

ISSW 2013

RIASSUNTI DEI LAVORI PRESENTATI DAGLI UFFICI VALANGHE AINEVA

Vengono di seguito riportati i riassunti dei lavori ai quali hanno contribuito, come autori principali o come coautori, tecnici e ricercatori afferenti agli uffici valanghe AINEVA e alla segreteria AINEVA. Maggiori informazioni sulle ricerche presentate possono essere richieste direttamente ai rispettivi uffici valanghe o alla segreteria AINEVA (vedi indirizzi in seconda di copertina). I lavori completi, in lingua inglese sono consultabili al sito <http://arc.lib.montana.edu/snow-science/> facendo una ricerca per autore.



VALLE D'AOSTA

Influenza della topografia estiva e invernale sulle simulazioni numeriche di valanghe

Maggioni M., Bovet E., Dreier L., Buehler Y., Godone D., Bartelt P., Freppaz M., Chiaia B., Segor V.

I modelli numerici di dinamica valanghiva sono ampiamente utilizzati per simulare valanghe estreme nella mappatura del rischio e nella pianificazione della mitigazione territoriale. Un dato di ingresso basilare per i modelli è il terreno rappresentato dai modelli digitali del terreno (DEM).

Solitamente viene utilizzata come input del modello la topografia del terreno estivo, sebbene la maggior parte delle valanghe si verifichi su terreni innevati con canali anche ricolti di neve e con una rugosità smussata. Inoltre, i depositi di eventi valanghivi precedenti possono influenzare significativamente le dinamiche di eventi successivi, soprattutto considerando il verificarsi di valanghe frequenti sullo stesso percorso.

Lo scopo di questo lavoro è quello di analizzare e comparare gli output del modello di dinamica valanghivo RAMMS ottenuti utilizzando sia il DEM estivo sia il modello digitale di superficie (DSM) invernale generato da una scansione laser e dalla fotogrammetria digitale.

Viene utilizzato il modello 2D RAMMS per simulare le valanghe in due aree di studio: nel sito sperimentale Seehore in Valle d'Aosta (I) e a Davos (CH). Nel sito Seehore si analizzano due piccole valanghe distaccate artificialmente. In quelle occasioni, era stato effettuato un rilievo laser scan terrestre (TLS) pre e post evento integrato con la fotogrammetria, in modo tale da ricavare informazioni sul volume della valanga e sulla distribuzione del manto nevoso prima dell'evento. Si può notare come i depositi precedenti influenzano la dinamica del flusso valanghivo, ed in particolare, la direzione e la forma del deposito. Le simulazioni con il DSM invernale risultano essere più vicine alla realtà e danno risultati più accurati rispetto alle simulazioni effettuate su DEM estivo.

Nell'area di Davos si considerano due percorsi valanghivi e vengono simulati due eventi valanghivi sia con il DEM estivo sia con il DSM invernale gene-

rato da fotogrammetria aerea digitale. Si nota una lieve differenza nella velocità del flusso e nel percorso seguito dalle valanghe simulate.

In particolare i canali riempiti dalla neve rivestono un ruolo importante nella determinazione del percorso seguito dalla valanga.

In questo lavoro sono presentati i risultati ottenuti in queste due aree di studio e sono tratte delle conclusioni generali su questo problema che, se pur importante, non è ancora stato sviluppato in precedenza.

I primi rilievi e misure di trasporto eolico della neve al sito valanghivo sperimentale di Punta Seehore - Valle d'Aosta (IT)

Maggioni M., Durand N., Frigo B., Pallara O., Freppaz M., Viglietti D., Dellavedova P., Segor V., Naaim-Bouvet F., Bellot H.

Nelle aree ad alta quota, il trasporto eolico della neve, *snowdrift*, influenza la distribuzione spaziale del manto nevoso e, di conseguenza, la sua stabilità. In particolare, la velocità con cui il manto nevoso viene sovraccaricato nelle zone di possibile distacco valanghivo a seguito di redistribuzione della neve dovuta al vento è un parametro fondamentale per la comprensione del ritardo rispetto alla nevicata del distacco delle valanghe a lastroni. La quantità di neve erosa dal lato sopravvento ed accumulata sul lato sottovento non è soltanto una funzione delle caratteristiche del vento, ma dipende anche dalle condizioni del manto nevoso.

Uno degli obiettivi del progetto MAP³ "Monitoring for the Avalanches Prediction, Prediction and Protection" - P.O. Cooperazione territoriale europea Italia/Francia (Alpi) 2007-2013 è quello di migliorare la comprensione dell'influenza dello *snowdrift* sulla distribuzione spaziale del manto nevoso nel lato sottovento delle zone di cresta, dove maggiormente si verifica il distacco (naturale o artificiale) delle valanghe a lastroni.

Per raggiungere questo obiettivo, durante l'estate 2012, il sito valanghivo sperimentale di P.ta Seehore in Valle d'Aosta (IT) è stato attrezzato con una stazione nivometeorologica installata sul crinale a 2570 m slm. La stazione è composta da: 1 anemometro, 1 sensore per la misura della direzione del vento, 1 nivometro e 4 sensori per

la misura del trasporto della neve da parte del vento (*Wenglor YH08NCT8 LASER*), posti ad altezze variabili di 110, 210, 310 e 550 cm da terra.

Le misure sono registrate sia localmente da un *data-logger* sia inviate, grazie ad un particolare sistema di trasmissione, in tempo reale, al Politecnico di Torino.

In caso di distacco valanghivo, le proprietà del manto nevoso, come ad es. densità e temperatura della neve, tipo di cristallo, ecc... e le caratteristiche di distacco, come ad es. spessore del lastrone lungo la linea di corona, larghezza media della superficie distaccata, posizione e caratteristiche dello strato debole, ecc..., vengono misurate grazie a rilievi in campo. Completano il rilievo le misure *laser scan* e la fotogrammetria eseguite anche per ottenere informazioni sulla distribuzione spaziale del manto nevoso su tutto il bacino valanghivo, con particolare attenzione alla zona di distacco.

L'articolo presenta la concezione, la progettazione e l'installazione del sistema e le prime misure effettuate.

Da una semplice analisi dei dati registrati durante il primo inverno operativo (2012-13) scaturisce che il trasporto eolico della neve è direttamente correlato alle condizioni della nevicata, del vento e dell'inclinazione del pendio. Dalle poche valanghe artificiali distaccate nella stagione 2012-13, l'analisi delle caratteristiche del distacco e del manto nevoso rispetto alle condizioni di *snowdrift* ha fornito solo alcuni risultati preliminari e ulteriori rilievi sono previsti per le prossime stagioni invernali.

Tuttavia, questo nuovo sito sperimentale sullo *snowdrift* presenta una grande potenzialità sia perché direttamente correlato ad un sito valanghivo monitorato con distacchi controllati, sia grazie alle sue piccole dimensioni e relativa semplice logistica per la raccolta dati.

Nuova applicazione ad immagini 3D per la perimetrazione rapida dei limiti degli eventi valanghivi: procedura e prima validazione

Bornaz L., Frigo B., Durand N., Dellavedova P., Segor V.

Grazie al progetto "Monitoring for the Avalanches Prediction, Prediction and Protection" (MAP³) - P.O. Cooperazione territoriale europea Italia/Francia

(Alpi) 2007-2013, si sta sviluppando una nuova applicazione per la mappatura tridimensionale al fine di ridurre i tempi di censimento delle valanghe e di implementazione del Catasto Valanghe valdostano. La metodologia è nata per supportare i previsori e i cartografi del rischio valanghe nell'azione di misurare e disegnare rapidamente i limiti delle valanghe, in special modo nella zona di deposito.

L'applicazione gestisce gli scatti (o scatto) fotografici digitali effettuati da una macchina fotografica appositamente calibrata ed è in grado di integrare l'immagine della valanga con il modello digitale del terreno e le ortofotomappe regionali.

Essa crea così un'immagine solida georiferita a seguito dell'individuazione di pochi punti (minimo 3) e la riporta in ambiente GIS-3D.

Lo sviluppo della metodologia permette agli esperti di riportare rapidamente in cartografia la corretta perimetrazione della valanga censita seguendo la reale morfologia del bacino valanghivo. Una volta creata l'immagine solida, l'operatore può eseguire varie misurazioni come ottenere la superficie interessata dalla valanga oppure dell'area di distacco/scorrimento/accumulo, nonché definire alcune distanze da obiettivi strategici come, ad esempio, strade, costruzioni, impianti di risalita, ecc. Questa procedura automatica, dopo un breve *time processing* fornisce come output la perimetrazione della valanga in formato *shape file* insieme ad una tabella contenente varie informazioni inserite sia di default (ad esempio la localizzazione del bacino in cartografia regionale, Comune di appartenenza, esposizione, ecc.) che dall'operatore (ad esempio data ed ora del distacco, informazioni su eventuali danni, ecc.).

Al fine della validazione della metodologia, tre siti sperimentali valanghivi sono stati presi in considerazione all'interno del territorio regionale: P.ta Seehore in Gressoney-La-Trinité (il sito sperimentale valdostano per lo studio della dinamica di valanghe di piccole/medie dimensioni), Menthiou in Valgrisenche e Crammont in Pré-Saint-Didier. Per ciascun bacino valanghivo sono stati presi in considerazione diversi metodi per il rilievo dei limiti di eventi valanghivi verificatisi durante l'inverno 2012/13 (laser scanner, GPS, ecc.) al fine di confrontare cor-

rettamente la precisione, i vantaggi e le limitazioni di questa metodologia e, in questo modo, calibrarla. L'obiettivo principe è di fornire agli Uffici neve e valanghe un semplice strumento per il rapido rilievo e la conseguente mappatura di eventi valanghivi per avere un aggiornamento quasi in tempo reale del Catasto Regionale Valanghe.

Un metodo semplice per studiare i processi di erosione e di deposito della neve nelle valanghe di piccola dimensione: lo straw test

Bovet E., Maggioni M., Pitet L., Chiaia B., Freppaz M., Segor V., Dellavedova P.

I processi di erosione e di deposito della neve rivestono un ruolo fondamentale nella dinamica valanghiva. Oggi, sono utilizzate per studiare questi processi tecniche sofisticate e costose, come il *laser scan* e i radar FMCW. Lo scopo di questo lavoro è quello di proporre un metodo alternativo, semplice ed economico per distinguere il deposito della valanga dal sottostante manto nevoso indisturbato e di quantificare l'altezza netta di erosione e di deposito.

Il metodo è basato sull'analisi del numero di cannuccie di plastica opportunamente inserite all'interno del manto nevoso in punti specifici lungo il percorso valanghivo. Sulla base di diverse variabili, come il codice della cannuccia superiore e la quantità di neve fresca, registrata al tempo dell'installazione, appena prima e dopo il fenomeno valanghivo, è possibile ottenere informazioni sulla neve effettivamente erosa e depositata. Maggiore è il numero di punti e più estesa è la loro distribuzione lungo il percorso, maggiori sono le informazioni che possono essere ottenute riguardanti la distribuzione spaziale della neve erosa e depositata.

Lo *straw test* è stato applicato fin dall'inverno 2010-2011 presso il sito sperimentale italiano del Seehore (Valle d'Aosta, Alpi italiane nord occidentali), all'interno dei progetti DynAval e MAP³. I punti di monitoraggio sono localizzati in prossimità dell'ostacolo che si trova sul pendio oppure al di sotto di rocce e permettono anche lo studio dell'interazione tra le valanghe e le strutture o rocce. In questo lavoro sono presentati i vantaggi e gli svantaggi dello *straw test*, nonché le possibili soluzioni e i

miglioramenti futuri per far fronte alle problematiche riscontrate.

La ricerca storica per il catasto valanghe come strumento per affinare le cartografie di rischio: il caso della valanga storica di Avieil, (Valle d'Aosta - Italy)

Roveyaz S., Debernardi A., Segor V.

Alcune valanghe che in passato hanno dato luogo ad eventi catastrofici ma che non si sono più ripetute, risultano in definitiva poco o niente conosciute. Per questo motivo, recuperare e conservare la memoria storica di questi eventi calamitosi può risultare importante per affinare le cartografie dell'*hazard mapping* fondamentali per garantire una corretta pianificazione territoriale.

Lunedì 27 febbraio 1888 tra le ore 9.00 e le 10.00, dopo alcuni giorni molto nevosi (Hn 3gg: 400 cm a Champorcher, 1400 m s.l.m.), una grande valanga si distacca dall'ampio pendio meridionale compreso tra il Mont-Chizagne e la Cime-Granla (1850 m s.l.m. in media), andando a raggiungere e distruggere il villaggio di Avieil (Comune di Arnad) posto a 915 s.l.m. Dalle cronache dell'epoca (opere letterarie, periodici dell'epoca, testimonianze orali, archivi storici locali) è stato possibile ricostruire la dinamica dell'evento valanghivo con un bilancio dei danni molto pesante: 13 sono le persone travolte, di cui 2 feriti e 11 vittime estratte solo dopo numerose ore di frenetiche ricerche; 18 abitazioni distrutte ad Avieil; danni al bestiame e ai boschi limitrofi.

L'unico edificio salvatosi risulta la cappella di Saint-Clair edificata nel 1689, attorno alla quale si era sviluppato il nucleo abitato distrutto.

Per la ricostruzione cartografica del nucleo principale del villaggio, prima e dopo l'evento valanghivo, e delle successive fasi di restauro ed eventuale delocalizzazione degli edifici, sono state analizzate le mappe prodotte dall'Ufficio di Architettura rurale (Tutela dei Beni Paesaggistici e Architettonici dell'Assessorato Istruzione e cultura); la mappa dei volumi costruiti in fasi successive, un elaborato cartografico in cui è riportata la datazione dei vari edifici o parti di essi, e la mappa di confronto che fornisce indicazioni relative al periodo in cui alcuni edifici sono divenuti ruderi ed eventualmente sono stati ristrutturati.

È stato interessante notare come, nel primo decennio successivo all'evento valanghivo, gli abitanti abbiano attuato una strategia preventiva dislocando i nuovi edifici nelle zone non raggiunte dalla massa nevosa. Al contrario, con l'ulteriore ampliamento urbanistico avvenuto ad Avieil dal 1945 ad oggi, si è tornati a edificare anche in quelle aree interessate nel 1888 dall'evento valanghivo. Questa tendenza al riutilizzo di aree precedentemente evitate, è confermata dalla ricostruzione di alcuni edifici distrutti nel 1888.

L'analisi di queste mappe unita alla ricostruzione della dinamica dell'evento valanghivo ha permesso di aggiornare la cartografia del fenomeno valanghivo. Poiché sia all'interno del catasto valanghe regionale sia nell'ambito della legge 11 la perimetrazione risultava molto sottostimata, non includendo il nucleo abitato storico, questa ricerca storica risulta essere uno strumento di grande importanza sia per la conservazione della perduta memoria storica, sia per l'aggiornamento delle mappe del rischio.

Il Catasto Valanghe della Regione Valle d'Aosta (NW Italian Alps): il nuovo portale web (<http://catastovalanghe.partout.it/>)

Debernardi A., Segor V.

Le valanghe sono fenomeni naturali che, nel contesto di una Regione caratterizzata da un territorio prettamente montano come la Valle d'Aosta, possono condizionare notevolmente l'uso del suolo, il normale svolgimento delle attività di fondovalle, le attività economiche e quelle escursionistiche. Per questo motivo è fondamentale che l'Amministrazione Regionale possa avvalersi di strumenti capaci di riassumere, conservare e rendere facilmente fruibili le informazioni storiche relative ai fenomeni valanghivi. Il Catasto Regionale Valanghe è lo strumento con cui, dai primi anni Settanta, l'Ufficio Neve e Valanghe dell'Amministrazione regionale registra la storia delle valanghe osservate sulle montagne valdostane. Dal 1970 al 2013, sono stati censiti n. 2033 siti valanghivi, che vanno ad interessare circa il 15% del territorio regionale. Di queste valanghe n. 432 risultano potenzialmente capaci di arrecare danni ad edifici e n. 922 possono interessare la rete viaria (in totale 152 km interessati).

Oltre alla documentazione raccolta dai tecnici regionali, convergono informazioni e segnalazioni fornite dai rilevatori nivologici, documenti scritti, fotografie, misurazioni e quant'altro risultati utili a descrivere l'evento valanghivo osservato e a conservarne la memoria. Dopo molti anni dedicati a riordinare i dati già esistenti, l'Ufficio neve e valanghe ha raggiunto l'obiettivo di pubblicare sul sito della Regione Autonoma Valle d'Aosta (<http://www.regione.vda.it/>) un portale web interamente dedicato al Catasto Valanghe, dal quale si rendono accessibili a un vasto pubblico tutti i dati, inerenti le valanghe, raccolti e informatizzati.

Il portale è costituito da tre geonavigatori, strumenti cartografici che permettono di visualizzare i limiti valanghivi sovrapposti a carte tecniche e ortofotocarte, e da due applicativi che rendono consultabili anche tutte le informazioni, i dati alfanumerici e le fotografie disponibili; nel portale del Catasto sono inoltre presenti anche altri utili collegamenti ad aree attinenti la tematica valanghiva.

Per rendere facilmente disponibili i molti dati che popolano il database del Catasto sono state create diverse tematizzazioni specifiche. Le stesse valanghe possono essere visualizzabili sia con la colorazione classica (verde per le valanghe catalogate, rosso per gli incidenti da valanga, azzurro per le aree valanghive sospette), sia con una colorazione che risulta ideale per la visualizzazione dei limiti valanghivi quando vengono sovrapposti a ortofotocarte.

Per gli eventi di cui è stato possibile documentare la zona di distacco della valanga è stata valutata anche l'esposizione prevalente del distacco: nella tematizzazione dedicata si possono distinguere, per mezzo delle diverse colorazioni, le varie esposizioni da cui si sono originate le valanghe rilevate durante i sopralluoghi.

Molta attenzione è stata dedicata alla ricerca e all'identificazione dei fenomeni valanghivi in cartografia.

Una volta selezionati i poligoni valanghivi, è possibile consultarne più facilmente le forme, grazie a zoom specifici, e i dati alfanumerici, grazie alla scheda di sintesi e ai tre collegamenti alla parte alfanumerica, ovvero alle schede di dettaglio dell'evento, al catalogo delle immagini correlate e al catalogo di tutte le date in cui la valanga è stata documentata.

I limiti valanghivi selezionati possono anche essere esportati su simulatori di volo 3D in formato KML (Google Earth). La trasposizione della valanga su di un supporto 3D può rendere più agevole la lettura delle informazioni cartografiche contenute nel Catasto. Nell'ottica di rendere più agevole la consultazione, si sono sviluppati anche tre filmati tutorial, consultabili dai link presenti sulla *home page* del sito. Tali filmati sono stati pensati e creati per facilitare l'utenza che si affaccia per le prime volte alla consultazione del Catasto. Il portale del Catasto Valanghe riporta anche un'altra serie di utili collegamenti ad aree attinenti la tematica valanghiva come la pagina web del Bollettino neve e valanghe della Regione Valle d'Aosta o il collegamento ai bollettini di dettaglio nivometrici gestiti dal Centro funzionale regionale e al geonavigatore dedicato ai membri delle commissioni locali valanghe presenti sul territorio valdostano. Il Catasto Valanghe così strutturato, oltre a valorizzare decisamente i numerosi anni di paziente catalogazione e aggiornamento effettuato dai tecnici dell'Ufficio, si pone come solida base per studi futuri relativi a singole valanghe o a studi di più largo respiro e come strumento utile a preservare la memoria storica delle valanghe verificatesi in passato. Tutte le azioni sopra menzionate hanno richiesto un notevole sforzo organizzativo e dispendio di tempo e di risorse umane dedicate. Rendere disponibile a tutti il frutto di decenni di lavoro da parte dell'Amministrazione regionale è il motivo principale per cui l'Ufficio neve e valanghe ha voluto con determinazione e continuità aggiornare il Catasto Valanghe web.

La rete di osservazione nivometeorologica nella regione Valle d'Aosta

Burelli G., Dellavedova P., Frigo B., Segor V.

I dati nivometeorologici e la loro specializzazione sul territorio sono fondamentali per la valutazione della stabilità del manto nevoso, del pericolo valanghe, quindi, per l'emissione del bollettino di pericolo valanghe. Gli uffici neve e valanghe basano le loro analisi e previsioni sui dati forniti dalle stazioni nivometeorologiche automatiche e manuali, sui profili stratigrafici in campi fissi o itineranti, sui

test di stabilità e su numerose altre osservazioni. In generale, la quantità di dati dipende dal budget che le amministrazioni hanno a disposizione, e, sempre più spesso, anche dalla cortesia di numerosi volontari che ormai inviano dati in maniera quasi consueta. In virtù della morfologia complessa e della grande variabilità spaziale, legata alle condizioni climatiche peculiari della regione, la Valle d'Aosta possiede una fitta rete di osservazione nivometeorologica, composta da:

- 81 stazioni meteorologiche e nivometeorologiche automatiche poste a diverse quote e gestite dal Centro Funzionale Regionale e dall'agenzia Regionale per l'Ambiente (ARPA);
- una rete manuale con 36 modelli nivometeorologici giornalieri (MOD 1 AINEVA), 25 profili stratigrafici settimanali in campi fissi (MOD 4 AINEVA) e circa 30 osservazioni (MOD 6 AINEVA) sul manto nevoso e sull'attività valanghiva;
- 4 rilievi itineranti settimanali con profili stratigrafici (MOD 4 AINEVA), test di stabilità (RB ed ECT) e osservazioni effettuate durante il percorso sulla copertura nevosa e sull'attività valanghiva (MOD 6 AINEVA).

I rilievi itineranti, che vengono effettuati da guide alpine, servono a reperire informazioni sui terreni più impervi e in quota. I rilievi si snodano lungo percorsi di sci-alpinismo in cui vengono effettuate osservazioni e valutazioni sulla stabilità del manto nevoso, dei pendii potenzialmente instabili e sull'attività valanghiva. L'ubicazione di questi rilievi è definita dall'Ufficio Valanghe sulla base delle esigenze, in termini di dati, del bollettino neve e valanghe. La rete di osservazione nivometeorologica è attiva ogni anno da novembre a maggio, i dati sono raccolti dai tecnici dell'Ufficio neve e valanghe, dai rilevatori regionali, dalle guide alpine, dagli operatori dei comprensori sciistici, dal personale delle dighe (CVA), dal Corpo Forestale Valdostano (CFV), dalla Guardia di Finanza (SAGF), dai rifugi alpini, dalle guide che effettuano *heliski* ecc.. L'Ufficio dispone di appositi software per la visualizzare dei dati delle stazioni automatiche e di diversi altri strumenti per l'invio/reperimento dei dati: via sms i Modelli 1 AINEVA, via ftp i modelli 4 e 6 AINEVA. Numero totale di dati da novembre 2011 a Maggio 2012: n. 4588 MOD1 AINEVA, n. 382 MOD 4 AINEVA, n.

280 MOD6 AINEVA, n. 99 rilievi delle guide alpine per l'emissione di 73 bollettini neve e valanghe.

Verso migliori strumenti decisionali per la gestione delle valanghe frequenti

Segor, V., Pitet L., Bovet E., Dellavedova P., Sovilla B., Steinkogler W., Veitinger J., Maggioni M., Chiambretti I., Prola M.

Sovente i responsabili per la sicurezza dalle valanghe devono affrontare la decisione se chiudere una strada o un comprensorio sciistico che sono esposti frequentemente a valanghe. Tali decisioni sono spesso difficili, a causa della mancanza di una previsione locale e specifica sulla possibile evoluzione delle condizioni meteo e delle caratteristiche del manto nevoso, così come dell'influenza di questi ultimi sulla dinamica valanghiva e sulle distanze di arresto previste. Per colmare questa lacuna, è nato il progetto STRADA, con lo scopo di fornire strategie e strumenti per la gestione dei rischi naturali. In diversi siti sperimentali sono state monitorate delle valanghe e sono state determinate indirettamente le corrispondenti caratteristiche del manto nevoso utilizzando i modelli numerici SNOWPACK e Alpine3D. L'analisi combinata di questi dati ha mostrato l'importanza di conoscere la distribuzione e le caratteristiche del manto nevoso per definire il distacco e la distanza di arresto. Questa nuova conoscenza, combinata con la buona pratica e i migliori strumenti per la simulazione delle valanghe, come il modello numerico RAMMS, permette di migliorare le strategie di mitigazione del rischio sulle strade e sui comprensori sciistici. In sintesi, per la gestione delle strade e dei comprensori sciistici sono proposte tre possibili strategie: (1) il monitoraggio e la definizione di criteri di base: è importante conoscere le condizioni locali del manto nevoso lungo tutto il percorso, e anche la precedente attività valanghiva; (2) la simulazione di scenari di valanghe: un modello numerico di simulazione delle valanghe può essere applicato per valutare diverse ipotesi di rischio utilizzando come dati di input differenti condizioni del manto nevoso; (3) la simulazione di scenari del manto nevoso: si simula il manto nevoso in un intero bacino utilizzando modelli nu-

merici come SNOWPACK e Alpine 3D, con lo scopo sia di previsione sia di realizzare scenari in tempo reale.

La gestione del rischio valanghe nel comprensorio di Monterosa Ski (Valle d'Aosta - IT) durante l'inverno 2012/13

Frigo B., Prola A., Welf A., Durand N., Dellavedova P., Segor V.

Il Monterosa Ski è una dei comprensori sciistici più importanti nel Nord / Ovest delle Alpi italiane. Estendendosi attraverso tre valli in due regioni (Valle d'Aosta e Piemonte - IT), il territorio di Monterosa Ski parte dai 1.710 m slm di Antagnod, attraversa Champoluc-Frachev, sale fino ai 2.727 m del Colle Bettaforca, abbraccia Gressoney-La-Trinité e Gressoney-Saint-Jean (1.818 m slm), si arrampica fino ai 2.971 m del Passo dei Salati, raggiunge i 3.275 m di Punta Indren e ridiscende fino ai 1.212 m di Alagna Valsesia (Piemonte), all'ombra di molti "4000": Castore (4.226m), Lyskamm (4.532 m), P.ta Grifetti (4.559 m) e Punta Dufour (4.633 m), con 180 km per 67 piste servite da 37 impianti di risalita (per una capacità di oltre 50000 persone / ora) di cui 150 km collegate da 35 impianti di risalita in Valle d'Aosta. Anche se geograficamente vicine, le due valli valdostane del comprensorio (Ayas e Gressoney) sono diverse sia dal punto di vista territoriale che climatico, anche rispetto alla distribuzione di piste e impianti di risalita all'interno dell'area sciabile. Presentando gli attori (qualifica, know-how, competenze del personale e sua gestione), i dispositivi disponibili e la pianificazione della gestione del rischio valanghe, l'articolo presenta, al di là delle decisioni prese, come sia fondamentale un'analisi critica delle condizioni nivo-meteorologiche nelle due valli principali al fine della scelta della tipologia di distacco artificiale valanghe (impianti fissi a gas, impianti mobili a gas/esplosivi, ecc...) e, successivamente, della tempistica di riapertura delle piste da sci. A titolo di esempio, l'articolo presenta alcune situazioni critiche di stabilità del manto nevoso risolte utilizzando il distacco controllato nell'inverno 2012/13, compresi episodi indotti da grandi nevicate, vento forte e il manto nevoso umido. La ricerca è stata possibile grazie alla Regione Autonoma Valle d'Aosta

nell'ambito del progetto MAP³ - PO Cooperazione territoriale EUROPEO Italia / Francia (Alpi) 2007-2013 che si ringrazia.

Il sito valanghivo sperimentale di Punta Seehore in Valle d'Aosta (IT)

Segor V., Pitet L., Maggioni M., Frigo B., Freppaz M., Chiaia B., Bovet E., Ceaglio E., Dellavedova P., Welf A. Dal 2009 e grazie al P.O. Italia-Francia (Alpi ALCOTRA) Progetti n. 48 "DynAval" e n. 144 "MAP³", il sito valanghivo sperimentale di P.ta Seehore è operativo nel comprensorio di Monterosa Ski in Valle d'Aosta. Questo sito, a scala reale, ha lo scopo di studiare la dinamica delle piccole/medie valanghe, i processi di distacco delle valanghe e l'interazione tra flusso valanghivo e ostacolo.

Il pendio, con un dislivello di circa 300 m (2570-2300 m slm), presenta una esposizione NNW, un'inclinazione media di circa 28° ed è costituito da uno strato superficiale di detriti spesso circa 10 m al di sopra di un substrato altamente fratturato con una rugosità superficiale molto alta.

Il sito è strumentato con un ostacolo in acciaio zincato progettato e costruito in modo da misurare le forze dell'impatto valanghivo e dei loro effetti su di esso. L'ostacolo, di circa 4 m di altezza, sostiene 5 piastre orizzontali, ma in grado di essere posizionate a diverse altezze, che misurano le variabili d'impatto grazie a 10 celle di carico, 4 accelerometri, 4 termocoppie e un trasduttore di pressione. In precedenza, per l'identificazione strutturale della struttura sono stati eseguiti test sia statici che dinamici in laboratorio per calibrare modelli numerici FEM. Dall'estate 2012, il sistema ospita un microfono infrasonico ad elevata sensibilità al basso rumore per l'analisi della frequenza infrasonica caratteristica prodotta da diversi tipi di valanghe di neve.

Sebbene la maggior parte delle valanghe distaccate a P.ta Seehore siano innescate artificialmente seguendo il PIDAV per garantire la sicurezza nelle piste all'interno del Monterosa Ski, il sistema registra anche eventi naturali.

In caso di distacco artificiale, erosione/deposito della massa e la velocità del fronte valanghivo vengono valutati da misure di *laser scan* e di fotogrammetria. Il perimetro della valanga vie-

ne registrato mediante dispositivi GPS accoppiando misure di spessore del deposito. Nella zona di distacco, le proprietà del manto nevoso e del distacco sono note grazie a indagini in campo. Un rilievo specifico viene eseguito per il deposito valanghivo intorno all'ostacolo, annotando, ad esempio, proprietà della neve, forma e dimensione del deposito, fenomeni di erosione, ecc. Nella zona di arresto, il rilievo include anche la misura di densità e granulometria della neve deposta. Per meglio comprendere l'influenza del trasporto della neve da parte del vento sui meccanismi di distacco delle valanghe, nell'estate 2012, P.ta Seehore è stata attrezzata con una stazione automatica nivometeorologica posta in cresta a 2570 m slm. La stazione è composta da 1 anemometro, 1 sensore per la misura della direzione del vento, 1 nivometro e 4 sensori per la misura del trasporto della neve da parte del vento posti ad altezze variabili di 110, 210, 310 e 550 cm da terra.

I dati registrati dall'ostacolo e dalla stazione nivometeorologica in cresta sono registrati localmente da *data-loggers*, trasmessi in remoto via fibra ottica ad un server presso la stazione di arrivo della cabinovia Gabiet (accessibile con qualunque condizione meteo) e inviati mediante un sistema GSM, in tempo reale, al Politecnico di Torino.

L'articolo descrive nel dettaglio il sito valanghivo sperimentale e presenta alcune misure e rilievi effettuati durante le prime tre stagioni operative (2010/2011, 2011/12 e 2012/13).

PREVRISK ENFANTS: formazione dei più giovani sui rischi naturali in montagna

Troyer I., Burelli G., Franco D., Dellavedova P., Antonello G., Bovet E., Ceaglio E., Debernardi A., Durand N., Frigo B., Luboz M.

Il 30 agosto del 2011 Fondazione Montagna sicura (FMS) ha avviato un nuovo progetto transfrontaliero per sensibilizzare il pubblico sui rischi naturali: il progetto *PrévRiskMont-Blanc*. FMS, assieme alla Chamoniarde, Associazione con sede a Chamonix (F) che sostiene la prevenzione e la sicurezza in montagna, e che ha promosso diverse iniziative per lo sviluppo di un approccio più responsabile alla montagna. Il progetto è stato suddiviso in diverse attività, tra cui "PRE-

VRISK ENFANTS" che promuove l'educazione dei bambini ai rischi naturali in montagna d'inverno. I bambini delle scuole primarie di tutta la Regione sono stati coinvolti in diverse giornate di formazione sulla neve nei comprensori sciistici. Ogni giornata ha incluso 4 attività:

1. regole di comportamento sugli sci e norme di sicurezza nei comprensori sciistici da parte dei *Pisteurs Secouristes*;
2. nozioni di base sulla scienza della neve e delle valanghe fornite dai tecnici dell'Ufficio neve e valanghe regionale;
3. nozioni e regole di sicurezza da tenere nelle attività fuori-pista (*freeride*, sci-alpinismo, racchette da neve ecc.) tenute da guide alpine e focalizzate principalmente sull'autosoccorso in valanga;
4. ricerca dimostrativa da parte di un cane da valanga di una persona sepolta sotto valanga.

I risultati: 711 bambini in 19 giornate di formazione.

Grande quindi il successo e l'entusiasmo con cui è stata accolta l'iniziativa, sia da parte degli alunni che da parte degli insegnanti. Il risultato ottenuto, molto soddisfacente ed incoraggiante, evidenzia l'importanza di sensibilizzare i più piccoli alla consapevolezza dei rischi naturali e dell'ambiente in generale.

Monitoraggio in tempo reale delle valanghe di neve grazie all'Infrasonic Array Network (IAN) nel dicembre 2012 in Valtournenche - Valle d'Aosta (IT).

Durand N., Ulivieri G., Marchetti E., Frigo B., Dellavedova P. Segor V.

Dal 2009 e nell'ambito del P.O. Italia-Francia (Alpi ALCOTRA) - Progetti "DynAval" (2009-2012) e "MAP³" (2012-2014), la tecnologia "array infrasonico" è stata testata in Valle d'Aosta al fine del monitoraggio in tempo reale delle valanghe di neve (naturali e provocate) nelle zone alpine. Dall'inverno 2012, la Array Infrasonic Network (IAN) è attiva nelle zone del Monte Rosa e del Cervino, monitorando circa 250 km² distribuite tra le valli di Valtournenche, Ayas e Gressoney. Sebbene il singolo array infrasonico permetta di rilevare valanghe polverose di piccole-medie dimensioni (~ 500 mc) ad una distanza di circa 3-10 km, fornendo la posizione

relativa (direzione di provenienza e tempo di registrazione) della sorgente, la IAN permette una più precisa localizzazione dell'evento (posizione geografica e il tempo di accadimento) anche ai limiti della zona scansionata dal sistema. Le informazioni su eventi identificati vengono automaticamente trasmessi ogni 15 minuti, indicando in questo modo i settori con una maggiore attività, dato prezioso per la previsione di pericolo valanghe.

La validazione del sistema avviene confrontando gli eventi valanghivi noti (naturali o artificiali) con le misure infrasoniche. Ciò è stato possibile grazie alla raccolta dei dati giornalieri eseguita dall'Ufficio Neve e Valanghe valdostano in stretta ed eccellente cooperazione con gli osservatori nivologici, guide alpine, direttori piste, operatori dighe, guardie forestali, guardie di finanza, ecc.

L'articolo presenta i dati e l'analisi degli eventi naturali verificatisi nel dicembre 2012 a Valtournenche (Valle d'Aosta - IT), che mostrano come la IAN sia in grado di rilevare valanghe di piccole e medie dimensioni in tempo reale, anche in cattive condizioni atmosferiche (tempeste di neve, nebbia, ecc. e in zone non accessibili).

Un sistema integrato per la valutazione delle forze indotte dallo slittamento sulle opere di difesa attiva: il sito sperimentale di La Tour - Valle d'Aosta (IT)

De Biagi V., Frigo B., Barbero M., Barpi F., Borri Brunetto M., Ceaglio E., Freppaz M., Maggioni M., Pallara O., Segor V., Viglietti D.

L'evento catastrofico valanghivo del dicembre 2008 nella Valsavarenche (Valle d'Aosta) ha causato il crollo o il danneggiamento di alcune case nel villaggio di Les Thoules. A seguito di ciò, 714 ombrelli da neve sono stati installati nella zona di distacco tra i 2325 e i 2575 m slm in località La Tour. Dal 2010, questa installazione è diventata un sito sperimentale dedicato allo studio degli effetti del manto nevoso sulle opere di difesa attiva.

Il cuore del sito sperimentale è composto da un ombrello da neve strumentato, elemento paravalanghe semi-flessibile; e da una serie di slit-tini per la misura del movimento gravitativo del manto nevoso: la prima (*4 glide-shoes*) è collocata all'interno dell'area attrezzata con gli ombrelli;

la seconda al di fuori. Completano il sistema i sensori di temperatura all'interfaccia neve/ suolo e i sensori di umidità, insieme ad una stazione automatica nivometeorologica sperimentale, permettendo la registrazione delle condizioni ambientali in loco. L'alimentazione è fornita da un pannello solare e il sistema di acquisizione è composto da un dispositivo programmabile che registra i dati ogni 30 min. Il sito è stato attrezzato in due fasi: 1) nell'ottobre 2010, viene posto in loco l'ombrello strumentato insieme al primo set di slittini (2 all'interno e 2 all'esterno dell'area attrezzata) completo di sensori di temperatura; 2) nell'ottobre 2012, vengono aggiunti il secondo set di slittini insieme ai sensori di umidità e alla stazione nivometeorologica sperimentale.

Con questo set-up sperimentale, sono stati definiti quattro obiettivi: a) analizzare le forze locali che agiscono sull'ombrello e determinare le forze interne negli elementi strutturali dovuti alla spinta del manto nevoso; b) valutare in situ le prestazioni della fondazione della struttura; c) monitorare le forze indotte dai movimenti del manto nevoso considerando l'ombrello come un sensore; d) valutare i fattori influenzanti lo scivolamento del manto discriminandoli in presenza o meno di opere di difesa attiva. La forza sull'opera di difesa viene valutata monitorando lo scivolamento del manto nevoso accoppiato con la deformazione di una traversa costituente l'ombrello da neve e la forza complessiva sulla fondazione. Il carico neve è in seguito calcolato grazie ad un modello strutturale manto nevoso/ombrello. Questo articolo illustra la funzionalità della strumentazione, le prime misure sperimentali insieme all'analisi strutturale ed evidenzia l'importanza di un sistema integrato per valutare le forze in gioco.

PIEMONTE

Analisi climatologiche e valutazioni degli eventi nevosi estremi nelle Alpi occidentali italiane nel contesto del progetto Interreg STRADA

Fратиanni S., Terzago S., Faletto M., Acquaotta F., Prola M.C., Barbero S.
In questo studio vengono presentati i risultati di una attività del progetto strategico STRADA (STRategie di Adattamento ai cambiamenti cli-

matici), nel quadro del programma Interreg Italia-Svizzera 2007-2013. Sono state analizzate le variazioni di spessore del manto nevoso nelle Alpi italiane occidentali durante il periodo 1930-2010. Queste serie erano disponibili fino ad ora, solo su carta: i dati giornalieri sono stati recuperati e digitalizzati. È stato effettuato il controllo della qualità sui dati storici permettendo un'analisi completa del clima, con l'individuazione delle tendenze e la loro significatività statistica. La disponibilità di serie giornaliere ha consentito anche l'applicazione di tecniche statistiche avanzate sulla base della distribuzione generalizzata di eventi estremi e di valutare i tempi di ritorno. I risultati forniscono informazioni utili per la previsione e l'adattamento dei rischi climatici. Inoltre, nell'ultimo periodo (2001-2010) lo studio è stato migliorato dai dati forniti da 46 stazioni automatiche nivometeorologiche di ARPA Piemonte al fine di ottenere informazioni più dettagliate sulle caratteristiche climatiche del nordovest italiano. Infatti, le stazioni automatiche forniscono dati provenienti da una *range* altitudinale maggiore (meno di 700 m s.l.m. e oltre 2500 m s.l.m.) permettendo inoltre di ottenere dati in zone non raggiungibili durante la stagione invernale.

Un algoritmo innovativo per la validazione delle misure di spessore del manto nevoso delle stazioni nivometriche automatiche

Terzago S., Faletto M., Prola M.C., Fratianni S., Cremonin R., Barbero S.
Le stazioni nivometriche automatiche sono in grado di fornire dati ad alta risoluzione temporale che vengono utilizzati per valutare lo spessore della neve al suolo e la neve fresca per scopi idrogeologici e di valutazione del pericolo valanghe. Tuttavia, le misure ottenute da sensori ad ultrasuoni, possono essere influenzate da condizioni di vento, persone o animali che possono interferire con i sensori. Per questo motivo i dati acquisiti dalla rete automatica sono regolarmente validati da un operatore specializzato di ARPA Piemonte - l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente - che verifica i dati manualmente. Questo lavoro, realizzato da una collaborazione tra ARPA Piemonte e il Dipartimento di Scienze della Terra (Università di Torino), mostra le prestazioni

di un innovativo algoritmo applicato a queste misurazioni automatiche dello spessore della neve. Questo processo automatizzato è in grado di trovare dati sospetti come picchi isolati o valori anomali rispetto a quelli climatologici. Per verificare la bontà delle misure sono stati implementati diversi test sulla temperatura dell'aria e un modello di fusione della neve.

L'algoritmo è stato validato confrontando serie di altezze neve storiche controllate manualmente con i risultati dell'algoritmo. Dalla stagione invernale 2012 questo processo è diventato operativo ed è applicato ai dati giornalieri. Lo stesso algoritmo viene quotidianamente controllato da specialisti della neve per migliorarne le prestazioni e l'accuratezza.

Questo nuovo processo di validazione automatica delle altezze di neve ha migliorato la qualità dei dati eliminando valori anomali e le stime di altezza neve spurie, limitando la soggettività durante la fase di validazione eseguita da specialisti.

Raccolta dati nivologici con Ushahidi: esperienza di ARPA Piemonte durante la stagione invernale 2013

Cremonini R., Gaeta A.R., Solero E., Pispico R., Faletto M., Prola M.C., Barbero S.

Per le valutazioni delle condizioni di stabilità del manto nevoso e del pericolo è di fondamentale importanza avere misurazioni nivometeorologiche accurate e aggiornate.

Recentemente, ARPA Piemonte ha personalizzato uno strumento innovativo per raccogliere misurazioni nivologiche con smartphone e anche tramite PC da web. Il software gratuito Ushahidi, utilizzato da ARPAPiemonte, permette di ottenere informazioni in modo facile e veloce attraverso la compilazione di moduli specifici, utilizzando diversi canali: SMS, e-mail, Twitter e il web. ARPAPiemonte ha personalizzato l'interfaccia standard Ushahidi per adattarla alle informazioni inviate dagli operatori nivologici specializzati. Le condizioni della neve, l'attività valanghiva, l'attività eolica e report dettagliati sullo stato della neve possono essere caricati con l'applicazione tramite i tradizionali browser o smartphone.

Inoltre possono essere inviati filmati e foto per fornire informazioni visive su fenomeni di rilievo.

Le informazioni e le misure georiferite raccolte sono poi validate e successivamente pubblicate, in base al profilo del provider, per essere condivise con altri specialisti sul campo e quindi memorizzati in un database relazionale MySQL. Infine, un flusso di dati periodico riporta le osservazioni raccolte dal sito web ai database di Arpa Piemonte per ulteriori elaborazioni.

Durante la stagione invernale 2012/2013 Arpa Piemonte ha lanciato una fase pre-operativa per testare il nuovo strumento e valutarne l'effettiva operatività sul campo per gli specialisti. Si riporta il resoconto dei risultati ottenuti.

VENETO

Incidenti da valanga in Italia

Valt M., Pivot S.

La documentazione degli incidenti da valanga è di fondamentale importanza per comprendere le dinamiche delle attività a rischio che si svolgono sulla neve anche al fine di attuare le migliori strategie di prevenzione.

Ogni anno muoiono sulle Alpi un centinaio di persone travolte da valanghe, di cui circa il 20% sul versante italiano delle Alpi. In Italia, pur disponendo di una statistica di mortalità dal 1967 al 2012, è dal 1984 che la documentazione viene raccolta in modo sistematico. Nella banca dati AINEVA, sono a oggi documentati circa 1200 incidenti da valanga noti, compresi anche alcuni incidenti significativi dei monti Appennini, che hanno visto travolte più 2400 persone con oltre 500 morti. Il numero di decessi è variabile di stagione in stagione in relazione al tipo di manto nevoso al suolo.

L'attività ricreativa maggiormente interessata è ancora lo sci alpinismo, seguita dallo sci fuoripista. Dal 1984 ad oggi le condizioni di innevamento delle Alpi sono cambiate notevolmente come anche le abitudini degli escursionisti. Negli ultimi anni si registrano incidenti già ad inizio inverno mentre negli anni '80 gli incidenti avvenivano soprattutto in primavera. I versanti più pericolosi sulle Alpi italiane sono quelli settentrionali, seguiti da quelli esposti ai quadranti orientali, dove i distacchi avvengono con minor spessore di neve. Se negli anni '90 erano in crescendo gli incidenti con lo snowboard, negli anni 2000 quelli fra gli escursionisti con racchette da neve.

Negli ultimi anni sono noti incidenti con motoslitte e durante la pratica della *eliski*.

Gli incidenti che vedono coinvolti stranieri sono in sensibile aumento.

Per quanto riguarda la ricerca dei travolti da valanga sono ora disponibili i primi dati sui tempi di intervento del soccorso organizzato e dei tempi di ricerca mediante le tecniche di autosoccorso.

Le esperienze condotte negli ultimi 5 anni nei campi di esercitazione con ARTVA evidenziano la diminuzione dei tempi di ricerca con gli apparecchi di ultima generazione.

Cambiamenti climatici: un nuovo software per lo studio della variazione della copertura nevosa utilizzando le immagini webcam

Valt M., Salvatori R., Plini P., Salzano R., Giusto M., Montagnoli M.

Il manto nevoso stagionale e la sua estensione giocano un ruolo rilevante per gli studi ambientali delle zone montane soprattutto considerando la sua variazione nel tempo; la stima della distribuzione areale dell' innevamento è quindi particolarmente interessante per gli studi sulla dinamica atmosferica e l'evoluzione del clima. Recentemente, le immagini webcam raccolte al giorno o addirittura ogni ora vengono utilizzate come strumenti per osservare la copertura nevosa a fini turistici; queste immagini, opportunamente trattate, possono rappresentare un importante datascience ambientale.

Nel presente lavoro viene presentato il software Snow-noSnow specificamente progettato per rilevare automaticamente l'estensione della copertura nevosa da immagini webcam.

Il software che testato su immagini raccolte su Alpi (rete webcam ARPAV) e sugli Appennini in una stazione di pilotaggio adeguatamente attrezzata per questo progetto dal CNR-IIA.

Cambiamenti climatici sulle Alpi italiane: analisi della precipitazione nevosa, della durata del manto nevoso e dell'attività valanghiva

Valt M., Cianfarra P.

In questo lavoro sono presentati e analizzati i dati storici (1961-2010) di precipitazione nevosa, durata del manto nevoso e temperatura dell'aria relativi alle Alpi italiane.

Sulle Alpi italiane, negli ultimi 40 anni, è stata osservata una riduzione della durata del manto nevoso e della precipitazione nevosa con la massima diminuzione negli anni '90.

L'ultima decade (2004-2013) è caratterizzata da un'inversione di tendenza più evidente nella fascia altimetrica fra gli 800 e i 1500 m.

L'analisi del trend delle componenti principali della durata del manto nevoso e della precipitazione evidenziano un trend negativo.

L'analisi dei *breakpoints* della durata del manto nevoso e della precipitazione, per fasce altimetriche e per stagioni, evidenziano dei punti di cambiamento di regime fra il 1984 e il 1994. Questi *breakpoints* evidenziano una importante variazione di trend nelle serie storiche: un trend positivo prima del punto di variazione e un trend negativo nella serie storica dopo il punto di variazione.

Questi trend negativi derivano dalla diminuzione della precipitazione nevosa in inverno e in primavera.

Questi cambiamenti sono ricollegabili ad un cambiamento nella frazione liquido/solida della precipitazione e/o associata ad un importante aumento della temperatura.

Le tendenze del manto nevoso nell'emisfero settentrionale e nelle Alpi italiane, sono strettamente correlati nel dominio della frequenza. Il periodo di 11,2 è la frequenza dominante ed è corrispondente al ciclo di attività solare di 11 anni.

Anche l'analisi dei dati di temperatura dell'aria ha mostrato andamento simile. Inoltre, il confronto della durata di neve e le temperature in primavera (marzo-aprile) ha mostrato una forte correlazione lineare (livello di significatività 0,001).

I dati relativi all'attività valanghiva hanno un tempo di intervallo molto limitato rispetto alle serie storiche di temperatura e neve.

Buona copertura dei dati sono disponibili dal 1985 per un numero limitato di stazioni delle Alpi italiane.

I dati trattati mostrano un trend positivo nel numero di giorni con valanghe, nel periodo 1980-2012.

La tendenza di giorni con valanghe sembra seguire lo stesso trend dell'accumulo di neve (indice SAI) e della durata della copertura nevosa (deviazione dalla media) trattati per lo stesso intervallo di tempo (1980-2012).

SEDE AINEVA

Comparazione tra gli indici d'instabilità strutturale (lemons) ed i punteggi ECT e RB

Chiambretti I., Monti F., Valt M.

Quasi tutti i servizi di previsione valanghe possiedono una rete di stazioni tradizionali dove vengono eseguite giornalmente o settimanalmente una serie di misure od osservazioni nel manto nevoso (penetrometrie, profili del manto nevoso, test di stabilità).

Le penetrometrie ed i profili del manto nevoso sono classificabili come dati a media entropia, mentre i test di stabilità presentano una bassa entropia e richiedono un'interpretazione da parte dei previsori valanghe.

Negli ultimi anni, diversi metodi sono stati sviluppati per analizzare i profili e per valutare, con maggiore obiettività, la stabilità del manto nevoso identificando i livelli fragili, le loro caratteristiche e proprietà. Durante il periodo 2010-2013 diversi uffici regionali afferenti ad AINEVA hanno raccolto un *dataset* di centinaia di profili del manto nevoso ciascuno accompagnato da test di stabilità (ECT e/o RB) eseguiti a fianco. Un campione di questo *dataset* è stato analizzato utilizzando il metodo delle variabili critiche trovando interessanti correlazioni tra le caratteristiche dei livelli fragili (indici d'instabilità strutturale o "lemon", tipologia di grani, spessore degli strati, proprietà del livello fragile) ed i risultati dei test di stabilità.

Vengono qui discussi i dati preliminari di questa ricerca i quali mostrano che la migliore correlazione tra i punteggi più elevati degli indici d'instabilità strutturale e i risultati dei test di stabilità è individuabile per i livelli fragili

sviluppati a seguito di metamorfismi di gradiente medio o elevato.

Correlazioni meno valide sono state individuate per i livelli fragili costituiti da neve fresca (PP e DF) o da diverse tipologie di croste od interfacce lisce tra strati. L'intero *dataset*, infine, è stato analizzato per comparare gli ECT versus gli RB nella capacità di discriminare il principale livello fragile trovando relazioni tra i gradini di carico, le tipologie delle fratture e la loro profondità, il piano di taglio e le caratteristiche del livello fragile.

Come la semantica e la resilienza di Twitter sono utilizzati per la consapevolezza del rischio valanghe

Bartoli F., Chiambretti I.

Twitter è una nuova forma di comunicazione che utilizza largamente le abbreviazioni per adempiere a scopi specifici durante la gestione dei disastri naturali. Durante l'ultimo inverno, diversi "hashtags" sono stati utilizzati per comunicare l'accadimento d'incidenti in valanga e per pubblicare avvisi di condizioni meteorologiche avverse e micro-bollettini, ma talvolta questi *short tags* risultano semanticamente poveri nel collegarsi ai dati sulle valanghe. Verranno descritte statistiche ed esempi di utilizzo sia buoni sia cattivi (ossia ampio significato della parola "valanga") di queste comunicazioni rapide ma sintetiche, nonché le strategie di educazione dell'utenza ad un utilizzo migliore.

Questo lavoro intende descrivere come un comportamento resiliente della comunità potrebbe influenzare la consapevolezza del rischio valanghe e come questo possa influenzare positivamente i servizi di previsione valanghe.

