non potrebbe essere più possibile utilizzare la stazione di servizio posta in frazione Crétaz.
Di seguito, *Figura – 45,* vengono rappresentate la rete elettrica, acquedottistica e viaria del Comune ma anche le strutture ricettive, sportive e i campeggi della Valnontey che potrebbero essere colpiti da fenomeni calamitosi.

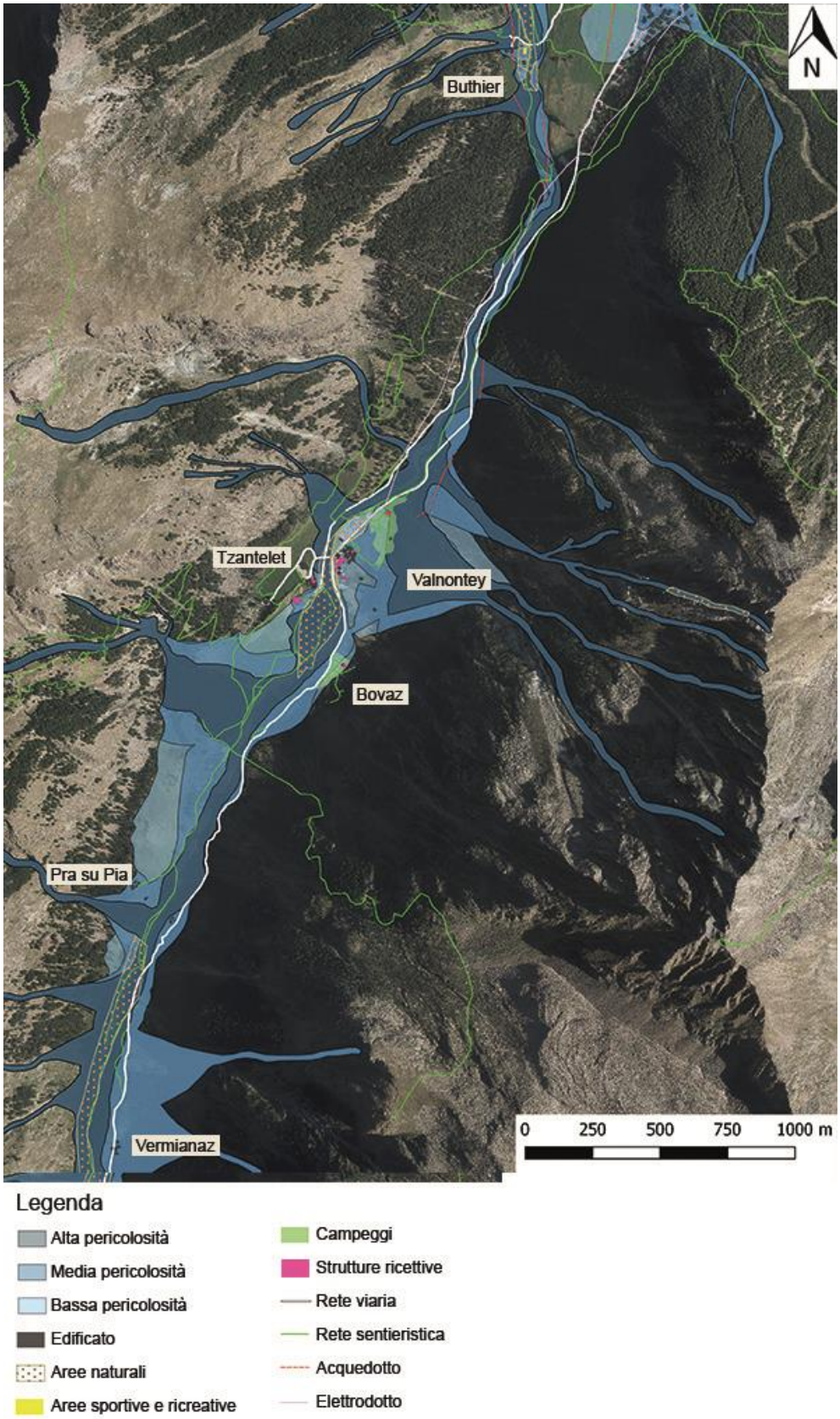


Figura 45 - Vista d'insieme delle aree allagabili secondo il Piano Regolatore generale Comunale

A partire dalla frazione Buthier si osserva come nessun elemento presente ricada in zone allagabili; infatti, l'area ad alta pericolosità ricomprende solamente il corso principale del torrente e il conoide laterale.
Anche l'area sportiva in sinistra orografica non ricade in aree inondabili anche perché la zona di esondazione è limitata alla destra orografica del torrente stesso e ai conoidi laterali.
Nella frazione di Valnontey, invece, si ha una situazione differente. Alcuni edifici sono collocati sui conoidi Valnontey e Loson. Questi edifici non sono soggetti a un'alta pericolosità a esclusione della struttura principale del campeggio Lo Stambecco e anche una parte dello stesso dove possono essere posizionate tende e caravan.
Allo stesso modo gli edifici posti in prossimità del corso d'acqua non ricadono in aree ad alta pericolosità. L'unica area che ricade in zona allagabile con un tempo di ritorno di 20 – 50 anni è il parcheggio in sinistra orografica della frazione Tzantelet.
Anche le frazioni di Pra su Pia e Vermianaz non ricadono in aree allagabili e l'inondazione risulta essere comunque limitata all'interno dell'alveo.
Se in caso di esondazione con tempi di ritorno di 20 – 50 anni vengono interessate solo poche abitazioni, una situazione totalmente differente si presenta se si considerano le diverse infrastrutture.
Infatti, possono essere coinvolte le infrastrutture viarie come la Rue Grand Paradis, ovvero la strada che collega l'abitato della Valnontey con il comune di Cogne, i ponti ma anche tutte le strade poderali e i sentieri posti in prossimità dell'alveo e ai piedi dei conoidi. A questi si aggiungono l'acquedotto comunale e anche l'elettrodotto con andamento parallelo al torrente.
Infine, in parte vengono danneggiate le aree naturali che ricadono all'interno dell'alveo del Torrente Valnontey *(Figura – 46)*.

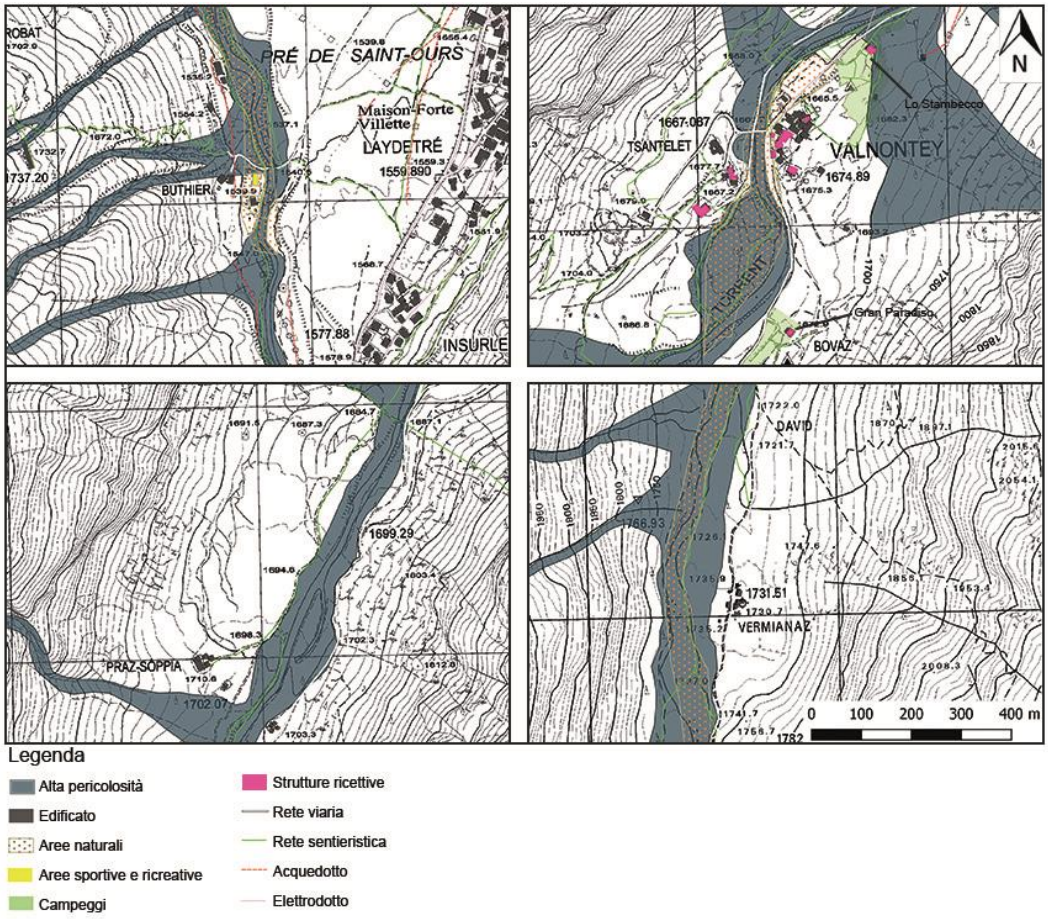


Figura 46 - Aree allagabili secondo un'alta pericolosità di 20 - 50 anni

Se nelle immagini precedenti vengono riportate le aree allagabili definite dal Piano Regolatore Generale Comunale, di seguito sono riportate le aree allagabili delimitate attraverso la simulazione idraulica prodotta con il software HEC – RAS, durante il lavoro di stage, in cui vengono prese in considerazione due portate principali di 132 e 250 m^3/sec.

Come già precedentemente affermato la portata di 132 m^3/sec si riferisce alla portata massima del bacino al 2028 mentre 250 m^3/sec corrisponde alla portata nello stesso anno al quale è stato aggiunto un fattore di variabilità.

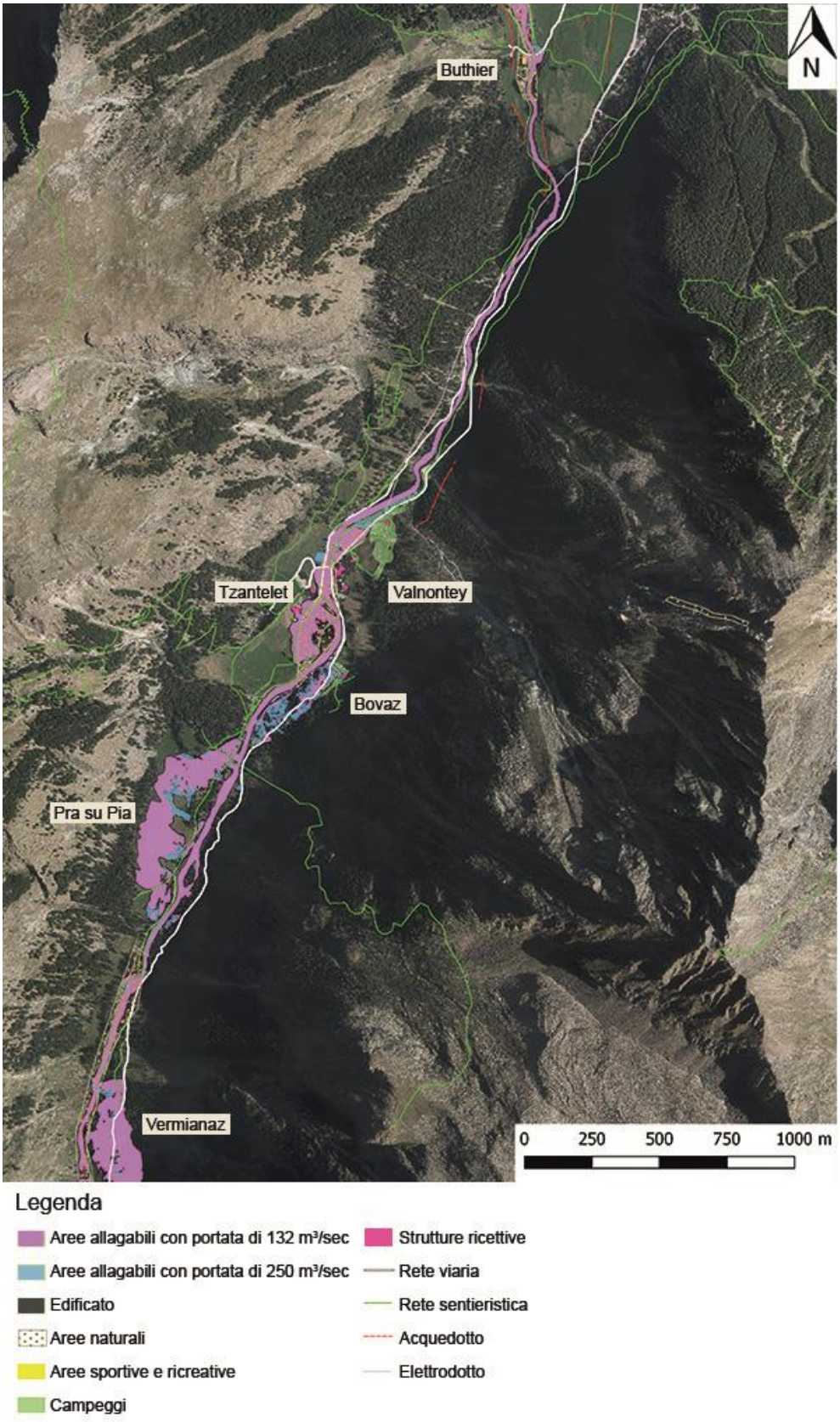


Figura 47 - Aree allagabili rispetto a due diverse portate

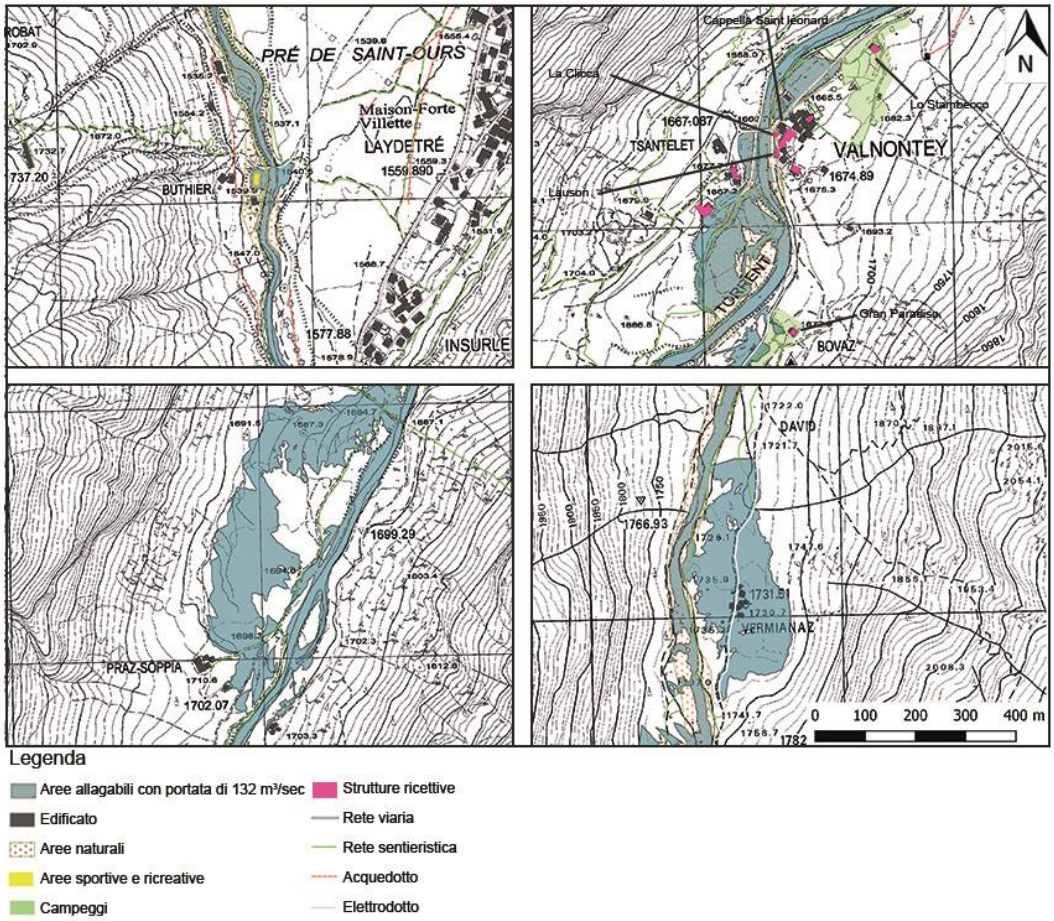


Figura 48 - Aree allagabili con una portata di 132 m^3/sec

Con la portata di 132 m3/sec, riportata in *Figura – 48,* si osserva come in alcune parti del territorio l'acqua tenda ad allagare aree esterne al corso d'acqua principale.

In frazione Buthier si osserva come l'area sportiva in sinistra orografica verrebbe completamente allagata; l'allagamento interesserebbe in parte anche il ponte posto in prossimità. Inoltre, seppur in maniera limitata, verrebbe interessata una porzione ridotta del prato di Sant'Orso.

A differenza delle ipotesi avanzate dal Piano Regolatore Generale Comunale, la simulazione sottolinea come una parte dell'abitato di Valnontey verrebbe coinvolto. Gli edifici interessati corrispondono a due strutture ricettive (affittacamere La Clicca e Lauson) e alla cappella di Saint-Léonard oltre che alcune abitazioni private. Inoltre, si potrebbe osservare l'allagamento parziale del parcheggio in destra orografica e in parte anche quello in sinistra orografica; subirebbe dei danni il ponte che collega la frazione di Valnontey con quella di Tzantelet e il campeggio Gran Paradiso potrebbe subire piccoli allagamenti soprattutto nelle piazzole poste in prossimità al torrente.

La frazione Pra su Pia subirebbe degli allagamenti nelle aree adibite a pascolo e solo in maniera limitata verrebbero interessati alcuni edifici posti in destra orografica.
Mentre la frazione di Vermianaz potrebbe essere totalmente allagata e si verificherebbero conseguenti danni a tutti gli edifici presenti.

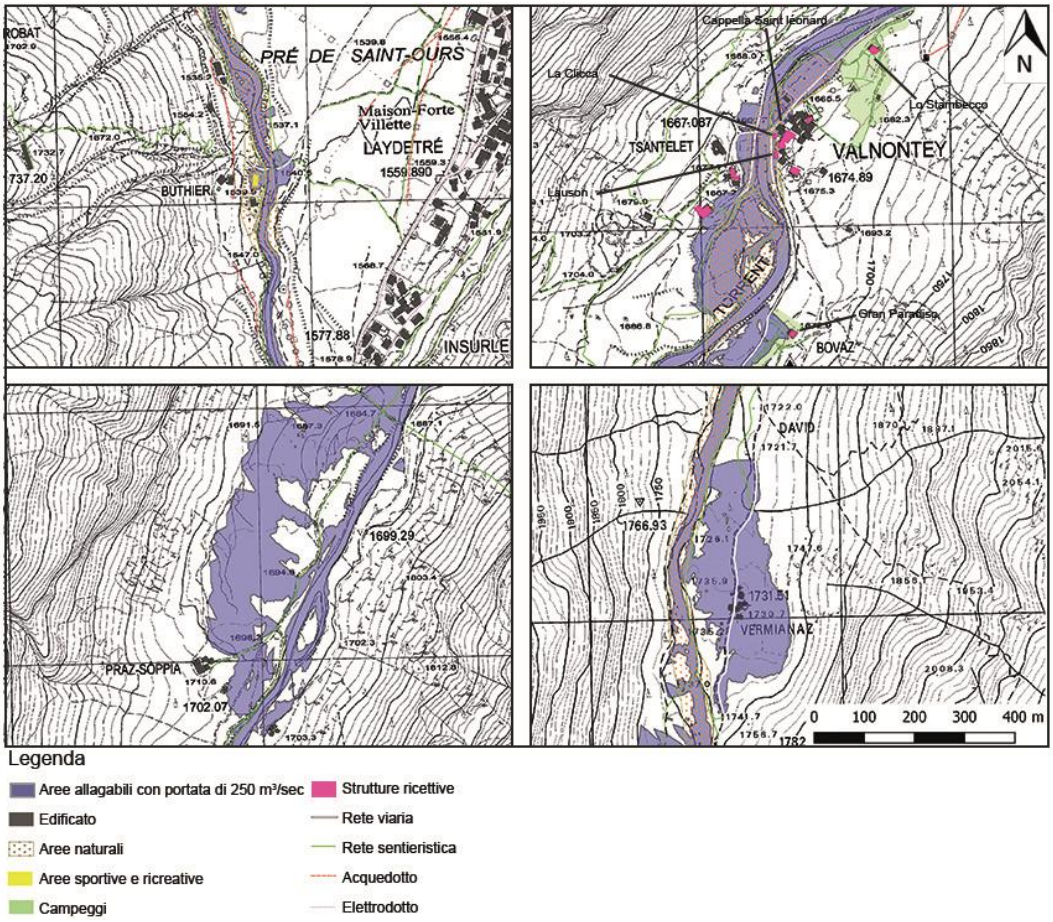


Figura 49 - Aree allagabili con una portata di 250 m^3/sec

La portata di 250 m3/sec, *Figura – 49,* invece, genererebbe danni pressoché simili a quelli precedenti seppur coinvolgendo un numero superiore di edifici.
In frazione Buthier le aree interessate sono le stesse della portata di 132 m^3/sec a cui si aggiunge una possibile espansione superiore in destra orografica.
In frazione Valnontey si potrebbero osservare danni e allagamenti oltre che agli edifici precedentemente considerati al campeggio Gran Paradiso. In questo caso non verrebbero solo interessate le piazzole adibite a tende e caravan ma anche la struttura principale; inoltre verrebbe totalmente allagato il parcheggio in destra orografica.
Allo stesso modo potrebbe subire danni non solo il parcheggio in sinistra orografica ma anche il piano terreno dell'albergo Paradisia.

In frazione Pra su Pia vengono in parte coinvolti gli edifici in destra orografica mentre a Vermianaz verrebbero totalmente interessati gli edifici presenti.
Infine, verrebbero comunque danneggiate in parte sia la rete infrastrutturale che quella elettrica e acquedottistica.

Differenze tra le analisi condotte e la pericolosità di piano

Per capire meglio quali aree possono essere interessate o meno da inondazioni improvvise si è proceduto facendo la differenza tra le aree allagabili definite dal Piano Regolatore Generale Comunale e le aree delimitate con il software HEC – RAS.
La differenza sostanziale che emerge può apparire minimale; mentre il criterio geomorfologico individuava tutte le aree allagate, le aree individuate attraverso la simulazione idraulica sono allagate per effetto della fusione del ghiacciaio.
Come affermato dalle analisi precedenti, le aree interessate corrispondono all'area sportiva in frazione Buthier, all'area adibita a parcheggio in frazione Valnontey sia in destra che sinistra orografica, agli edifici posti in prossimità dell'alveo, a parte del campeggio Gran Paradiso. Nelle frazioni di Pra su Pia e Vermianaz vengono interessati i prati adibiti a pascolo e gli edifici presenti *(Figure 50 e 51)*.

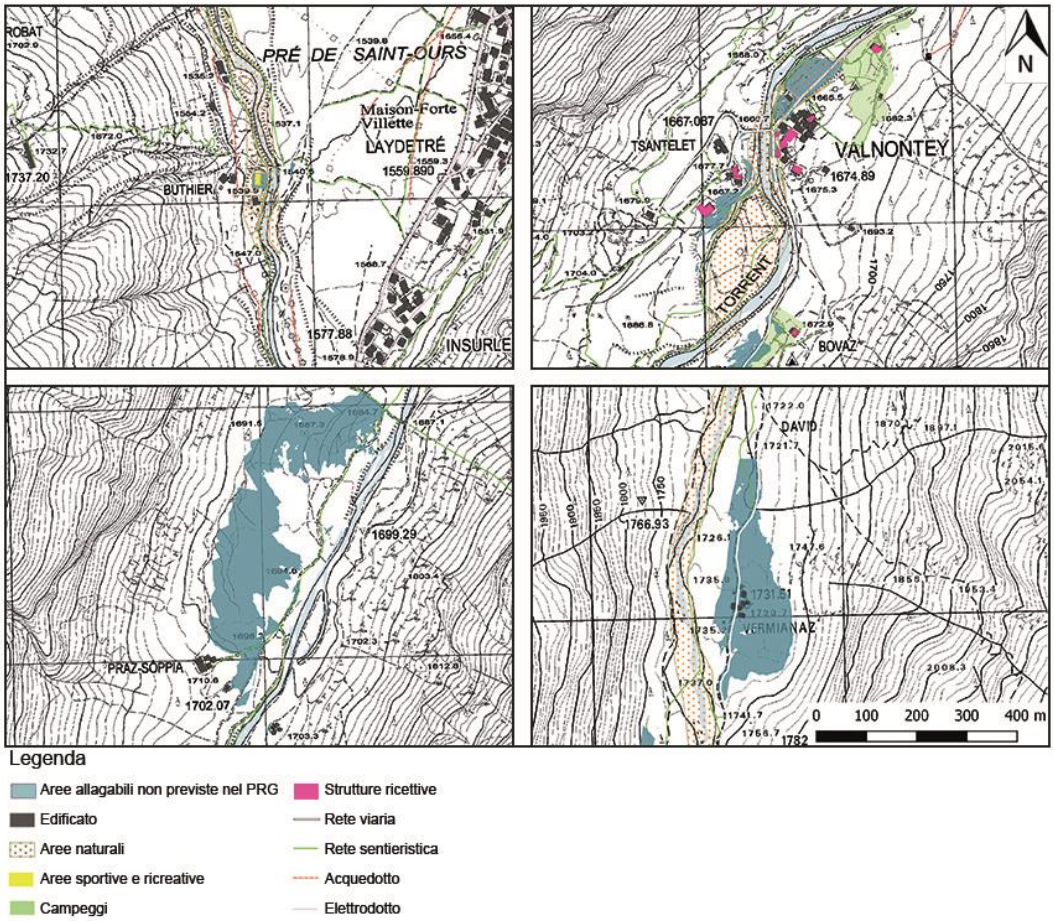


Figura 50 - Differenza tra le aree allagabili ad alta pericolosità e la portata di 132 m^3/sec

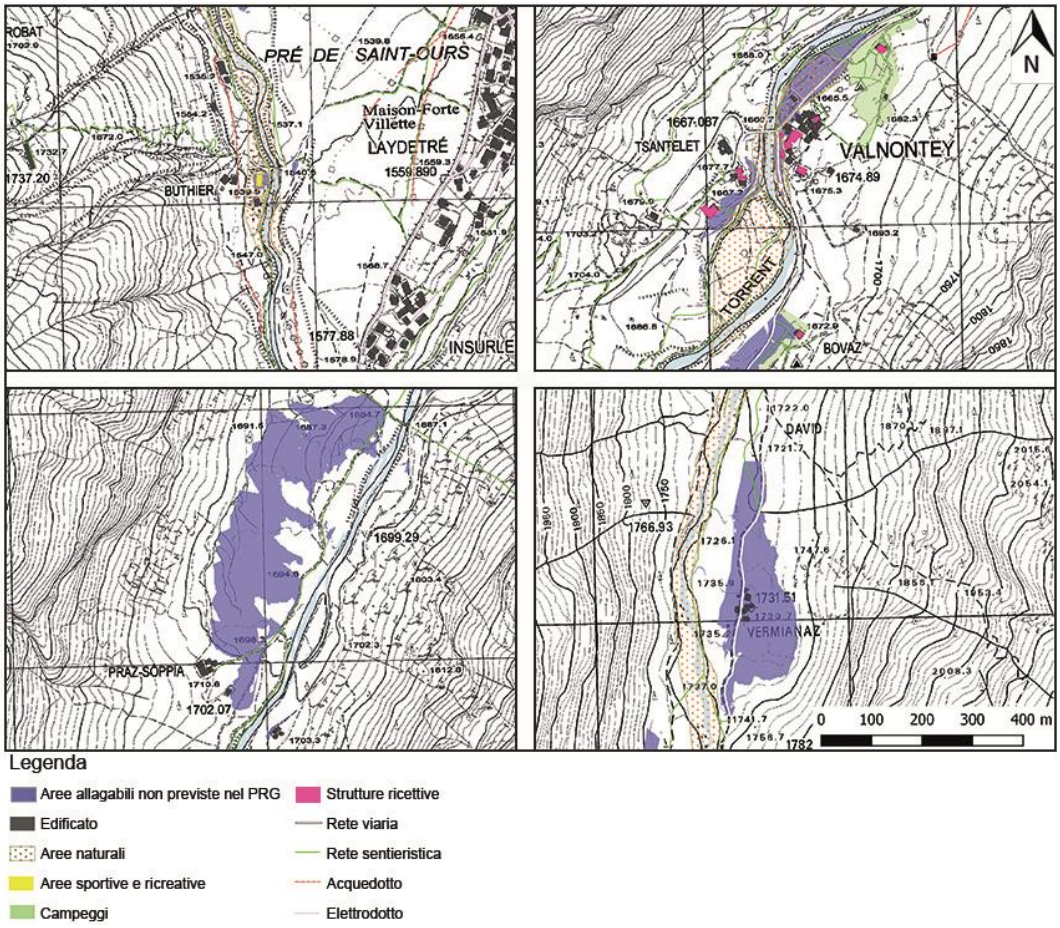


Figura 51 - Differenza tra le aree allagabili ad alta pericolosità e la portata di 250 m^3/sec

Oltre ai danni agli edifici e alla rete viaria, elettrica e acquedottistica, si va in contro a un serio problema legato alle aree di attesa definite dal Piano Comunale di Protezione Civile. Infatti, il piano individua in frazione Valnontey un'area di attesa, ovvero luogo di primo ritrovo per la popolazione, nel parcheggio posto in destra orografica. Dalle simulazioni effettuate si osserva come questo potrebbe essere allagato e, di conseguenza, non può essere considerato come luogo sicuro. Inoltre, in caso di danni al ponte che collega Valnontey a Tzantelet sarebbe impossibile, o almeno improbabile, per la popolazione presente raggiungere l'area di attesa individuata.

Risulta quindi essere fondamentale trovare un'altra area da destinare a zona di attesa.

Dalle analisi condotte attraverso il software, oltre alle aree che possono essere allagate, è possibile ricavare l'altezza d'acqua raggiunta nei diversi punti critici analizzati.

Attraverso le *Figure 52, 53 e 54* è possibile osservare concretamente le aree colpite. Si osserva quindi come alcune aree antropizzate possano essere sommerse da un livello idrico di circa mezzo metro. Tra queste le più critiche, come già anticipato nelle rappresentazioni precedenti, corrispondono al parcheggio principale della Valnontey, al

campeggio Gran Paradiso e alla relativa strada poderale che segue l'andamento del corso d'acqua e alle case usate principalmente nel periodo estivo in frazione Vermianaz, ultimo villaggio della Valnontey.

Figura 52 - Aree allagata nel parcheggio Valnontey in destra orografica

Figura 53 - Area allagata del Campeggio Gran Paradiso

Figura 54 - Area allagata in frazione Vermianaz

Perché rivedere le azioni per un Piano di Protezione Civile

Nonostante i piani considerati siano di recente approvazione, non contengono riferimenti particolari ai problemi legati allo svuotamento improvviso di bacini glaciali.
Siccome, recentemente, non si sono verificati fenomeni di particolare importanza è possibile che queste tipologie di fenomeno non destino sufficiente preoccupazione da doverle inserire all'interno di piani.
Il problema però risulta essere reale soprattutto a causa del cambiamento climatico che ha come effetti collaterali l'aumento della temperatura con conseguente spostamento dello zero termico a quote sempre più elevate; la riduzione del numero delle nevicate nel periodo invernale con conseguente ablazione delle parti in ghiaccio dei ghiacciai durante la stagione estiva e un relativo aumento delle piogge.
La normale analisi idrologica di tipo montano tratta fenomeni di breve durata e forte intensità che possono provocare fenomeni di allagamento e inondazione difficilmente prevedibili; a ciò si possono aggiungere eventi rari e imprevedibili come dei GLOF (glacial lake outburst flood), quindi è fondamentale capire come intervenire e operare soprattutto per mettere in sicurezza le infrastrutture e la popolazione che vive nel fondovalle.
Per questo motivo rivedere le azioni e il programma per un Piano di Protezione Civile è sostanziale per tutelare l'integrità della vita dei cittadini, dei loro beni, degli insediamenti e dell'ambiente, dai danni derivanti da catastrofi e/o da calamità naturali, tramite interventi tempestivi ed efficaci.

Interventi

Rispetto alle analisi precedentemente svolte è fondamentale definire che tipologie di intervento possono essere messe in atto in modo tale da mitigare il più possibile i danni che la rottura di un bacino glaciale, in concomitanza di un evento meteorologico, possono provocare.
Il primo intervento da mettere in atto riguarda la ridefinizione dell'area di attesa della Valnontey. Risulta essere necessario spostare l'Area di attesa A-1 dal parcheggio in destra orografica e inserirne una in più sulla sponda sinistra *(Figura – 55)*.

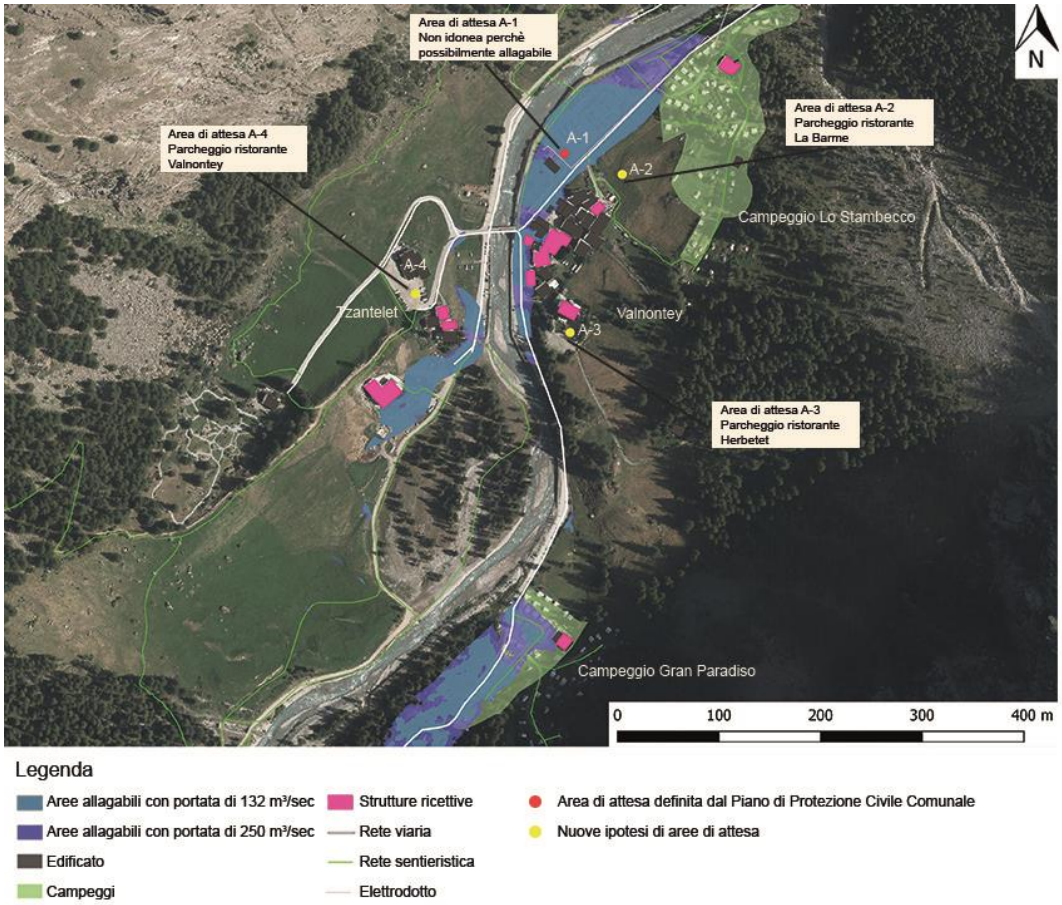


Figura 55 - Ipotesi nuove aree di attesa

In destra orografica potrebbe essere inserita nell'area a parcheggio dell'hotel La Barme (Area di attesa A-2); l'area si trova in una posizione rialzata anche se ricadente in un'area a media pericolosità secondo quanto stabilito dal Piano di Protezione Civile. È utile definirla in questa zona perché può essere facilmente raggiunta sia dal centro della frazione che dai turisti che risiedono nel Campeggio Lo stambecco.

Una seconda area sempre in destra orografica può essere collocata nel parcheggio dell'albergo Herbetet; l'area è caratterizzata da una bassa pericolosità ed è raggiungibile sia dal centro di Valnontey che dai turisti che provengono dalla strada poderale che si inoltra nella valle verso sud oltre che dai frequentatori del campeggio Gran Paradiso.

Inoltre, come già detto, è opportuno definire un'area di attesa in sponda sinistra; questo perché, in caso di evento di piena, l'attraversamento sull'unico ponte che collega Valnontey con Tzantelet potrebbe non essere sicuro e quindi è utile ridurre al minimo il rischio.

Sempre in sinistra orografica, non si hanno solamente turisti che frequentano le tre strutture ricettive costituite da 22 camere e 42 posti letto a cui si aggiungono 220 posti a

sedere al coperto nei due ristoranti e 65 posti a sedere nei de hors; ma anche il numero di visitatori del giardino botanico “Paradisia”. Infatti, secondo la *“Relazione sulla performance e gestione - Anno 2018”* del Parco Nazionale del Gran Paradiso il numero di visitatori tra il 09/06/2018 e il 09/09/2018 è stato di 6.622 con una media circa di 75 visitatori al giorno.

Quindi, il numero di abitanti giornalieri in determinate situazioni potrebbe raggiungere i cento individui; per questo è bene ipotizzare una seconda area di attesa.

Potrebbe essere opportuno, soprattutto nelle aree di possibile allagamento, come in prossimità del campeggio Gran Paradiso o in frazione Vermianaz realizzare dei muri di contenimento o almeno degli argini più alti in modo da limitare una possibile inondazione.

Ovviamente, per tutti gli edifici che ricadono all’interno di aree allagabili è necessario seguire le indicazioni di intervento definite dalle Norme di attuazione comunali e ridurre al minimo gli interventi a livello dei sotterranei per evitare allagamenti.

Un intervento di rettificazione dell’alveo per la sua messa in sicurezza porterebbe ad un forte impatto a livello paesaggistico perché sarebbe necessaria la realizzazione di opere arginali piuttosto che di un ampio cunettone tale da trasportare tutto il materiale detritico.

Quindi è utile operare non tanto attraverso degli interventi di questo tipo ma favorire l’adattamento a questo particolare rischio individuando possibili aree di espansione del torrente.

Oltre agli interventi strutturali si può agire tramite interventi non strutturali in cui deve essere definito un adeguato sistema di monitoraggio e allertamento con fini di previsione in tempo reale degli eventi di piena.

Una prima ipotesi di intervento potrebbe essere relativa all’installazione di un sistema di monitoraggio di tipo fotografico in modo tale da registrare l’attività di formazione del bacino e l’ablazione del ghiacciaio circostante. In questo caso vengono installate delle webcam fotografiche che operano anche a quote elevate e che ne monitorano l’attività; inoltre risultano essere completamente autonome dal punto di vista dell’alimentazione.

Questo tipo di attività viene già messo in atto su alcuni ghiacciai valdostani come i ghiacciai di Planpincieux e della Brenva sul massiccio del Monte Bianco e tramite più immagini giornaliere è possibile monitorarne l’evoluzione.

Una seconda ipotesi che può essere avanzata riguarda l’installazione di sistemi di monitoraggio che comunicano in tempo reale cambiamenti improvvisi di stato in modo da allertare la popolazione e capire che attività mettere in atto.

Questi sistemi di monitoraggio, utilizzati anche in caso di frane, diventano fondamentali nel momento in cui l’attività del ghiacciaio diventi più importante ed evidente.

Tendenzialmente, in caso di monitoraggio di frane, l'attività avviene tramite l'individuazione di capisaldi GPS che vengono valutati a cadenze regolari in modo da capire lo spostamento.

Nel caso dell'attività legata ai ghiacciai e nel momento in cui questa diventi più importante possono essere introdotte altre tipologie di monitoraggio tramite radar che valutano costantemente l'attività e che integrano il sistema fotografico.

Nonostante questi strumenti risultino essere più efficaci i costi di gestione e installazione sono più elevati; di conseguenza, è opportuno svolgere anticipatamente delle analisi costi benefici per valutare se e quando sia necessario inserire degli strumenti di analisi di questo tipo. La valutazione può essere svolta analizzando e ipotizzando scenari futuri in modo da capire fino a che punto un sistema fotografico sia sufficiente per mitigare il rischio e quando la situazione risulta essere troppo precaria da non garantire più la sicurezza della popolazione.

Ai due strumenti di monitoraggio, però, potrebbe essere aggiunto un sistema di allertamento di tipo sonoro che avvisi gli utenti presenti lungo i sentieri e la strada poderale della valle di una possibile situazione di pericolo.

Infine, è opportuno svolgere delle attività di prevenzione e informazione sul tema dei ghiacciai e delle possibili criticità a cui si va in contro non solo a livello scolastico ma anche alla popolazione e soprattutto ai turisti in modo da poter limitare il più possibile situazioni di pericolo. Quest'ultima attività potrebbe essere integrata con pannelli informativi posti lungo la strada poderale della Valnontey, strada molto frequentata durante la stagione estiva.

Conclusioni

Si può affermare che l'accadere del fenomeno analizzato, ovvero l'esondazione di un bacino in ghiaccio a causa della rottura arginale, non è prevedibile con certezza in termini di tempo.

In ogni caso eventi recenti come quello del 2016 o eventi simili che si sono registrati sulle alpi assicurano che situazioni simili ma di entità più o meno superiore possano verificarsi negli anni a venire e che la continua ablazione dei ghiacciai possa favorire la formazione di nuovi laghi effimeri.

Rispetto a tutte le analisi svolte e alle caratteristiche dell'area analizzata sono emersi alcuni caratteri che è fondamentale tenere in considerazione.

Innanzitutto, a seguito del continuo cambiamento climatico, è importante svolgere analisi regolari del ghiacciaio del Grand Croux non solo durante la stagione estiva ma anche quella primaverile in modo da capire e ipotizzare come si potrebbe presentare il bacino durante la stagione calda.

Inoltre, è comunque opportuno analizzare e studiare le geometrie del ghiacciaio con riferimento non solo all'aumento e alla diminuzione dello spessore del ghiaccio ma anche dell'espansione del lago e stimare regolarmente il movimento della superficie ghiacciata.

Siccome gli eventi di GLOF si sono registrati durante la stagione estiva caratterizzata da temperature più alte è importante continuare a monitorare le condizioni meteorologiche in modo anche da stimare in anticipo un fenomeno di inondazione; questo perché una stagione calda o comunque molto piovosa potrebbe modificare l'equilibrio del ghiacciaio favorendo o meno attività improvvise.

A seguito di un qualsiasi evento è necessario intervenire valutando i danni che si sono verificati con l'aggiornamento delle mappe di pericolosità e di rischio e con la valutazione dello stato di attività del ghiacciaio stesso in modo da ipotizzare possibili situazioni future.

Data la conformazione morfologica del territorio che, essendo a valle, conferisce maggiore forza distruttiva all'acqua, è opportuno che i cittadini ma anche i turisti vengano informati circa il rischio idrogeologico.

Nonostante la presenza di un Piano Comunale di Protezione Civile, che contiene numerose informazioni legate al rischio idrogeologico, risulta, ad oggi, totalmente assente un capitolo dedicato alle attività di monitoraggio dei ghiacciai con la valutazione dei livelli di allertamento e le tipologie di intervento da mettere in atto.

Allo stesso modo, la mancanza di informazioni sufficienti circa il tema analizzato provoca una ricaduta culturale e strutturale sulla popolazione. Culturale perché, invece che

garantire maggiore resilienza al territorio, la mancanza di informazioni rende la popolazione incapace di reagire autonomamente al rischio; strutturale data dalla mancanza di strutture come un'opportuna segnaletica utile ad informare la popolazione circa il rischio a cui si va in contro.

La definizione di un sistema ben articolato di monitoraggio e allertamento in grado di coinvolgere la popolazione nei processi di valutazione e di informazione legati al rischio esondazione per rottura degli argini di un bacino in ghiaccio sarebbe utile non solo per il lago Grand Croux ma anche per altri territori che presentano caratteristiche simili a quelle di Cogne.

Pertanto, la possibile continuazione dell'attività illustrata potrebbe essere appunto la definizione di tale modello di coinvolgimento della popolazione, che ad oggi rimane il reale e meno risolto problema.

Bibliografia

- Autorità di bacino del Fiume Po (AdbPo), 2016, *"Piano per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni"*.
- Autorità di bacino del Fiume Po (AdbPo), 2001, *"Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico"*.
- Autorità di bacino del Fiume Po (AdbPo), 2015 *"Progetto di variante alle Norme di Attuazione del PAI e del PAI Delta"*.
- Bartolini E., Claps P., D'Odorico P., 2009, *"Interannual variability of winter precipitation in the European Alps: relations with the North Atlantic Oscillation"*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 13, pp.17-25. Consultabile su: https://doi.org/10.5194/hess-13-17-2009.
- Broccolato M., Presentazione di Powerpoint, 2012, *"Catasto Ghiacciai della Regione autonoma Valle d'Aosta: aggiornamento e Piano di prevenzione dei rischi glaciali"*, Bolzano.
- Casolo F. e Freppaz M., 2018, "*I giorni della neve",* DeA Planeta, Milano, pp. 158-159.
- Comune di Cogne, 2010, *"Piano di Protezione Civile, procedure del piano"*.
- Comune di Cogne, 2016, *"Variante generale al Piano Regolatore generale Comunale"*.
- Decreto Interministeriale 2 aprile 1968, numero 1444, "*Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra gli spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi, da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge n. 765 del 1967"* (Pubblicata in Gazz. Uff. 16 aprile 1968, n. 97).
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, numero 152, *"Norme in materia ambientale"*, (pubblicata in GU Serie Generale n.88 del 14-04-2006 - Suppl. Ordinario n. 96).
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, numero 49, *"Attuazione della Direttiva 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione"*, (pubblicata in GU 02 aprile 2010, n. 77).
- Desloges J. R., Jones D. P., Ricker K. E., 1989, *"Estimates of peak discharge from the drainage of ice-dammed ape lake, British Columbia, Canada",* Jounal of Glaciology, Vol. 35, No. 121. Consultabile su:

DOI: https://doi.org/10.3189/S0022143000009278.

- Di Lodovico L. e Iagnemma L., *2012, "Rischio e Pianificazione Tutela, prevenzione e sicurezza nella programmazione urbanistica"*, Atti della XV Conferenza Nazionale SIU (Società Italiana degli Urbanisti), l'urbanistica che cambia, Pescara.
- Direttiva 1992/43/CEE del Consiglio delle Comunità europee, luglio 1992, "R*elativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche"*.
- Direttiva 2007/60/CE 23 del Parlamento Europeo e del Consiglio, ottobre 2007, "R*elativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni"*.
- Durand Y., Giraud G., Laternser M., Etchevers P., Merindol L., Lesaffre B., 2009, *"Reanalysis of 47 years of climate in the French Alps (1958 - 2005): climatology and trends for snow cover"*, Journal of Applied meteorology Climatology, 48, pp. 2487 – 251. Consultabile su: DOI:10.1175/2009JAMC1810.1.
- Fahrni M., 2018, *"Dynamique récente de remplissage et vidange du Lac des Faverges, Glacier de la Plaine Morte"*, Tesi di master, Università di Friburgo.
- Fondazione Montagna sicura, Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2018, "*Laghi glaciali"*.
- Fondazione Montagna sicura, Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2018, "*Catasto dei ghiacciai della Valle d'Aosta"*.
- IPCC, 2014, *"Climate Change 2014: Synthesis Report"*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 151.
- Lala, J. M., Rounce, D. R., and McKinney, D. C., 2018, *"Modeling the glacial lake outburst flood process chain in the Nepal Himalaya: reassessing Imja Tsho's hazard"*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 22, 3721–3737. Consultabile su: https://doi.org/10.5194/hess-22-3721-2018
- Laurino V., 2015, *"Rischio idrogeologico e resilienza del territorio. Valutazione del ruolo della Protezione Civile in Piemonte".* Tesi di laurea triennale in Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico - Ambientale, Politecnico di Torino.
- Legge 18 maggio 1989, numero 183, "*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", (pubblicata in G.U. Serie Generale n.120 del 25-05-1989 - Suppl. Ordinario n. 38)*

- Legge Regionale 6 aprile 1998, numero 11, "*Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta",* (pubblicata in B.U. 16 aprile 1998, n.16).
- Luo, X., Kuang, X., Jiao, J. J., Liang, S., Mao, R., Zhang, X., and Li, H., 2018, *"Evaluation of lacustrine groundwater discharge, hydrologic partitioning, and nutrient budgets in a proglacial lake in the Qinghai–Tibet Plateau: using 222Rn and stable isotopes"*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 22, 5579–5598. Consultabile su: https://doi.org/10.5194/hess-22-5579-2018.
- Marty C., 2008, *"Regime shift of snow days in Switzerland"*, Geophysical Research. Letters, 35, L12501. Consultabile su: DOI: 10.1029/2008GL033998
- Marty C., Tilg A.M., Jonas T., 2017, *"Recent evidence of large scale receding snow water equivalents in the Europeans Alps"*, J. Hydrometeorol., 18-4, pp. 1021-1031. Consultabile su: *https://doi.org/10.1175/JHM-D-16-0188.1*
- Mercalli L., CatBerro D., Montuschi S., 2003, *"Atlante climatico della Valle d'Aosta – Storia degli eventi idrogeologici dall'800 al 2002"*, Ed. SMS, Torino.
- Parco Nazionale del Gran Paradiso, 2018, *"Relazione sulla performance e gestione - Anno 2018".*
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2016, "*Piano regionale di Protezione Civile"*.
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, 1998, "*Piano Territoriale Paesistico"*.
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2015 *"Redazione della progettazione preliminare delle possibili sistemazioni idrauliche, basata su specifici studi di valutazione della pericolosità per colate di detrito e dell'efficacia delle opere di difesa eventualmente esistenti, Relazione tecnica, Bacino Grand Eivya 1, Torrente Buthier"*.
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2015, *"Redazione della progettazione preliminare delle possibili sistemazioni idrauliche, basata su specifici studi di valutazione della pericolosità per colate di detrito e dell'efficacia delle opere di difesa eventualmente esistenti, Relazione tecnica, Bacino Grand Eivya 1, Torrente Loson"*.
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, 1998, *"Regolamento Edilizio Tipo Regionale – ai sensi dell'art. 54, comma 1, della Legge Regionale 6 aprile 1998, n. 11".*
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, settore Protezione Civile, 2006, "*Linee guida per la redazione dei Piani Comunali di Protezione Civile"*.
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, Regione Piemonte, 2019, "*Parco Nazionale Gran Paradiso"*.

- RGI Consortium, 2017, "*Randolph Glacier Inventory – A Dataset of Global Glacier Outlines: Version 6.0: Technical Report, Global Land Ice Measurements from Space"*, Colorado, USA. Digital Media. Consultabile su: DOI: https://doi.org/10.7265/N5-RGI-60.
- Scherrer S.C., Appenzeller C., Laternser M., 2004, *"Trends in Swiss Alpine snow days: the role of local and large-scale climate variability"*, Geophysical Research Letters, Vol. 31, L13215. Consultabile su: DOI: 10.1029/2004GL020255
- Serquet G., Marty C., Dulex J., Rebetez M., 2011, *"Seasonal trends and temperature dependence of the snowfall/precipitation-day ratio in Switzerland*", Geophysical Research Letters, Vol. 38, L07703. Consultabile su: doi:10.1029/2011GL046976
- Smiraglia G. Diolaiuti G., 2015, *"Nuovo catasto dei ghiacciai italiani"*, Università degli studi di Milano, EvK2CNR, Levissima.
- Somos-Valenzuela, M. A., Chisolm, R. E., Rivas, D. S., Portocarrero, C., and McKinney, D. C., 2016, *"Modeling a glacial lake outburst flood process chain: the case of Lake Palcacocha and Huaraz, Peru"*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 20, 2519–2543. Consultabile su: https://doi.org/10.5194/hess-20-2519-2016.
- Troilo F., Segor V., Godio A., Franco D., Motta E., Perret P., Gottardelli S., 2019, *"Monitoring of the Grand Croux Centrale Glacier Lake Outburst Flood (Aosta Valley - Italy)",* EGU.
- UNDRO, 1979, "*Natural disasters and vulnerability analysis",* Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO), report of expert group meeting. Consultabile su: https://archive.org/details/naturaldisasters00offi
- Valt M., Cianfarra P., 2010, *"Recent snow cover variability in the Italian Alps"*, Cold Regions Science and Technology, Vol. 64, pp.146-157. Consultabile su: https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2010.08.008

Sitografia

- Catasto dissesti della Regione Valle d'Aosta (ultima consultazione 16/12/2019) http://geonavsct.partout.it/pub/geodissesti/
- Comitato Glaciologico Italiano (ultima consultazione 10/08/2019) http://www.glaciologia.it/i-ghiacciai-italiani/
- Geofabrik (ultima consultazione 28/10/2019) http://download.geofabrik.de/europe/italy/nord-ovest.html
- Geoportale nazionale (ultima consultazione 03/10/2019) http://www.pcn.minambiente.it/mattm/visualizzatori/
- Geoportale della Valle d'Aosta (ultima consultazione 10/12/2019) http://geoportale.regione.vda.it/
- Istat (ultima consultazione 03/09/2019) https://www.istat.it/
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ultima consultazione 05/12/2019) http://www.isprambiente.gov.it/it
- National Snow & Ice Data Center (ultima consultazione 10/08/2019) https://nsidc.org/
- Metodo Augustus (ultima consultazione 18/07/2019)
- http://www.awn.it/component/attachments/download/1226
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (ultima consultazione 21/10/2019) https://pianoalluvioni.adbpo.it/verifica-assoggettibilita-alla-vas-del-piano-di-gestione-del-rischio-di-alluvione-prga/
- Piano Regolatore Generale Comunale di Cogne (ultima consultazione 18/12/2019) http://www.comune.cogne.ao.it/il-comune/documentazione/nuovo-piano-regolatore
- Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (ultima consultazione 02/11/2019) https://pai.adbpo.it/
- Piano Territoriale Paesistico (ultima consultazione 17/11/2019) http://www.regione.vda.it/territorio/territorio/pianificazione_territoriale/ptr/default_i.asp
- Protezione Civile valdostana (ultima consultazione 26/10/2019) https://www.regione.vda.it/protezione_civile/

- Protezione Civile nazionale (ultima consultazione 26/10/2019) http://www.protezionecivile.gov.it/home
- Regione Autonoma Valle d'Aosta (ultima consultazione 07/12/2019) https://www.regione.vda.it/
- Researchgate (ultima consultazione 31/10/2019) https://www.researchgate.net/
- RGI - Randolph Glacier Inventory 6.0 (ultima consultazione 10/08/2019) https://www.glims.org/RGI/
- Storia del Dipartimento della Protezione Civile (ultima consultazione 18/07/2019) http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/storia.wp
- U.S. Geological Survey (ultima consultazione 10/08/2019) https://www.usgs.gov/
- Techcom (ultima consultazione 09/01/2020) http://www.techcom.it/portfolio-articoli/controllo-crepacci/