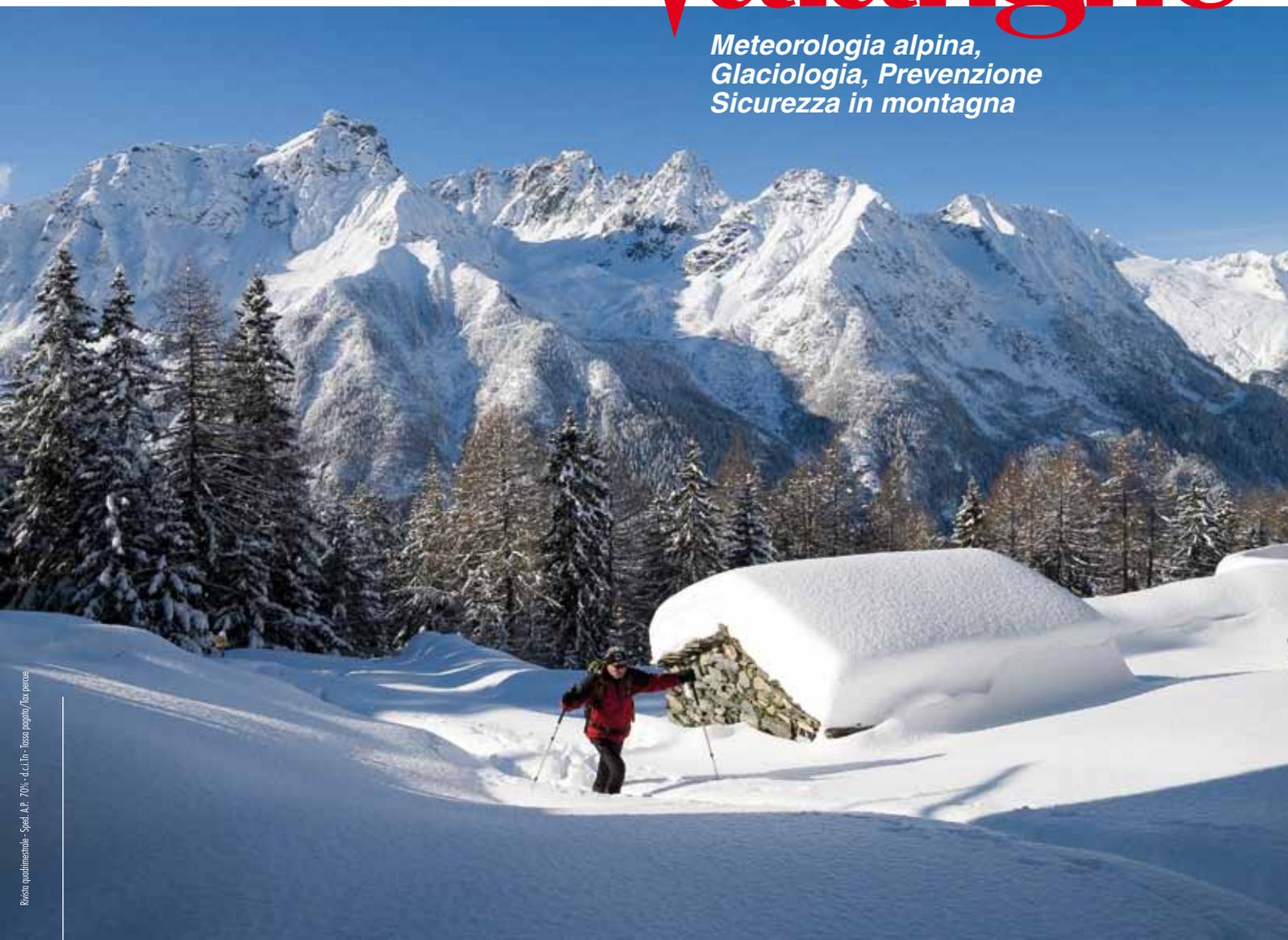


n° 68 - dicembre 2009

e Neve Valanghe

*Meteorologia alpina,
Glaciologia, Prevenzione
Sicurezza in montagna*



CISA IKAR 2009

Incidenti da valanga sulle Alpi Italiane 1985-2009

Valanghe a Ceresole Reale

10 anni di esperienza del SIVA

Il limite delle neviccate

Il GPR: studio della densità della neve



**Indirizzi e numeri telefonici
dei Servizi Valanghe AINEVA
dell'Arco Alpino Italiano**

REGIONE PIEMONTE

ARPA Piemonte
Area Previsione e Monitoraggio Ambientale
Via Pio VII 9 - 10135 TORINO
Tel. 011 19681340 - fax 011 19681341
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 011 3185555
<http://www.arpa.piemonte.it>
Televideo RAI 3 pagina 517
e-mail: sc05@arpa.piemonte.it

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

Assessorato Territorio Ambiente e Opere Pubbliche
Dipartimento Territorio, Ambiente e Risorse Idriche
Direzione Tutela del Territorio
Loc. Amèrique 33/A - 11020 QUART (AO)
Tel. 0165 776600/1 - fax 0165 776804
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0165 776300
<http://www.regione.vda.it>
e-mail: u-valanghe@regione.vda.it

REGIONE LOMBARDIA

ARPA-Lombardia Centro Nivometeorologico
Via Monte Confinale 9 - 23032 Bormio SO
Tel. 0342 914400 - Fax 0342 905133
Bollettino Nivometeorologico - 8 linee -
Tel. 8488 37077 anche self fax
<http://www.arpalombardia.it/meteo/bollettini/bolniv.htm>
Televideo RAI 3 pagina 520
e-mail: g.peretti@arpalombardia.it

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Dipartimento Protezione Civile
Ufficio Previsioni e Organizzazione
Via Vannetti 41 - 38100 Trento
Tel. 0461 494870 - Fax 0461 238309
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0461 238939
Self-fax 0461 237089
<http://www.meteotrentino.it>
e-mail: ufficio.previsioni@provincia.tn.it

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione
Valanghe e Servizio Meteorologico
Via Mendola 33 - 39100 Bolzano
Tel. 0471 414740 - Fax 0471 414779
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0471 270555
Tel. 0471 271177 anche self fax
<http://www.provincia.bz.it/valanghe>
Televideo RAI 3 pagine 429 e 529
e-mail: Hydro@provincia.bz.it

REGIONE DEL VENETO

ARPA-Veneto Centro Valanghe di Arabba
Via Pradat 5 - 32020 Arabba BL
Tel. 0436 755711 - Fax 0436 79319
Bollettino Nivometeorologica
Tel. 0436 780007
Self fax 0436 780008 - 79221
Fax polling 0436 780009
<http://www.arpa.veneto.it/csvdi>
e-mail: cva@arpa.veneto.it

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali
Servizio gestione territorio rurale e irrigazione
Settore neve e valanghe
Via Sabbadini 31 - 33100 UDINE
Tel. 0432 555877 - Fax 0432 485782
Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 800860377 (in voce e self fax)
<http://www.regione.fvg.it/asp/newvalanghe/>
e-mail: neve.valanghe@regione.fvg.it

Sede AINEVA

Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO
Tel. 0461 230305 - Fax 0461 232225
<http://www.aineva.it>
e-mail: aineva@aineva.it

Numero telefonico per
l'ascolto di tutti i Bollettini
Nivometeorologici degli Uffici
Valanghe AINEVA

Tel. 0461/230030

Gli utenti di "NEVE E VALANGHE":

- Sindaci dei Comuni Montani
- Comunità Montane
- Commissioni Locali Valanghe
- Prefetture montane
- Amministrazioni Province Montane
- Genii Civili
- Servizi Provinciali Agricoltura e Foreste
- Assessorati Reg./Provinciali Turismo
- APT delle località montane
- Sedi Regionali U.S.T.I.F.
- Sedi Provinciali A.N.A.S.
- Ministero della Protezione Civile
- Direzioni dei Parchi Nazionali
- Stazioni Sciistiche
- Scuole di Sci
- Club Alpino Italiano
- Scuole di Sci alpinismo del CAI
- Delegazioni del Soccorso Alpino del CAI
- Collegi delle Guide Alpine
- Rilevatori di dati Nivometeorologici
- Biblioteche Facoltà Univ. del settore
- Ordini Professionali del settore
- Professionisti del settore italiani e stranieri
- Enti addetti ai bacini idroelettrici
- Redazioni di mass media specializzati
- Aziende addette a: produzione della neve, sicurezza piste e impianti, costruzione attrezzature per il soccorso, operanti nel campo della protezione e prevenzione delle valanghe.

Periodico associato all'USPI

 Unione Stampa Periodica Italiana

Rivista dell'AINEVA - ISSN 1120 - 0642
Aut. Trib. di Rovereto (TN)
N° 195/94NC
del 28/09/1994
Sped in abb. postale Gr. IV - 50%
Abbonamento annuo 2008: Euro 18,00
da versare sul c/c postale n. 14595383
o su c/c bancario 052 848578360 presso
Banca Bovio Calderari Sede di Trento, ABI
03064 CAB 01800
intestato a: AINEVA
vicolo dell'Adige, 18 - 38100 Trento

Direttore Responsabile

Giovanni PERETTI
Coordinatore di redazione
Alfredo PRAOLINI
ARPA Lombardia

Comitato di redazione:

Enrico FILAFERRO, Fabio GHESER,
Elena TURRONI,
Mauro VALT, Elena BARBERA

Comitato scientifico editoriale:

Valerio SEGOR,
Alberto TRENTI, Stefano BOVO,
Francesco SOMMAVILLA,
Luciano DAVANZO, Giovanni PERETTI,
Michela MUNARI

Segreteria di Redazione:

Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO
Tel. 0461/230305
Fax 0461/232225

Videoimpaginazione e grafica:

MOTTARELLA STUDIO GRAFICO
www.mottarella.com
Cosio Valtellino (SO)

Stampa:

ALCIONE srl
Trento

Referenze fotografiche:

Foto di copertina:

Lodovico Mottarella: 11, 2
Alfredo Praolini: 15, 18, 19, 20, 22, 23, 39, 40,
41, 45, 47
Stefano Pivot: 5, 11, 12, 13
Andrea Berteza: 31, 34
Maria Cristina Prola: 32
Antonio Pagliero: 35
Stefania Burba: 49, 50, 51, 53
Univaersità di Torino: 25, 27, 29

Hanno collaborato a questo numero:

Serena Mottarella, Stefania Del Barba,
Nadia Preghenella, Monica Rossi,
Igor Chiambretti.

Gli articoli e le note firmate esprimono
l'opinione dell'Autore e non impegnano
l'AINEVA.

I dati forniti dagli abbonati e dagli inserzionisti ven-
gono utilizzati esclusivamente per l'invio della pre-
sente pubblicazione (D.Lgs. 30.06.2003 n.196).



4



12



24



30



38



46

4 CISA IKAR 2009

■ S. Pivot

12 INCIDENTI DA VALANGA SULLE ALPI ITALIANE 1985-2009

■ M. Valt

24 16 DICEMBRE 2008 VALANGHE A CERESOLE REALE

■ M. Maggioni, A. Caimi, D. Godone,
M. Freppaz, A. Berteza, M. Cordola,
M.C. Prola, V. Bertoglio, B. Frigo

30 10 ANNI DI ESPERIENZA DEL SIVA DI ARPA PIEMONTE

■ M.C. Prola, M. Alibrando, B. Lorusso, R. Cassulo

38 IL LIMITE DELLE NEVICATE

■ G. Marigo, T. Robert-Luciani

46 IL GPR: STUDIO DELLA DENSITA' DELLA NEVE

■ S. Burba



E siamo al numero 68 di Neve e Valanghe, questa rivista specialistica quadrimestrale che vide la luce nell'Ottobre 1984, a breve distanza dalla fondazione dell'AINEVA.

Sono quindi ormai venticinque anni che questo organo d'informazione della stessa AINEVA è vivo, venticinque anni in cui ci sono stati cambiamenti grafici e scelte editoriali e di contenuti anche importanti, venticinque anni che hanno visto avvicinarsi nell'Associazione molte persone e tecnici, alcuni dei quali sono ormai in pensione ed altri, purtroppo, ci hanno lasciato...

I cambiamenti sono inevitabili, fanno parte del ciclo della vita ed anche questa rivista non ne è dunque stata esente.

Il Comitato Tecnico Direttivo dell'AINEVA ha, recentemente, chiesto al Comitato di Redazione ed al proprio Gruppo Previsori e Tecnici di fare delle valutazioni di tipo editoriale in merito ad uno sviluppo di questa rivista che prenda pure in considerazione una inevitabile ottimizzazione richiesta dai tempi, diciamo così, moderni. Una ottimizzazione non solo tecnologica, ma anche – inevitabilmente – economica...

Se e come, dunque, si vedrà. Nei prossimi periodi sarà nostro impegno analizzare e valutare questi sviluppi, per non perdere il patrimonio di idee ed esperienze sinora accumulato ma anzi per valorizzarlo e, magari, potenziarlo ulteriormente.

Nell'occasione del Ventesimo anniversario dell'AINEVA, col numero 50 fu cambiata graficamente la copertina, che è quella che oggi vediamo.

Nell'Editoriale di quel numero dicevamo: *"Una rinfrescata ogni tanto non fa mai male..."*. Sicuramente anche ora vi proporremo qualcosa di nuovo ed al passo con i tempi.

Dott. Geol. Giovanni Peretti
Il Direttore Responsabile

CISA IKAR

2009

L'annuale congresso della Commissione Internazionale del Soccorso Alpino CISA-IKAR si è svolto al cospetto del Cervino, la montagna per antonomasia, nella cittadina svizzera di Zermatt.

Al convegno erano presenti poco meno di 300 specialisti del soccorso alpino, con oltre 50 organizzazioni provenienti da 30 nazioni diverse.

CONVEGNO IN GENERALE

I padroni di casa svizzeri descrivono il loro "Core team avalanche" ovvero un team formato da diverse organizzazioni svizzere che si occupano, a vario titolo, della materia "valanghe" e che, sotto la supervisione dello SLF, si riuniscono in commissioni autofinanziate con lo scopo di omogeneizzare ed armonizzare gli argomenti inerenti alle valanghe, creando pubblicazioni, eventi formativi e fissando alcuni standard.

Per esempio, verificato che il punto debole negli incidenti da valanga è il fattore umano, hanno creato un modello formativo, diviso in 4 livelli a seconda dell'esperienza, che viene utilizzato da tutte le organizzazioni svizzere (esercito,

guide alpine, istruttori CAS, ecc.) che si occupano degli aspetti formativi.

COMMISSIONE VALANGHE

I lavori della commissione valanghe sono iniziati con la presentazione di alcuni nuovi rappresentanti provenienti da Andorra, Canada e Norvegia.

Hans-Jürg Etter, presidente della commissione valanghe, ha presentato un interessante grafico concernente le statistiche degli incidenti da valanga nei vari paesi nel corso degli ultimi 25 anni: in particolare sono stati analizzati tutti gli incidenti mortali (ovvero tutti gli incidenti con vittime) dalla stagione invernale 1983/84 alla stagione 2007/08.

Come si può notare dal trend evidenziato

nel grafico (fig. 1), la Svizzera ha avuto una netta diminuzione delle vittime, per poi stabilizzarsi e, negli ultimi anni, registrare una lieve crescita. Per contro l'Austria, che partiva con lo stesso numero di incidenti, ha registrato all'incirca la stessa flessione svizzera, per poi ritrovarsi con un aumento decisamente consistente di incidenti con vittime. La Francia ha mantenuto abbastanza costante ed elevato il numero d'incidenti, ritrovandosi attualmente con un numero più elevato rispetto agli anni '80. Gli Stati Uniti d'America hanno registrato un costante aumento degli incidenti, con un aumento più limitato negli ultimi anni. Infine per l'Italia il trend evidenzia un andamento inizialmente positivo, con una costante decrescita del numero di incidenti mortali, per



Rothorn paradise

INFORTUNI MORTALI E TENDENZA DELLE VALANGHE NEI DIFFERENTI PAESI 25 anni(1983/84 - 2007/08)

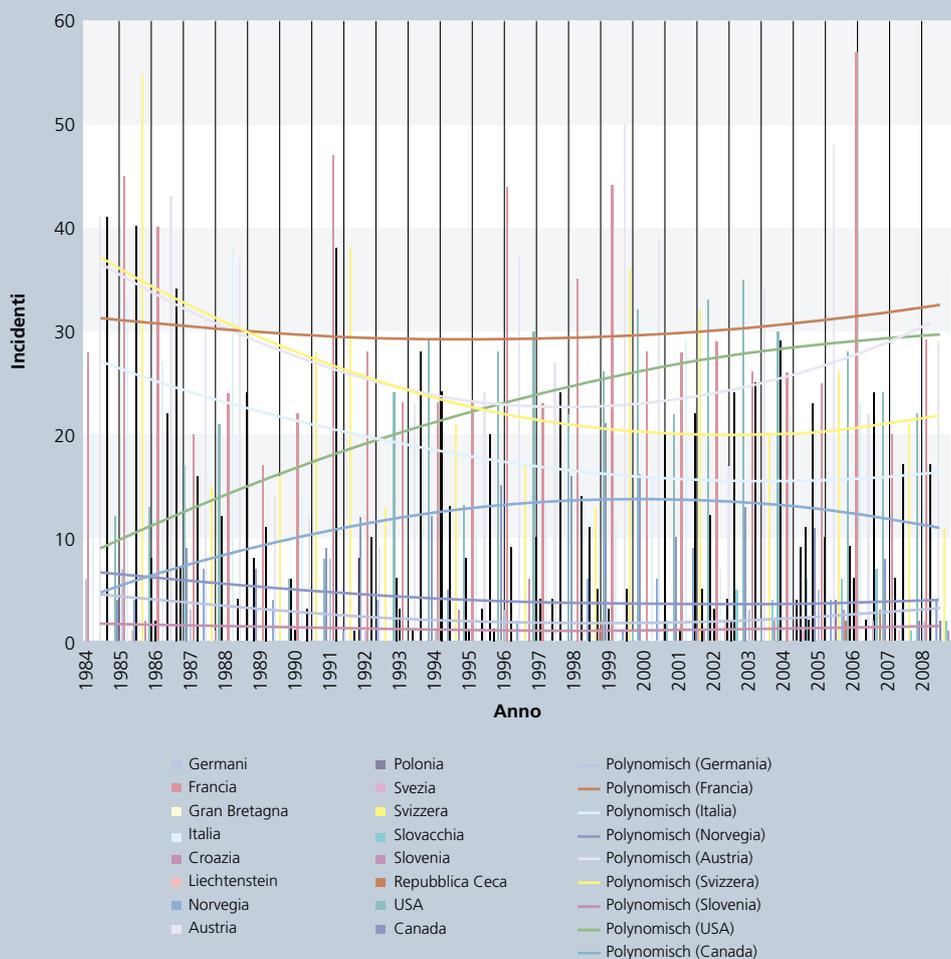


Fig. 1 poi assestarsi su un valore essenzialmente costante dagli anni 2000.

Successivamente i rappresentanti dei vari paesi hanno presentato le statistiche degli incidenti da valanga della stagione 2008/2009, segnalando le tipicità e le criticità. In ordine di presentazione:

■ **Germania** (Bavaria): 8 incidenti da valanga. Illustrato un incidente in cui lo sciatore, che possedeva un vecchio modello di zaino ABS, nel travolgimento è stato separato dallo zaino e dall'ARTVA contenuto nello zaino; Particolarità: lo sciatore indossava un casco da motociclista!

■ **Francia**: 69 incidenti, un numero appena sopra la media, con 24 incidenti mortali. Gran parte degli incidenti si sono verificati in 3 periodi; per esempio tra il 24 ed il 25 gennaio si sono verificati 5 incidenti con 7 morti. Per la prima volta ci sono più incidenti nella pratica dello

scialpinismo che nel fuoripista (13 incidenti mortali con 21 persone decedute). Le valanghe hanno coinvolto molti professionisti guide con disappunto del Syndicat National des Guides de Montagne, associazione delle guide alpine francesi, che sta studiando il fenomeno.

■ **Austria**: 161 incidenti con 32 persone decedute.

■ **Svizzera**: la regione del Vallese ha avuto il numero più alto di incidenti mentre non si è registrato alcun incidente nella zona del Ticino. Gli incidenti da valanga che vedono coinvolte persone con le ciaspole sono un fenomeno che sta acquistando una rilevanza importante, soprattutto perché spesso sono coinvolti gruppi di persone. Nella passata stagione si sono registrati 10 incidenti nello scialpinismo, 10 nel fuoripista, 6 con le ciaspole e 2 nell'ambito dell'heliski e delle cascate di ghiaccio. Si ribadisce che per

molto incidenti non si ha alcuna notizia, perché le persone coinvolte hanno paura delle conseguenze legali.

■ **Canada**: numerosi incidenti con le motoslitte, con un trend in costante crescita; bisogna segnalare che nella zona della British Columbia vi sono oltre 50.000 motoslitte. Viceversa gli incidenti che hanno coinvolto gli scialpinisti sono in diminuzione. Il 33% degli incidenti della stagione passata riguardava persone in motoslitte equipaggiate di zaino Airbag; purtroppo diverse persone, travolte da valanga, non sono riuscite ad azionare il sistema Airbag, avendo le mani impegnate nel condurre la motoslitte. Nota finale: si segnala che il governo supporta adeguatamente, con fondi e mezzi, i volontari del soccorso alpino, la stessa cosa non succede per i professionisti.

■ **Svezia**: il problema principale è legato alla presenza di numerose motoslitte (oltre 150.000) che, ad eccezione dei parchi naturali, possono circolare dappertutto senz'alcuna limitazione. Per risolvere in parte il problema, sensibilizzando i praticanti e fare prendere coscienza del pericolo è stato girato un film di 15 minuti ad alto impatto visivo, incentrato sulle motoslitte ed il rischio di valanghe, i cui protagonisti sono personaggi famosi e carismatici in questa disciplina.

■ **Spagna** (Catalogna – zona Pirenei): i pompieri, responsabili per il soccorso alpino, sono intervenuti per recuperare 3 persone vive ed una deceduta. Le valanghe si sono verificate nel 15% a novembre, 15% a dicembre, 40% a febbraio, 30% a marzo.

■ **Stati Uniti d'America**: si sono registrati 27 incidenti mortali.

■ **Islanda**: viene posto l'accento sulle "valanghe urbane" ovvero quelle che coinvolgono i centri abitati (quali Galtur, Lavancher nel 1999, Pakistan 2007, ecc.), rilevando che le problematiche sono differenti rispetto alle valanghe che coinvolgono persone in ambiti ricreativi perché: è coinvolta gente qualunque, dunque anche anziani, disabili e bambini, che non si aspettano un possibile pericolo di valanghe e quindi sono più vulnerabili

degli alpinisti e scialpinisti; inoltre queste valanghe hanno, solitamente, un volume maggiore. Nel caso di valanghe urbane potrebbe essere necessario addestrare/ utilizzare una squadra con competenze differenti rispetto al classico soccorso alpino.

Alessandro Sterpini, presidente dello SVI-CAI, ha illustrato in seno alla commissione valanghe la legge regionale n. 2 del 26 gennaio 2009 del Piemonte che, in attuazione della L. n. 363 del 24/12/2003, ha previsto "nuovi obblighi per gli amanti del freeride e dello sci fuoripista, che dovranno avere sempre al seguito una pala, una sonda e il sistema di rilevazione ARTVA", sollecitando una discussione in merito al controverso argomento. Alcuni tra i presenti hanno espresso un parere contrario all'utilizzo della normativa quale strumento per diffondere l'utilizzo dei dispositivi di autosoccorso tra i praticanti, preferendo un'opera di sensibilizzazione sociale, mentre una parte minoritaria ha affermato l'utilità di un riferimento normativo cogente, facendo un parallelo con

quanto avvenuto nel passato in merito all'utilizzo delle cinture di sicurezza sulle autovetture.

SOTTOCOMMISSIONE DOG HANDLERS

Il gruppo dei cinofili, motivato e molto attivo, ha proposto la creazione di una sottocommissione, all'interno della commissione valanghe del CISA-IKAR, specifica per la materia.

Nel giugno di quest'anno si è svolto in Croazia il primo Dog handler meeting, necessario per un primo confronto in merito all'organizzazione adottata dai vari paesi, in particolare sui metodi utilizzati per la ricerca e per l'addestramento dei cani.

E' stato proposto un esercizio pratico finale in cui tutti i partecipanti dovevano trovare 8 vittime vive e 2 vittime morte, utilizzando un gps che registrava gli spostamenti degli animali durante la ricerca, dando la possibilità di analizzare il percorso di ciascun cane.

Albert Lunde ha proposto un questionario creato in collaborazione con Marcel Meier e Dale Atkins in merito ai fattori che in-

fluenzano il cane nella ricerca in valanga.

MATERIALI: NUOVI ARTVA

(Apparecchi per la Ricerca di Travolti in Valanga)

Premessa: tutti gli studi presentati al convegno da tutti i produttori hanno rimarcato che gli ARTVA digitali a tre antenne costituiscono attualmente la tecnologia migliore e forniscono le prestazioni superiori rispetto a tutti gli altri ARTVA.

Al convegno è stato presentato il primo esempio di collaborazione tra produttori di ARTVA ovvero una collaborazione tra i due fabbricanti Nic-Impex e Mammut-Ascom per l'utilizzo della seconda frequenza aggiuntiva di 868 Mhz, già impiegata dal Pulse, per scambiare ulteriori informazioni, migliorando la performance, grazie ad una "rete" tra i vari ARTVA.

In particolare questa nuova frequenza rende più rapida ed sicura l'indicazione fornita dagli ARTVA, che diventano più affidabili nei seppellimenti multipli.

Grazie a questa tecnologia, che non ri-

Fig. 2

STATISTICA CISA IKAR DEGLI INCIDENTI DA VALANGA MORTALI - Stagione 2008-2009

Paesi	Numero d'incidenti da valanga in cui sono intervenute squadre di soccorso	Numero d'interventi delle squadre di soccorso senza alcuna azione sulla valanga	Numero di soccorsi su valanga	Persone travolte dalla valanga	Persone salvate dalle squadre di soccorso (vive)	Persone ritrovate dalle squadre di soccorso (morte)	Persone decedute									
							Scialpinisti (o snowboarder)	Fuoripista (Freeride)	Sci in pista	Alpinisti (senza sci/snowboard)	Su vie di comunicazione	In edifici	Motoslitta	Altri	Totale	
Andorra																
Bulgaria	1	-	1	2	-	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Canada	-	-	-	-	-	-	2	4	0	1	0	0	19	0	26	
Germania	-	-	-	12	4	8	2	6	0	0	0	0	0	0	8	
Spagna							1	3	0	0	0	0	0	0	4	
Francia							17	10		2	0	0	0	6	35	
Gran Bretagna																
Islanda							0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Irlanda																
Italia	-	-	-	-	-	-	9	2	0	4	0	0	0	6	21	
Croazia																
Liechtenstein	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Norvegia	25	15	10	18	9	4	1	1	0	1	0	0	1	0	4	
Austria															32	
Polonia (TOPR)																
Polonia (GOPR)																
Romania							0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Svizzera							6	10	0	4	0	0	0	8	28	
Slovacchia	6	-	-	8	4	4	2	0	0	2	0	0	0	0	4	
Slovenia																
Svezia	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rep.Ceca	2		0	3	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
USA	-	-	-	-	-	-	4	1	3	1	0	1	16	1	27	
Totale							45	39	3	15	0	1	36	21	192	
percentuale							23,4	20,3	1,6	7,8	0,0	0,5	18,8	10,9	83,3	

INCIDENTI DA VALANGA IN ITALIA - STAGIONE 2008/2009

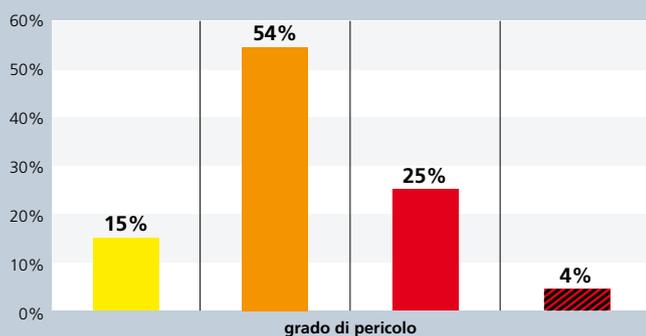
	DATA	LOCALITA'	PROV	CATEGORIA	GRADO PERICOLO	PRESENTI	TRAVOLTI	ILLESI	FERITI	MORTI
1	15-11-2008	Gruppo Dolomiti Brenta-scivolo nord cima Brenta	TN	2	3	2	1	0	1	0
2	1-12-2008	Val d'Ultimo - Pawigl	BZ	6	5	1	1	1	0	0
3	6-12-2008	Alpi Biellesi - Monte Mucrone	BI	1	3	1	1	0	1	0
4	6-12-2008	Valle Susa - Vallone Rio Nero	TO	3	3	1	1	0	1	0
5	6-12-2008	Valtournenche - verso la Grande Dent	AO	1	3	3	3	3	0	0
6	7-12-2008	Valle Pellice, Monte Granero	TO	1	3	4	4	0	0	4
7	7-12-2008	Gran San Bernardo - Monte Paglietta	AO	2	3	3	1	1	0	0
8	10-12-2008	strada Passo Fedaia	BL	6	4	1	1	1	0	0
9	12-12-2008	Brunico - Plan de Coronas	BZ	3	4	3	1	0	1	0
10	14-12-2008	Grignetta - Cresta Cermenati	LC	5	4	1	1	0	1	0
11	14-12-2008	Valchiavenna - Val dei Ratti - Loc. Frasnedo	SO	8	4	5	1	0	1	0
12	15-12-2008	Val Soana - Roccia Bianca - Grangia Randonero	TO	8	5	1	1	0	0	1
13	16-12-2008	Val Chisone - Fenestrelle	TO	6	5	1	1	1	0	0
14	20-12-2008	Alpi Sarentine - punta Cervina	BZ	1	3	3	2	2	0	0
15	20-12-2008	Pso Sella	TN	6	4	1	1	0	1	0
16	18-01-2009	Valsariana C di Grem	BG	2	2	10	1	0	1	0
17	20-01-2009	Strada Passo Giaù	BL	6	4	2	2	2	0	0
18	20-01-2009	Strada Misurina	BL	6	4	1	1	1	0	0
19	21-01-2009	Ciampedie- pista Cigolade	TN	4	4	6	4	2	2	0
20	22-01-2009	Campo Tures - Monte Spico	BZ	3	4	2	1	0	1	0
21	22-01-2009	Valfurva - Monte Vallecetta	SO	3	4	3	1	1	0	0
22	22-01-2009	Faloria - Stratondi	BL	4	4	4	2	2	0	0
23	25-01-2009	Val Senales	BZ	3	3	4	1	0	1	0
24	25-01-2009	Ra Vales - Cortina	BL	3	3	1	1	1	0	0
25	26-01-2009	Monte Bondone Cima Palon	TN	3	3	2	0	0	0	0
26	31-01-2009	Valle Stura di Demonte - Cima delle Lose	CN	1	2	5	5	4	1	0
27	31-01-2009	Strada Arabba	BL	6	2	3	3	3	0	0
28	3-02-2009	Ponte di Legno - Tonale - Vallazza	BS	3	3	1	1	0	0	1
29	3-02-2009	Palantina	BL	1	3	2	2	2	0	0
30	4-02-2009	Cima Littegosia - Lagorai	TN	1	3	1	1	0	1	0
31	4-02-2009	Passo Campogrosso	VI	6	/	3	1	0	1	0
32	7-02-2009	Valchiavenna - SS36 - Km 130	SO	6	4	3	3	3	0	0
33	7-02-2009	Cima Nassere	TN	1	4	10	10	10	0	0
34	7-02-2009	Val d'Ayas - pista Sarezza	AO	3	3	1	1	1	0	0
35	8-02-2009	Val Gerola - Cima della Rosetta	SO	2	4	2	2	1	0	1
36	8-02-2009	Val Sangone - Monte Uia	TO	1	3	2	2	1	1	0
37	8-02-2009	Valle di Oropa - Monte Becco	BI	8	4	2	1	0	1	0
38	9-02-2009	Valnontey - Cascata Valmiana	AO	5	3	4	2	0	1	1
39	9-02-2009	Alpe di Siusi	BZ	1	3	1	1	0	1	0
40	9-02-2009	Valdisotto - S.Colombano	SO	1	3	3	3	3	0	0
41	11-02-2009	Valgrisenche - Mont Cornet - Becca Céré	AO	3	3	5	1	0	1	0
42	11-02-2009	Valsariana - Cima di Grem	BG	1	3	3	1	0	1	0
43	15-02-2009	Solda	BZ	5	3	2	2	0	1	1
44	15-02-2009	Monte Stivo	TN	1	/	2	0	0	0	0
45	19-02-2009	Pila - Platta de Grevon-Quiss I	AO	3	3	2	1	0	1	0
46	22-02-2009	Val Varaita - Chianale	CN	6	2	2	2	2	0	0
47	25-02-2009	Dobbiaco - Corno di Fana	BZ	2	3	3	2	1	0	1
48	27-02-2009	Valeille - Cascata Pattinaggio Artistico	AO	5	3	7	3	1	2	0
49	28-02-2009	Lago di Braies - Picco di Valandro	BZ	1	3	30	1	0	1	0
50	28-02-2009	Val Martello - Punta di Lasa	BZ	2	3	2	2	0	0	2
51	1-03-2009	Pala Alta - Gruppo Schiara	BL	5	3	2	2	0	0	2
52	7-03-2009	Monte Pasubio - Val del Fieno	TN	8	4	4	4	1	2	1
53	7-03-2009	Cima Paganella	TN	3	4	2	2	1	0	1
54	7-03-2009	Val Garmarara Altipiano Asiago	VI	8	3	1	1	0	0	1
55	7-03-2009	Faloria - Pala del Moro	BL	3	3	5	3	2	1	0
56	14-03-2009	Cima della Duaria	CO	8	3	2	2	0	1	1
57	30-03-2009	Courmayeur - Ghiacciaio Thoula	AO	3	3	3	1	1	0	0
58	30-03-2009	Curon Venosta - Valle Lunga - Valbenair	BZ	1	2	10	3	2	1	0
59	2-04-2009	Valle Lunga - Palla Bianca	BZ	1	3	7	3	3	0	0
60	13-04-2009	Alpe Devero - Canale Ferrari - Monte Cervandone	VB	1	3	7	5	2	3	0
61	25-04-2009	Solda - Gran Zebro	BZ	1	2	30	6	0	6	0
62	25-04-2009	Val d'Ultimo - Cima Sternai	BZ	1	2	4	2	2	0	0
63	1-05-2009	Val di Mazia - Rems Spitz	BZ	2	2	3	1	0	0	1
64	1-05-2009	Marmolada-Pian dei Fiacconi (est Schena de Mul)	TN	8	3	6	2	0	0	2
65	1-05-2009	S.Colombano - Valdisotto	SO	1	3	4	3	2	1	0
66	1-05-2009	Corno S.Colombano - Valdisotto	SO	2	3	2	2	2	0	0
67	2-05-2009	Curon - Vallelunga	BZ	1	2	11	11	8	3	0
68	24-12-2008	Arabba	SO	6	3	4	1	1	0	0
TOTALE						274	142	77	44	21

- 1 - Sci alpinista in salita
- 2 - Sci alpinista in discesa
- 3 - Sciatore fuori pista
- 4 - Sciatore in pista
- 5 - Alpinista
- 6 - Persona su via di comunicazione
- 7 - Persona in abitazione
- 8 - Altre situazioni

68 incidenti da valanga censiti
15 incidenti mortali
21 morti di cui:

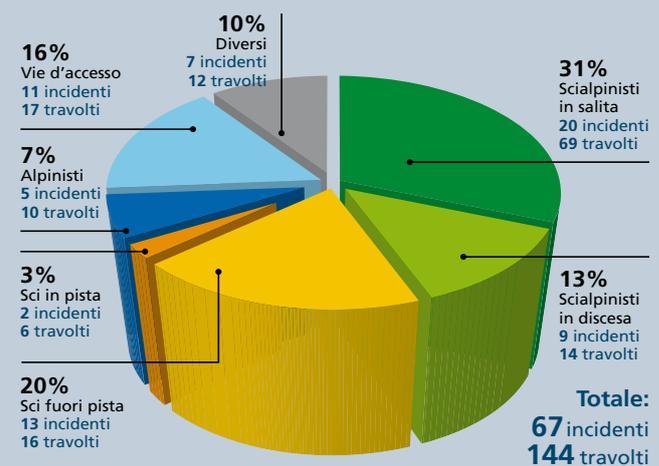
- 9 morti nello scialpinismo
- 2 morti nello sci fuoripista
- 4 morti in alpinismo
- 3 morti con le ciaspole
- 3 morti per altre cause

PERCENTUALE DI INCIDENTI DA VALANGA PER GRADO DI PERICOLO

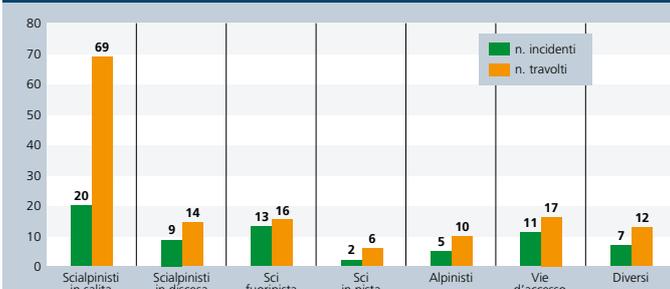


Grado di pericolo	Numero incidenti
bollettino non emesso	1
1 debole	0
2 moderato	10
3 marcato	36
4 forte	17
5 molto forte	3
Totale	67

PERCENTUALE DI INCIDENTI E DI TRAVOLTI PER CATEGORIE



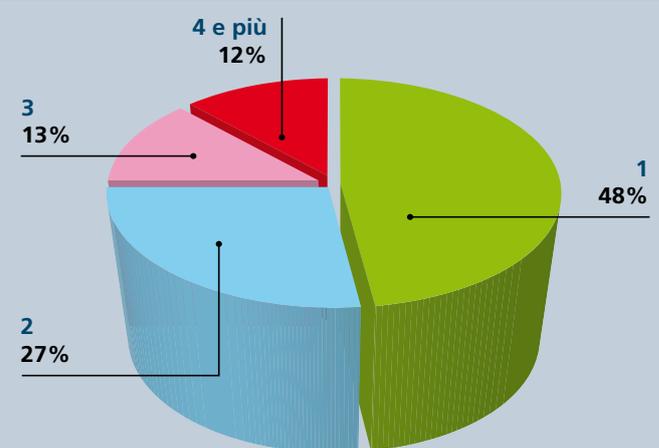
INCIDENTI E TRAVOLTI PER CATEGORIA



PERSONE TRAVOLTE PER TIPOLOGIA E CATEGORIA

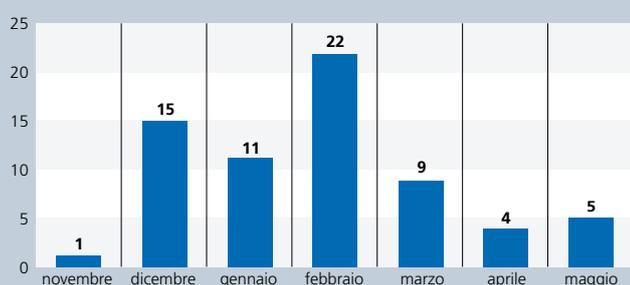
Personi	Scialpinisti in salita	Scialpinisti in discesa	Sci fuoripista	Sci in pista	Alpinisti	Vie d'accesso	Ciaspole	Diversi	TOT
illese	44	7	7	4	1	15	0	1	79
ferite	21	2	7	2	5	2	1	4	44
morte	4	5	2	0	4	0	3	3	21
travolte	69	14	16	6	10	17	4	8	144

PERCENTUALE DI INCIDENTI PER NUMERO DI TRAVOLTI



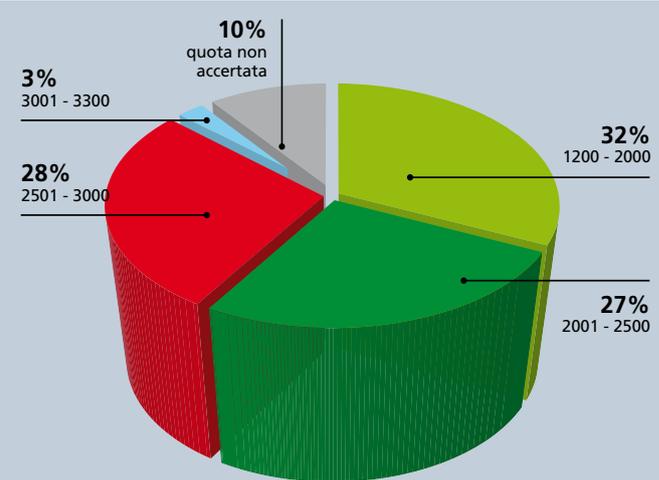
Numero di persone travolte	Numero incidenti
1	32
2	18
3	9
4	3
5	2
6	1
10	1
11	1
Totale	67

INCIDENTI DA VALANGA PER MESE



GIORNI SIGNIFICATIVI DELLA STAGIONE 2008/2009	N° GIORNI	N° INCIDENTI	PERCENTUALE DI INCIDENTI SUL TOTALE
6 e 7 dicembre	2	5	7%
dal 14 al 16 dicembre	3	4	6%
dal 20 al 22 gennaio	3	6	9%
3 e 4 febbraio	2	4	6%
dal 7 al 9 febbraio	3	9	13%
7 marzo	1	4	6%
1° maggio	1	4	6%
Totale giorni significativi	15	36	54%
Totale stagionale dei giorni con incidenti da valanga e n° totale incidenti	40	67	

PERCENTUALE DI INCIDENTI PER QUOTA DI DISTACCO



chiede molta energia alle pile, è possibile vedere una lista degli ARTVA presenti nel raggio d'azione e, eventualmente, scegliere quale cercare.

Il nuovo ARVA Link non è ancora in vendita, perché necessita di alcune piccole modifiche, ma ha alcune interessanti caratteristiche, descritte dal produttore: oltre ad avere tre antenne ed essere compatibile con tutti gli ARTVA, ha uno



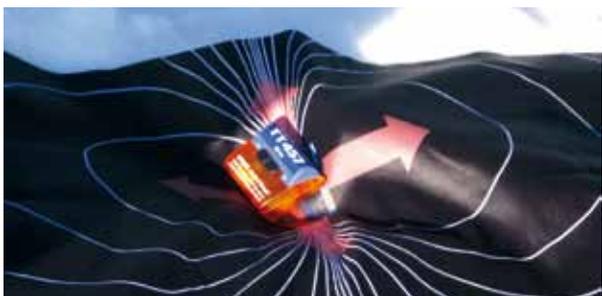
Foto sopra: ARVA Link
Nic-Impex

Foto sotto: Tracker2 BCA



Campo ARTVA Nic-Impex per la didattica

Particolare del trasmettitore del Campo ARTVA Nic-Impex



schermo ad alta risoluzione, un processore molto veloce nell'analisi del segnale ed una bussola elettromagnetica.

La ditta Mammut ha presentato le migliori fornite dal nuovo aggiornamento del firmware 3.0 dell'ARTVA Pulse che riesce a localizzare anche gli ARTVA con una deviazione di frequenza superiore all'attuale normativa (457Mhz+-80 Hz). Sono stati creati due profili di utilizzo:

- Basic, riservato ai principianti e quindi destinato ad un utilizzo semplice, completamente digitale, in cui i due tasti destro e sinistro hanno la stessa funzione;

- Advanced destinato ad utilizzatori esperti. Più in generale, è stata aumentata la ricezione dell'ARTVA lungo l'asse Y, migliorata la ricerca nei seppellimenti multipli, numerando le persone sepolte già "marcate" e riducendo il numero di messaggi di "attesa". Migliorie del display: nella ricerca fine la freccia "rosa dei venti" si rimpicciolisce all'avvicinarsi verso il sepolto; i numeri indicanti la distanza hanno una dimensione differente per una maggiore visibilità.

La ditta Ortovox ha presentato le migliori fornite dal nuovo aggiornamento dell'ARTVA S1 alla versione 2.1. Anche l'S1 ha migliorato la capacità di localizzare gli ARTVA, anche quelli che, per usura o difetti vari, vanno oltre la banda di frequenza prevista dalla normativa. All'inizio della gita, durante il test dell'ARTVA dei compagni, è possibile vedere rappresentate alcune caratteristiche dell'impulso dell'ARTVA in trasmissione tramite un grafico sul display del S1. Infine è stata migliorata la ricezione in presenza di eventuali interferenze elettromagnetiche ed implementata una funzione di memorizzazione dell'inclinazione misurata.

La ditta BCA BackCountryAccess ha presentato il suo nuovo ARTVA: il Tracker2. E' un ARTVA a 3 antenne che presenta esternamente un involucro solido; dalla breve prova effettuata ho potuto notare che ha un utilizzo molto semplice (è presente un unico pulsante) e, soprattutto,

è dotato di un processore molto rapido che consente una visualizzazione della distanza e direzione dei sepolti praticamente in tempo reale. La BCA ha preferito creare un prodotto semplice ed affidabile a discapito di altre funzioni più complicate (non c'è la possibilità di marcare un ARTVA nei seppellimenti multipli).

RICERCA ARTVA

La ditta Pieps ha effettuato un test con 221 persone, suddivise in 2 categorie (principianti ed esperti), per la ricerca di 2 persone in un tempo massimo di 10 minuti.

La ricerca ha evidenziato che i nuovi ARTVA a tre antenne agevolano sia i principianti che gli esperti. Nella ricerca multipla con ARTVA analogici, il 15% delle persone ha adottato il metodo dei 3 cerchi mentre 85% delle persone ha utilizzato un metodo non identificabile con una strategia chiara. I risultati di questo test sono stati sorprendenti: il metodo dei 3 cerchi non sembra presentare dei vantaggi particolari rispetto a chi adotta delle strategie "casuali".

Infine si è visto che la sonda acustica Pieps lprobe permette di guadagnare, negli ultimi 5 m, il 50% del tempo dedicato alla ricerca fine ed al sondaggio.

La ditta Nic-Impex ha utilizzato, nella sua presentazione, un innovativo sistema che può essere proficuamente utilizzato, per esempio da parte di scuole CAI, nella didattica sull'uso degli ARTVA quando non è possibile recarsi sul campo.

Il sistema si compone di un telo con evidenziate le linee di flusso ed un apparecchio trasmettitore depotenziato che simula un ARTVA alle distanze indicate sul telo (10 e 20 metri).

All'atto pratico il telo ed il trasmettitore possono essere posizionati in aula e, illustrando il metodo di ricerca di un sepolto, è possibile abbinare teoria e pratica, visto che sull'ARTVA in fase di ricerca appariranno le indicazioni numeriche e sonore come se fosse realmente alle distanze indicate sul telo rispetto al trasmettitore (che simula l'ARTVA del sepolto).



TAKE YOUR PEAK TIME.

www.mellos.it

mello's® 

PERFORMANCE, RESISTENZA, CONFORT, LIBERTA' DI MOVIMENTO.
OGNI CAPO MELLO'S E' TESTATO PER ACCOMPAGNARTI OVUNQUE,
IN OGNI ATTIVITA' OUTDOOR: DALLO SPORT ESTREMO ALLE TUE SFIDE DI OGNI GIORNO.



MATERIALI: NOVITÀ ZAINI AIRBAG

La ditta ABS (www.absairbag.com) ha presentato alcune novità accessorie per i suoi zaini airbag: il sistema ABS wireless ed una nuova bombola in carbonio, del peso di 280 gr, che ottiene un calo di peso di 235 gr rispetto alla classica in acciaio. Il sistema ABS wireless è formato da una nuova maniglia per l'attivazione dello zaino ABS che permette di attivare non solo il proprio zaino ma, in contemporanea, anche quello dei compagni da parte di un membro del gruppo, con una portata indicativa di 300 m. Secondo i dati della ditta ABS, il 10-15% degli sciatori coinvolti in una valanga non è riuscito ad attivare l'airbag o ha deciso di non attivarlo perché non aveva capito cosa stava succedendo. Con questo sistema si può creare una comunità di utenti con ABS in cui si possono prevedere diverse configurazioni: tutti possono attivare l'airbag di tutti oppure solo uno (caso tipico: la guida alpina che accompagna i clienti) può attivare l'airbag di tutti.

La discussione successiva alla presentazione ha fatto emergere un problema che, per il momento, non è stato risolto: lo sciatore deve indossare l'ARTVA ad almeno 5 cm di distanza dal sistema ABS wireless (ovvero dall'altro lato della maniglia): pena possibili interferenze e, in alcuni casi, lo spegnimento di ARTVA dotati di interruttori elettromagnetici in concomitanza con lo spegnimento del

sistema ABS wireless.

Nessuna novità per lo zaino Snowpulse, dell'omonima ditta, eccetto alcune migliorie nelle fibbie dello zaino ed alcuni nuovi modelli di zaino in differenti formati, visibili sul sito www.snowpulse.ch.

La ditta Snowpulse è entrata in un mercato che, per decenni, è stato monopolio della ditta ABS; è quindi logico il nascere di controversie in merito alla differenza dei due sistemi, in particolare nella differente posizione dei palloni airbag. Nel corso del convegno sono state ribadite, da parte di entrambi i rappresentanti delle due ditte, le differenti ragioni. La ditta ABS sostiene che l'airbag diventa veramente decisivo quando la valanga si arresta: in quel momento se i palloni sono collocati più in alto rispetto al corpo, come quelli della ditta concorrente, c'è il rischio di rimanere bloccati dalle anche in giù, a causa delle differenti densità e velocità di scorrimento all'interno della valanga e del diverso momento di arresto. Con lo zaino ABS lo sciatore si troverà a faccia in giù ma totalmente in superficie. La ditta Snowpulse contraddice questo concetto, ribadendo la validità del sistema Snowpulse, che permette di rimanere in superficie ed a faccia in sù, e segnalando che un corpo con airbag, immerso in un fluido in movimento – quale può essere considerata una valanga – si ritroverà naturalmente in orizzontale, grazie proprio all'azione del fluido stesso, e quindi per i travolti

In alto: maniglia di attivazione BAS wireless e Zaino airbag ABS con sistema ABS wireless

Sopra: apparecchio ricevente del sistema Lambda4

A destra: particolare dell'apparecchio ricevente del sistema Lambda4



con airbag Snowpulse non c'è la possibilità di rimanere bloccati con le gambe e quindi sepolti.

Infine la ditta BCA segnala che sta lavorando per la creazione di uno zaino airbag chiamato Float 30 Avalanche Airbag che, all'apparenza, assomiglia molto allo zaino Snowpulse. Una breve descrizione, corredata da alcune foto, è presente sul sito www.backcountryaccess.com nella sezione \products\coming soon.

MATERIALI: NUOVI PROTOTIPI NELLA RICERCA SEPOLTI DA PARTE DEL SOCCORSO ORGANIZZATO

Il laboratorio tedesco Lambda4 (www.lambda4.com), specializzato nella ricerca e nello sviluppo di nuove tecnologie nell'ambito delle onde radioelettriche ad alta frequenza, ha presentato il suo progetto nel campo della ricerca di persone e, in particolare, un prototipo che potrebbe essere utilmente utilizzato nella ricerca delle persone travolte da valanga.

Il sistema è composto da un trasmettitore e da un apparecchio ricevente che potrebbe essere utilizzato quale sistema supplementare all'ARTVA durante le ricerche da parte del soccorso organizzato (similmente al RECCO). Il trasmettitore è molto piccolo, all'incirca come una carta di credito con uno spessore maggiore, tanto che hanno pensato di integrarlo in un contenitore di plastica in cui inserire lo skipass, ed è alimentato da una pila. L'apparecchio ricevente, con una portata attuale di circa 200 m, può essere impugnato con una mano ed è fornito di batterie ricaricabili, posizionate sull'impugnatura.

Durante la breve prova effettuata sul campo ho potuto notare la grande facilità nella ricerca: l'apparecchio ricevente è dotato di un grande display con un mirino centrale che evidenzia i travolti – muniti del trasmettitore sopra menzionato – assegnando un numero progressivo. Se i travolti sono troppo lontani non compaiono nel display, ma sono comunque se-

gnalati nella parte bassa dello schermo. E' sufficiente muoversi verso il numero desiderato finché questo venga a posizionarsi al centro del mirino e, successivamente, procedere al sondaggio. L'apparecchio ricevente è munito di un "segnalatore di movimento" così da riuscire a distinguere le persone travolte, segnalate sul display col colore rosso, dai soccorritori (ovvero tutti i trasmettitori che si muovono nei 30 secondi di scansione) segnalati col colore verde.

L'azienda ResQU AB (www.hepkie.com) ha presentato un prototipo del sistema HEPKIE nato per la ricerca di persone scomparse, ma eventualmente utilizzabile dal soccorso alpino anche per persone sepolte in valanga. Il sistema, composto da un'unità di base ed un'unità di ricerca, permette la localizzazione di telefoni cellulari anche dove non c'è copertura di rete; ovviamente a patto che questi siano accesi e funzionanti. L'unità di base, presente sull'elicottero, supplisce alla mancanza della copertura di rete e identifica automaticamente i cellulari presenti nelle vicinanze, con un raggio d'azione di 10 km e con la possibilità di escludere i cellulari

dei soccorritori impegnati nella ricerca. L'unità di ricerca, utilizzata sul campo dai soccorritori scesi dall'elicottero, è formata da due antenne che inviano il segnale di ricerca nelle cuffie dell'operatore che, in base al sonoro, individua il cellulare sepolto nella neve con una precisione di 30 cm ad una profondità di 180 cm.

Il sistema, provato brevemente sul campo, sembrerebbe trovare un ottimo impiego soprattutto nella ricerca di persone disperse in zone remote.

Infine è stata fatta una dimostrazione pratica dell'utilizzo della Daisy Bell, strumento innovativo già descritto nel n. 67 – agosto 2009 di Neve e Valanghe. Ovviamente la qualità della neve, tipicamente estiva, non ha consentito di ottenere rilevanti risultati, ma si è potuto apprezzare l'utilizzo della Daisy Bell e dell'elicottero in alta quota, operando sul ghiacciaio nella zona della Gobba di Rollin e dei Breithorn, ad oltre 4000 m.

Il presidente della CISA IKAR Toni Grab ha chiuso il congresso con un arrivederci al prossimo ottobre 2010 in Slovacchia, alle pendici meridionali degli Alti Tatra.

L'unità di ricerca del sistema HEPKIE



INCIDENTI da VALANGA sulle Alpi Italiane 1985-2009

Mauro Valt

ARPAV- Centro Valanghe Arabba, Italy
AINEVA, Trento, Italy
mvalt@arpa.veneto.it
aineva@aineva.it

L'incidente da valanga ha di per sé una mortalità molto elevata che varia dal 60% (Valt et al. 2003) al 70% (Ancy, 2007), notevolmente di più che l'incidente automobilistico (3% dei morti ogni 100 incidenti). Lo studio degli incidenti costituisce quindi la base per comprendere le dinamiche dell'evento e per individuare le strategie di prevenzione che variano dalle zone antropizzate soggette a controllo preventivo, alle discipline sportive e ricreative individuali del tempo libero. In Italia, la banca dati più completa è gestita dall'AINEVA (Associazione Interregionale Neve e Valanghe) che annovera fra le sue attività operative anche la raccolta dei dati e delle informazioni relative agli incidenti da valanga, per individuare, dall'analisi degli eventi, delle linee comportamentali e azioni utili per la riduzione del rischio (Cagnati e Valt, 1989).

Il presente lavoro segue quello realizzato nel 2003 da Valt et al. che analizzava un ventennio di dati (1984- 2003) e, se da un lato costituisce un aggiornamento, dall'altro offre nuove visioni della problematica.

Pertanto il lavoro illustra i risultati delle elaborazioni effettuate su più di 950 incidenti da valanga presenti nell'archivio informatico dell'AINEVA confrontati con i risultati di analoghi lavori effettuati all'estero. Il periodo considerato va dalla stagione invernale 1984-85 alla stagione 2008-09 (25 anni). Per le elaborazioni relative alle caratteristiche morfologiche delle valanghe, il campione dei dati disponibile è più contenuto (circa 500 incidenti), ma ben distribuito all'interno del periodo. Limitatamente alle analisi relative al numero di vittime il campione disponibile è invece più ampio e va dal 1967 al 2009 (42 anni).



FONTE DEI DATI

In Italia i dati sugli incidenti da valanga sono raccolti da diverse organizzazioni preposte alla prevenzione e al soccorso in montagna: gli Uffici Valanghe afferenti all'AINEVA, il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS), l'Alpin Verein Sudtiroil (AVS), il Servizio Valanghe Italiano (SVI/CAI), il Soccorso Alpino della Guardia di Finanza (SAGF) e il Corpo Forestale dello Stato.

Gli eventi catalogati sono limitati agli incidenti veri e propri, quelli cioè che hanno interessato persone e, in taluni casi, hanno richiesto l'intervento delle squadre di soccorso oppure sono stati oggetto di studio da parte degli Uffici Valanghe. Non vengono normalmente presi in considerazione gli incidenti di cui non si hanno notizie documentate e gli eventi che hanno provocato solo danni materiali.

Per quanto riguarda i distacchi di seracchi, vengono presi in considerazione solo

quei distacchi di blocchi di ghiaccio che hanno provocato di seguito una valanga, secondo la regola fissata dalla CISA-IKAR. Nel presente lavoro e principalmente negli elaborati grafici, quando si fa riferimento ad eventi relativi ad un anno, o ad una stagione, è da intendersi l'anno idrologico (dal 1 ottobre al 30 settembre dell'anno solare successivo).

Per la ricostruzione storica di alcuni eventi, sono stati consultati i lavori di Gansser (1986), Cagnati e Valt (1989), Valla (1990), Zuanon (1996) e Valt et al. (2003).

TRAVOLTI E VITTIME DA VALANGHE

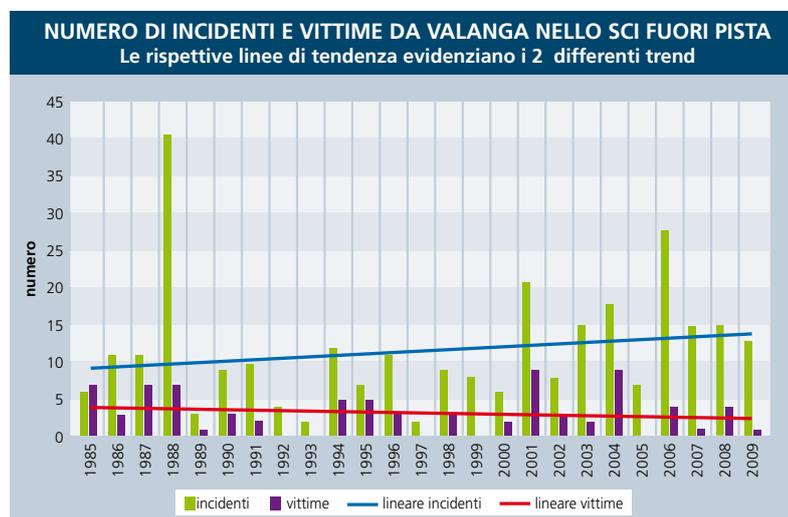
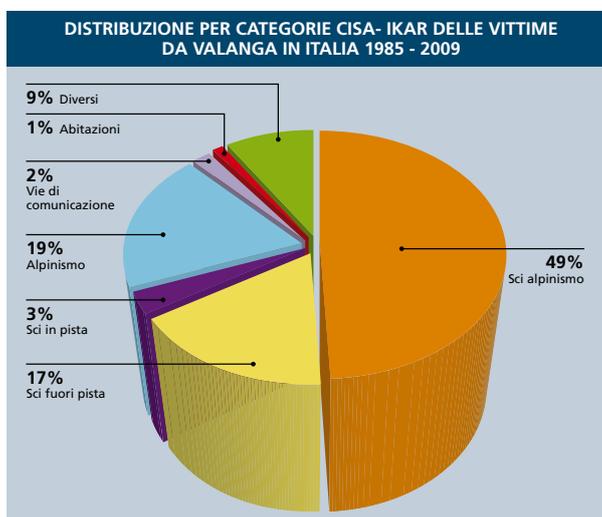
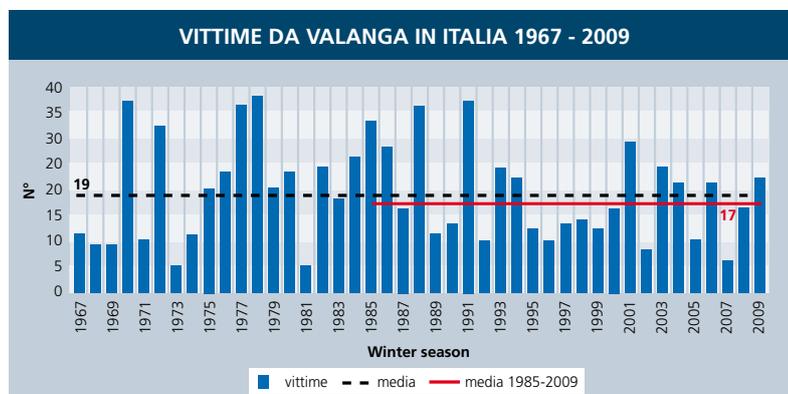
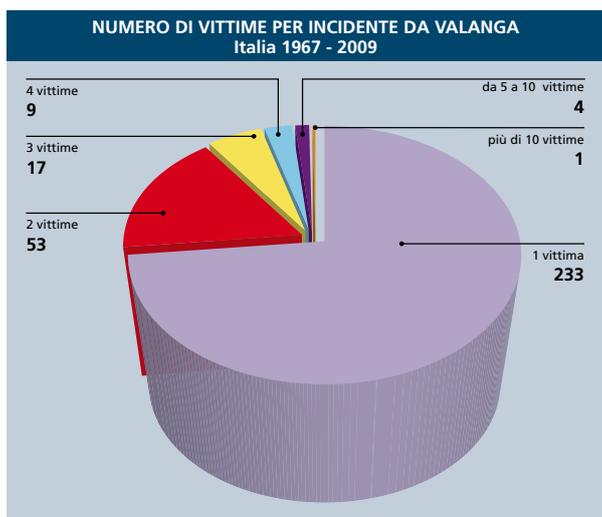
Nel periodo dal 1967 al 2009 sono decedute in Italia, a causa di valanghe, 827 persone. La media, sul periodo di 42 anni, è di 19 vittime a stagione, ma con una tendenza negli ultimi 10 anni ad una diminuzione (17 vittime in media) (Fig. 1). In Svizzera, nel periodo 1985-2009, le vittime sono state 24 per stagione invernale, 30 in Francia e 26 in Austria (informazioni CISA-IKAR).

Nel periodo 1985-2009, in Italia sono state travolte da valanghe 2035 persone in 958 incidenti. 467 sono decedute (23%), mentre 1569 sono sopravvissute (77%). Percentuali simili sono state osservate in Svizzera dove, nel periodo 1980-1999 (20 anni), sono state travolte 2301 persone, delle quali 523 decedute (23%) (Tschirky et al. 2000) e in Francia dove, nel periodo 1989-2001 (12 anni), sono state travolte 1171 persone, delle quali 372 sono decedute (32%) (Sivardière, 2002). Nella maggior parte dei casi (74%) per ogni incidente da valanga mortale c'è una sola vittima, mentre si hanno da 2 a 4 vittime nel 25% delle valanghe con vittime; i gravi incidenti sono stati per fortuna pochi (Fig. 2) e precisamente dal 1985 al 2009:

- 17 febbraio 1991, Vallone di Pra Moullin Pavillon. Courmayeur (AO), 12 sciatori;
- 9 dicembre 1990, Gola della Chiusetta - Marguareis (CN), 9 speleologi;
- 2 agosto 1993, Grandes Jorasses, Courmayeur (AO), 8 alpinisti ;
- 17 settembre 1985, Lyskam (AO) 7 aspi-

A sinistra
sopra, fig. 2
sotto, fig. 3

A destra
sopra, fig. 1
sotto, fig. 4



ranti guida alpina e 1 guida;

■ 30 aprile 2008, Punta Basei - Valle Orco, 5 scialpinisti con guida alpina francese; ■ e altri 9 i incidenti con 4 vittime cadauno.

CATEGORIE INTERESSATE

Secondo le classificazioni adottate dalla CISA-IKAR, gli incidenti da valanga riguardano due principali categorie di attività:

■ attività ricreative che comprendono lo sci alpinismo (escursionismo con le pellicole di foca e/o racchette da neve); lo sci fuori pista (sciatori /snowboarder); lo sci in pista e l'alpinismo (anche su cascate di ghiaccio);

■ attività non ricreative quali gli incidenti avvenuti su vie di comunicazione, o che hanno coinvolto case o centri abitati.

La figura 3 presenta la ripartizione delle vittime in Italia nel periodo 1985-2009 per ciascuna delle sottocategorie sopra elencate.

Lo sci alpinismo è l'attività ricreativa che ha il maggior numero di vittime con una media di 9 all'anno ed una percentuale del 49%. Sul resto delle Alpi la percentuale è del 46% in Francia, del 50% in Svizzera, del 53% in Austria.

Le attività legate all'alpinismo in Italia sono al secondo posto con il 19% di vittime in seguito al crescente numero di incidenti alpinistici estivi e nella disciplina dell'ice climbing.

La terza attività più rappresentata, che in Italia conta il 17% delle vittime con 4 morti a stagione invernale (23% nel periodo 1984-2003), è lo sci fuori pista. In Francia lo sci fuori pista è responsabile del 42% delle vittime, in Svizzera, del 25% e del 23% in Austria.

Come in Svizzera (Zweifel e Harvey, 2008), anche in Italia si osserva un aumento degli incidenti da valanga nell'ultimo decennio ma non un eguale aumento delle vittime da valanga (Fig.4).

Gli incidenti nel fuori pista sono fortemente aumentati nell'ultimo decennio rispetto al precedente (Fig. 5), sia fra gli sciatori con gli sci che con lo snowboard. Analizzando i dati relativi al numero di

incidenti e alle vittime, distinguendo fra la fase di salita e quella di discesa, prendendo in esame le categorie degli sci alpinisti e degli sciatori fuoripista, si osserva che la mortalità maggiore non è in salita ma durante la discesa (Fig. 6) (somma degli sci alpinisti in discesa e sciatori fuoripista).

Le ultime vittime per valanghe su vie di

comunicazione sono state registrate nel lontano 1986, anche se travolgimenti con persone ferite sono state segnalate tutti gli anni, soprattutto nell'ultimo inverno (2008-2009).

Infatti sussiste una buona correlazione fra stagioni invernali nevose e incidenti da valanga lungo vie di comunicazione (Fig. 7).

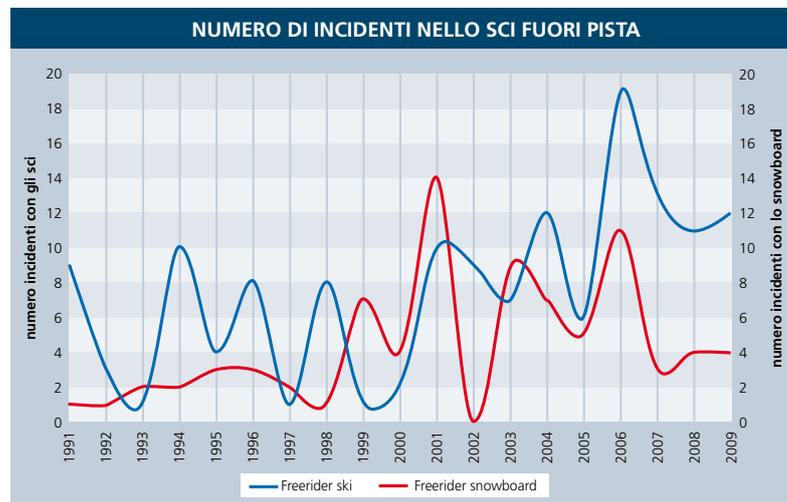


Fig. 5

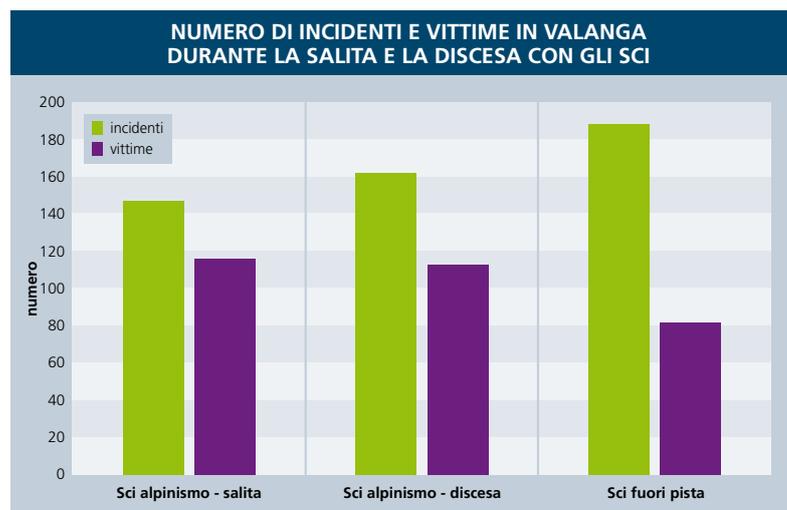
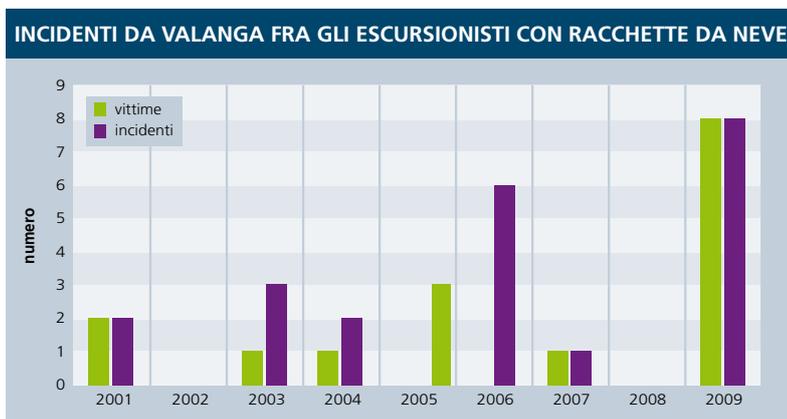
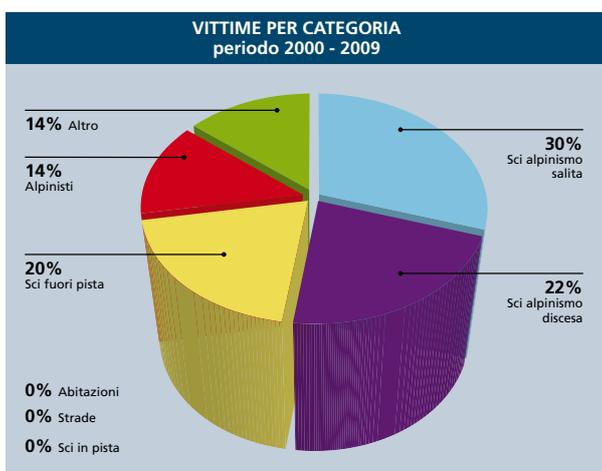
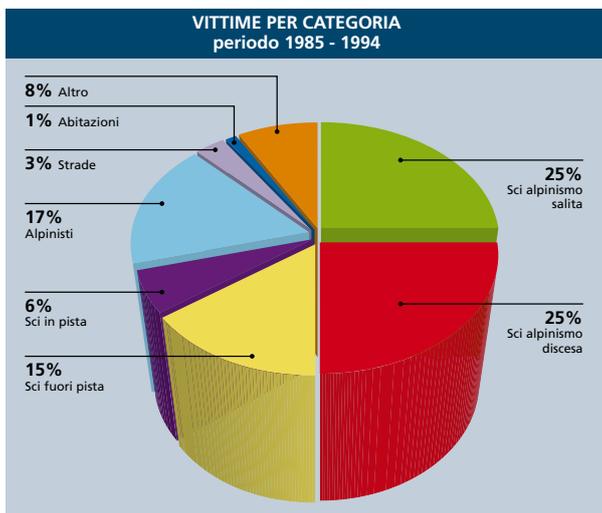


Fig. 6



Fig. 7



In alto a destra, fig. 8
Sopra, fig. 9a e 9b

A Morgex (Valle d'Aosta) nel febbraio 1999 è avvenuto l'ultimo incidente mortale che ha interessato un centro abitato. Anche in Francia e in Svizzera le ultime vittime in abitazioni risalgono al triste inverno del 1999, mentre in Austria l'ultima vittima è del 2002 (non sono noti i dati del 2009).

Una categoria in forte aumento come incidenti e vittime da valanga, è quella rappresentata dagli escursionisti con racchette da neve (12 vittime negli ultimi 4 inverni) (Fig. 8).

In Francia nel periodo 2000-2005, le vittime degli escursionisti (escursionisti con racchette + sci alpinisti + alpinisti) (Sivardiere e Jarri, 2007) mentre in Italia erano solo il 2%, cresciuto però al 21% nel periodo 2006-2009.

Per quanto riguarda altre categorie in forte espansione in alcune nazioni, come l'escursionismo con motoslitte in nord

America, in Italia sono noti 6 incidenti, dei quali 3 con vittime.

Nel periodo 2000-2009, rispetto al periodo 1985-1994, percentualmente sono cresciute, come numero di morti in valanga tutte le categorie legate alle attività al di fuori delle aree controllate quali sci alpinismo, sci fuori pista, e quelli inseriti nella categoria altri (escursionisti a piedi, con racchette da neve), è lievemente calata la categoria degli alpinisti ma sono scomparse, per fortuna, vittime in abitazioni, lungo vie di comunicazione e su piste aperte (Fig. 9 a e 9 b).

In generale, in tutte le nazioni di cui si dispone di una statistica su un periodo significativo (10-30 anni) il 95 - 97% delle vittime sono dovute alla pratica di attività ricreative. Viene in pratica confermato quello che è emerso da altri studi e cioè che nel 95% degli incidenti da valanga il distacco è dovuto all'uomo, mentre solo il 5% è dovuto a cause naturali (Harvey and al, 2002).

CONSEGUENZE AI TRAVOLTI

Nel periodo 1985-2009, su un totale di 845 incidenti da valanga, 3361 persone erano presenti sul luogo dell'incidente e di queste 1768 sono state travolte. Relativamente a ulteriori 113 incidenti, con 267 travolte, non si hanno dati certi sui presenti al momento dell'evento (12% degli incidenti totali).

Nel 47% degli incidenti tutti i presenti sono stati travolte dalla valanga, mentre nella rimanente parte (53% - 445 incidenti), una o più persone non sono state interessate dal movimento della massa nevosa (Fig. 10). La maggior parte dei travolte da valanga (1294 - 67% sul totale dei travolte) sono rimasti in superficie o semisepolti con una buona probabilità di sopravvivenza (solo 73 morti in 25 anni). In totale, fra tutti gli incidenti noti e di cui si dispongono dati attendibili, 630 persone sono rimaste completamente sepolte sotto la neve, pari al 34% dei travolte (38%

in Svizzera, 53% in Francia) (Fig. 10). Il 42% delle persone (261) travolte dalla valanga e completamente sepolte, sono state rinvenute ancora in vita, mentre 369 sono state recuperate morte (58%) con un miglioramento nell'ultimo decennio. In Svizzera e in Francia sono decedute rispettivamente il 53 e il 54% delle persone completamente sepolte dalle valanghe (Tchirky and al., 2000; Sivardière, 2002), circa il 10% in meno rispetto all'Italia. Dai dati raccolti in Italia risulta che al momento dell'incidente sono molti i casi in cui ci sono delle persone non coinvolte in valanga che potrebbero portare soccorso agli incidentati, come illustrato dalla Fig. 10. I dati relativi agli estratti ancora in vita sono però scoraggianti, anche a causa della poca diffusione delle tecniche di autosoccorso. Infatti, in Italia solo il 23% dei completamente sepolti sotto la neve è stato individuato con l'ARTVA mentre, ad esempio, in Canada sono il 42% (Jamieson e Geldsetzer, 1996).

METODI DI LOCALIZZAZIONE DEI TRAVOLTI

I travolti da valanga vengono ritrovati con tempi e metodologie diverse. L'attrezzatura da autosoccorso, in Italia, è ancora poco diffusa fra gli escursionisti (AA.VV., 2001) e anche i dati sui ritrovamenti di persone vive o morte lo dimostrano. In generale, le persone sepolte sono state localizzate mediante i cani da valanga (unità cinofile), il sondaggio dei compagni o più frequentemente di squadre organizzate del Soccorso Alpino, l'ARTVA e, in casi limitati recenti, con il Recco. La ricerca dei sepolti in valanga effettuata con l'intervento di persone esterne al gruppo coinvolto, ha permesso di ritrovare in vita poche persone, a causa dei tempi di intervento ancora troppo lunghi. Con il sondaggio sono stati ritrovate in vita 22 persone su 100, con le unità cinofile solo 9 persone su 100 ricercate. In questi ultimi anni, il numero di ritrovati in vita con le unità cinofile è, per fortuna, aumentato rispetto al passato. L'inversione di tendenza è probabilmente dovuta

alla maggior organizzazione dei team di ricerca (Unità cinofile professionistiche quasi sempre elitransportate) e dei minor tempi per la prima chiamata di soccorso (radio mobili, telefonia mobile). A titolo di esempio in Svizzera, dal 1995 al 1999, i tempi medi di permanenza sotto la neve delle persone ricercate con le unità cinofile sono diminuiti di 152 minuti rispetto al valore medio sul lungo periodo, arrivando a circa 60 minuti nel 1999 (Tchirky et al., 2000) fino ai 20-30 minuti degli ultimi anni (Harvey e Zweifel, 2008)

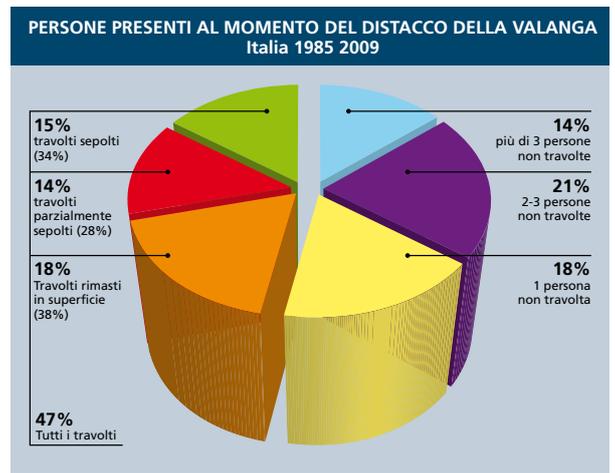


Fig. 10

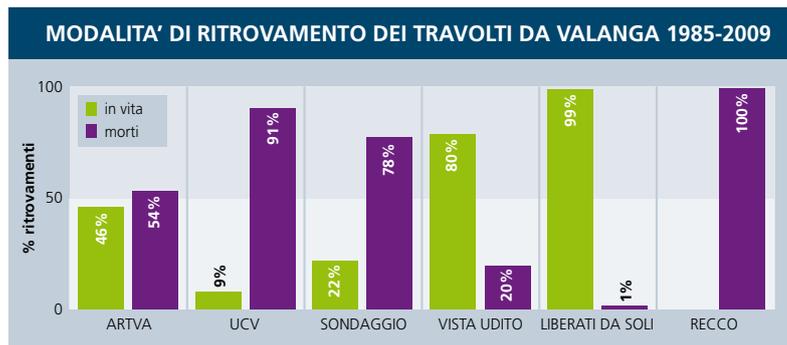


Fig. 11

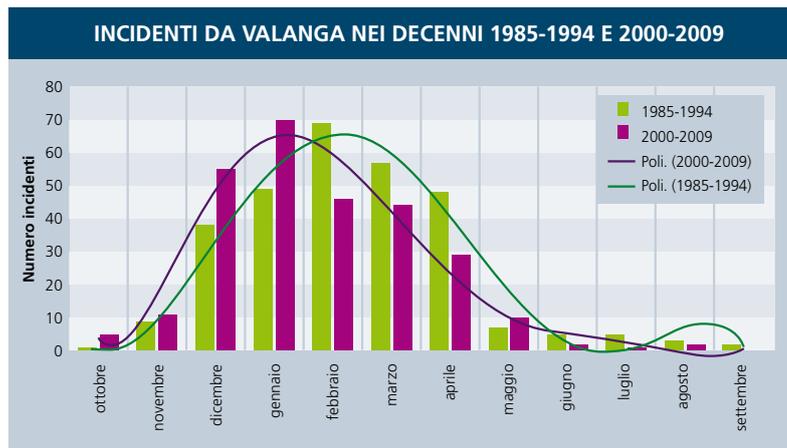
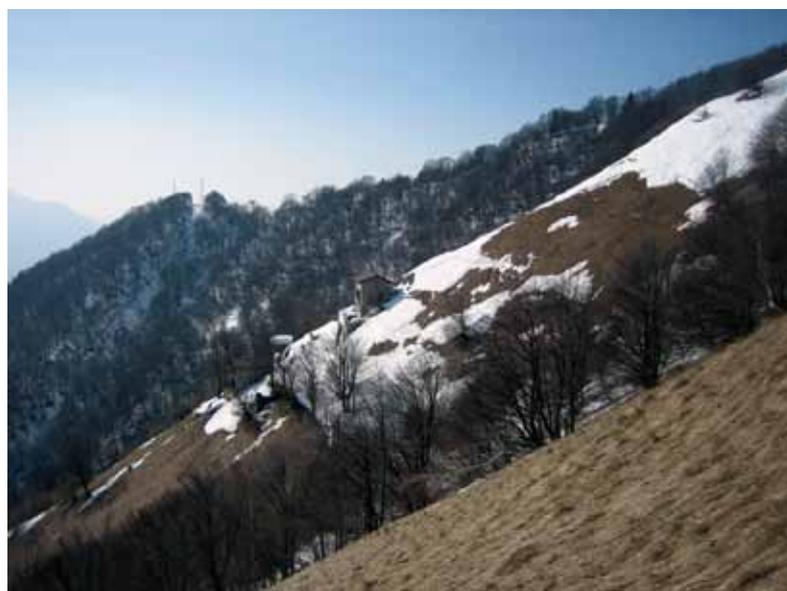


Fig. 12



Dai risultati ricavati sugli effettivi salvataggi effettuati sulle persone travolte da valanga (Fig. 11), appare evidente che l'ARTVA rimane il sistema di ricerca che ha permesso, fino ad oggi, il maggior numero di salvataggi, con 46 persone ritrovate in vita ogni 100 ricercate e munite di tale apparecchio. In Svizzera e in Francia la percentuale degli estratti vivi con l'ARTVA è superiore e pari a circa il 51% (Valla, 2001; Tchirky et al., 2000). La poca diffusione dell'attrezzatura da autosoccorso (ARTVA, pala e sonda) in Italia appare evidente, visto che è stata utilizzata in 69 casi su 641, pari all'8%. In Francia questa percentuale si attesta sul 15% (Valla, 2001). Nella banca dati AINEVA sono documentati solo 2 incidenti in cui i travolti sono stati individuati con il RECCO e 3 incidenti in cui i travolti erano dotati di ABS o AIRBAG.

DISTRIBUZIONE TEMPORALE DEGLI INCIDENTI DA VALANGA

Dal 1984 ad oggi in Italia sono avvenuti incidenti da valanga in tutti i mesi dell'anno con una maggior concentrazione stagionale, peraltro ovvia, da dicembre ad aprile (89%). I mesi di novembre e maggio hanno avuto circa lo stesso numero di incidenti.

I dati sugli incidenti da valanga forniscono un'importante indicazione di come è cambiato l'escursionismo in montagna negli ultimi due decenni. Infatti, se nel periodo 1985-1994 il 59% degli incidenti da valanghe è avvenuto fra febbraio e aprile e solo il 30% fra novembre e gennaio, nell'ultimo decennio il trimestre novembre - gennaio ha visto il verificarsi del 45% di tutti gli incidenti (Fig. 12).

I dati rilevati in Canada evidenziano marzo come mese più critico (28% degli incidenti), in Svizzera febbraio seguito da marzo (Harvey e al., 2002), mentre in Italia risultano essere i mesi di gennaio e febbraio con una prevalenza del primo nell'ultimo decennio.

Per quanto riguarda la distribuzione settimanale, il maggior numero di incidenti si verifica durante il fine settimana (56%), mentre la restante percentuale si distribuisce equamente fra gli altri giorni, con la sola eccezione del lunedì (12%) con un numero lievemente superiore (Fig. 13). La stessa distribuzione è stata trovata anche in Svizzera. Mentre nel Land di Salisburgo (Austria) i giorni di mercoledì e venerdì prevalgono sulle altre 3 giornate lavorative con un crescendo verso la domenica (Nieder-Moser, 2001).

LOCALIZZAZIONE DELLE VALANGHE

I distacchi provocati di valanghe che hanno coinvolto delle persone sono avvenuti principalmente sui versanti esposti da Nord Ovest a Nord Est (Fig. 14).

Anche le ricerche effettuate all'estero hanno indicato i versanti settentrionali quelli con il maggior numero di incidenti da valanga.

In Svizzera, su un campione di 634 distacchi provocati da sciatori nel periodo 1988-1997, è stata riscontrata una prevalenza dei distacchi sui versanti Nord Est (Schweizer e Lütschg, 2001), in Canada

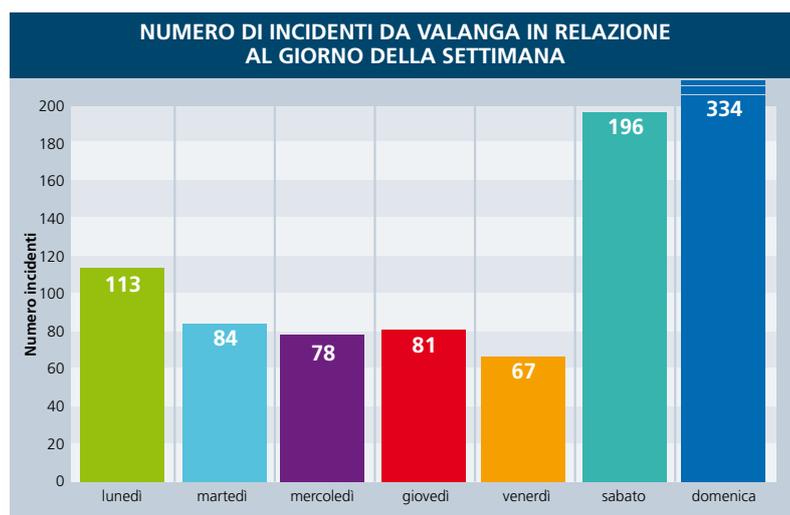
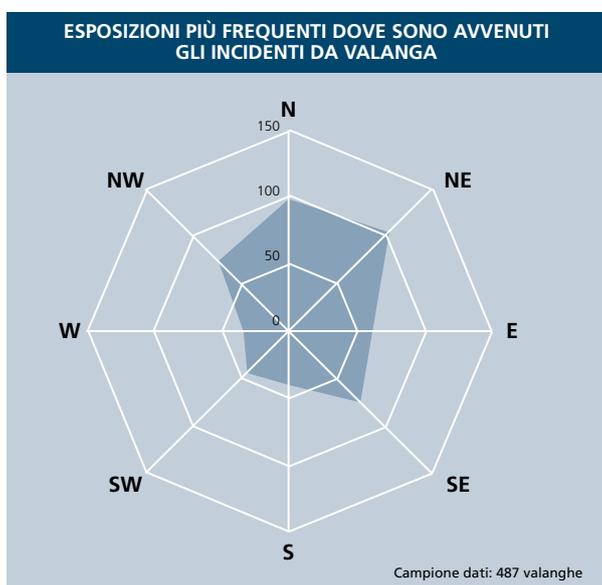


Fig. 13

Fig. 14



sui versanti Est.

Per quanto riguarda l'altimetria, la fascia più rappresentata è quella compresa tra i 2200 e i 2500 m (media 2419 m). In Svizzera l'altitudine media di distacco è stata di 2400 m, in Canada 2000 m (Schweizer e Jamieson, 2001).

Nel corso degli anni la quota è rimasta pressoché invariata con quote più basse negli anni più nevosi (Fig. 15) come il 1996 (Alpi occidentali), il 2001 e il 2009, e quote più elevate negli inverni meno nevosi.

Fra le Alpi occidentali, quelle centrali e quelle orientali vi è una differenziazione della quota di distacco essendo anche la morfologia del terreno ben diversa:

- Alpi occidentali: 2528 m
- Alpi centrali: 2460 m
- Alpi orientali: 2260 m.

Per quanto riguarda le diverse categorie di frequentatori della montagna, la quota media della categoria degli alpinisti è 2688 m, quella degli sci alpinisti in salita 2526 m e in discesa di 2475 m, degli sciatori fuori pista di 2375 m, degli sciatori in pista di 2358 m, lungo vie di comunicazione di 1987 m, in abitazioni di 1150 m e della categoria altri di 2091 m (2043 solo per gli escursionisti con racchette da neve) (Fig. 16).

Il valore medio dell'inclinazione della zona di distacco su tutti gli incidenti da valanga è di 37,7° (38,5° le valanghe con vittime) vicino al valore medio di 39° elaborato su una base di 1411 incidenti rilevati fra Canada e Svizzera (Schweizer e Jameson, 2001). I valori medi calcolati per le diverse categorie non evidenziano nette diversificazioni e i valori rimangono fra i 37-38 °.

Gli spessori di neve che più frequentemente sono stati osservati nelle zone di distacco delle valanghe sono compresi fra i 20 e i 40 cm (Fig. 17). Nelle investigazioni combinate Svizzera - Canada effettuate da Schweizer e Jameson (2001), nel 68% dei casi i distacchi sono avvenuti con spessori compresi fra i 20 e i 60 cm (range che comprende il 50% dei casi registrati in Italia) (Fig. 6).

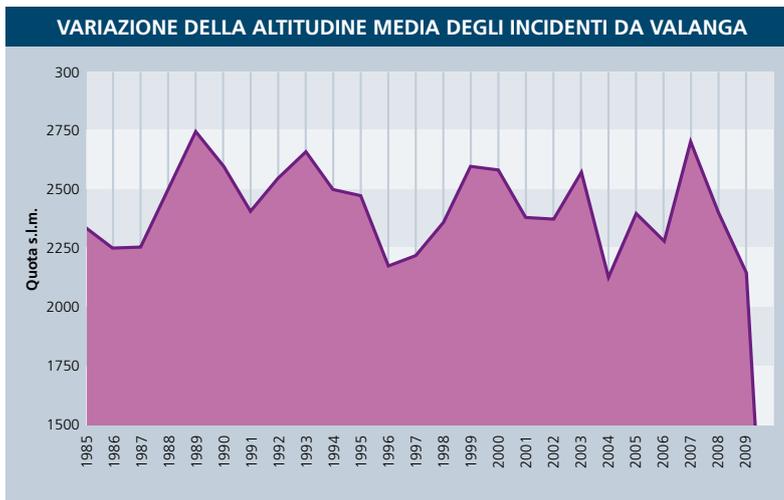


Fig. 15

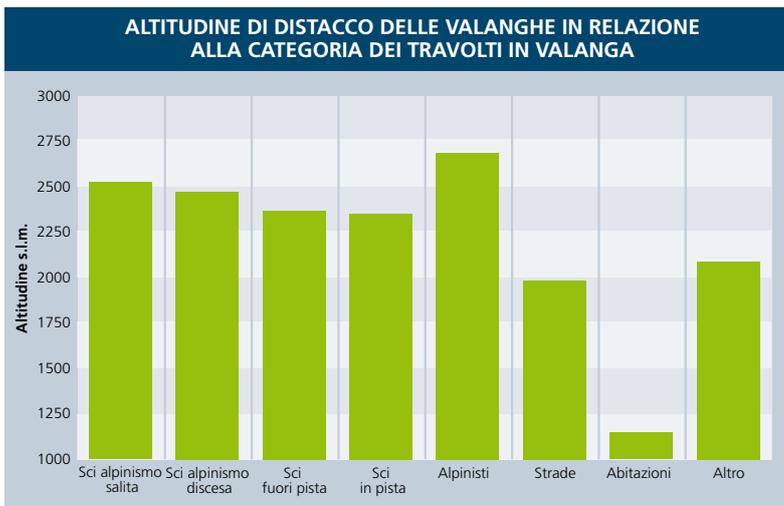


Fig. 16

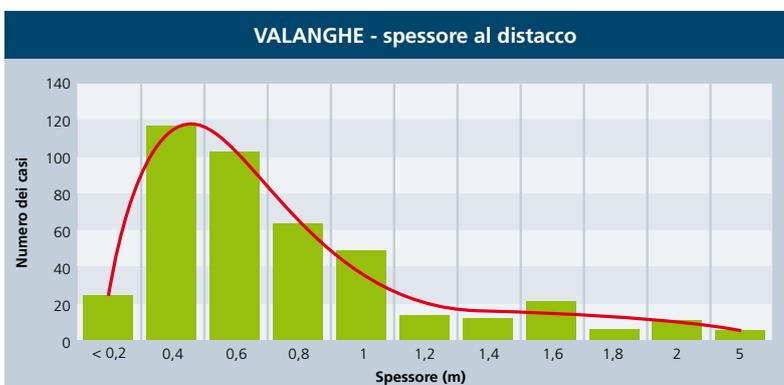


Fig. 17

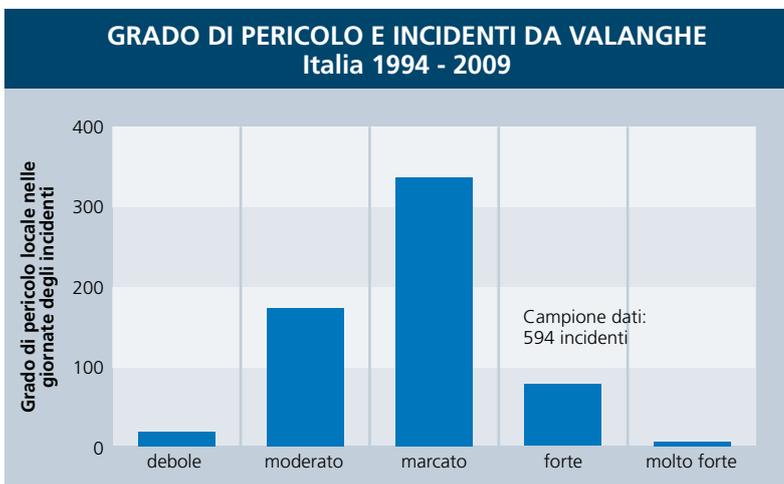


Fig. 18



denti è avvenuto con grado 2, in tutte le altre stagioni prevalgono gli incidenti con grado 3 marcato. Nell'ultima stagione, come anche nel 2002 e nel 1996, il secondo grado di pericolo prevalente in occasione degli incidenti è stato il grado 4 (forte), quando di norma è il grado 2 (moderato). Andamenti simili sono stati riscontrati anche in Svizzera (Harvey e Zweifel, 2008)

PROFESSIONISTI DELLA MONTAGNA E INCIDENTI DA VALANGA

Con il termine professionisti della montagna sono qui state indicate le persone che abitualmente frequentano i pendii innevati durante l'esercizio della loro professione: guide alpine, aspiranti guide, tecnici del soccorso, maestri di sci, tecnici del servizio neve e valanghe, addetti agli impianti di risalita, tecnici addetti allo sgombero della neve dalle strade pubbliche.

Dal data base dell'AINEVA risulta che in 25 anni sono stati oltre 120 gli incidenti che hanno avuto come protagonisti queste figure. In 48 incidenti è stata coinvolta una Guida Alpina o Aspirante Guida (italiana o straniera), in 17 degli Istruttori in neve e valanghe di vari Enti o Organizzazioni, in 20 incidenti Maestri di sci e in altri 25 incidenti addetti dei comprensori sciistici (mezzi battipista, addetti alla sicurezza, etc.) (Fig. 20).

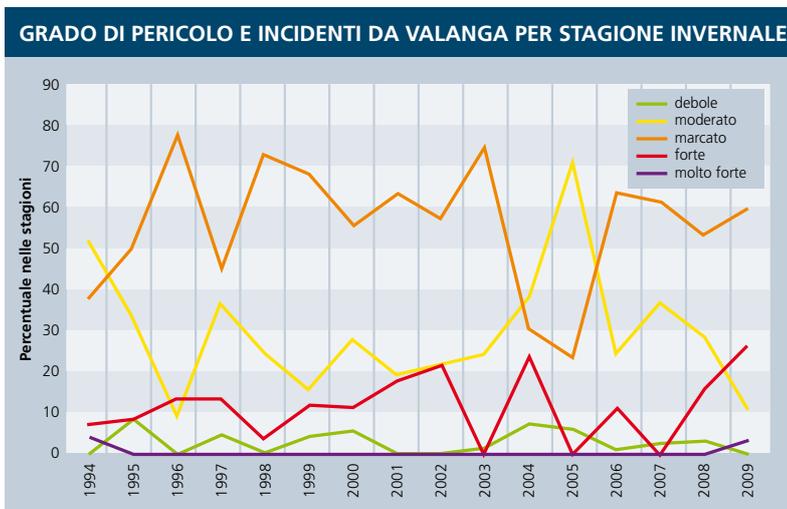
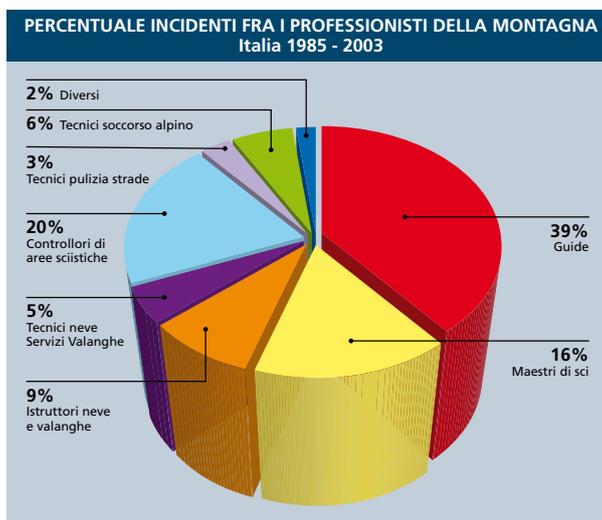


Fig. 19

Fig. 20



INCIDENTI DA VALANGA E GRADO DI PERICOLO

La scala di pericolo a 5 gradi è stata introdotta in Europa e quindi anche in Italia, nel 1994 (Cagnati, 1994). Limitatamente all'ultimo decennio, è stato quindi possibile risalire al grado di pericolo nel bol-

lettino regionale riferito al giorno dell'incidente (Fig. 18).

Da questa analisi risulta che in Italia, come nella vicina Svizzera (Harvey, 2002) con il grado 3 - marcato sono avvenuti il maggior numero di incidenti da valanga. Sono noti in Italia anche incidenti da valanga (con vittime) con i gradi estremi della scala e cioè debole (11 incidenti) e molto forte (3 incidenti). Il maggior numero di incidenti nello sci alpinismo e nello sci fuori pista è avvenuto proprio con il grado marcato, con una maggior percentuale di incidenti nel fuori pista con il grado 2 (29%). Il maggior numero di incidenti che hanno coinvolto sciatori su piste aperte è avvenuto con il grado di pericolo 4- forte. In Figura 19 è riportata, per stagione invernale, la percentuale del grado di pericolo in relazione agli incidenti da valanga avvenuti.

Eccetto per le stagioni invernali 1994 e 2005, quando il maggior numero di inci-

CONCLUSIONI

Sul versante meridionale delle alpi il problema valanghe è di proporzioni simili alle nazioni più tipicamente montuose come la Svizzera e di quelle nazioni dove le attività ricreative legate alla neve hanno forse un impulso maggiore come la Francia e il Canada.

Negli ultimi 10 anni il numero delle vittime è mediamente diminuito anche se gli incidenti in alcune categorie, come lo sci fuori pista, sono aumentati.

Le categorie con il maggior numero di vittime da valanga negli ultimi dieci anni sono quelle dello sci alpinismo e dello sci fuori pista. In generale è proprio in disce-

sa che avvengono il maggior numero di incidenti e di vittime.

In Italia, l'escursionismo con racchette da neve è in espansione e anche il numero degli incidenti è in aumento.

Per quanto riguarda le dinamiche degli incidenti, solo il 15% dei presenti rimane completamente sepolto dalle valanghe e quindi la possibilità dell'autosoccorso è, in generale, sempre elevata. L'ARTVA è ancora l'attrezzatura che permette il maggior numero di salvataggi anche se è ancora poco diffuso fra gli escursionisti. Se alcuni decenni fa le attività escursionistiche erano maggiormente praticate nel tardo inverno e in primavera, l'analisi delle incidenti evidenzia un aumento nei mesi di tardo autunno e inizio inverno. Inoltre, ad eccezione di alcuni inverni con poca neve, sono in aumento gli incidenti in giornate con grado di pericolo 4- forte. Negli inverni più nevosi la quota media degli incidenti è più bassa rispetto agli inverni poco nevosi, con differenza altimetrica decrescente dalle Alpi occidentali verso quelle orientali.

Infine, contrariamente a quello che avviene in altre nazioni, la percentuale di professionisti (Guide Alpine, Maestri di Sci, Tecnici di vario tipo) coinvolti in valanghe è solo del 10-15% e questo evidenzia che gli incidenti coinvolgono soprattutto gli escursionisti generici.

Appare pertanto evidente come in Italia, parallelamente al sempre crescente sviluppo di attività ricreative svolte sulla neve, non vi sia ancora, a livello individuale, una piena consapevolezza del problema valanghe e la capacità di attuare efficaci azioni preventive, vista la notevole frequenza di comportamenti scorretti in caso di incidente e lo scarso utilizzo dell'ARVA.

RINGRAZIAMENTI

Il presente lavoro è stato possibile grazie alla collaborazione fra tutti i tecnici neve e valanghe degli uffici valanghe AINEVA. Un grazie particolare a Renato Zasso, Igor Chiambretti e Alfredo Praolini per i suggerimenti dati e a Stefano Pivot rappresentate di AINEVA in CISA IKAR nella sessione valanghe.



Bibliografia

- A.V.V., 2002, Sicuri in montagna: Lo Scarpone, 1/2002, pp. 14- 15.
- Cagnati, A., Valt, M., 1989, Incidenti da valanga - alcuni casi tipici degli ultimi cinque anni: Le Alpi Venete, anno XLIII, 2, pp. 179-189.
- Gansser, F., 1986, Le vittime da valanga in Italia in due decenni: Neve e Valanghe, 3, pp. 70-71.
- Harvey, S., 2002, Avalanche incidents in Switzerland in relation to the predicted danger degree: Proc. Int. Snow and Science Workshop, 2002, Penticton, B.C.
- Harvey, S., Signorell, C., and Genswein, M., 2002, Avalanche accidents in back country terrain of the Swiss alps - new investigations of a 30 year database: Proc. Int. Snow and Science Workshop, Penticton, B.C., Canada.
- Harvey, S., Zweifel, B., 2008, New trends of recreational avalanche accidents in Switzerland: www.slf.ch.
- Jamieson, J.B., and Geldsetzer, T., 1996, Avalanche accidents in Canada - Vol. 4 - 1984 - 1996: Canad. Aval. Assoc. , Revelstock BC, Canada.
- Schweizer, J., and Jamieson, J.B., 2001, Snow Cover properties for skier triggering of avalanches: Cold Regions Sc. and Tech., 33, pp. 207 - 221.
- Sivardiére, F., 2002, Avalanche et mortalité : Neige et Avalanches, 98, pp. 10-11.
- Sivardiére, F., 2002, Evolution et gravité des accidents mortels d'avalanche: Neige et Avalanches, 99, pp. 6-7.
- Sivardiére F. e Jarri F., 2007, Evolution des décès et des accidents mortels par avalanche en France. Neige et Avalanches, 118, pp. 6- 13.
- Tschirky, F., Brabec, B., and Kern, M., 2001, Avalanche Rescue System in Switzerland - Experience and Limitations: Proc. Int. Snow Science Workshop, Blue Sky MT, USA, 1- 6 October 2000.
- Valla, F., 1990, Gli incidenti da valanga sulle alpi - studio statistico dal 1975 al 1989, Neve e Valanghe, 9, pp. 22-29.
- Valla, F., 2001, 30 années d'accidents d'avalanche en France. Quels enseignements en tirer? Bilan et perspectives de 30 années de gestion du risque d'avalanche en France: Actes de colloque 19- 23.11.2001, Grenoble, pp. 9-15.
- Valt M., Cagnati A., e Crepaz A., 2003, Gli incidenti da valanga - analisi di un fenomeno. Neve e Valanghe, 49, pp. 1- 14.
- Valt M., Chiambretti I., Zasso R., 2009, 1985 - 2009 twenty-five years of avalanche accidents in Italy. ISSW 2009, 27 September to 2 October, Davos, Switzerland, Proceedings, pp. 686-690.
- Valt M., Cianfarra P., Moro D., Zasso R., 2009, Recent snow cover variations and avalanche activities in the Southern Alps. ISSW 2009, 27 September to 2 October, Davos, Switzerland, Proceedings, pp. 229-233.
- Zuanon J.P., 1996, Valanghe d'estate e d'autunno - un rischio poco conosciuto. Neve e Valanghe, 28, pp. 6-15

16 DICEMBRE 2008

VALANGHE

^a CERESOLE REALE

Margherita Maggioni,
Angelo Caimi,
Michele Freppaz
Di.Va.P.R.A.-LNSA,
Università di Torino

Danilo Godone
D.E.I.A.F.A.,
Università di Torino

Andrea Bertea,
Marco Cordola,
Maria Cristina Prola

ARPA Piemonte,
Area Previsione e Monitoraggio Ambientale

Valerio Bertoglio
Ente Parco Nazionale Gran Paradiso

Barbara Frigo
DISTR, Politecnico di Torino

Il mese di dicembre 2008 è stato caratterizzato da intense precipitazioni che hanno interessato tutte le Alpi italiane Occidentali, soprattutto nella metà del mese (14-17 dicembre). Si sono verificate numerose valanghe che hanno creato problemi alla viabilità ed alla popolazione di diversi villaggi montani.

Questo lavoro descrive la situazione nivologica del periodo e l'intensa attività valanghiva che ha interessato il villaggio di Ceresole Reale (1570 m slm) nell'alta Valle Orco in Piemonte. Il 17 dicembre l'altezza di neve al suolo in paese era di 250 cm, il massimo valore registrato in questo mese su una serie storica di 80 anni. Il 15 e 16 dicembre si sono staccate molte valanghe, classificate come estreme, che hanno oltrepassato i limiti definiti dalla CLPV.

In particolare, il giorno 16 sopra il paese di Ceresole si sono staccate contemporaneamente dal versante orografico sinistro 4 valanghe che hanno distrutto 6 case e circa 12 ettari di foresta. L'analisi del tipo di deposito e dei danni ai boschi ed agli edifici evidenziano la presenza di entrambe le componenti, densa e polverosa. Si è stimato un volume al distacco di circa 100.000 m³ che si è staccato da quota 2450 m slm ed ha raggiunto il lago a quota 1570 m slm. Una prima stima dell'intensità delle valanghe è stata effettuata confrontando i danni con i dati pubblicati in letteratura. Una successiva analisi più dettagliata dovrebbe includere l'utilizzo di modelli di dinamica delle valanghe ed una back-analysis sui danni strutturali agli edifici ed agli alberi.



REQUIEM AETERNAM

INTRODUZIONE

Le valanghe sono un fenomeno naturale che può interessare le attività umane anche in modo severo. In Europa è ancora viva la memoria dell'inverno 1999, che su tutte le Alpi ha visto il verificarsi di numerose valanghe catastrofiche che hanno causato danni e fatalità. In Italia, Francia, Svizzera ed Austria si sono verificati degli eventi valanghivi con una intensità

di cui non si aveva memoria (ANENA, 2000; Barbolini et al., 2000; Heumader, 2000; SLF, 2000). Nel tempo, sono stati sviluppati diversi sistemi di protezione per fronteggiare il fenomeno e cercare di convivervi (McClung e Schaerer, 1993); tali sistemi comprendono opere permanenti, come per esempio paravalanghe (reti, ponti da neve, dighe di contenimento, ...) o strumenti di pianificazione dell'uso del

territorio, come per esempio i Piani delle zone esposte a valanghe. In Italia non esiste una legge omogenea su tutto il territorio nazionale. La Valle d'Aosta è stata la prima Regione ad introdurre una legge specifica che regola la pianificazione territoriale rispetto al rischio valanghivo (Regione Autonoma Valle d'Aosta, 1999). Per le altre regioni alpine ed appenniniche italiane un documento di riferimento è rappresentato dalle Linee Guida proposte dall'AINEVA (Barbolini et al., 2005).

Il Catasto Valanghe è senza dubbio lo strumento di base per l'archiviazione e la gestione delle informazioni sugli eventi valanghivi. A metà anni Ottanta, l'AINEVA iniziò a promuovere la realizzazione delle Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV) (Nevini and Sani, 1991). Tali carte sono elaborate tramite la combinazione di analisi di foto aeree e carte topografiche, indagini di campo e raccolta dei dati storici. In Piemonte l'ARPA ha creato un sistema web-gis per rendere fruibili on-line tali informazioni (Cordola et al., 2005). Le CLPV vengono aggiornate ogniqualvolta un nuovo evento valanghivo si verifica in aree non ancora segnalate o oltrepassa i limiti indicati sulla carta. Nel caso del Comune di Ceresole Reale (TO), nel corso dell'evento di dicembre 2008 alcune valanghe hanno presentato una differente morfologia nelle zone di scorrimento e di arresto superando anche i limiti dell'area di deposito rappresentati nella CLPV (fig. 2).

Questo lavoro descrive la situazione nivologica e valanghiva di metà dicembre 2008 nel Comune di Ceresole Reale; in particolare, si analizzano le caratteristiche delle valanghe distaccatesi sopra il villaggio il 16 dicembre 2008, che hanno prodotto ingenti danni al bosco e ad alcune case.

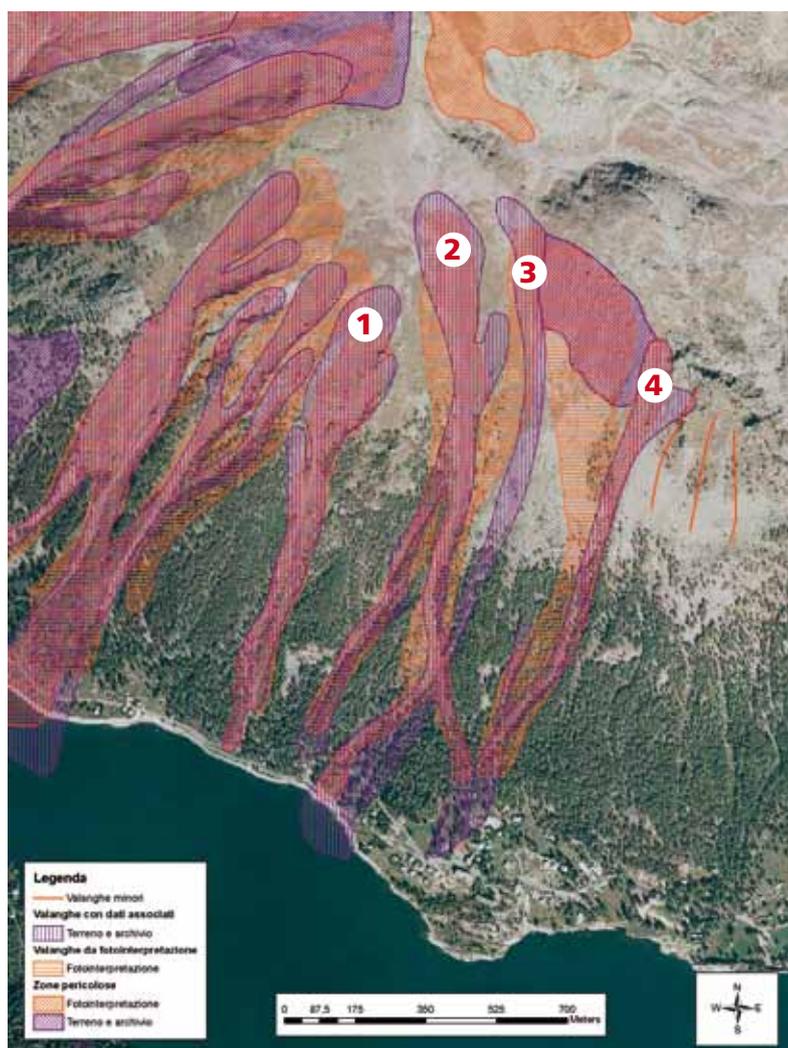
AREA DI STUDIO

Ceresole Reale è un piccolo villaggio a 1580 m s.l.m. in provincia di Torino con circa 200 abitanti, che aumentano per turismo durante le stagioni invernali ed estive (Fig. 1). Il paese si trova vicino ad un lago artificiale creato per la produzione di energia



Figura 1 - Area di studio.

Figura 2 - CLPV del Comune di Ceresole Reale: zoom sulla valanga delle Cialme (fonte: SIVA - ARPA Piemonte). I numeri indicano i quattro diversi percorsi valanghivi considerati nello studio.



idroelettrica. Il territorio comunale interessato da valanghe è vasto, ma in questo studio ci limitiamo all'analisi delle valanghe che si originano proprio sopra il villaggio. La Figura 2 mostra le 4 valanghe (come disegnate nella CLPV) che si staccarono contemporaneamente il 16 dicembre 2008. Le zone di distacco si trovano a circa 2500 m s.l.m. e presentano una copertura erbacea con presenza di massi di piccola-media dimensione. L'area di distacco del percorso n. 2 è parzialmente interessata da ponti e reti fermaneve. Il percorso di scorrimento copre un dislivello di circa 900 m e finisce nel lago a quota 1570 m s.l.m. Le zone di scorrimento sono ben visibili attraverso il bosco, che è composto principalmente da larici.

CONDIZIONI NIVOLOGICHE

L'inverno 2008-2009 è iniziato presto su tutto l'Arco Alpino italiano; un quadro dell'innevamento della stagione in Piemonte è riportato nel n. 67 della rivista (Cordola et al., 2009). A Ceresole Reale la prima nevicata è stata registrata il 24 novembre con 30 cm di neve fresca (Fig. 3). In Dicembre diverse nevicate di forte intensità hanno dato un apporto di neve fresca cumulata superiore a 300 cm, più di quattro volte superiore alla media mensile registrata dalla stazione del Lago Serrù (2296 m s.l.m.) nel periodo 1966-2009. Nella settimana 10-17 dicembre la precipitazione nevosa cumulata è stata di 240 cm, portando l'altezza di neve al suolo da 60 a 250 cm: 160 cm sono caduti in 3 giorni consecutivi (Fig. 3).

EVENTI VALANGHIVI STORICI

La CLPV della Regione Piemonte indica che tutto il bacino di Ceresole Reale è interessato da valanghe, che nella maggior parte dei casi interferiscono con attività umane (villaggi o viabilità): in particolare, vi sono 22 valanghe che finiscono nel lago interessando strade e/o abitazioni. Le valanghe considerate in questo lavoro sono ben note (Fig. 2) ed in passato hanno causato danni al bosco, a strade ed

edifici; vi si possono sviluppare valanghe sia dense che polverose.

Gli eventi registrati di maggiori dimensioni avvennero nel Gennaio 1885 e nel Febbraio 1972, quando raggiunsero la chiesa, danneggiando anche degli edifici in centro paese.

La Monografia militare delle valanghe prodotta dal Comando Truppe Alpine - Servizio Meteomont riporta che il deposito delle suddette valanghe era molto sporco con sassi, suolo ed alberi e che rimase al suolo fino a tarda primavera.

LE VALANGHE DEL DICEMBRE 2008

Durante le intense nevicate di metà dicembre, si sono staccate numerose valanghe che hanno isolato le frazioni Villa e Müa, a monte del lago, fino a fine mese; la pista di sci di fondo che si sviluppa intorno al lago è rimasta chiusa a causa del pericolo valanghe (grado 5 - molto forte - riportato per 4 giorni consecutivi nel Bollettino Valanghe Regionale).

Otto valanghe sono state catalogate come estreme e hanno provocato danni al bosco, alle infrastrutture e ad alcuni edifici; non si sono registrate vittime poiché fortunatamente le case distrutte al momento dell'evento non erano occupate.

L'EVENTO DEL 16 DICEMBRE 2008

Il 16 dicembre 2008 alle 13:30 una grossa valanga si è staccata dai pendii sopra il paese, arrivando fino al lago (linea nera

in figura 4). La zona di distacco è risultata molto ampia, circa 600 m, visto che le valanghe indicate come 2, 3 e 4 in figura 2 si sono staccate contemporaneamente; la valanga n. 1 ha avuto un distacco separato ma si è unita alle altre in zona di deposito. Abbiamo stimato un volume al distacco di circa 100.000 m³. Non abbiamo potuto misurare o stimare dai sopralluoghi aerei lo spessore e l'area di distacco poiché il vento dei giorni successivi ha cancellato i segni del distacco.

Successivamente la massa iniziale, come valanga densa, si è divisa nei 4 percorsi abituali, mentre la parte polverosa ha interessato anche aree non classificate come valanghivie nella CLPV. Il deposito della parte densa è ben visibile nella zona di arresto della valanga n. 4, mentre negli altri tre percorsi la componente polverosa è risultata essere la parte predominante, specialmente nel n. 3.

Nella zona di deposito vi è stata una sovrapposizione di flussi valanghivi. Durante

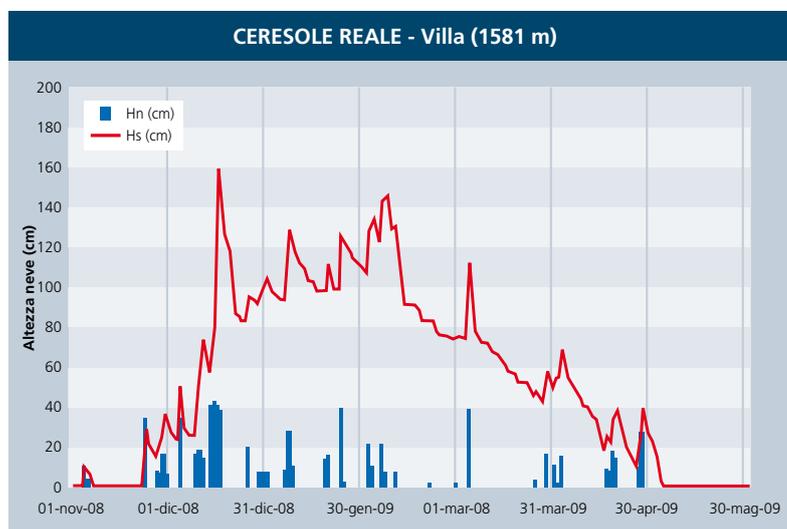


Figura 3 - Dati nivologici dalla stazione automatica di Ceresole Reale Villa (1581 m s.l.m.): HS altezza di neve al suolo, HN altezza della neve fresca.

Figura 6
 Pagina a fianco
 Foto di alcune case
 distrutte (vedi commenti
 nel testo).

i sopralluoghi abbiamo trovato segni evidenti delle differenti direzioni di flusso: nelle aree (a) e (b) di figura 5 vi erano tronchi a terra posizionati lungo l'asse NW-SE ed altri in direzione NE-SW.

ANALISI DEI DANNI AGLI EDIFICI ED AL BOSCO

Sei case sono state distrutte o severamente danneggiate ed un'altra dozzina lievemente rovinata; alcuni cancelli, ringhiere e piloni elettrici lungo le strade sono stati danneggiati; circa 12 ha di bosco sono stati distrutti, in particolare nella zona di arresto tra i percorsi n. 2 e 4 (Fig. 5). Dal conteggio degli anelli degli alberi, sembra che la frequenza delle valanghe lungo il percorso n. 4 sia elevata, mentre

sia minore nell'ampia area tra il percorso n. 2 e 4, dove abbiamo osservato alberi sradicati di 200 anni. In quest'ultima zona, gli alberi presentavano segni di rami spezzati fino a 20 m di altezza dal suolo, segno di un'altezza di flusso pari a tale valore; tali danni sono sicuramente da attribuire alla componente polverosa della valanga. Per quanto riguarda gli edifici, i danni maggiori sono stati osservati in 4 chalet posti nella zona di arresto delle valanghe 2, 3 e 4 (Case 1,2,3 e 6 in figura 6). In genere, queste costruzioni tradizionali presentano un piano terra in cemento armato e muratura ed un piano superiore in legno. Tutte le parti in legno di questi edifici sono state distrutte; il tetto in legno della casa n. 3 è stato trovato circa 30 m a valle nel lago ghiacciato. La casa n. 6 lungo il percorso 2, è stata distrutta anche se a monte era protetta da un cuneo deviatore, che infatti ha salvato solo le parti ad esso più adiacenti; probabilmente anche qui, come lungo il percorso n. 3, la parte polverosa ha generato i danni maggiori. Per tutti gli edifici descritti, l'impatto con il flusso valanghivo è stato frontale. Danni minori sono stati rilevati su edifici di differente tipologia architettonica (come telai in cemento armato e in muratura portante con tetti in legno oppure in lamiera) e differente orienta-

mento rispetto alla direzione del flusso valanghivo. Numerosi danni sono invece stati rilevati sulle opere accessorie, quali camini, balconi, scale in pietra e scale in ferro, ringhiere in ferro o in legno. La valanga n. 3 ha distrutto inoltre le mura perimetrali del cimitero (foto pagina 25). Abbiamo stimato che la pressione minima necessaria per provocare i danni registrati è di circa 2 kPa per i tetti in lamiera e di circa 4 kPa per quelli in cemento. E' importante sottolineare che la maggior parte dei danni sembra essere stata causata dall'impatto di rocce, alberi e macerie trasportati all'interno del flusso valanghivo, mentre il bosco è stato distrutto prevalentemente dalla forza della parte polverosa della valanga.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha avuto lo scopo di descrivere ed analizzare gli eventi valanghivi distaccatisi sopra il paese di Ceresole Reale nel dicembre 2008.

Un'analisi combinata degli eventi storici, delle immagini aeree, delle carte topografiche, insieme ad indagini di campo e ad interviste con la popolazione locale ha permesso di ricostruire l'evento e di catalogarlo come estremo per la quantità di neve al suolo e sulla base dell'estensione delle aree coinvolte e dei danni causati al bosco. La caratterizzazione dell'evento purtroppo è incompleta in quanto, a parte le variabili dinamiche che ovviamente possono essere misurate solo in siti sperimentali opportunamente strumentati (Johannesson et al., 2006), non si dispone di dati certi sullo spessore e sull'area del distacco al verificarsi dell'evento. Quindi, il volume di distacco è stato stimato sulla base di considerazioni fatte sulla potenziale area di distacco e sulle condizioni nivo-meteorologiche del periodo in cui si è verificata la valanga.

Nei percorsi n. 1 e 2 la valanga ha oltrepassato di circa 100 m i limiti riportati nella CLPV; nella zona di arresto (sotto i 1700 m slm) l'allargamento del flusso valanghivo ha interessato circa 10 ha di terreno non considerati dalla CLPV (con-

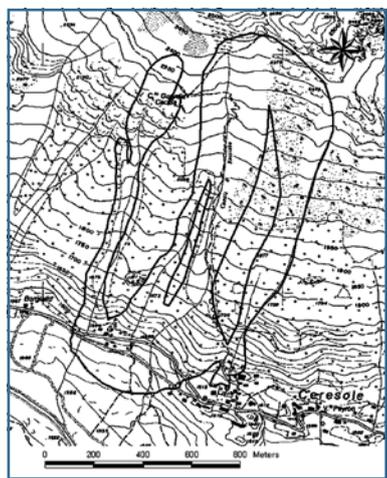
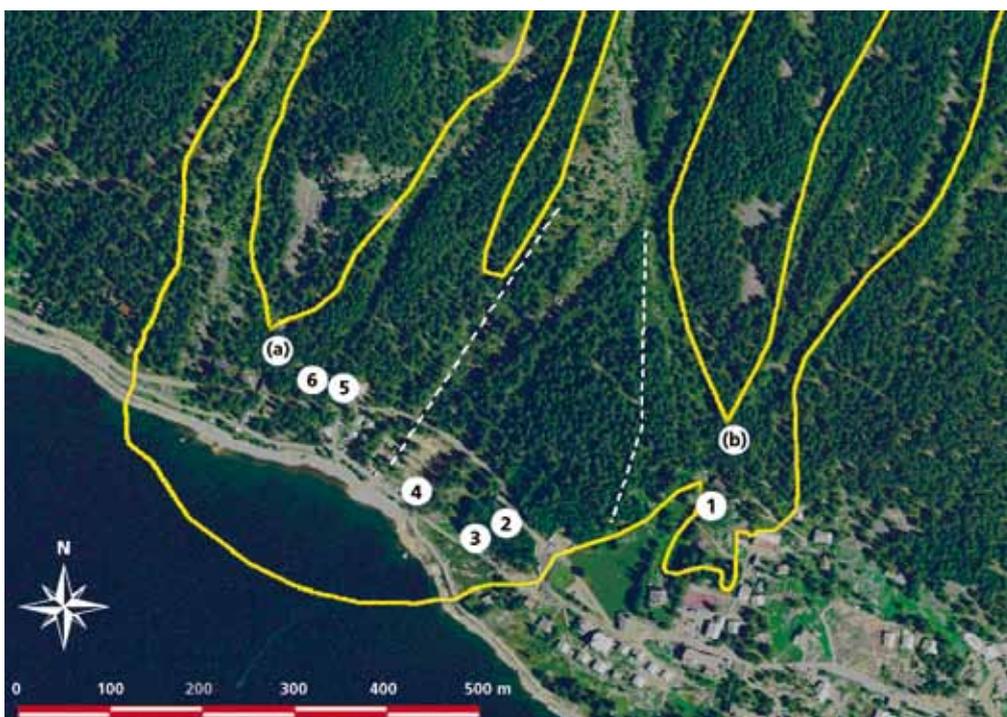


Figura 4 - Perimetro della valanga del 16 dicembre 2008.

Figura 5 - Zoom sulla zona di accumulo. I numeri indicano le 6 case distrutte e (a) e (b) le zone dove flussi differenti si sono uniti; le linee bianche tratteggiate delimitano la zona dove si sono verificati i maggiori danni al bosco.



fronto tra zona viola in figura 2 e perimetro della valanga del 16 dicembre 2008 in figura 4). Gli effetti della parte polverosa sono stati molto devastanti, mai osservati in precedenza lungo i percorsi noti.

McClung and Schaerer (1996) hanno determinato una soglia di pressione d'impatto per la distruzione di una foresta matura pari a 100 kPa, per la distruzione di un edificio in legno nel range 5 – 30 kPa. Rapin (2002) differenzia invece i valori in base al tipo di valanga, densa o polverosa: per distruggere una foresta matura una valanga densa deve avere una pressione d'impatto pari a 100 kPa, mentre per una polverosa 10 kPa sono sufficienti.

Per alcuni alberi abbiamo raccolto dati relativi alla specie, all'età, all'altezza, al diametro, ed al modo di rottura (spezzati o sradicati) per provare a risalire alla pressione d'impatto tramite le formule suggerite da Mears (1975). In tali formule, uno degli input è l'altezza di flusso della valanga, che abbiamo potuto stimare sulla base dei danni ai soggetti arborei. Il passo successivo logico è quindi l'utilizzo di modelli di dinamica delle valanghe per la determinazione delle variabili dinamiche (velocità e altezza di flusso), in modo da poter effettuare un confronto con i valori di pressione d'impatto calcolati tramite analisi sui danni agli edifici ed agli alberi. L'evento del dicembre 2008 ha creato nuovi spazi nel bosco, dove future valanghe potrebbero scorrere più facilmente e raggiungere maggiori distanze d'arresto. Al fine di garantire la sicurezza degli abitanti di alcune zone a rischio l'amministrazione comunale di Ceresole Reale ha promosso la redazione, nell'ambito del Piano di Protezione Civile Intercomunale (Comunità Montana Valli Orco e Soana), di un Piano di Emergenza Valanghe comunale, basato sull'attività della Commissione Locale Valanghe della Comunità Montana.

Ringraziamenti

Si ringrazia Sara Raimonda per l'aiuto in campo, il Comando Truppe Alpine – Servizio Meteomont per la Monografia militare delle valanghe ed Igor Chiambretti per le costruttive discussioni sull'evento.



Bibliografia

- Rapin, F., 2002. New scale for the intensity of avalanche event. Proceedings of the International Snow Science Workshop, Penticton, September 29th - October 4th 2002. International Snow Science Workshop Canada Inc., Penticton, British Columbia.
- ANENA, 2000. L'avalanche de Péclerey. Neige et avalanche. December 2000. ARPA Piemonte. SIVA Sistema Informativo Valanghe. <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>
- Barbolini, M., Ceriani, E., Del Monte, G., Segor, V. and Savi, F., 2000. The "Lavanchers" avalanche of February 23th 2000, Aosta Valley, Italy. Proceeding of the International Snow Science Workshop, Big Sky, 1-6 October 2000, 519-527. Montana, USA.
- Barbolini, M., Natale, L., Tecilla, G., Cordola, M., 2005. Criteri per la perimetrazione e l'utilizzo delle aree soggette al pericolo di valanghe. AINEVA e Dipartimento di Ingegneria idraulica ed ambientale dell'Università degli Studi di Pavia.
- Christen, M., Bartelt, P., & Gruber, U. (2002). AVAL-1D: an avalanche dynamics program for the practice. In T. E. B. of the Organizing Committee for INTRAPREVENT 2002 (Ed.), Congress publication, Volume 2, pp. 715-725. International Research Society INTERPRAEVENT for the Pacific Rim.
- Cordola, M., Prola, M.C., Bonansea, E., Pispico, R., Papa, G., Rostagno, C., 2005. SIVA. Il sistema informativo valanghe del Piemonte. Neve e Valanghe, 55.
- Cordola, M., Turroni E., Prola M.C., Berteza A. Zaccagnigno M, Turco M., Martorina S., 2009. Piogge e nevicate intense del 14-17 dicembre 2008 in Piemonte. Neve e Valanghe, 67, 28-37.
- Frigo, B., 2003. Effetti sulle strutture della componente aerosol delle valanghe: il caso della Valle d'Aosta. Tesi di Laurea. Politecnico di Torino.
- Heumader, J., 2000. Die Katastrophenlawinen von Galtuer und Valzur am 23. und 24.2.1999 im Paznauntal/Tirol, Proceedings of the Internationales Symposium Interpraevent – Villach, Austria, 26-30 June 2000, 2, 397-410.
- Johannesson, T., Hakonardottir, M., Lied, K., Issler, D., Gauer, P., Naaïm, M., Faug, T., Natale, L., Barbolini, M., Cappaniana, F., Pagliardi, M., Rammer, L., Sovilla, B., Platzer, K., Surinach, E. and Villajosana, I., 2006. Avalanche test sites and research equipment in Europe: an updated overview. Deliverable D8 of EU Project SATSIE, contract EVG1-CT2002-00059. Editor: M. Barbolini and D. Issler. 172 pp.
- Lorenzato, L., 2001. Analyse von Waldschadenlawinen hinsichtlich der Bremswirkung von Wald auf Lawinen. Master's thesis, Institut für Geographie Ludwigs-Maximilians-Universität München.
- Maggioni M. ISSW 09
- Maggioni, M., Caimi, A., Godone, D., Freppaz, M., Berteza, A., Cordola, M., Prola, M.C., Bertoglio, V. e Frigo, B. (2009). The avalanche events of December 2008 in Ceresole Reale (Piedmont Western Italian Alps). Proceedings of the International Snow Science Workshop, 28th September – 2nd October 2009, Davos, Switzerland.
- Mears, A.I., 1975. Dynamics of dense-snow avalanches interpreted from broken trees. Geology, 3, 521-523.
- McClung, D.M. and Schaerer, P.A., 1993. The Avalanche Handbook. Seattle, WA, The Mountaineers.
- Nevini, R. and Sani, M., 1991. Speciale cartografia delle valanghe. Le C.L.P.V.: un tematismo fondamentale. Neve e Valanghe, 13, 16-21.
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, 1998. Legge Regionale 6 aprile 1998, n. 11. Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta. Art. 37: Classificazione dei terreni soggetti al rischio di valanghe o slavine e relative disciplina d'uso.
- SLF, 2000. Der Lawinenwinter 1999, Eidgenössisches Institut fuer Schnee- und Lawinenforschung (Ed), Davos. pp 588.
- SLF, 1999. AVAL-1D Numerical simulation of dense flow and powder snow avalanches, SLF Davos.

10 ANNI di SIVA

L' esperienza del SIVA di Arpa Piemonte: sviluppi del servizio webgis e ampliamenti territoriali

Maria Cristina Prola

ARPA Piemonte,
Area Previsione e Monitoraggio Ambientale

Marcella Alibrando,

Barbara Lorusso,

Roberto Cassulo

ARPA Piemonte,
Centro Regionale per le Ricerche
Territoriali e Geologiche

Arpa Piemonte da ormai molti anni investe nello sviluppo di processi e prodotti che facilitino la fruizione delle molteplici informazioni presenti nelle sue banche dati e degli studi condotti al suo interno, sviluppati talora in sinergia con Università, Politecnico o nel contesto di progetti Interreg.

Per gli organi tecnici delle amministrazioni pubbliche impegnati nella pianificazione e nella gestione del territorio alpino è di fondamentale importanza disporre di un efficace strumento di accesso alla documentazione sulle problematiche legate agli effetti delle valanghe. Il SIVA, Sistema Informativo VALanghe, sviluppato a partire dalla fine degli anni 90, si è sempre più adeguato alle esigenze degli enti competenti e, attraverso un lungo e complesso processo di ristrutturazione, si è evoluto da strumento di semplice consultazione delle informazioni a mezzo per acquisire gratuitamente on line cartografia tematica, fotografie, scansioni di documenti storici, modelli del catasto valanghe e metadocumentazione. Oltre alle sostanziali evoluzioni di tipo funzionale, in parallelo si è arricchito ampliando la copertura territoriale delle carte delle valanghe realizzate. Nella stagione invernale passata, durante la gestione della criticità valanghe di metà dicembre, il SIVA è stato inoltre un valido strumento di lavoro per la definizione delle zone maggiormente a rischio.



INTRODUZIONE

Sempre di più tecnologia, informatica, sistemi web riempiono la vita di tutti i giorni, strumenti ormai indispensabili e insostituibili per la maggior parte delle attività lavorative, da cui non si sottrae la pianificazione territoriale.

Arpa Piemonte ha di conseguenza investito nello sviluppo di processi e prodotti che facilitino gli utenti nella fruizione della mole di informazioni presenti nelle sue banche dati e degli studi condotti al suo interno, sviluppati talora in sinergia con Università, Politecnico o nel contesto di progetti Interreg. Per gli organi tecnici delle amministrazioni pubbliche impegnati nella pianificazione e nella gestione del territorio alpino è di fondamentale importanza disporre di un efficace stru-

mento di accesso alla documentazione sulle problematiche legate agli effetti delle valanghe. Il SIVA si è adeguato via via alle esigenze degli enti competenti e, attraverso un lungo e complesso processo di ristrutturazione, si è evoluto da strumento di semplice consultazione delle informazioni a mezzo per acquisire gratuitamente on line cartografia tematica, fotografie, scansioni di documenti storici, modelli del catasto valanghe e metadocumentazione. Oltre alle sostanziali evoluzioni di tipo funzionale, in parallelo si è arricchito ampliando la copertura territoriale delle carte delle valanghe realizzate sia con risorse interne ad ARPA Piemonte, sia grazie a collaborazioni con Parchi, Università e consorzi forestali. Il processo di divulgazione da sempre perseguito dagli enti pubblici attraverso pubblicazioni statiche e per lo più cartacee, dal 1999 è stato potenziato attraverso l'utilizzo della rete internet. Dai primi passi di diffusione dei dati sulle valanghe, relativi solo al territorio della provincia di Torino, percorsi in collaborazione con il Servizio di Difesa del Suolo della Provincia di Torino e descritti in un articolo del numero 55 della rivista *Neve e Valanghe*¹, la logica del servizio stesso è progredita da semplice consultazione a download di informazioni geografiche, storiche e base dati.

Nella stagione invernale passata, durante la gestione della criticità valanghe di

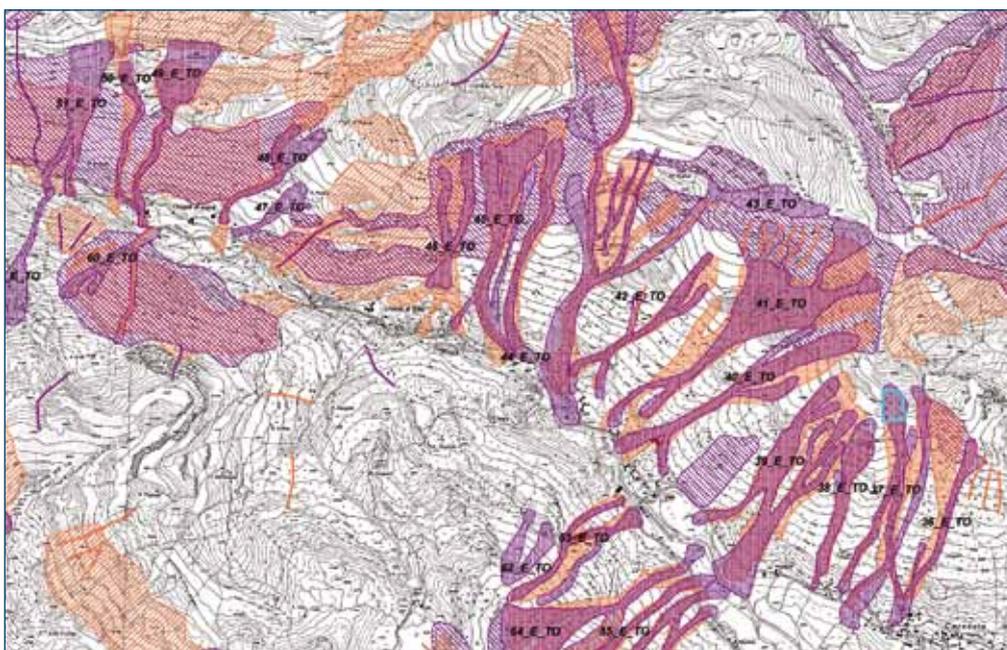
metà dicembre, il SIVA è stato un valido strumento di lavoro per la definizione delle zone maggiormente a rischio, aprendo così nuove possibilità di sviluppo di uno strumento che, oltre a servire come recettore e diffusore di un' elevata e dinamica mole di informazioni per la pianificazione, ha dimostrato di essere un agile e veloce strumento di consultazione delle aree potenzialmente esposte alla caduta di valanghe, permettendo una ragionata, seppur molto cautelativa, programmazione di interventi di chiusura preventiva su vie di comunicazione regionali, provinciali e comunali, nelle numerose aree non gestite da Commissioni Locali Valanghe, realtà purtroppo ancora molto diffusa nella nostra regione.

Questo modus operandi ha aperto la strada a nuove idee di sviluppo del servizio, ora in fase di analisi per una futura programmazione e sviluppo: l'obiettivo è avere un servizio WebGIS che restituisca in corso d'evento, quasi in "real time", le valanghe che si sono effettivamente verificate, dando così un'immediata visione su tutto il territorio regionale della reale criticità in rapporto al rischio residuo.

IL SIVA: BREVE SINTESI

Il Sistema Informativo Valanghe è uno strumento di analisi, consultazione con possibilità di download, di dati cartografici, data base alfanumerici associati, fotografie e documenti storici, periodicamente aggiornato alla luce degli eventi valanghivi stagionali e del reperimento di dati storici. In esso confluiscono informazioni di tipo tabellare e descrittivo, documenti storici e cartografici raccolti fin dai primi anni di istituzione del Servizio Nivologico della Regione Piemonte, ora di Arpa Piemonte, per la realizzazione di Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV) e di Carte dei Siti Valanghivi (CSV), rilevate e redatte alla scala media 1:25.000 con preliminare studio fotointerpretativo di immagini aeree estive. Per fare un sintetico promemoria si sottolinea che le CLPV e le CSV (figure 1 e 2) riportano le delimitazioni dei siti valanghivi,

Figura 1 - Stralcio di CLPV.



ovvero delle aree soggette al movimento della coltre nevosa, nell'estensione massima nota al momento di redazione della carta. Entrambe le carte sono il risultato dell'integrazione dello studio eseguito a tavolino, mediante fotointerpretazione, e sul territorio attraverso sopralluoghi e ricerche di dati d'archivio (archivi parrocchiali, forestali, comunali, editoriali). Le due cartografie raggiungono lo stesso obiettivo seguendo approcci metodologici diversi: nelle CLPV i sopralluoghi, estesi a tutta l'area di indagine, devono essere eseguiti con uno o più testimoni locali e le notizie ricavate dalle fonti storiche vanno a incrementare le informazioni dei dati ottenuti mediante l'inchiesta sul terreno; nelle CSV i dati storici e i sopralluoghi più speditivi, eseguiti solo nelle zone urbanizzate, servono per avvalorare il dato fotointerpretato. Ne consegue che nelle CLPV i dati ottenuti da fotointerpretazione sono tenuti separati da quelli ricavati dall'indagine su terreno e dalla ricerca di dati storici, resi con i colori standard, arancione e viola rispettivamente; nelle CSV tutte le informazioni sono integrate in un unico tematismo, reso in colore volutamente diverso, ovvero sulla tonalità del rosso. Le zone sede di distacchi di neve sono rappresentate, in entrambe le tipologie di carte, utilizzando le tre classi ormai consuete, ovvero classe Valanghe - *siti a contorno definito ove le masse nevose in condizioni estreme precipitano simultaneamente* -, classe Zone Pericolose - *aree entro le quali si verificano scaricamenti parziali differenziati nello spazio e nel tempo* -, classe Pericolo Localizzato - *valanghe di dimensioni limitate, tali da non poter essere cartografate in scala nella loro forma reale* -, detta per alcuni anni Valanghe Minori, terminologia abbandonata ora perché la differenza dimensionale, dovuta alla scala di redazione della carta, e non agli effetti sul territorio, mentre il termine "minore" induceva in errore facendo pensare a cadute di masse nevose di importanza trascurabile, con danni ed effetti non degni di nota. Sul servizio WebGIS la classificazione dei

temi segue gli stessi principi. In apertura del servizio si trova la cartella "**Carta delle Valanghe**" che, una volta "esplosa", contiene i layers **Aree Indagate**, - poligoni che racchiudono l'estensione territoriale di cui si fornisce la cartografia tematica -, **Opere di difesa** - poligoni che indicano la porzione di territorio interessata da diversa tipologia di sistemi di difesa attiva o passiva dalle valanghe -, **Informazioni storiche** - tema puntuale che da cui ottenere, cliccandoci sopra, informazioni su eventi e danni da valanga tratti da ricerca giornalistica per il periodo 1885/1951 e informazioni riportate dall'Archivio Storico Topografico delle Valanghe (Capello CF,1978) non

perimetrabili -, **Valanghe con dati associati** - poligoni che rappresentano le valanghe sia da terreno delle CLPV sia da fotointerpretazione, con associata ricerca di dati d'archivio, delle CSV-, **Valanghe da fotointerpretazione** - poligoni che rappresentano le valanghe desunte da fotointerpretazione delle CLPV -, **Zone Pericolose e Pericolo localizzato**. Il servizio è attivabile da una pagina introduttiva che descrive i contenuti e le caratteristiche tecniche e consente il collegamento ad una pagina di metadocumentazione sintetica dei dati geografici. I dati sono disponibili in entrambi i sistemi di proiezione di coordinate UTM - ED50 fuso 32N WGS84 fuso 32N (figure 3 e 5).



Figura 3 - Pagina di introduzione del servizio http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/serviziwebgis_siva.htm

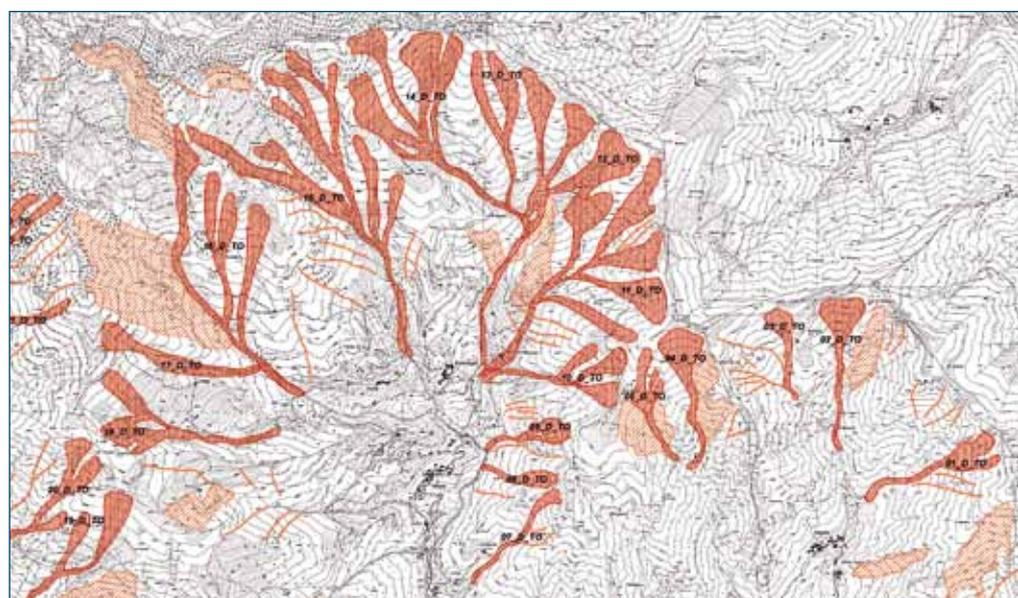


Figura 2 - Stralcio di CSV.

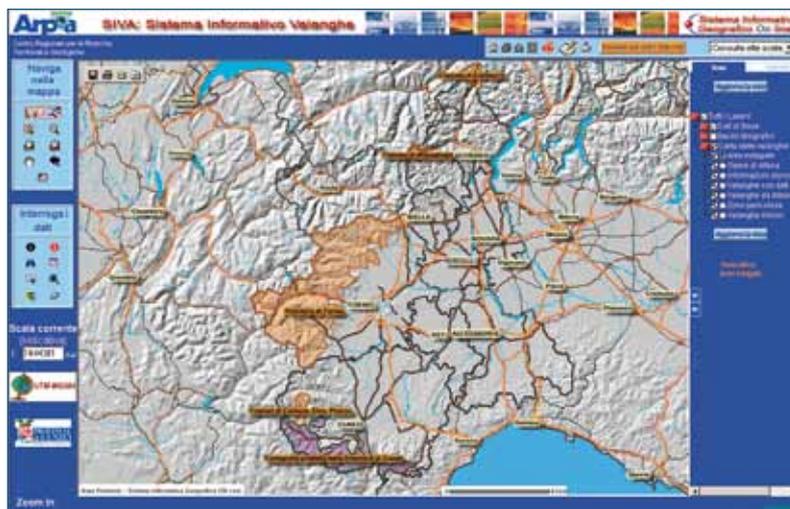
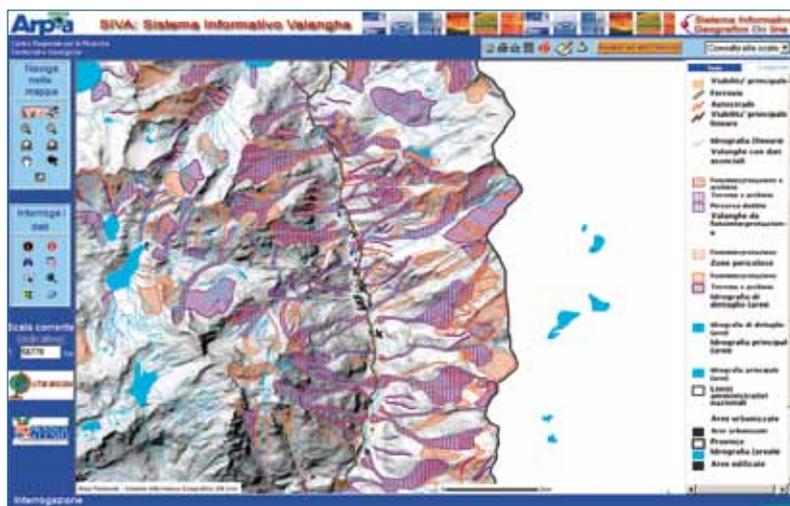


Figura 4 - pagina iniziale in cui sono rappresentate le aree coperte dal servizio.

Figura 5 - Zoom sulle valanghe, ad una scala prevista dal range di valori in cui il tema è visibile.



SVILUPPI DEL SERVIZIO WEBGIS

In linea con le impostazioni generali del Sistema Informativo Geografico di Arpa Piemonte, il servizio WebGIS è realizzato sulla piattaforma ESRI Arc-IMS 9.2 e i dati geografici, strutturati in layer SDE 9.2, sono organizzati in tematiche am-

bientali e territoriali in conformità con le classificazioni adottate in ambito nazionale (RNDT – Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali) ed europeo (Direttiva INSPIRE) e metadocumentati secondo lo standard ISO 19115. Tale modello di metadocumentazione segue le indicazioni di interoperabilità definite a livello comunitario e nazionale.

A partire dal 2007 si è avviata l'attività di ristrutturazione complessiva della base dati a seguito dell'aumento della richiesta delle informazioni da parte degli utenti. Le novità sostanziali interessano la revisione complessiva delle funzionalità del servizio WebGIS al fine di ottenere una più efficace gestibilità e fruibilità della banca dati valanghe complessiva di ARPA Piemonte, non ancora completamente migrata nel SIVA ma gestita attraverso un database ormai obsoleto e di utilizzo esclusivo dei tecnici dell'Agenzia.

E' stata effettuata una revisione generale

dei livelli informativi geografici ed una riorganizzazione complessiva del database. Negli anni infatti, le esigenze di poter archiviare e usufruire in modo immediato e veloce descrizioni tecniche sempre più dettagliate dei fenomeni valanghivi, ha portato alla necessaria costruzione di un archivio di informazioni sempre più complesso: il data base associato alla componente geografica è passato da una struttura semplice ma difficilmente gestibile - relazione uno a uno - al tipo relazionale - uno a molti -. I dati geografici e alfanumerici precedentemente contenuti insieme nel file system - shp e dbf - sono stati organizzati in una serie di tabelle relazionate.

Il personale tecnico del Servizio Idrologico e Nivologico sviluppa con sistemi GIS le carte tematiche nuove e mantiene aggiornate le esistenti, in relazione agli eventi valanghivi attuali, costruendo man mano il data base. I dati geografici, alfa numerici e le immagini (fotografie dei siti valanghivi, delle valanghe, dei danni e le scansioni dei documenti storici raccolti) migrano una volta all'anno, di solito a fine autunno, verso il servizio WebGIS, per essere messi a disposizione del pubblico internet, dopo un'attenta validazione delle relazioni sottese tra geometrie e base dati operate dalla Struttura Semplice "Sistema Informativo Geografico". Il periodico aggiornamento della base dati garantisce la sempre maggiore conoscenza del fenomeno valanghivo e delle problematiche ad esso connesse nel territorio piemontese. La revisione del servizio ha reso più fruibili e di semplice lettura per l'utenza tali informazioni.

Contemporaneamente all'aggiornamento della base dati sono state modificate alcune funzioni del servizio, che ora permettono l'estrazione di nuove immagini associate ai siti valanghivi (scansione del testo e della tavola cartografica del Capello) direttamente dallo strumento di identify.

Dal servizio WebGIS è possibile effettuare la stampa sia delle schede che della cartografia tematica. Per esigenze specifiche l'utenza esterna può far richiesta di materiale cartaceo ai tecnici dell'Agenzia

per i quali è stata creata un'applicazione web ad uso interno, quindi non disponibile dal servizio WebGIS, che consente la stampa multipla delle schede descrittive tramite la selezione di criteri diversi (es. per Provincia, Comune, Bacino, Autore, Tavola cartografica).

Per favorire le attività tecniche degli enti competenti e dei professionisti è stata inoltre inserita la funzionalità di download dei dati consultabili, funzionalità comunque disponibile a tutto il pubblico della rete. In particolare è stato implementato lo strumento "estrai" che consente all'utente di scaricare i dati in maniera selettiva, poiché permette di archiviare sul proprio computer le sole informazioni presenti nella mappa per la porzione di territorio selezionato. Questo tool permette all'utente di estrarre solo le informazioni presenti nella zona di interesse.

LA SCHEDA DI APPROFONDIMENTO

Un'evoluzione importante è stata la revisione complessiva delle schede descrittive, nella struttura e nei contenuti, predisposte per gli strati informativi "valanghe con dati associati" e "informazioni storiche". Si è passati ad una gestione dinamica delle schede tale per cui qualsiasi modifica sulla base dati è direttamente allineata in esse. Per una più efficace lettura delle informazioni e una migliore fruibilità da parte dell'utenza, tutti i dati di approfondimento, quali fotografie, articoli di giornale, scansioni di altre documentazioni storiche sono state incorporate nelle schede, chiamate appunto "Schede di approfondimento" (figura 6).

Esse si raggiungono rendendo interrogabile il tema "Valanghe con dati associati" con un clic del mouse nel cerchio posto vicino alla definizione del layer, nel banner di destra e poi, con lo strumento "Identify", visualizzando la breve stringa di documentazione (figura 7). Anche quest'ultima è stata completamente ristrutturata per dare le informazioni essenziali di ogni singolo sito valanghivo, ovvero il numero della valanga nel campo

"Sito Valanghivo", la Tavola Cartografica che lo contiene, l'eventuale associazione all'informazione storica riportata da quello che fino a ieri rappresentava l'unico documento cartografico e documentale ufficialmente riconosciuto, ovvero l'Archivio Storico delle Valanghe (Capello CF., 1978), siglato ASTV, con relativa tavola cartografica, scannerizzati e resi disponibili, oltre le informazioni di tipo geografico, quali Bacino Idrografico, Provincia, Comune, Località, Denominazione del sito. In ultimo il campo sulla Modalità di acquisizione che sarà "Terreno e archivio" se si tratta di sito da CLPV o "Fotointerpretazione e archivio" se si tratta di CSV.

Tutte le altre informazioni riguardanti il sito si trovano nella scheda di approfondimento. Di innovativo della stringa di identify abbiamo inoltre la possibilità di visualizzare e stampare tutta la tavola cartografica, ovvero la CLPV o la CSV, nella versione pdf ufficiale, con layout definito da Arpa Piemonte, mentre dalla vista con i dati geografici è comunque rimasta la possibilità di stampare alla scala richiesta, entro i limiti di visualizzabilità del tema, lo stralcio della carta di nostro interesse. La revisione del servizio ha quindi interessato molto la struttura del database, permettendo di avere un output molto più ricco di informazioni e molto versatile nella quantità di informazioni. Se prima era possibile avere notizie riguardo ai dati topografici e morfologici delle tre zone in cui è suddiviso un sito valanghivo - zone di distacco, scorrimento e arresto -, i danni, le opere di difesa, l'elenco delle date degli eventi valanghivi noti, ora si hanno in più le informazioni sui danni potenziali, le date degli eventi valanghivi noti e i danni causati ogni volta. Importante innovazione sono i campi "note" dove è possibile descrivere notizie aggiuntive sulle zone d'arresto, le opere di difesa e quant'altro, fuori dagli schemi di inserimento tabellare, necessariamente rigidi e rigorosi. Sono inoltre indicati i riferi-

menti alle fotografie, alle scansioni dei documenti storici e ai modelli 7 AINEVA compilati per descrivere le valanghe appena avvenute. Ogni nome sottende un link al file relativo con estensione jpeg o pdf, consultabile e scaricabile mediante

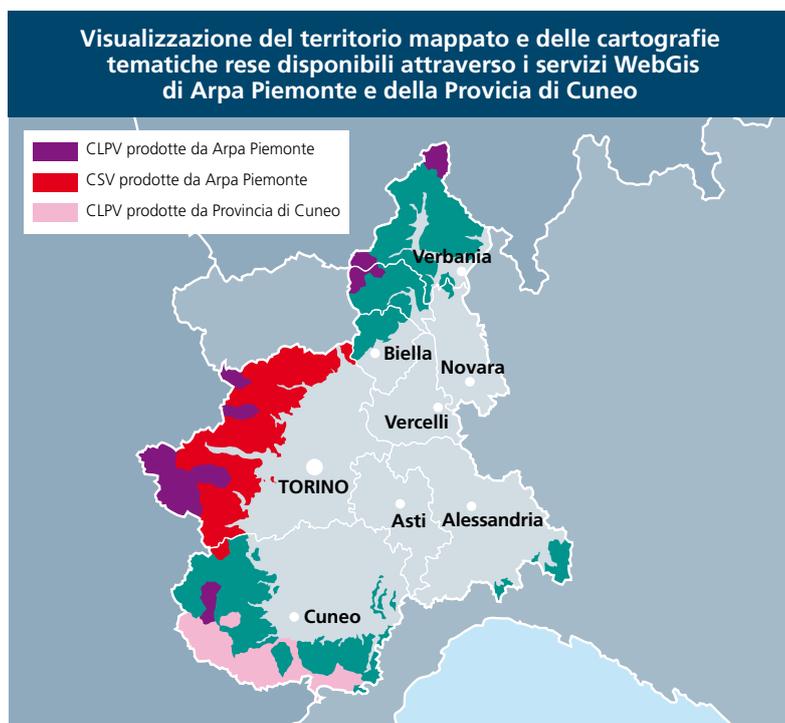
Figura 6 - Esempio di scheda di approfondimento.

SIVA: SISTEMA INFORMATIVO VALANGHE Scheda di Caratterizzazione del Sito Valanghivo	
sito Laval - località Val Troncaia, Pragelato (Torino)	
Bacino idrografico: Chivone	Sezione CTR: 171946
Quota massima di distacco (m s.l.m.): 2040	Quota minima di arresto (m s.l.m.): 1470
Dislivello (m): 1020	Lunghezza reale (m): 2933
Sito valanghivo n°: 42_U_7D	Sito ASTV: 18_26
Tavola cartografica: Pragelato, Lineaux	Tavola ASTV: Scetriere
Modalità di acquisizione: Terreno e archivio	Frequenza: Ogni 1 - 10 anni
ZONA DI DISTACCO	ZONA DI SCORRIMENTO
Ubicazione: Fra la cresta e il limite del bosco	Profilo: Rettilinea
Morfologia: Pendio aperto	Andamento planimetrico: Tortuoso
Inclinazione media: 22	Morfologia: Canalone
Esposizione media: Ovest	Inclinazione media: 20
Substrato: Rocce affioranti Fascio con rocce affioranti Prato-pascolo utilizzato	Substrato: Detrito di felds (ghiaiese) Arbustivo Canale in bosco di conifere
ZONA DI ARRESTO	OPERE DI DIFESA
Luogo di arresto: Nel fondovalle in zone edificata	Tipologia: Assenti
Note: A 1820 m di quota ad oltre colata, prosegue nel canalone e si deposita su piano erboso. E' accettabile l'arresto nel fondovalle.	Note:
DANNI POTENZIALI	DANNI ACCERTATI
Incendi	Persone travolte Fabbricati civili
EVENTI NOTI	INFORMAZIONI AGGIUNTIVE
16 aprile 1916: Nessun danno	Mod.7 Aineva: Non disponibile
17 febbraio 1930: Nessun danno	Note generali: 15/09/1711 due abitazioni di Laval, il 18/03/1750 tre case a marzo, 18/01/1885 quattro case e 1 morto, febbraio 1972 raggiunto il fondovalle senza creare danni.
17 marzo 1985: Nessun danno	
18 febbraio 1986: Nessun danno	
17 maggio 1711: Fabbricati civili	
18 marzo 1755: Fabbricati civili Persone travolte	
18 gennaio 1885: Persone travolte Fabbricati civili	
27 febbraio 1888: Fabbricati civili	
18 febbraio 1972: Nessun danno	
FOTO	FONTI
[Fotografie]	16 aprile 1916: L'eco del Chivone 15-04-1916
	18 gennaio 1885: La gazzetta piemontese 4-01-1885 La gazzetta piemontese 8-01-1885 La lettera piemontese 21-01-1885
	27 febbraio 1888: La gazzetta piemontese 4-3-1888 La lettera piemontese 15-02-1888
Rilevatore: Piero Val Troncaia	Data di rilevamento: 1998

Figura 7 - stringa di Identify del tema "Valanghe con dati associati".



Figura 8



un semplice clic sul nome stesso. Infine, ma non ultima, importante innovazione derivata dalla nuova struttura relazionale delle tabelle, è la possibilità di inserire un numero illimitato di informazioni per ogni singolo campo, per esempio i danni accertati relativi ad una valanga: una valanga in momenti storici diversi o nello stesso evento può danneggiare più beni differenti - pascoli, boschi, edifici civili, strade, linee elettriche, telefoniche, e così via - molto differenziati e che è giusto indicare nella totalità. Con la struttura precedente, di tipo lineare, si era vincolati da una scelta rigida imposta dalla struttura stessa del database che permetteva di inserire al massimo tre informazioni.

IL TERRITORIO MAPPATO

Dal 2006 fino ad oggi molte energie sono state impegnate per coprire nuove porzioni di territorio con la cartografia tematica standard e per rendere fruibili tutte le informazioni contenute su altri tipi di supporto informatico e cartaceo, di utilizzo interno o tutt'al più consultabili in Agenzia, non ancora georiferite. Sul SIVA quindi sono oggi disponibili i dati non solo del territorio montano della provincia di Torino ma, seppur a macchia di leopardo, altre porzioni dell'intera re-

gione. In collaborazione con il Consorzio Forestale dell'Alta Valle di Susa sono state prodotte ex novo, secondo la metodologia classica, e subito georiferite, la CLPV del Comune di Macugnaga della provincia di Verbania e la CLPV dei comuni Elva, Canosio, e Prazzo della provincia di Cuneo ed è stata georiferita la CLPV del comune di Formazza nel verbanese, risultato del lavoro di una tesi di laurea della facoltà di Scienze Naturali (Fenomenologia Valanghiva in valle Formazza, MC Prola, AA 1993-1994). Grazie alla collaborazione con il parco della Val Sesia sono state redatte le CLPV dei Comuni di Alagna e Carcoforo, della provincia di Vercelli. Prodotto di una tesi di Laurea Magistrale in Geologia Applicata e Ambientale (Studio Geologico-tecnico sulle valanghe nell'alta valle PO, L.Chiusano, AA 2008-2009) è stata la CSV del Comune di Crissolo, nella provincia di Cuneo. Analogamente alle attività perseguite da Arpa Piemonte, l'Ufficio Cartografico del Settore Assetto del Territorio della Provincia di Cuneo ha prodotto, seguendo la stessa metodologia di redazione, le CLPV dei Comuni di Argentera, Boves, Briga, Castelmagno, Entracque, Limone Piemonte, Ormea, Pietraporzio, Sambuco, Valdieri e Vinadio, resi fruibili mediante un servizio WebGIS secondo precise procedure definite e

gestite dalla Provincia stessa. (figura 8) Ne deriva che per i territori della provincia di Cuneo, oltre alla base dati realizzata dal personale di Arpa Piemonte, esiste un consistente nucleo informativo gestito in maniera autonoma dalla Provincia di Cuneo pur condividendo la metodologia di redazione delle Carte tematiche. Per integrare il materiale conoscitivo prodotto nell'ambito delle due esperienze, è stato inserito nel servizio WebGIS il collegamento al "Sistema Cartografico On Line della Provincia di Cuneo" arricchendo ulteriormente le informazioni disponibili sull'argomento tramite la condivisione del patrimonio di informazioni analoghe, affrontate da altri enti pubblici operanti sul territorio regionale. Per agevolare la consultazione l'utente accede al servizio di interesse mediante un comodo link collegato al logo dell'ente proprietario sempre visibile nella struttura di entrambi i servizi. Tale scelta è stata adottata in linea con le direttive stabilite a livello comunitario secondo le quali le informazioni vengono gestite dall'Ente proprietario e produttore e rese fruibili all'esterno attraverso l'esposizione di servizi. Le attività di acquisizione di informazioni sul territorio, di verifica dei dati esistenti e la successiva informatizzazione sono tutt'ora in corso e porteranno nei prossimi aggiornamenti a incrementare le aree coperte dal servizio in Internet

RECENTE RISVOLTO APPLICATIVO DEL SIVA E POSSIBILI SVILUPPI

Lo scorso inverno si è caratterizzato per le copiose e frequenti nevicate che hanno determinato in alcuni casi una situazione di emergenza. La più estesa su tutto il territorio regionale, dalle conseguenze maggiori sulle attività umane e sulle urbanizzazioni, è stata senza dubbio quella vissuta a metà dicembre 2008.

"Dopo una settimana di tempo perturbato, ... dalla notte di sabato 13 fino alla serata di mercoledì 17, precipitazioni intense e diffuse hanno investito il Piemonte, determinando condizioni di criticità..." (Cor-

dola M. et alii, 2009). Durante quei giorni la popolazione delle vallate montane e pedemontane ha vissuto una situazione di emergenza che non si ricordava da almeno gli anni '60-'70 e, se si considera l'estensione areale e il fatto che è successo a dicembre, inizio inverno, da almeno i primi del ventesimo secolo: strade chiuse, bloccate dagli enormi spessori di neve difficili da sgomberare, in taluni casi ostruite dalle valanghe cadute fino alle zone di fondovalle, in moltissime vallate interrotte nelle zone pedemontane a scopi preventivi, borgate isolate ed evacuate, servizi primari quali elettricità e linee telefoniche interrotti, rete ferroviaria bloccata, molti edifici sottoposti a carichi eccessivi, che hanno richiesto un immediato intervento della popolazione per lo sgombero dei tetti, che rischiavano di implodere sotto il peso della neve (foto a lato).

Fin dalla mattina del 15 dicembre sono state segnalate dagli enti locali alla Sala Operativa della Protezione Civile danni causati dalle valanghe: 52 sono stati i comuni interessati, senza contare i danni alle baite in alta montagna e ai boschi, di cui ancora oggi non si conosce completamente l'estensione e la gravità. In tale contesto, l'Area Monitoraggio Ambientale di Arpa Piemonte si è trovata a cooperare con le unità di protezione civile regionale e nazionale per valutare gli interventi da effettuare sul territorio al fine di minimizzare i rischi per la popolazione. Per poter procedere in maniera tempestiva è importante in questi casi poter contare su strumenti conoscitivi in cui le informazioni sono fruibili in maniera semplificata e chiara. In generale nelle situazioni di evento disporre di un quadro conoscitivo storico dei fenomeni valanghivi significa poter prevedere gli scenari possibili che si possono presentare in relazione alla situazione meteorologica in atto. Il ruolo svolto durante l'emergenza dal servizio WebGIS del SIVA è stato sicuramente quello di strumento a supporto della Sala di Protezione Civile per la condivisione e la messa a sistema del patrimonio di conoscenza sino ad ora predisposto dai diversi enti che hanno partecipato all'ali-

mentazione della banca dati. L'esperienza ha portato con sé alcune considerazioni generali tra le quali l'esigenza di poter localizzare in corso d'evento i fenomeni valanghivi, riportando le informazioni base fornite dalle diverse fonti che convergono verso la sala di Protezione Civile. L'analisi spaziale dei fenomeni in atto, integrati in un sistema informativo geografico, consente di comprendere nella loro complessità gli impatti sul territorio e di intraprendere in maniera tempestiva le azioni volte a mitigare il rischio residuo. Localizzare tali fenomeni per inserirli nel reale contesto territoriale, soprattutto per le parti antropizzate quali centri abitati, strade, scuole, infrastrutture, aiuta a comprendere il livello di gravità dell'evento in corso in termini di vulnerabilità dei beni e del rischio per la popolazione.

Nella maggior parte dei casi le segnalazioni che pervengono dalle zone colpite possono riferirsi ad un sito valanghivo noto e già censito in banca dati e le notizie storiche associate possono fornire indicazioni utili per la gestione dell'emergenza. In altri casi invece l'informazione potrebbe costituire elemento conoscitivo del tutto nuovo da integrare in banca dati. Disponendo della localizzazione delle valanghe attivate, il servizio WebGIS potrebbe essere aggiornato durante l'emergenza rendendo disponibili anche le informazioni di base associate quali l'ora del distacco, la distanza d'arresto, gli eventuali danni

provocati e le loro entità. In prima istanza tale servizio potrà fornire ai tecnici un valido strumento per centralizzare e registrare in maniera strutturate le diverse informazioni che giungono dal territorio, fornendo costantemente un quadro aggiornato. Potrà inoltre rappresentare per gli organi predisposti alla gestione dell'emergenza un valido supporto per definire le misure di intervento. Nell'ottica di fornire informazioni verso il cittadino, esporre un servizio on line tempestivamente aggiornato sulla situazione in atto, può anche costituire un buon strumento di prevenzione.

Ad oggi questi intenti sono ancora al livello di ipotesi di sviluppo che si stanno delineando e che per realizzarsi in maniera ancora più efficace dovrebbero dar vita ad un progetto coordinato e sviluppato con le diverse realtà di enti territoriali che hanno competenza sulle valanghe.



LIMITE

delle NEVICATE

Un problema nella previsione di dettaglio di un evento precipitativo su un territorio montano complesso

Gianni Marigo
Thierry Robert-Luciani

ARPAV- Centro Valanghe di Arabba
Unità Operativa Meteorologia Alpina e
Climatologia

La previsione del limite della nevicata durante un evento di precipitazione rappresenta un problema per il previsore soprattutto nel caso in cui si tratti di una previsione di dettaglio che interessi un territorio montano o pedemontano complesso.

Il limite della nevicata rappresenta la quota oltre la quale la precipitazione assume prevalentemente (90%) forma solida (Kappenberger/Kerkmann, 1997), e non la quota oltre la quale si verifica un accumulo di neve al suolo. Solitamente il limite della nevicata è inferiore alla quota di accumulo al suolo.



I PARAMETRI CHE INFLUENZANO IL LIMITE DELLA NEVICATA

Zero termico ed intensità della precipitazioni

Il limite della nevicata dipende da numerosi fattori: in primo luogo esso dipende dalla quota dello zero termico e dall'intensità e dalla durata della precipitazione. Il meccanismo di raffreddamento dell'at-

mosfera ad opera della fusione della neve è già stato analizzato in numerosi lavori (Findeisen, 1940; Wexler et al. 1954; al.); in particolare, in caso di debole avvezione orizzontale di temperatura, il calore latente necessario alla fusione della neve viene assorbito dal processo di fusione stesso, in maniera proporzionale all'intensità della precipitazione e quindi al volume della massa di ghiaccio in discesa al di sotto del limite dello zero termico; la quantità del

calore latente assorbito dal processo di fusione è espresso dalla formula:

$$\Delta Q = L_f \rho_l R_m$$

dove L_f è il calore latente di fusione a 0°C ($3.34 \times 10^5 \text{ J Kg}^{-1}$), ρ_l la densità dell'acqua liquida, e R_m l'altezza della precipitazione liquida-equivalente espressa in metri (Lackmann et al. 2001); dalla formula si deduce facilmente che la quantità di calore latente assorbita dal processo di fusione, e quindi il conseguente raffreddamento dell'atmosfera, sono direttamente proporzionali all'intensità della precipitazione, ovvero al termine R_m che rappresenta il contenuto di acqua precipitabile nell'atmosfera. La colonna d'aria che si trova al di sotto della quota dello zero termico tende quindi a raffreddarsi fino a raggiungere una situazione di isotermità prossima a 0°C (Kain et al., 2000). Raggiunta tale temperatura il processo di raffreddamento si arresta, poiché non viene più assorbito calore latente, in quanto non più necessario ad un ulteriore raffreddamento.

La velocità con cui l'atmosfera si raffredda è quindi direttamente proporzionale all'intensità della precipitazione e, secondo studi recenti (Theriault e Stewart, 2008) anche all'entità del sollevamento verticale della massa d'aria, concorrendo in questo caso anche il raffreddamento adiabatico dovuto all'espansione della massa d'aria a causa della minore pressione. D'altra parte velocità verticali positive e intensità di precipitazione sono due parametri strettamente collegati tra loro in maniera il più delle volte direttamente proporzionale.

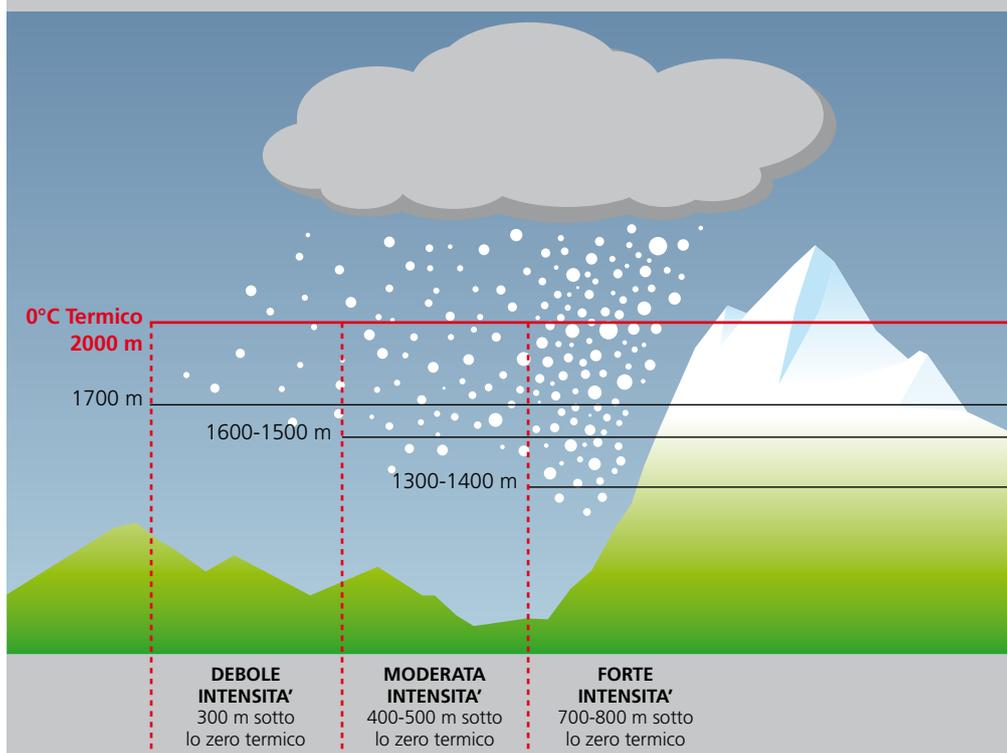
In condizioni di gradiente verticale di temperatura standard, il limite della neve scende, secondo le osservazioni effettuate sulle Alpi italiane, solitamente 200/300 m sotto lo zero termico in caso di debole precipitazione, 400/500 m in caso di precipitazione moderata, 600/800 m in caso di precipitazione intensa, anche di più in caso di fenomeni accompagnati da instabilità, durante i quali, specie nella stagione primaverile, al fenomeno del



Fig. 1 - Limite della nevicata in rapporto alla quota dello Zero termico e all'intensità.

LIMITE DELLA NEVICATA IN RAPPORTO ALLA QUOTA DELLO ZERO TERMICO E ALL'INTENSITA'

il limite della neve non corrisponde alla quota dello zero termico, ma scende al di sotto di essa in relazione all'intensità della precipitazione nevosa



raffreddamento da fusione si aggiunge il rovesciamento di aria fredda tipico delle precipitazioni di natura convettiva (Kapfenberger/Kerkmann, 1997) (Fig. 1).

E' evidente che per poter correttamente pronosticare il limite della nevicata, il previsore necessita di attendibili indicazioni modellistiche riguardanti la quota dello zero termico e l'intensità della precipitazione, o per lo meno dei parametri che consentono di stimarla, quali ad esempio i campi di umidità integrata, i sollevamenti verticali (che concorrerebbero anche in funzione del raffreddamento adiabatico), i gradienti di temperature pseudopotenziali, la posizione dei minimi di vorticità potenziale ed i suoi gradienti (Fig. 2).

Tuttavia numerose altre variabili possono influenzare il limite della nevicata: in primo luogo è necessario verificare la presenza di eventuali strati di inversione termica o isoterma nelle fasi immediatamente antecedenti la precipitazione; allo stesso modo l'umidità dell'aria, e quindi la temperatura di rugiada (o dew point) influenzano il limite della nevicata, per lo meno fino al raggiungimento della saturazione della massa d'aria; è poi necessario considerare se la precipitazione sia accompagnata da turbolenza nei bassi strati, che possano indurre una marcata rimescolanza nello strato limite; altri parametri da considerare sono la posizione geografica rispetto al flusso di correnti e la morfologia del territorio.

Inversione termica o isoterma

Nel caso in cui precedentemente alla precipitazione si osservino condizioni di inversione termica o isoterma prossima o inferiore a 0°C nello strato limite, è necessario verificare alcune condizioni: in primo luogo si deve considerare lo spessore dello strato di inversione, rapportato alla quota dello zero termico nella libera atmosfera; bisogna considerare se lo spessore dello strato di inversione sia tale da garantire temperature negative o comunque prossime a 0°C in tutta la colonna d'aria, in modo da consentire alla

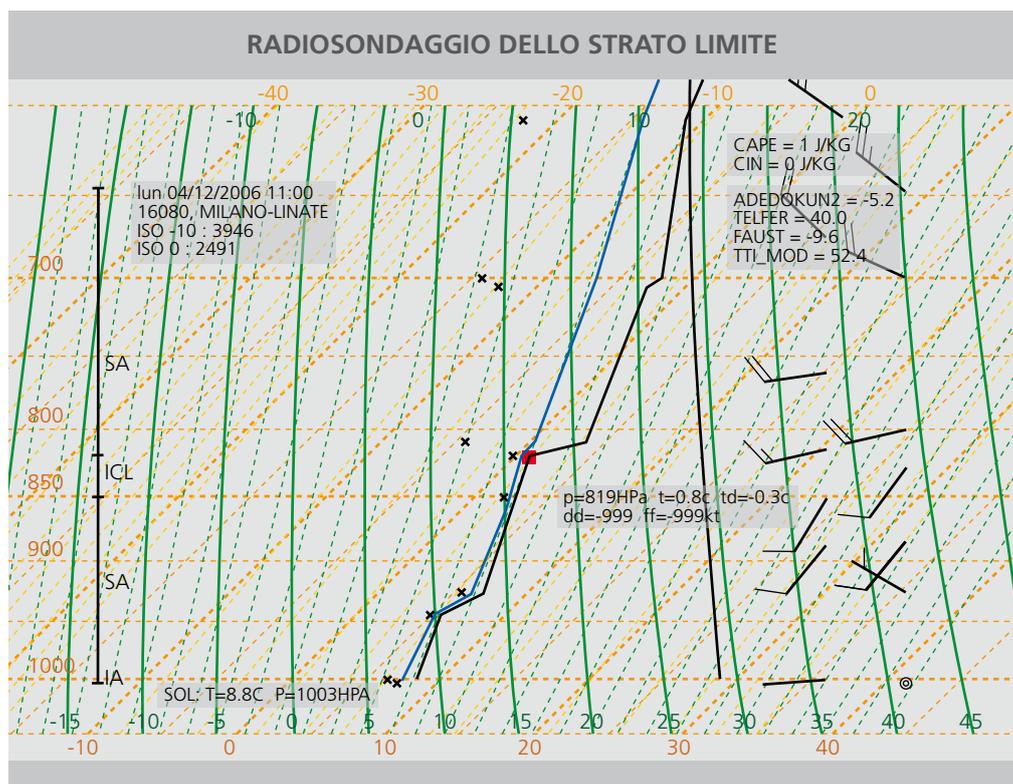
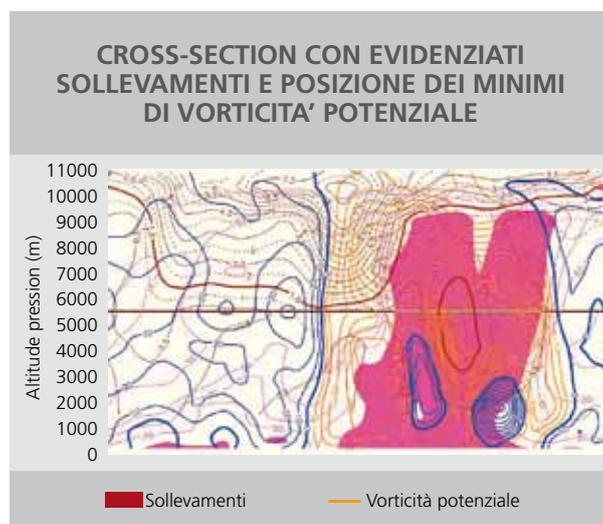
neve di raggiungere il suolo senza incorrere nel processo di fusione; qualora tra il limite superiore dello strato isoterma o di inversione e la quota dello zero termico si trovino invece strati "caldi" con temperature positive, si deve valutare la consistenza di detti strati e la possibilità che la precipitazione nevosa li possa attraversare senza subire un completo processo di fusione; lo spessore che può essere attraversato dipende dall'intensità della precipitazione nella stessa misura in cui si può prevedere la discesa del limite della neve in rapporto allo zero termico, cioè 200/300 m in caso di debole precipitazione, 400/500 m in caso di precipitazione moderata e così via come sopra; nello strato sovrastante il limite dell'inversione può in questo caso formarsi la colonna d'aria isoterma che si genera per il processo di raffreddamento da fusione sopra spiegato. Qualora lo strato "caldo" sia di spessore maggiore, soprattutto se lo strato di inversione o isoterma al suolo presenta spessore ridotto, nell'attraversamento di detto strato la neve subisce un completo ed irreversibile processo di fusione ed è possibile ipotizzare la presenza del fenomeno del cosiddetto gelicidio o pioggia congelatesi, ovvero precipitazione

liquida con temperatura negativa al suolo, che provoca pericolose formazioni di ghiaccio sul terreno gelato.

Ai fini di una corretta previsione è necessario poter disporre di precise informazioni riguardanti la condizione termica dello strato limite; tali informazioni necessitano di una buona rete di stazioni a terra e di osservazioni del profilo termico verticale (radiosondaggi, profilatori verticali) in prossimità della zona di interesse (Fig. 3). Al fine di poter correttamente determinare il limite iniziale della nevicata è necessario comparare i dati reali misurati

Fig. 2 - Cross-section con evidenziati umidità relativa (campi in fuxia), sollevamenti (campitura arancione) e posizione dei minimi di Vorticità Potenziale (linea marrone).

Fig. 3 - Radiosondaggio dello strato limite.



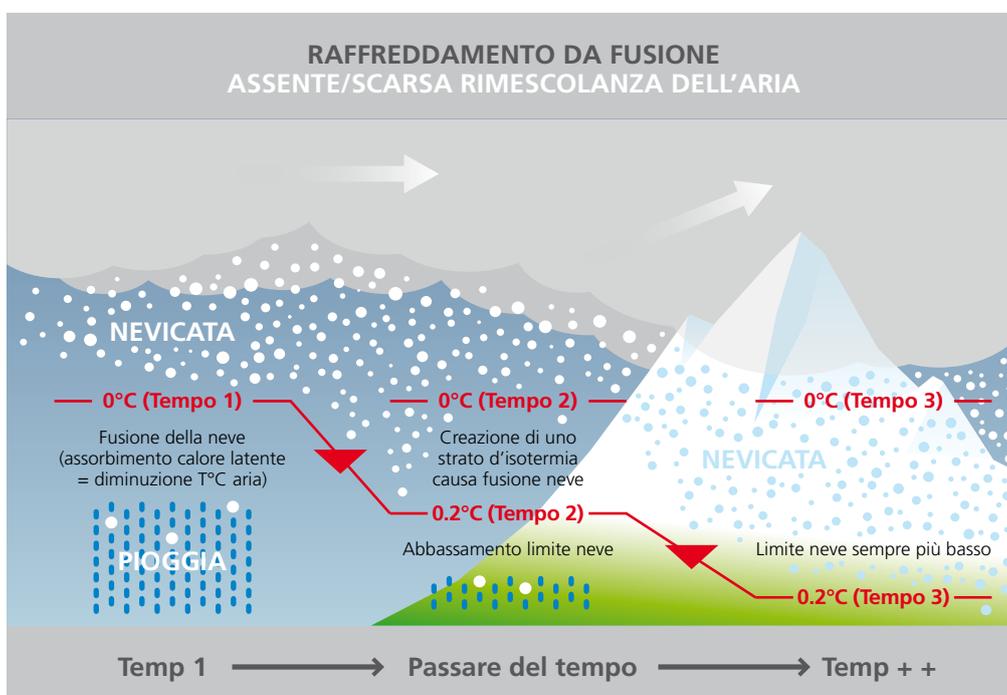
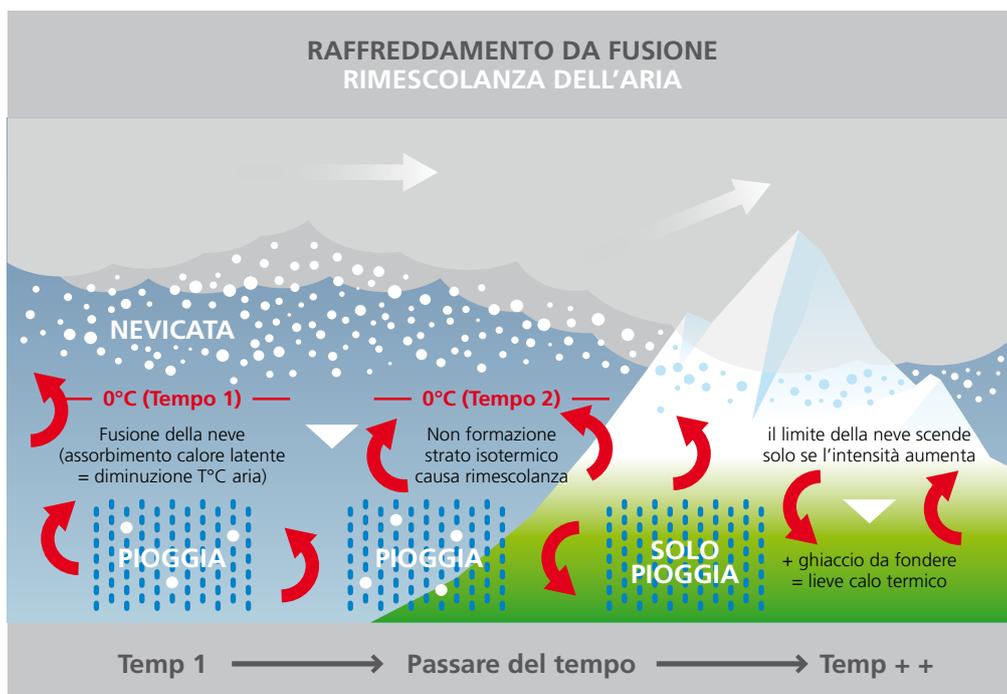


Fig. 4 - Raffreddamento da fusione in caso di rimescolanza nello strato limite.

Fig. 5 - Raffreddamento da fusione in caso di mancata rimescolanza nello strato limite.

con i dati previsionali forniti dai modelli per lo stesso momento. Per poter poi determinare quanto a lungo potrà conservarsi la condizione termica dello strato limite sono necessari corretti parametri previsionali riguardanti lo strato limite (radiosondaggi di previsione) e soprattutto riguardanti le avvezioni orizzontali di temperatura; sezioni verticali estrapolate da modelli a scala locale possono fornire preziose indicazioni riguardo ai moti orizzontali nello strato limite, che possono indurre la rimozione dello strato

isoteramico o di inversione per l'ingresso di correnti d'aria più miti nei bassi strati.

Umidità dell'aria

Qualora all'inizio della precipitazione la colonna d'aria non presenti completa saturazione, particolare rilevanza assume il grado di umidità relativa dell'aria, ovvero la temperatura di rugiada (o dew point) che ne è direttamente dipendente. A parità di temperatura dell'aria infatti il limite della neve tende a risultare più basso tanto minore è l'umidità relativa

della colonna d'aria nello strato limite: la sublimazione dei cristalli di neve in aria non satura assorbe calore latente dall'atmosfera, raffreddandola e consentendo alla neve di scendere significativamente in rapporto alla temperatura dell'aria iniziale. In caso di precipitazioni prolungate tutta la colonna d'aria tende generalmente ad umidificarsi fino a raggiungere condizioni di saturazione; in questo caso temperatura dell'aria e temperatura di rugiada tendono ad avvicinarsi fino a coincidere a completa saturazione. Le condizioni iniziali di umidità relativa influiscono quindi più che altro sul tempo di raffreddamento della colonna d'aria sottostante lo zero termico, risultando il raffreddamento più veloce in caso di massa d'aria inizialmente povera di umidità (Theriault and Stewart, 2008).

Ai fini della previsione, una corretta comparazione tra dati reali e dati previsionali relativi al rapporto tra temperatura reale dell'aria e temperatura di rugiada è importante per poter correttamente pronosticare il limite iniziale della nevicata e la velocità di abbassamento dello stesso in rapporto all'intensità.

Turbolenza nei bassi strati

Il processo di raffreddamento da fusione può verificarsi secondo la regola generale rapportata all'intensità della precipitazione solo nel caso in cui la precipitazione stessa non sia accompagnata da forte rimescolanza nei bassi strati; già altri autori (Lackmann et al. 2002; Kain et al. 2000) hanno dimostrato come condizione necessaria per avere un marcato raffreddamento da fusione sia la presenza di una debole avvezione orizzontale di temperatura. In pratica, in caso di intenso flusso nei bassi strati, la formazione dello strato di isoterma al di sotto dello zero termico risulta inibita a causa del forte rimescolamento, che continua ad apportare masse d'aria più calda, non permettendo un consistente raffreddamento per sottrazione del calore latente; tale fenomenologia è evidente sui primi contrafforti di una catena montuosa di-

rettamente interessata da correnti d'aria umida in grado di produrre precipitazioni da Stau (es. le Prealpi venete) in caso di intenso flusso: in questo caso il raffreddamento da fusione si manifesta in maniera poco significativa, poiché le masse che subiscono il processo di raffreddamento sono continuamente sostituite da masse d'aria costantemente più mite.

Solitamente il valore massimo di velocità del vento nei bassi strati che consente la formazione di importanti strati di isotermità da fusione si aggira attorno a 0,2/0,4 m/s; oltre tali valori il rimescolamento è tale da inibire in buona parte il raffreddamento da fusione.

Nelle valli più interne e protette rispetto ai flussi nei bassi strati, eventuali cuscinetti di aria fredda possono mantenersi a lungo anche in presenza di significative correnti di aria più mite in quota, e la mancata rimescolanza favorisce il rapido progredire dall'alto verso il basso delle condizioni di isotermità da fusione.

Al fine di determinare la presenza di turbolenze nei bassi strati, è importante valutare, in caso di precipitazione di tipo frontale, se si tratti di fronti di tipo ANA-Front, nel quale il profilo del fronte consente ai fenomeni di precedere il fronte stesso, senza gli effetti di turbolenza legati al transito di esso, quindi senza rimescolamento. Le precipitazioni nevose in fase di fusione che si verificano in una colonna d'aria con forte ristagno aerologico tendono a raffreddare lo strato dove il processo di raffreddamento da fusione avviene. Il perdurare del processo consente di raffreddare spessori a volte considerevoli. Il non rimescolamento e la quasi assenza di vento favoriscono la costituzione di strati isotermitici (temperatura prossima allo zero), e in relazione al perdurare della situazione favorevole, il raffreddamento da fusione può propagarsi per parecchie centinaia di metri al di sotto della quota dello zero termico. In certi casi, infatti, lo strato isotermitico della colonna d'aria creatasi da questo processo può raggiungere fino a 800/1000 m di spessore, specie in caso di prolungata moderata o forte intensità delle precipitazioni e nei

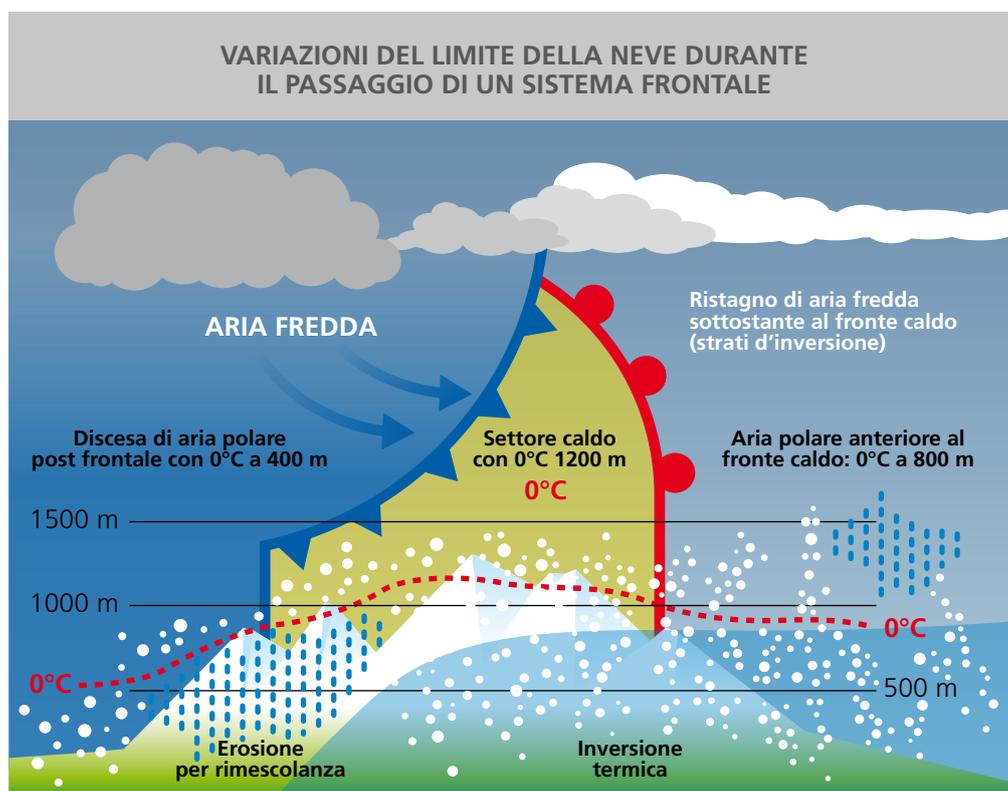
settori meno arieggiati. Al passaggio del fronte stesso, l'effetto camino della discontinuità provoca generalmente molta turbolenza, contrastando gli effetti del raffreddamento da fusione.

Una così forte discesa del limite della nevicata per raffreddamento da fusione in caso di mancata turbolenza può essere osservato anche in assenza di precedente isotermità o inversione termica, a condizione che le precipitazioni siano sufficientemente intense e prolungate.

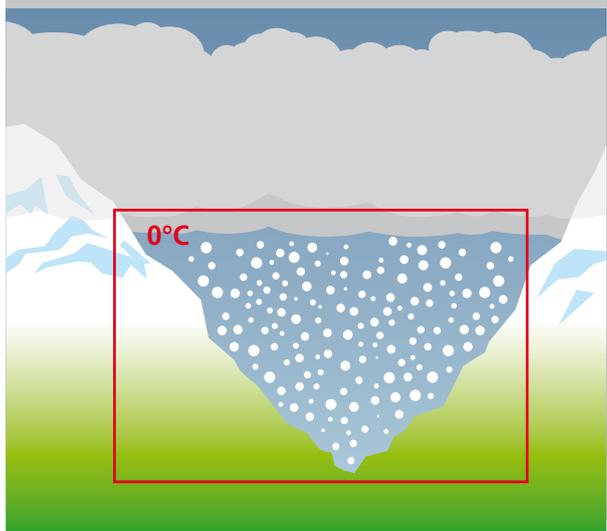
La notevole differenza tra quota dello zero termico nella libera atmosfera e limite della nevicata è un fenomeno tipico delle valli interne (es. valli dolomitiche), mentre non si osserva praticamente mai sui settori aperti, specie quelli esposti alle correnti miti (settori prealpini); così, spesso, la differenza del limite della nevicata, a parità di zero termico, può risultare molto marcata tra settori geografici diversi anche all'interno della stessa regione (Fig. 4 e 5).



Fig. 6 - Variazione del limite della neve al passaggio di un sistema frontale.



CALO DEL LIMITE DELLA NEVE IN UNA VALLE STRETTA E CHIUSA



CALO DEL LIMITE DELLA NEVE IN UNA VALLE LARGA E APERTA

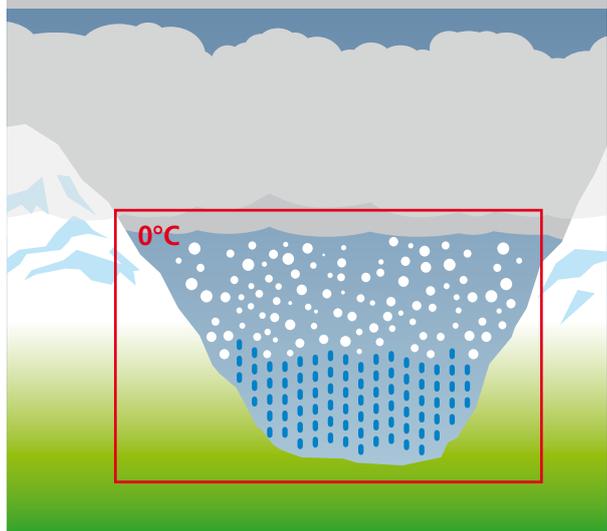


Fig. 7 - Calo del limite della neve in una valle stretta e chiusa

Fig. 8 - Calo del limite della neve in una valle larga e aperta

Come sopra accennato, la presenza o meno di forte rimescolamento nello strato limite influisce anche in maniera determinante sulla resistenza di strati di isoterma o d'inversione termica. Non è raro, di fatto, osservare un netto rialzo del limite della neve in concomitanza al passaggio del fronte (caldo o freddo) per forte rimescolamento nei bassi strati e scomparsa dello strato raffreddato dalla fusione. Infatti, spesso, durante un episodio perturbato preceduto da condizioni di inversione termica, con basse temperature nei fondovalle, accade che il limite della nevicata si mantenga costantemente basso per la non erosione dello strato freddo preesistente, per lo più favorita dal non rimescolamen-

to per venti deboli e di conseguenza per conseguente raffreddamento tipico di tali situazioni. La non erosione del cuscinetto di aria fredda è specifica del settore caldo di una perturbazione, nonostante un aumento delle temperature in quota e quindi un rialzo della quota dello zero termico, a causa della mancata rimescolanza dello strato limite e dell'instaurarsi dello strato isotermico per il processo del raffreddamento da fusione; al transito del settore freddo, quando teoricamente ci si potrebbe aspettare un calo della quota neve per l'ingresso di aria più fredda e conseguente abbassamento dello zero termico, si può spesso osservare un rialzo del limite delle nevicata; tale comportamento, in apparenza anomalo, è dovuto al fatto che durante il passaggio del settore caldo non si verifica rimescolanza dello strato limite, il che consente, anche per l'instaurarsi di isoterma da fusione, il mantenimento di temperature sufficientemente basse nello strato limite stesso; al contrario al passaggio del fronte freddo la turbolenza che lo accompagna determina forte rimescolanza nello strato limite, con conseguente rimozione e erosione degli strati di inversione termica o di isoterma che hanno consentito il mantenimento dell'iniziale limite della nevicata. Solo in caso di forte abbassamento della temperatura, di sufficiente umidità relativa e a patto che la dinamica atmosferica lo consenta, il limite della neve può successivamente tornare ad abbassarsi in funzione della quota dello zero termico. Spesso in realtà accade che all'ingresso dell'aria fredda, generalmente meno carica di umidità, e, in particolare sulle Alpi italiane, in caso (frequente) di disposizione delle correnti dai quadranti settentrionali, la dinamica atmosferica risulti non favorevole ad ulteriori precipitazioni, registrandosi infatti molte volte forte subsidenza, spesso anche accompagnata da condizioni di Föhn (Fig. 6).

Per poter valutare correttamente le condizioni di rimescolanza nello strato limite ai fini della previsione, è necessario disporre di precise informazioni previsionali riguardanti lo strato limite stesso; possono esse-

re fornite da radiosondaggi di previsione estrapolati su coordinate di interesse, o da sezioni verticali di aree limitate, che consentano un'approfondita valutazione delle correnti nei bassi strati. Altri strumenti di nowcasting, quali ad esempio le immagini SATREP (www.knmi.nl/satrep/), possono fornire importanti indicazioni al previsore circa la tipologia di fronte in arrivo sulla propria area di interesse. Le cross-sections della modellistica numerica possono, tramite alcuni parametri, dare informazioni preziose sulla tipologia del fronte e sull'associato tempo sensibile.

Orografia: posizione geografica e forma delle valli

Come già evidenziato affrontando il problema della turbolenza, è importante valutare la posizione geografica dell'area oggetto della previsione in rapporto alla provenienza delle masse d'aria umida responsabili delle precipitazioni. In particolare sull'arco alpino italiano le aree prealpine direttamente affacciate alla pianura padana, specie sui settori orientali, molto vicini al Mare Adriatico, sono maggiormente interessate, in condizioni di Stau favorevoli al verificarsi di estese precipitazioni, da masse d'aria mite ed umida, che tendono a mantenere la quota dello zero termico più elevata rispetto ai settori più interni e quindi anche più lontani dalle riserve di calore fornite in particolare dal Mar Mediterraneo. Tale considerazione vale più in generale per quanto riguarda tutti i settori montani direttamente affacciati su grandi estensioni marittime.

Anche la morfologia del territorio, ed in particolare la forma delle valli, specie quelle interne, può significativamente influenzare il limite della nevicata. In particolare, in assenza di forte rimescolanza nei bassi strati, nelle valli più strette e chiuse il limite della neve tende a scendere di più che non nelle valli larghe o nelle aree aperte, a parità di intensità della precipitazione. Nelle valli strette infatti la riduzione del volume d'aria rispetto ad una zona aperta riduce l'ammontare della precipitazione necessaria al raffreddamento per effetto della

fusione (Unterstrasser S., Zangl G.; 2006). Come già sopra esposto, in caso di forti e prolungate precipitazioni il limite della nevicata può scendere nelle valli interne anche 800/1000 m sotto la quota dello zero termico, anche in assenza di precedenti strati di inversione, per il solo effetto dell'isoterma da fusione (Fig. 7 e 8).

Allo stato attuale non si dispone sulle Alpi italiane di modelli a scala locale sufficientemente sviluppati, dettagliati e testati da poter prevedere con precisione un differente limite della nevicata in funzione della morfologia locale dell'area di interesse. Le indicazioni previsionali necessitano quindi di un'approfondita conoscenza dell'orografia locale da parte del previsore, e soprattutto di una grande esperienza necessaria a calare sul proprio territorio le indicazioni, più o meno generiche, provenienti dai modelli matematici di previsione, in particolare se trattasi di modelli globali.

CONCLUSIONI

Nonostante il tentativo di formulazione di metodi più o meno empirici, o basati sulle proprietà termodinamiche dalle masse d'aria (Bourgouin, 2000; Steinaecker, 1983), non esiste ad oggi un metodo analitico applicabile in maniera certa per determinare il tipo di precipitazione (solida o liquida) prevista durante un evento; una stretta interazione tra parametri previsionali modellistici, osservazioni dei dati reali nell'imminenza dell'evento, esperienza e approfondita conoscenza dell'orografia locale, è la chiave necessaria per produrre una dettagliata previsione del limite della nevicata su un territorio montano complesso.

Considerando che la richiesta di previsioni di dettaglio per aree ristrette è in costante aumento, è auspicabile lo sviluppo di modelli a scala locale capaci di supportare maggiormente il previsore, la cui esperienza e conoscenza del territorio rimangono comunque fondamentali.

Bibliografia

- Bourguain P.: "A method to determine precipitation types" – Weather and Forecasting, 2000, vol. 15, pp 583/592
- Cagnati A.: "Strumenti di misura e metodi di osservazione nivometeorologici" – AINEVA, 2003
- Fujiyoshi Y.: "Melting Snowflakes" – Journal of the Atmospheric Sciences, 1986, vol. 43 n° 3; pp 307/311
- Kain J.S., Goss S.M., Baldwin M.E.: "The Melting Effect as a Factor in Precipitation-Type Forecasting" – Weather and Forecasting, 2000, vol. 15, pp 700/714
- Kappenberger G.; Kerkmann J.: "Il tempo in montagna – manuale di meteorologia alpina" – AINEVA – Zanichelli Editore, 1997
- Lackmann G. M.; Keeter K., Lee L.G., Ek M.B.: "Model Representation of Freezing and Melting Precipitation: Implications for Winter weather Forecasting" – Weather and Forecasting, 2002, vol. 17, pp 1016/1033
- Marigo G., Robert-Luciani T. Crepez A.: "Snow level forecasting methods and parameters: two practical examples on Eastern Italian Alps" – American Meteorological Society, 13th Conference on Mountain Meteorology, 2008, on-line abstract, http://ams.confex.com/ams/13MontMet17AP/techprogram/paper_140825.htm
- Steinacker R. "Diagnose und Prognose der Schneefallgrenze" – Wetter und Leben, 1983, vol. 35, pp 81/90
- Theriault J.M.; Stewart R.E.: "On the effects of vertical air velocity on winter precipitation types" – Natural Hazards and Earth System Sciences, 2007, vol. 7 pp 231/242
- Theriault J.M.; Stewart R.E.: "Rain-Snow boundaries along mountainsides" – American Meteorological Society, 13th Conference on Mountain Meteorology, 2008, on-line abstract, http://ams.confex.com/ams/13MontMet17AP/techprogram/paper_141021.htm
- Unterstrasser S.; Zangl G.: "Cooling by precipitation in alpine valleys: An idealized numerical modelling study" – Quaternary Journal of the Royal Meteorological Society, 2006, vol. 132, n° 168, pp 1489/1508
- Wexler R., Reed R., Honig J.: "Atmospheric cooling by melting snow" – Bull. American Meteorological Society, 1954, vol. 35, pp 48/51



il GPR

STUDIO DELLA DENSITA' DELLA NEVE

Profili stratigrafici ottenuti con metodologia georadar

Stefania Burba
Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio
Politecnico di Milano
stefiburba@gmail.com

Il proposito di questo lavoro è quello di sperimentare la metodologia georadar, nello studio della densità del manto nevoso. Il Ground Penetrating Radar (GPR), emette un segnale elettromagnetico che penetra nel materiale con modalità che dipendono dalle caratteristiche del mezzo indagato. I dati raccolti sul campo consentono di analizzare i segnali di tipo riflesso allo scopo di ricavare alcune caratteristiche elettromagnetiche della neve. Utilizzando dei modelli empirici presenti in letteratura è possibile correlare queste caratteristiche alla densità del materiale e ricostruire il profilo stratigrafico del manto nevoso.

L'obiettivo è quello di testare e validare la metodologia georadar in direzione orizzontale, analizzando ciascuno strato individuato nel manto. Si vuole verificare che i valori ricavati applicando i modelli matematici ai dati sperimentali, siano paragonabili a quelli ottenuti attraverso l'attuale metodologia manuale.

I risultati ottenuti non sono univoci e presentano forti differenze a seconda della metodologia di analisi scelta. In generale la metodologia si è dimostrata estremamente sensibile alla stima della velocità del segnale e al momento non sembra abbastanza robusta per riuscire a produrre profili stratigrafici attendibili, ma è solo in grado di descrivere il trend crescente dei valori di densità. Le motivazioni di tale imprecisione sono da ricercare nella grande variabilità spaziale del mezzo indagato, nella complessità della procedura utilizzata, negli errori riscontrati nel posizionamento della sonda e nella natura empirica dei modelli utilizzati.

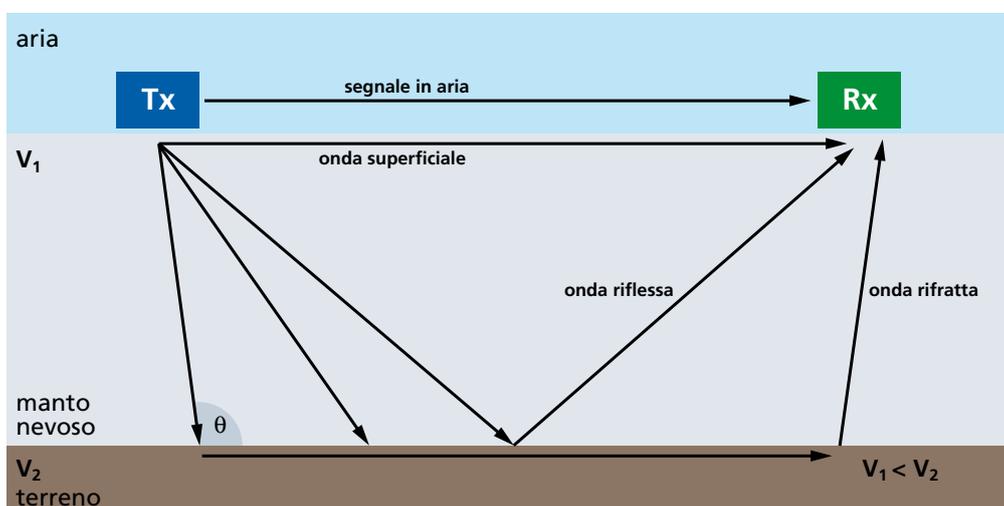


INTRODUZIONE

La copertura nevosa subisce numerose evoluzioni nel arco di tempo in cui permane al suolo, dovute alle condizioni meteorologiche e alla morfologia del terreno sottostante, tali fenomeni contribuiscono alla presenza di strati di neve sovrapposti di diversa densità. Numerosi studi riguardo al rischio valanghe hanno dimostrato come le caratteristiche dei profili stratigrafici dei manti nevosi influiscano sulle dinamiche dei fenomeni valanghivi. Da diversi anni vengono effettuati regolarmente rilievi speditivi che prevedono il carotaggio di campioni di neve, con l'obiettivo di ricostruire la stratigrafia del manto e ricavare le principali caratteristiche dei cristalli.

Il proposito di questo lavoro è quello di sperimentare la metodologia georadar, nello studio della densità del manto nevoso. Il Ground Penetrating Radar (GPR), emette un segnale elettromagnetico che penetra nel materiale da indagare con modalità che dipendono dalle caratteristiche del mezzo indagato; ha il vantaggio di non essere uno strumento invasivo e in futuro potrebbe essere installato e integrato in una stazione di rilevamento di dati nivometeorologici di tipo automatico. I dati raccolti sul campo consentono di analizzare i segnali di tipo riflesso allo scopo di ricavare alcune caratteristiche elettromagnetiche della neve. Utilizzando dei modelli empirici presenti in letteratura è possibile correlare queste caratteristiche alla densità del materiale e ricostruire il profilo stratigrafico del manto nevoso.

Figura 1



L'obiettivo è quello di testare e validare la metodologia georadar analizzando ciascuno strato individuato nel manto. Applicando dei modelli matematici ai dati ottenuti in sito si vuole verificare che questi possano fornire dei risultati attendibili in termini di parametri fisici del manto nevoso, quali la densità e il contenuto d'acqua, ossia che i valori ricavati dai modelli siano paragonabili a quelli ottenuti attraverso l'attuale metodologia manuale.

IL GEORADAR

Il Ground Penetrating Radar, o georadar, è un radar che lavora nel campo delle radiofrequenze che permette di effettuare indagini di tipo geofisico basate sull'interpretazione di segnali elettromagnetici. Lo strumento è composto da due antenne, la prima emette un segnale elettromagnetico di tipo impulsivo e la seconda registra il segnale che la raggiunge dopo aver viaggiato, con diverse modalità e velocità, all'interno del mezzo. La distanza che separa le due antenne è chiamata offset, e nello strumento utilizzato per questo lavoro è fisso, molto piccola, pari a 6 centimetri.

L'antenna trasmittente (Tx) emette un segnale elettromagnetico che si propaga nell'aria e nel mezzo da indagare, secondo lo schema illustrato in figura 1. Per quanto riguarda questo studio, delle componenti del segnale che arrivano all'antenna (Rx) ricevente, sono da considerare:

■ onda diretta: è il segnale che viaggia in aria con velocità di 30 cm/ns, essa percorre il tragitto più breve tra trasmittente

e ricevente.

■ onda superficiale: è l'onda che percorre la distanza minima tra Tx e Rx viaggiando nel mezzo, la sua velocità dipende quindi dalle caratteristiche del materiale che attraversa.

■ onda riflessa: è il segnale che penetra nel mezzo e che, una volta incontrato un materiale con diverse caratteristiche elettromagnetiche, viene parzialmente riflesso e torna verso la superficie.

Quando il segnale attraversa un mezzo omogeneo, per le onde di tipo diretto (segnale in aria e di superficie) il tempo di arrivo dell'onda all'antenna ricevente si misura come rapporto tra la distanza percorsa e la velocità dell'onda nel mezzo in oggetto. Il segnale riflesso invece, disegna un'iperbole la cui equazione è definita nel seguente modo:

$$t = \frac{2}{v} \sqrt{x^2 + z^2}$$

dove con x si indica la distanza in superficie e con z la profondità dell'indagine.

Le frequenze del segnale elettromagnetico emesso dal georadar sono comprese tra 25 MHz e i 3 GHz, e vengono scelte in funzione del tipo di indagine: più è alta la frequenza più aumenta la risoluzione ma diminuisce la penetrazione, che varia da diversi metri a qualche centimetro.

Uno dei principali parametri elettromagnetici che caratterizzano un mezzo in cui si propaga il segnale elettromagnetico è la permittività dielettrica (ϵ_r), la quale definisce la capacità di un materiale di polarizzarsi in presenza di un campo elettrico. Essa varia in relazione alle caratteristiche del materiale e nel caso della neve, in funzione della densità e del contenuto di acqua allo stato liquido.

La velocità di un segnale elettromagnetico che viaggia all'interno di un materiale dipende solo dalla permittività e la formula per descriverla è:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

dove con c si indica la velocità della luce. Nella figura 2 sono riportati i valori di permittività che caratterizzano alcuni

materiale	ϵ_r	V [cm/ns]
Aria	1	30
Acqua	84	3,3
Acqua salata	80	1
Ghiaccio	3-4	16
Neve	1,3-2,4	18-26

materiali e le velocità di propagazione del segnale elettromagnetico. Si noti come i valori della neve sono compresi tra quelli dell'aria e quelli del ghiaccio. Le escursioni riportate sono dovute al fatto che la densità della neve, a differenza degli altri materiali, non è costante.

I MODELLI

La metodologia georadar permette di ricavare le caratteristiche elettromagnetiche del manto nevoso dall'analisi della velocità del segnale. Attraverso modelli di tipo fisico è possibile poi correlare tali caratteristiche, in particolare la costante dielettrica, con la densità della neve e ricavare l'eventuale contenuto in acqua libera.

I dati disponibili riguardo alla permittività dielettrica ϵ mettono in evidenza che, nell'intervallo di frequenze del georadar, il valore di permittività della neve asciutta è correlabile direttamente alla densità. Per nevi bagnate, invece, la densità dipende anche dal contenuto di acqua liquida che interferisce nella propagazione del segnale elettromagnetico causandone l'attenuazione.

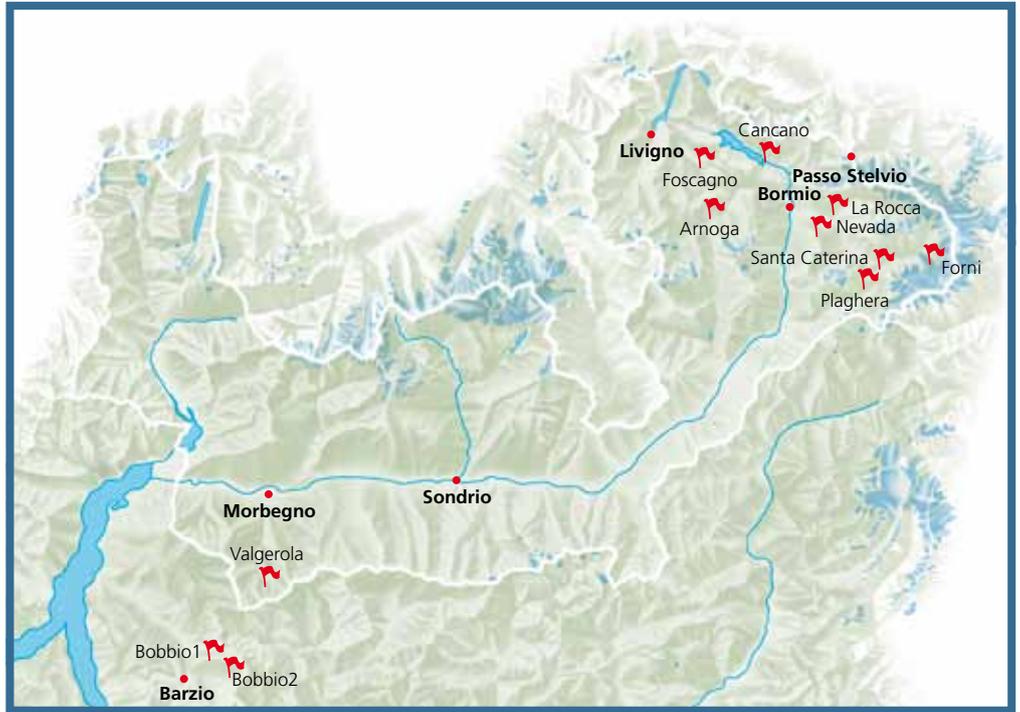
Per questo motivo è stato necessario dividere il campione di dati raccolti in due gruppi e utilizzare per il calcolo della densità (ρ) dello strato di neve due diverse tipologie di modello.

Per nevi asciutte è stato utilizzato il modello quadratico di Kovac (1993).

$$\epsilon'_{ds} = (1 + 0,845\rho_s)^2$$

Per nevi bagnate, invece, si è optato per la metodologia proposta da Tiuri (1984), la quale prevede il calcolo del contenuto di acqua allo stato liquido (W) dalla seguente relazione:

$$\Delta\epsilon'_s = (0,1W + 0,8W^2) \epsilon'_w$$



In alto a sinistra, figura 2

Sopra, figura 3



Figura 4

Figura 5





Sopra, figure 6



A lato, figure 7



Dove con ϵ , si indica la permittività dell'acqua e con $\Delta\epsilon_s$ la variazione di permittività della neve dovuta alla presenza di acqua. Il contenuto di acqua libera W appena calcolato viene in seguito sommato alla densità della matrice solida (ρ_d) per ottenere la densità totale della neve (ρ_{ws}).

$$\rho_{ws} = \rho_d + W\rho_w$$

L'APPARATO SPERIMENTALE E LA PROCEDURA OPERATIVA

La fase sperimentale del lavoro è stata condotta effettuando una serie di rilievi in diverse località della Lombardia, al fine di raccogliere dati in diverse condizioni di altitudine, temperatura, esposizione e spessore del manto. (figura 3)

I siti dei rilievi sono pianeggianti per un'area di qualche metro quadrato, liberi da copertura boschiva e non soggetti

ad accumulo da vento. Il primo passo è la preparazione del sito: le prove sono state eseguite sulla parete verticale di trincee scavate nella neve di profondità di almeno 1 metro; a seguito si procede al riconoscimento dei diversi strati mediante esame visivo e prove di penetrazione e le interfacce individuate sono evidenziate con del colorante rosso (figure 4 e 5). Ai fini dell'indagine è inoltre importante effettuare le misure della temperatura dei vari strati di neve, a tale scopo viene utilizzato un termometro digitale a stelo. Lo strumento utilizzato per l'acquisizione dei dati è un'antenna georadar avente una frequenza nominale di 2 GHz; collegata al corpo centrale è presente una rotella, (figure 6 e 7), la quale permette la registrazione del segnale e misura la distanza percorsa dallo strumento. La strumentazione è collegata ad un sistema di acquisizione e controllata mediante un software dedicato installato su un PC. L'acquisizione del segnale si realizza tra-

mite lo scorrimento dell'antenna lungo una superficie che permetta alla rotella di mettersi in movimento. Poiché sulla superficie della neve non è possibile garantire una rotazione continua della rotella, è stato utilizzato un pannello di plaxiglass trasparente che, svolge la funzione di base di appoggio per l'antenna e permette di ottenere un attrito costante con la rotella garantendone la sua corretta rotazione. Si predispose il pannello contro la parete da indagare, avendo cura di farlo aderire ad essa il più possibile. L'antenna viene fatta scorrere sul pannello in direzione orizzontale e, in base allo spessore dello strato, si collezionano una o più profili.

Per rilevare la velocità con cui il segnale emesso dall'antenna attraversa il mezzo da indagare è necessario un target, ovvero un oggetto che permetta la riflessione del segnale in arrivo dall'antenna. A tale scopo si è utilizzata una sonda da soccorso in alluminio, la quale viene introdotta

nella neve a due prefissate distanze dalla trincea (50 e 25 cm) e parallelamente ad essa. L'alluminio di cui è composto ha caratteristiche elettromagnetiche diverse rispetto a quelle della neve in cui è immerso pertanto la sonda garantisce una buona riflessione del segnale ed è utile anche durante le fasi di esplorazione preliminare del sito per stabilire lo spessore della neve.

Terminata la prima serie di acquisizioni effettuata con la sonda posizionata a 50 cm dalla parete della trincea, la si sposta ad una distanza di 25 cm e si ripetono i profili di acquisizione secondo il medesimo schema seguito nella prima serie. Nel complesso si effettuano quindi due serie di acquisizioni con la sonda posizionato a distanza diversa (figure 8 e 9).

Per ogni strato indagato viene infine rilevata manualmente la densità, pesando con un dinamometro un campione estratto mediante l'utilizzo di un carotatore (figura 10). La densità viene quindi calcolata come rapporto tra il peso del campione e il volume del campione con un'incertezza di ± 10 kg/m³.

Dove la morfologia lo permette viene destinata ai rilievi la parete della trincea che rimane in ombra, nei casi in cui ciò non è possibile, viene eretta in sito una struttura di teli per crearla artificialmente: questa accortezza consente di evitare, contro la parete oggetto di indagine, l'irraggiamento solare diretto, il quale tende a sciogliere i primissimi centimetri di neve e quindi ad alterarne le caratteristiche (foto pagina 51).

ANALISI DEI PROFILI GPR

Durante la campagna di acquisizione dei dati sono stati effettuati 11 rilievi in differenti località, per un totale di 63 strati di neve analizzati. Questi ultimi sono stati indagati attraverso due serie di acquisizioni e raccogliendo un totale di 240 profili GPR. I dati ottenuti sono stati analizzati tramite il software *RadarPoli2d*, sviluppato dal Politecnico di Milano, il quale permette, attraverso una serie di operazioni in successione, di ricavare la velocità del segnale analizzato (figura 11). In particolare sono state adottati due differenti approcci:

■ **Fitting:** Con la tecnica *Fitting* si sfrutta la geometria dell'iperbole di diffrazione che risulta dalle acquisizioni. Si ricava la velocità del segnale sovrapponendo un'iperbole sintetica di equazione nota a quella reale. Questa metodologia consente di analizzare l'iperbole nella sua interezza ma è un metodo piuttosto soggettivo, in quanto è l'operatore che stabi-

lisce visivamente se una iperbole sintetica si sovrappone meglio di un'altra, senza avere a disposizione parametri oggettivi per poter effettuare una scelta.

■ **Picking:** Per il secondo metodo si individua il vertice dell'iperbole registrata e la stima della velocità consiste nel calcolare il rapporto tra lo spazio percorso dal segnale e il tempo che ha impiegato per coprirlo. Lo spazio percorso è pari al doppio della distanza tra il target e la parete della trincea, il segnale registrato infatti viaggia verso il target e ritorna riflesso da questo, mentre il tempo è un dato registrato durante le acquisizioni.

Le due metodologie presentano differenti caratteristiche: la prima consente di analizzare l'iperbole nella sua interezza, ma è un metodo soggettivo e quindi il valore di velocità ottenuto risente della accuratezza e dell'esperienza dell'operatore. Il secondo invece, non necessita di elaborazioni, ma i risultati ottenuti risentono della precisione nella calibrazione della scala dei tempi.



Figura 8

Figura 9

Figura 10



Figura 11

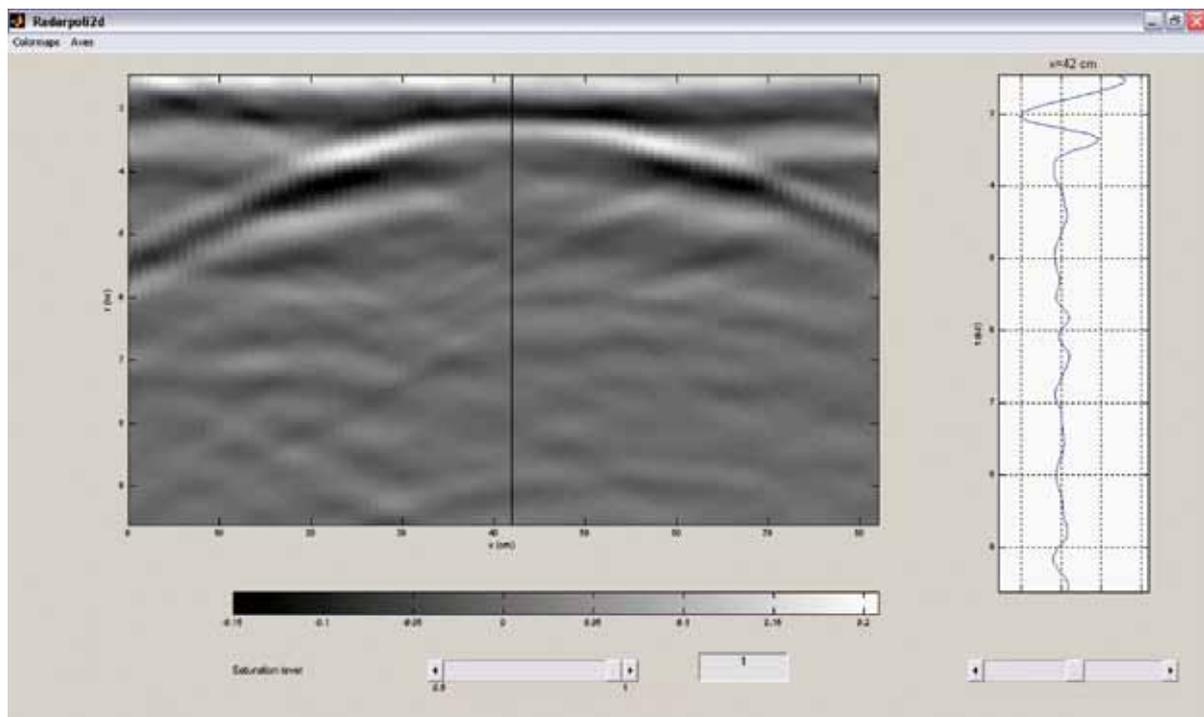


Figura 12

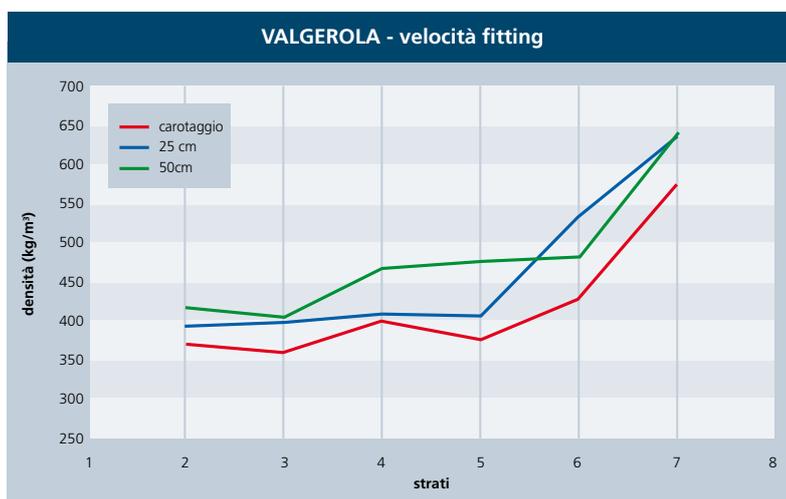
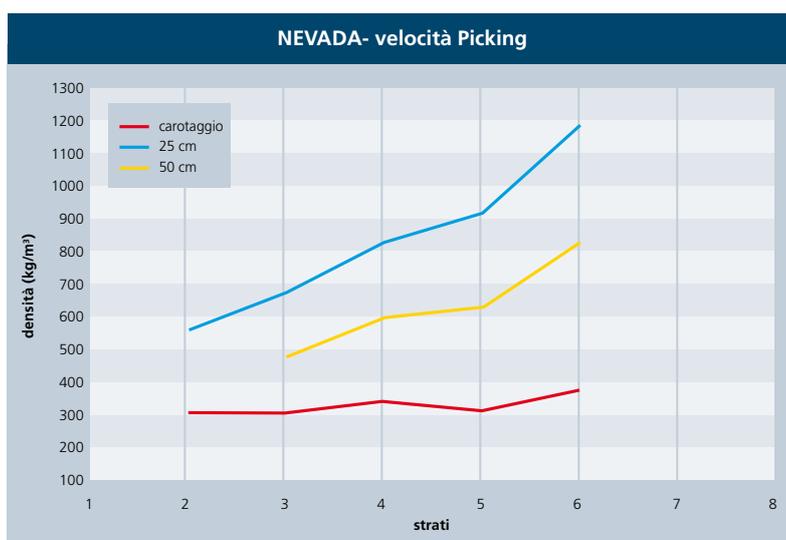


Figura 13



Condizioni di neve asciutta

Vengono ora presentati i risultati ottenuti utilizzando queste due metodologie nell'ipotesi di assenza di acqua allo stato

liquido all'interno del manto nevoso.

Per ciascun rilievo è stato realizzato un grafico con il confronto tra i valori di densità dei vari strati ottenuti con la pesatura

dei campioni carotati e i valori ricavati attraverso le due metodologie di analisi dei dati acquisiti attraverso le misurazioni GPR per le due distanze del target indagate (50 e 25 cm).

A titolo di esempio si riportano i risultati ottenuti con la tecnica Fitting per il rilievo di Valgerola (figura 12): l'andamento dei valori stimati ad entrambe le distanze segue quello dei valori di riferimento e la differenza tra i valori di densità stimati e quelli ottenuti dal carotaggio variano da meno di 10 kg/m³ fino a 100 kg/m³. La tendenza ad ottenere stime soddisfacenti delle densità di riferimento in maniera saltuaria si riscontra in tutti i rilievi effettuati, con oscillazioni più o meno ampie. Per quanto riguarda i risultati ottenuti con la tecnica del Picking viene riportato il rilievo di Nevada (figura 13). I valori di densità ottenuti con questo metodo risultano generalmente in una sovrastima che in questo caso si manifesta con un valore di densità per lo strato 6 addirittura quattro volte superiore a quello di riferimento. Tale discordanza tra valori stimati e valori misurati è stata imputata ad una imprecisa calibrazione della scala assoluta di tempo degli esperimenti. Ciò si ripercuote sui valori del tempo di arrivo del segnale che risultano così non corretti.

Osservando i dati di picking si nota per alcuni rilievi un forte trend crescente che

si manifesta negli strati più profondi in valori di densità molto superiori a quelli di riferimento. Tale tendenza ha portato a supporre la possibilità che il target non fosse inserito verticalmente nella neve e quindi non fosse rispettata la distanza ipotizzata. La sonda viene introdotta sporgendosi dalla parete della trincea e risulta quindi difficoltoso evitare qualsiasi tipo di inclinazione nel momento dell'inserimento senza il supporto di uno strumento. Tale sospetto è stato verificato con una prova: imponendo la densità corretta è stata applicata la metodologia inversa per risalire alla distanza del target. La sonda è risultata inclinata di circa 5°. In questo caso il segnale ha percorso una distanza superiore, il valore di velocità ad esso associato risulta quindi sottostimato e di conseguenza la densità ottenuta più alta. E' da sottolineare, inoltre, che la tendenza si manifesta in modo più evidente sui dati ricavati con la tecnica *picking* poiché tale procedura risulta molto più sensibile agli errori sulla scala dei tempi rispetto alla tecnica *fitting*.

Fino a questo momento sono stati considerati i profili stratigrafici di ciascun rilievo, sotto l'ipotesi di considerare per l'intero manto l'assenza di acqua allo stato liquido. Vengono presi ora in considerazione i risultati ottenuti per tutti i profili analizzati al fine di poter osservare i dati da una prospettiva globale. Per questa analisi sono stati selezionati solamente gli strati aventi una temperatura non compatibile con la presenza di acqua allo stato liquido. Considerando gli inevitabili errori di misurazione, la pressione dovuta agli strati sovrastanti è stato scelto come valore di confine la temperatura di -0,8°C: circa il 60% degli strati di neve individuati rientra in questo limite di temperatura. In figura 14 e 15 sono riportati i valori rispettivamente a 25 e 50 cm ottenuti con la metodologia del *fitting* e con le rispettive incertezze di misura, ordinati in ordine crescente di densità.

I valori di densità ottenuti con i carotaggi presentano un intervallo di poco più di 200 kg/m³ e si assume per tali valori un'incertezza di ± 20 kg/m³. Per quanto

riguarda le serie *fitting*, invece, è stato considerato un possibile errore sulla stima della velocità di circa ± 0,6 cm/ns. Le incertezze di misura su questi dati sono state ottenute ricavando la relazione che

lega una variazione di velocità, alla variazione di densità che tale errore comporta. Dai grafici si può evincere che i valori di densità ottenuti dall'analisi dei profili GPR con la tecnica del *fitting* stimano i valori

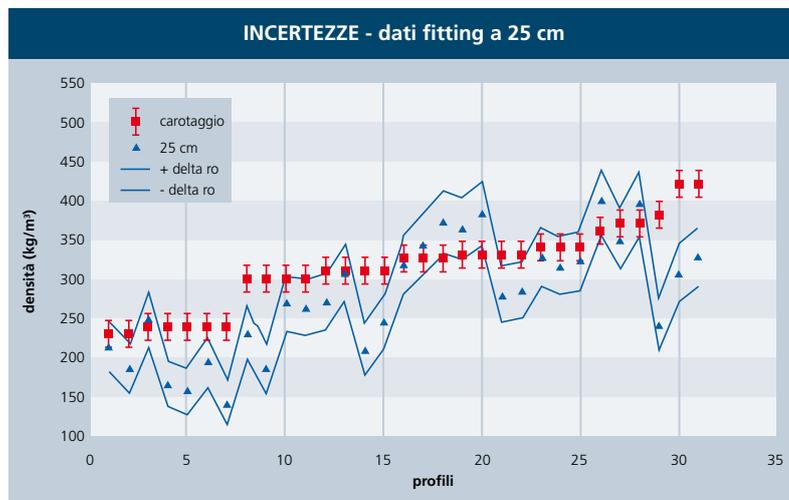


Figura 14

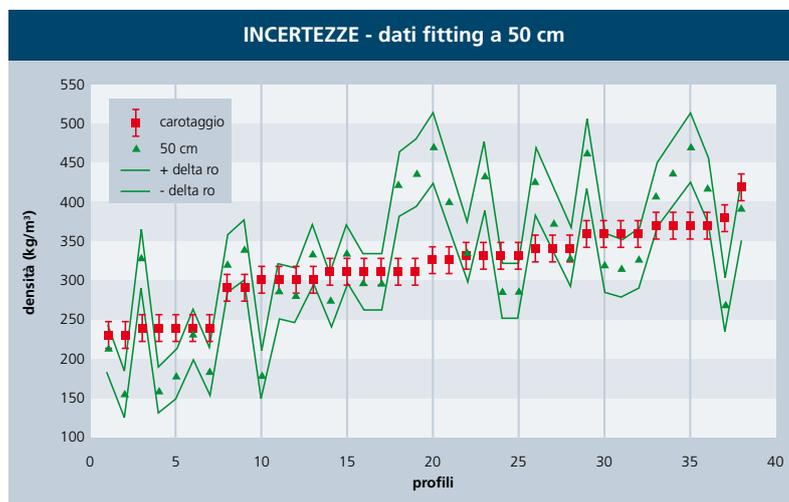


Figura 15

Per evitare che la parete sia sottoposta a irraggiamento solare diretto viene eretta in sito una struttura utilizzando dei teli.





Figura 16

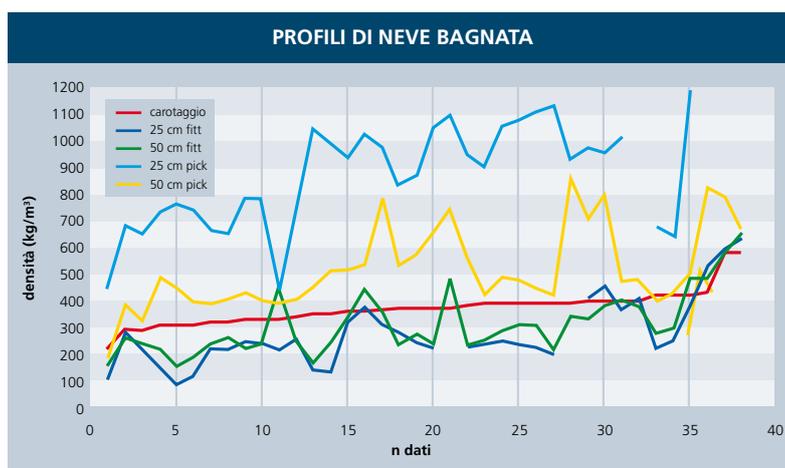


Figura 17

di riferimento con una discreta approssimazione, rispettando il trend crescente. Si nota come il 65% dei dati della serie ricavata con target a 25 cm sia compatibile con la misura di densità di riferimento mentre per quanto riguarda la serie acquisita a distanza di 50 cm, la corrispondenza raggiunge l'80% del totale.

In figura 16 sono riportati i risultati aggregati ottenuti con la tecnica del Picking. I dati ottenuti da profili GPR individuano il trend crescente dei dati di riferimento ma risultano sovrastimati.

In particolare la serie di dati rilevata con target posto a 25 cm di distanza, presenta gli errori più evidenti poiché a distanza minore le misurazioni risentono maggiormente di un errore sulla scala temporale. Le prestazioni offerte da questa metodologia sono peggiori di quelle offerte dalla tecnica fitting poiché risentono in modo considerevole dei problemi legati alla calibrazione della scala dei tempi che si ripercuote sulla precisione con cui è possibile stimare la velocità. Questo spiega come con metodologie differenti

applicate allo stesso profilo GPR si giunga a valori di densità così differenti.

Condizioni di neve bagnata

Per quanto riguarda la stima della densità della neve in condizioni di presenza di acqua allo stato liquido la stima vengono selezionati gli strati di neve bagnata, ovvero quegli strati dove è stata misurata una temperatura superiore a $-0,8^{\circ}\text{C}$, i quali rappresentano circa il 40% del totale.

A differenza di quanto accade nell'ipotesi di neve asciutta, viene in questo caso presa in considerazione anche l'effetto di attenuazione causato dalla presenza di acqua allo stato liquido.

Il coefficiente di attenuazione viene ricavato dalla valutazione delle ampiezze dei segnali registrati per il singolo strato con il target posizionato a distanza diversa, sfruttando il rapporto delle ampiezze dei due segnali.

Sebbene la procedura per il calcolo dell'ampiezza sia semplice dal punto di vista teorico, una volta applicata ai dati sperimentali ha evidenziato tutta la sua

debolezza: i profili GPR acquisiti risultano tutti affetti da disturbi di vario tipo, impedendo talvolta la individuazione corretta dell'iperbole di riflessione.

I disturbi descritti incidono a tal punto sulle ampiezze dei segnali che buona parte dei valori del coefficiente di attenuazione (α) calcolati risulta negativa. Ciò significherebbe che il segnale che percorre una distanza più lunga ritorna all'antenna con una energia maggiore di quello che ha percorso metà della distanza. E' evidente che ciò non può accadere. Per questo motivo è stato quindi deciso di utilizzare una metodologia alternativa per la stima dei coefficienti di attenuazione α . Tale metodologia prevede di fissare un coefficiente di attenuazione come riferimento, in questo caso quello ricavato dal segnale meno affetto da disturbi, e calcolare tutti gli altri coefficienti rapportandoli a quello di riferimento, così che ne risultino tutti proporzionali.

In figura 17 sono riportati i risultati ottenuti con questa procedura. Sono rappresentate le quattro serie di velocità e i valori di riferimento.

Osservando il grafico si nota come tutte le serie rispecchino l'andamento crescente dei dati di riferimento e che ciascuna risulti traslata, in particolare le serie fitting sono sottostimate mentre quelle picking appaiono sovrastimate, soprattutto quella ottenuta con distanza 25 cm.

Da sottolineare la discreta precisione con cui vengono stimati i valori di densità per gli strati più densi, a partire dai 400 kg/m^3 . I risultati ottenuti per i profili di neve bagnata sono in definitiva migliori rispetto alle previsioni in quanto sono affetti sia dai problemi riscontrati per la metodologia per nevi asciutte sia dalle problematiche che affliggono la stima del valore di attenuazione α .

Simulazioni

Dati i problemi riscontrati nei rilievi è stato affrontato il problema della stima della densità della neve con un approccio alternativo. Tale metodologia sfrutta le informazioni contenute nel segnale di accoppiamento diretto, ovvero quello che segue il percorso rettilineo tra l'antenna

trasmittente e quella ricevente. Attraverso un software dedicato vengono prodotti dei segnali simulati e, dalla loro analisi, sono ricavate delle relazioni che legano alcune caratteristiche individuabili nel segnale con le proprietà elettromagnetiche del materiale. In particolare è possibile distinguere l'ampiezza e il tempo di arrivo delle diverse componenti del segnale, da cui sono stata ricavate due differenti relazioni.

Le formulazioni sono state dedotte direttamente dalle caratteristiche di proporzione geometrica dell'onda e dall'equazione che relaziona la velocità del segnale alla permittività caratteristica del materiale in cui si propaga. Sembra pertanto, poter essere adattabile alle eventuali perturbazioni che caratterizzano i segnali reali. Resta ora da verificare sul campo la possibilità di utilizzare tali relazioni su dati reali.

L'analisi del segnale di accoppiamento diretto tra antenna trasmittente e ricevente può portare numerosi vantaggi in termini operativi nei rilievi sulla neve. Con questa geometria di acquisizione infatti, sarà sufficiente registrare un'unica traccia per ciascuno strato da indagare. Non sarà più necessario utilizzare un target per la riflessione con i problemi che ne derivano e non servirà una superficie di scorrimento per ricavare un intero profilo. In sostanza tutto ciò consentirebbe di semplificare la fase operativa con una riduzione dei tempi di acquisizione e permetterebbe di analizzare il segnale di accoppiamento diretto il quale, avendo effettuato un percorso rettilineo e più breve, dovrebbe risultare meno affetto da distorsioni o interferenze rispetto a quello riflesso.

CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha avuto l'obiettivo di verificare la possibilità di utilizzare la metodologia georadar al fine di ricavare profili stratigrafici di densità del manto nevoso. La conoscenza dell'andamento delle densità all'interno del manto ricopre un ruolo fondamentale nello studio del rischio valanghe, le quali trovano spesso un valido piano di scorrimento proprio

dove la differenza di densità tra gli strati è rilevante e i cristalli di neve non riescono ad offrire una coesione sufficiente a trattenere gli strati sovrastanti.

La presenza in letteratura di una quantità numerosa di modelli empirici o semi-empirici che legano la costante dielettrica della neve alla sua densità e al contenuto d'acqua dimostra come il problema sia articolato, soprattutto a causa delle particolari caratteristiche fisiche ed elettromagnetiche della neve.

I rilievi sul campo sono stati eseguiti in varie località della Lombardia tra le prealpi lecchesi e la Valtellina allo scopo di raccogliere un campione significativo di acquisizioni GPR in diverse condizioni di temperatura, esposizione e altitudine. I rilievi sono stati effettuati sulla parete verticale di trincee scavate nella neve e i dati acquisiti sono stati elaborati con due differenti metodologie.

I dati registrati risultano affetti da disturbi che hanno probabilmente origine dall'apparato utilizzato per i rilievi e dalle pareti della trincea; tali perturbazioni alterano le caratteristiche dei segnali e, a volte, ne impediscono un'analisi esente da incertezze.

I risultati ottenuti non sono univoci e presentano forti differenze a seconda della metodologia di analisi scelta. In generale la metodologia si è dimostrata estremamente sensibile alla stima della velocità del segnale e al momento non sembra abbastanza robusta per riuscire a produrre profili stratigrafici attendibili, ma è solo in grado di descrivere il trend crescente dei valori di densità. Le motivazioni di tale imprecisione sono da ricercare nella grande variabilità spaziale del mezzo indagato, nella complessità della procedura utilizzata, negli errori riscontrati nel posizionamento della sonda e nella natura empirica dei modelli utilizzati.

In una futura applicazione si dovrebbe prendere in considerazione l'utilizzo di uno strumento per la verificare la verticalità della sonda ed eventualmente la possibilità di installare una postazione fissa in assenza di copertura nevosa

La metodologia applicata attraverso le si-

mulazioni, invece, ha riguardato l'analisi del segnale di accoppiamento diretto tra l'antenna trasmittente e quella ricevente. Tale studio ha portato alla formulazione di due differenti relazioni che legano alcune caratteristiche del segnale registrato alle proprietà elettromagnetiche della neve. In particolare si tratta della differenza nel tempo di arrivo e della somma delle ampiezze di due differenti componenti dell'onda superficiale.

In questa fase di simulazione i risultati ottenuti sono confortanti e lasciano aperta la possibilità di una validazione su dati reali applicando una metodologia che risulta essere in linea teorica meno soggetta alle svariate forme di disturbo che hanno afflitto le acquisizioni sul campo dei segnali riflessi. Risulta inoltre più semplice dal punto di vista operativo in quanto non prevede l'utilizzo né di un pannello né di un target ma solo di due antenne con posizione reciproca non fissata.

Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento va al Prof. Luigi Zanzi e all'Ing. Arosio del Politecnico di Milano. Grazie ai tecnici del Centro Nivometeorologico - ARPA Lombardia di Bormio per il supporto fornito.

Bibliografia

- M. E. Tiuri, 1984. "The complex dielectric constant of snow at microwave frequencies", IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. OE-9, n° 5.
- M. Hallikainen, 1992. "Review of the microwave dielectric and extinction properties of sea ice and snow", University of technology, Helsinki, Finlandia.
- R. Fortin, 1998. "Ground penetrating radar in delineating snowpack structure", Université Laval, Sainte-Foy, Quebec (Canada).
- J. R. Kendra, 1998. "Radar measurements of snow: experiments and analysis",
- IEEE Transaction on Geoscience and remote sensing, Vol. 36, n° 3.
- A. D. Frolov, 1999. "On dielectric properties of dry and wet snow", Hydrological Processes 13.
- P. Waldner, 2001. "Continuous measurements of liquid water content and density in snow using TDR", Proceedings of the Second International Symposium and Workshop on Time Domain Reflectometry for Innovative Geotechnical Applications.
- T. Murray, 2003. "Water-content of Glacier-Ice: Limitations on Estimates from velocity analysis of surface ground-penetrating radar survey", JEEG, vol.12, Issue 1, pp 87-88.
- J. H. Bradford, 2006. "Measuring complex dielectric permittivity from GPR to estimate liquid water content in snow", SEG Annual meeting, New Orleans.
- A. Lundberg, 2006. "Snow density variations: consequences for ground-penetrating radar", Stockholm University, Svezia.



ISSW 2009

Per la prima volta in Europa, a Davos, si è tenuto l'International Snow Science Workshop. Questo particolare Workshop si alterna fra Canada e Usa con cadenza biennale dal circa trent'anni (www.issw.info.com).

Gli Uffici valanghe AINEVA hanno partecipato con presentazioni orali e numerosi poster, ponendo l'attenzione su diversi aspetti, dal clima alla sismica, dagli incidenti da valanga all'eccezionalità dell'inverno 2008-2009, dalla stabilità del manto nevoso alla modellistica, riscuotendo notevole interesse e curiosità nel mondo scientifico.

Jürg Schweizer, dell' WSL, Istituto per lo studio della neve e delle valanghe SLF, Co-Chair del Workshop, ha così dato uno squadro retrospettivo sull'ISSW 2009:

“Circa 550 scienziati, esperti di gestione dei pericoli naturali e di sport invernali hanno partecipato al primo “International Snow Science Workshop” (ISSW) europeo, confrontandosi con le attuali problematiche e le promettenti soluzioni del settore “neve e valanghe”. Grazie all'alto numero di partecipanti, al programma molto ricco e alla nutrita rappresentanza di coloro che svolgono un'attività pratica e quindi si trovano in prima linea, l'esordio europeo del workshop ISSW è stato un gradito successo.

All'International Snow Science Workshop ISSW, che si è tenuto dal 27 settembre al 2 ottobre 2009 a Davos, hanno partecipato circa 550 esperti, molti di più del

previsto. È la prima volta in assoluto che questo congresso sulla neve e sulle valanghe, uno dei più importanti dal punto di vista pratico, si svolge nel continente europeo. Organizzato dal WSL Istituto per lo studio della neve e delle valanghe SLF e dalla Città della scienza Davos, è stato per una settimana il punto d'incontro per scienziati, ingegneri, esperti della sicurezza, guide alpine, responsabili della formazione e impiegate/impiegati in attività pratiche provenienti da 24 Paesi diversi. Davos è considerata la culla della nivologia moderna: sul Weissfluhjoch sopra Davos sono infatti iniziate nel 1936 le prime ricerche sistematiche sulla neve e sulle valanghe.

Il workshop ISSW non è un congresso scientifico di nivologia di tipo tradizionale: il suo obiettivo è piuttosto quello di riunire allo stesso tavolo sia i rappresentanti della teoria che quelli della pratica. Il motto ufficiale del workshop è infatti “A merging of theory and practice”. Il workshop ISSW di Davos è stato il quindicesimo e il più internazionale di una serie di congressi simili che in America settentrionale si svolgono a cadenza biennale dagli anni '70.

Durante i cinque giorni del congresso sono stati affrontati e discussi numerosi argomenti. Gli esperti hanno presentato gli attuali problemi nivologici e proposto le possibili soluzioni. Mentre le mattinate erano dominate principalmente da relazioni scientifiche, i pomeriggi sono stati dedicati soprattutto alla pratica, con diversi workshop e varie escursioni nella zona di Davos. Circa la metà degli oltre 100 relatori era impiegata in un'attività pratica, formata cioè principalmente da responsabili

della sicurezza, guide alpine o previsori. I workshop pomeridiani erano dedicati ai seguenti argomenti: distacco artificiale di valanghe, previsione del pericolo valanghe, soccorso in valanga, dinamica delle valanghe (simulazione al computer del movimento di una valanga), formazione professionale, stratigrafia quantitativa e neve come risorsa per il turismo invernale. Inoltre è stato organizzato un workshop sul tema “Costruire nel permafrost” (Il suolo perennemente ghiacciato), che è durato una giornata intera e che ha visto una partecipazione molto numerosa.

Degni di nota sono i progressi che sono stati fatti ultimamente in quasi tutti i settori per la quantificazione di importanti processi, p.es. nel campo della metamorfosi della neve o dei trasporti eolici. I moderni processi di immaginografia (tomografia computerizzata), di elaborazione delle immagini e di telerilevamento, che oggi ci consentono di esplorare il manto nevoso in modo molto più dettagliato rispetto ad alcuni anni fa, apriranno senza dubbio nuove strade anche in un prossimo futuro. Grazie alle immagini periodiche ad alta risoluzione è possibile quantificare i processi di deformazione e di rottura all'interno del manto nevoso. Gli laser scanner terrestri rilevano per la prima volta i complessi modelli di accumulo disegnati dal vento. Ciò consente di validare i modelli computerizzati che simulano il processo di trasporto della neve, determinante per la formazione di una valanga. Numerose relazioni si sono inoltre occupate dei processi del manto nevoso legati alla formazione di valanghe di neve bagnata.

In Francia, dove il servizio di previsione del pericolo di valanghe è gestito dall'Ufficio meteorologico statale, lo sviluppo di modelli computerizzati che aiutano il previsore durante la stesura del bollettino valanghe ha fatto passi da gigante. Simili modelli non permettono solo di analizzare la struttura momentanea del manto nevoso a diverse altitudini ed esposizioni, ma anche di prevedere la sua evoluzione nei successivi uno o due giorni. Ma i dati forniti dai modelli non bastano: altrettanto importanti sono i dati aggiornati provenienti dal campo. Non si tratta principalmente di quelli trasmessi dalle stazioni di rilevamento automatiche, che oggi sono disponibili in grande numero, ma piuttosto delle osservazioni fatte sul manto nevoso e sull'attività valanghiva. Grazie ai telefoni cellulari speciali dell'ultima generazione

con GPS incorporato, le guide alpine possono p.es. trasmettere per la prima volta queste osservazioni direttamente ai Servizi di previsione del pericolo di valanghe. Un esperimento pilota di questo tipo si è concluso con successo lo scorso inverno presso l'Istituto SLF. Un netto miglioramento del servizio di avviso del pericolo di valanghe dovrebbe essere raggiunto soprattutto grazie al perfezionamento dei sistemi di comunicazione dell'informazione. Come hanno dimostrato alcuni esempi dei stati uniti, è possibile conquistare nuovi gruppi di utenti soprattutto con l'impiego di elementi visivi, cioè pittogrammi, immagini e addirittura brevi video, sensibilizzandoli sul pericolo di valanghe in corso. Alcuni tentativi simili si stanno svolgendo anche in alcuni Paesi europei.

La facoltà di concentrarsi sul rischio valanghe momentaneamente in corso (p.es. neve fresca o neve ventata) è un tema importante anche nel settore della formazione professionale, non per ultimo perché ci si è resi conto che gli esperti, quando prendono una decisione in una zona a rischio valanghe, si appoggiano soprattutto sul riconoscimento di modelli e sul comportamento ad essi associato. I relatori non sono riusciti a mettersi d'accordo su come debba essere strutturata la formazione professionale per sradicare l'influsso che esercitano durante il processo decisionale i cosiddetti “fattori umani” come p.es. sensazioni, intenzioni e atteggiamenti. Tutti sono stati tuttavia concordi nell'affermare che la valutazione dei fattori umani dipende sostanzialmente dall'analisi dei rischi e dal “modello di errore” applicato ad essa. In questo modello di errore, il comportamento che avrebbe causato il distacco della valanga viene solo ipotizzato, perché il reale comportamento sbagliato che ha provocato l'incidente può essere determinato solo raramente con una certa precisione. Non sempre si tratta di un'imprudenza manifesta, perché anche con un pericolo di valanghe “marcato” la probabilità di distacco oscilla tra 1:100 e 1:1000, riducendosi ancora di più in caso di comportamento conforme.

Nell'area alpina densamente popolata, la pianificazione delle aree a rischio e il corretto dimensionamento degli edifici e delle infrastrutture in tali aree assumono un'importanza particolare. Questo argomento è stato quindi trattato in modo molto più particolareggiato rispetto ai workshop ISSW che si tengono in America settentrio-

nale. In particolare, sono stati presentati vari modelli computerizzati che simulano il movimento di una valanga e i suoi effetti. Questi modelli di valanga dinamica sono oggi molto più dettagliati e affidabili rispetto a 10 anni fa, grazie soprattutto alle misurazioni effettuate in Norvegia, Francia e in Svizzera (Vallée de la Sionne, Vallese) principalmente su valanghe distaccate artificialmente. Tra le novità presentate c'era anche il prototipo di un sensore che viene trascinato dalla valanga e trasmette via radio informazioni sulla sua posizione relativa, permettendo così di seguire il movimento della massa di neve dal suo interno. È stato inoltre un piacere notare che le relazioni sono state tenute non solo dagli scienziati più famosi e affermati, ma anche da numerosi ricercatori giovani, in grado di trasmettere nuovi impulsi al settore della nivologia. Per molti di coloro che svolgevano un'attività pratica, cioè per la maggioranza dei partecipanti, si trattava della prima partecipazione a una conferenza simile. Tutti hanno espresso un parere molto positivo sullo svolgimento dei lavori. Uno dei presupposti più importanti per la loro partecipazione era la disponibilità di un servizio di interpretariato simultaneo per le relazioni (tedesco, francese, italiano, inglese). Questo servizio ha permesso soprattutto agli esperti provenienti dai grandi Paesi alpini di presentare e discutere le loro relazioni nella loro lingua madre.

La guida alpina Werner Munter, che negli ultimi decenni ha fornito contributi essenziali alla nivologia moderna, è stato premiato durante il congresso per la sua im-

portante opera.

Nella seduta del comitato permanente di gestione del workshop ISSW ha inoltre ottenuto un ampio consenso la proposta di organizzare regolarmente un workshop ISSW in Europa. La prima esperienza di Davos, che si è rivelata un successo per tutti, dovrebbe quindi aprire nuovi orizzonti per l'ulteriore sviluppo dell'ISSW. "

Nel 2010 l'ISSW si svolgerà a Squaw Valley dal 17 al 22 ottobre. (<http://www.issw2010.com/>).

Mauro Valt

Coordinatore dei Previsori Valanghe AINEVA

Nuovo manuale sugli apparecchi per la ricerca dei travolti in valanga

Le attività turistico-ricreative e sportive esercitate in ambiente montano invernale fuori delle aree protette e controllate, quali l'alpinismo, lo sci alpinismo, lo sci fuori pista, l'escursionismo con racchette da neve e altre ancora, comportano una potenziale alea di rischio, per coloro che le praticano, di essere travolti da valanghe con conseguenze anche pesanti a prescindere dalle dimensioni dei fenomeni. E' quindi importante adottare corrette regole di comportamento e utilizzare sempre l'equipaggiamento di sicurezza individuale e di autosoccorso di cui l'apparecchio di ricerca in valanga costituisce elemento fondamentale. L'evoluzione di questo dispositivo, a disposizione fin dalla fine degli anni sessanta, è stata continua, in

linea con le risorse tecnologiche disponibili e parimenti si sono evolute le tecniche di utilizzo nelle procedure di soccorso, al fine di migliorare l'efficacia dello strumento e ridurre i tempi di ritrovamento dei travolti. Stante l'importanza di tale strumento e la sua progressiva diffusione su vasta scala, da tempo era viva l'esigenza di un testo che rivedesse, in maniera esaustiva ed aggiornata, i concetti teorici sul funzionamento del dispositivo e definisse quali sono le varie strategie di ricerca e le modalità per un corretto ed efficace utilizzo dell'apparecchio di ricerca che, assieme alla sonda e alla pala, costituisce strumento essenziale dell'autosoccorso in valanga.

Pertanto AINEVA, in quanto Associazione fra le Regioni e Province dell'Arco alpino italiano con finalità di coordinamento relativamente alle attività di prevenzione, di promozione di iniziative e di studi inerenti i temi della neve e delle valanghe con l'obiettivo, in particolare, della salvaguardia della pubblica e privata incolumità, non può che salutare con favore la pubblicazione di questo volume. L'auspicio è che questo documento possa contribuire ad accrescere la cultura e la sicurezza personale sia del professionista sia del semplice amante della montagna. Intento quest'ultimo comune ad AINEVA e allo SVI-CAI, come confermato dalla reciproca collaborazione consolidata ormai da diversi anni nell'attività di formazione, mediante specifici corsi, sulle tematiche relative alla neve e alle valanghe a favore dei fruitori e operatori della montagna invernale.

Oscar De Bona

Presidente di AINEVA

CORSO AINEVA

Modulo 2 pc - "Gestione delle problematiche valanghive di protezione civile" per componenti Commissioni Locali Valanghe del Piemonte

Nell'ambito delle iniziative di supporto alle Commissioni Locali Valanghe, previste dal Regolamento Regionale 7 giugno 2004, n.7/R, il Settore Idraulica Forestale e Tutela del Territorio dell'Assessorato Sviluppo della Montagna e Foreste della Regione Piemonte ha organizzato nell'autunno 2009, in collaborazione con AINEVA e con l'Area Previsionale e Monitoraggio Ambientale di ARPA Piemonte, un corso Modulo 2pc "Gestione delle problemati-

che valanghive di Protezione civile", rivolto ai membri delle Commissioni Locali Valanghe costituite dalle Comunità Montane.

Il corso è stato mirato a fornire le conoscenze tecniche, operative e amministrative utili a garantire la corretta gestione delle procedure e dei piani di difesa dal pericolo di valanghe, in contesti territoriali di esposizione al rischio di infrastrutture di interesse pubblico e di centri abitati.

Il corso si è tenuto presso la sede FORMONT di Oulx (To) dal 23 al 27 novembre 2009 ed ha coinvolto 27 tecnici; la formazione pratica sul terreno si è svolta attraverso la visita ad alcuni siti dell'Alta Valle di Susa, dove vengono attuate dalla Commissione Locale Valanghe procedure previste da Piani di Emergenza Valanghe su centri abitati e dove sono attivi sistemi di gestione del rischio sulla viabilità.

Il Direttore del corso

Vito Debrando

AINEVA a ALPI 365 Montagna Expo 2009

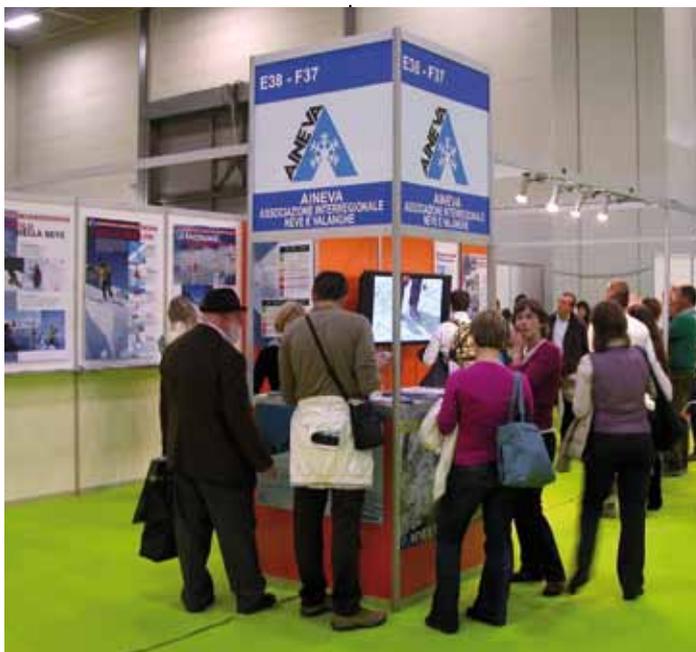
Dal 22 al 25 Ottobre 2009 si è svolto a Torino il Salone Alpi 365 Montagna Expo, al quale AINEVA era presente con un proprio stand. L'area espositiva è stata attrezzata con numerosi pannelli illustranti le attività dell'Associazione e due schermi che hanno presentato, a ciclo continuo, video inerenti le problematiche valanghive.

Il materiale espositivo e le pubblicazioni di AINEVA, in distribuzione presso lo stand, hanno riscosso un buon successo, in particolare le monografie: "La neve", "Le valanghe" e "I bollettini valanghe AINEVA - Guida all'interpretazione". Sono stati distribuiti i nuovi pieghevoli "Divertirsi in sicurezza" dedicati allo sci alpinismo, alle escursioni con racchette da neve ed al freeride.

AINEVA ha inoltre partecipato alla tavola rotonda sulla prevenzione dei rischi naturali - monitoraggio del manto nevoso e prevenzione delle valanghe, promossa dalla Regione Piemonte - Settore Idraulica Forestale e Tutela del Territorio, ove si è discusso, assieme ai funzionari della Regione Piemonte, di ARPA Piemonte e della Regione Autonoma Valle d'Aosta, della passata stagione invernale e delle problematiche emerse nel campo della prevenzione delle valanghe e della gestione delle emergenze in protezione civile.

Il Responsabile tecnico

Igor Chiambretti



ABSTRACT

CISA IKAR 2009

Stefano Pivot

The annual congress of CISA-IKAR, the International commission for avalanche rescue, took place in the Swiss city of Zermatt, right in front of the imposing Matterhorn.

The congress was attended by little less than 300 alpine rescue experts, with over 50 organizations from 30 different nations.

AVALANCHE ACCIDENTS IN THE ITALIAN ALPS 1985-2009

Valt M.

Avalanche accidents show a very high mortality rate that ranges from 60 % (Valt et al. 2003) to 70% (Ancy, 2007), i.e. much higher than that of traffic accidents (3% of casualties every 100 accidents). The study of avalanche accidents thus offers a basis to understand the dynamics of the event and search for necessary prevention strategies in a field that ranges from anthropised zones subject to preventive control to recreational and sports activi-

ties in leisure time.

In Italy, the most exhaustive database is managed by AINEVA (the snow and avalanche interregional association), whose activities also include gathering of data and information on avalanche accidents, in order to determine, from the analysis of events, behavioral lines and useful actions aimed at reducing risk (Cagnati e Valt, 1989).

This work follows the one carried out in 2003 by Valt et al. which analysed twenty years of data (1984- 2003) and, from one hand it is an update of the previous one, and from the other provides new viewpoints of the problem.

Therefore the work illustrates the results of the analyses carried out on more than 950 avalanche accidents included in the information archives of AINEVA and compared with the results from similar works carried out abroad. The period considered goes from the winter season 1984-85 to 2008-09 (25 years). For the analyses of the morphological features of avalanches,

the sample of data available is more limited (roughly 500 accidents), but is well-distributed within the period considered. For the analysis of the number of casualties the sample available is more comprehensive, going from 1967 to 2009 (41 years).

THE AVALANCHES OF 16 DECEMBER 2008 AT CERESOLE REALE (TURIN)

Maggioni M., Caimi A. Godone D., Frepapaz M., Berteza A., Cordola M, Prola M.C., Bertoglio, V. and Frigo B.

December 2008 was characterized by intense precipitations, in particular in the middle of the month (14th – 17th) throughout all the Italian Western Alps. Numerous avalanches occurred causing damages to villages and affecting road conditions. In this work we describe the meteorological situation and the intense avalanche activity that affected the area around Ceresole Reale, a small village at 1,570 m asl in the upper Orco Valley in Piedmont Region. On 17th December the

snow height at the village was 250 cm, the maximum value registered in December, referring to an eighty year long snow data set. In the period between the 15th and the 16th of December many avalanches occurred. Some of them have been classified as extreme avalanches and flowed in areas where no avalanches were reported in the past, overcrossing the limits of the official avalanche map. In particular, 4 simultaneous avalanches occurred just above the village and destroyed 6 houses and 12 ha of forest. The analysis of deposit and damages has shown that the avalanches featured both a dense and a powder part. We estimated that a volume of snow of about 100,000 m³ released from 2,450 m asl and flowed into the Ceresole lake at 1,580 m asl. A first rough estimation of the avalanche intensity has been done comparing the damages with the values published in literature. A more detailed analysis should include avalanche dynamics simulations and back-analysis from the observed damages.



10 YEARS OF EXPERIENCE OF SIVA OF ARPA PIEMONTE: DEVELOPMENTS OF THE WEBGIS SERVICE AND TERRITORIAL EXPANSION

Prola M.C., Alibrando M., Lorusso B., Cassulo R., B. Lorusso, R. Cassulo,

Arpa Piemonte has been investing for many years into the development of processes and products to allow users make the most of the number of information included in its database and the studies carried out in its framework, sometimes developed in synergy with the university, Politecnico or in the context of interregional projects.

It is fundamental for the technical bodies of public authorities committed to the planning and management of alpine territories to be able to use an efficient tool that offers access to all documents on issues linked to avalanche effects. SIVA, Sistema Informativo Valanghe (the avalanche information system), developed since the late 1990s, has always suited the needs

of competent authorities and, through a long and complex updating process, it has evolved from a simple tool for consulting information to an instrument that is used to get freely online thematic maps, photos, scanning of historical documents, avalanche register models and meta-documents. Other than undergoing substantial functional improvements, SIVA has also been enriched with avalanche maps covering further territories. In the last winter season, when managing mid-December critical avalanches, SIVA also turned out to be a valid instrument to determine zones subject to highest risks.

THE LIMIT OF SNOWFALLS: A PROBLEM FOR DETAILED FORECASTING OF SNOWFALLS ON A DEMANDING MOUNTAIN TERRITORY

Marigo G. and Thierry Robert-Luciani

Forecasting of snowfall limit during a precipitation event is a problem for forecasters, mainly in case a detailed forecast

is needed to cover a demanding difficult mountain or piedmont territory.

The limit of snowfalls represents the altitude value beyond which precipitations are mainly (90%) solid (Kappenberger/Kerkmann, 1997), and not the altitude beyond which snow accumulation on ground occurs. The limit of snowfalls is usually below the height of deposit on ground.

GPR: SNOW DENSITY STUDY Snow profiles obtained with the geo-radar methodology

Stefania Burba

The purpose of this study is to test the GPR method to obtain information about snowpack density. The Ground Penetrating Radar (GPR), emits an electromagnetic signal that penetrates the investigated material in different ways related to the medium. The reflected portions of signals collected on the field are analyzed to derive some electromagnetic snow characteristics. It is possible to correlate these characteristics to the material density using

empirical models, and snow profiles of the snowpack can be obtained.

The goal is to test and validate the georadar methodology in the horizontal direction, analyzing each layer identified in the snowpack. We want to verify that the values derived from the application of mathematical models to experimental data are comparable to those obtained by the current manual methodology.

The results obtained are not unique depending on the analysis method chosen. In general, the methodology is extremely sensitive to the signal speed estimate and now it does not seem strong enough to produce reliable snow profiles, being only able to describe the increasing density trend of values. The reasons for that are to be found in the large spatial variability of the investigated medium, the complexity of the procedure used, the errors encountered in the probe positioning and the empirical nature of the models used.

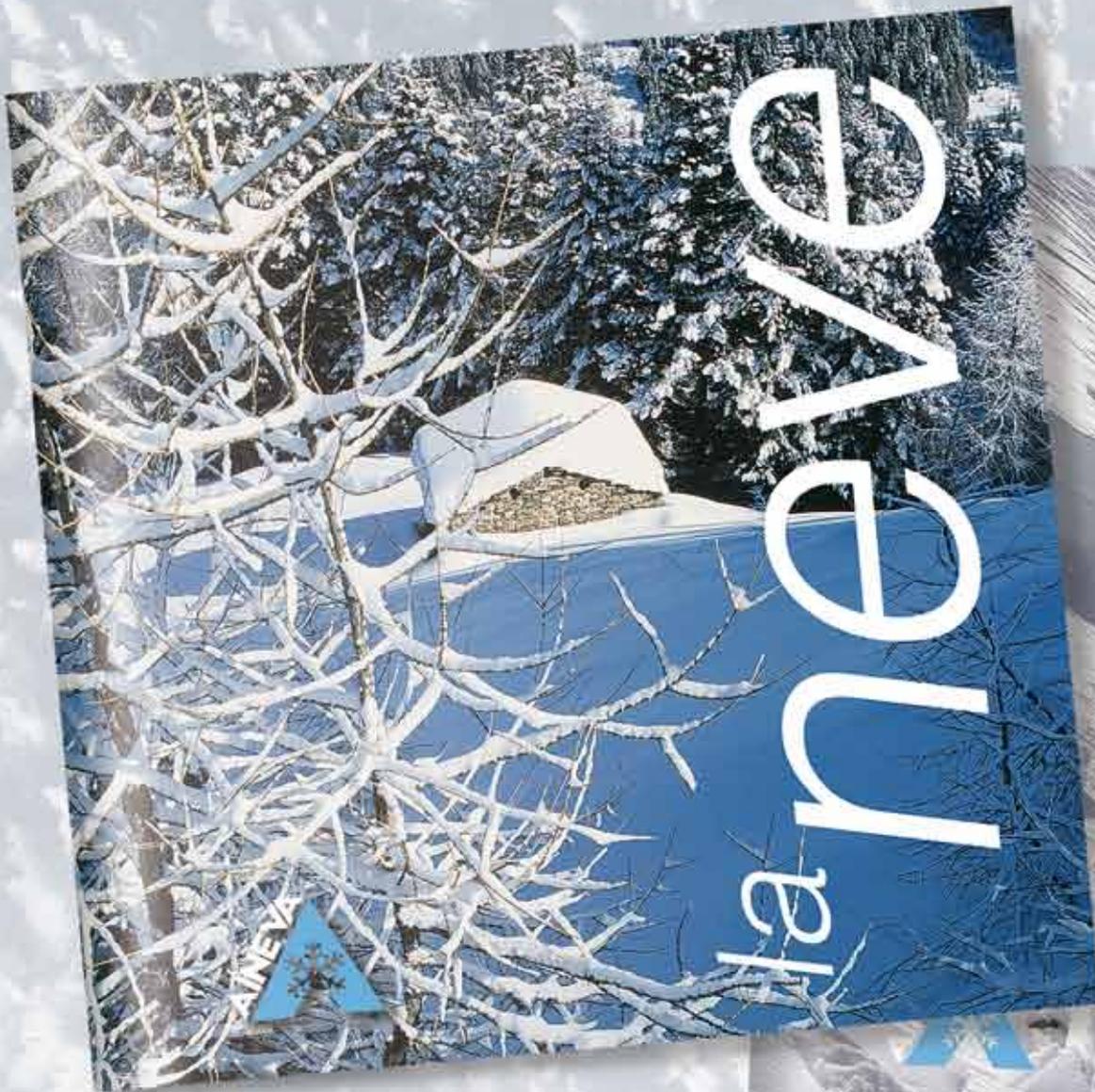


Soluzioni per la sicurezza in montagna



Obiettivo Neve

Via Pordoi, 8 20019 - Settimo Milanese (MI)
Tel. +39 02 33502446 - Fax +39 02 93650409
e-mail: info@obiettivoneve.it - www.obiettivoneve.it



LA NEVE

Che cos'è la neve?

Un libretto a fumetti che descrive la neve dal suo formarsi nell'atmosfera al suo complesso evolversi al suolo. Adatto anche ai bambini, è la rielaborazione di un'analoga opera francese, apprezzata per la semplicità di presentazione unita alla ricchezza di contenuti scientifici.

- *A ciascuno la propria neve*
- *Neve*
- *La neve al suolo*
- *Alcune proprietà sorprendenti della neve*
- *Il controllo del manto nevoso e la previsione delle valanghe*
- *La neve all'Equatore*
- *I paesi della neve*
- *I capricci della neve*
- *La neve artificiale*

LE VALANGHE

Che cos'è una valanga?

Sfogliando i diversi dizionari ed enciclopedie che abbiamo in casa possiamo trovare le più svariate definizioni di valanga e slavina con descrizioni più o meno complete ed ampie. Nel dizionario dei più piccoli, unico tra i tanti, si ipotizza che una valanga possa essere provocata anche da una persona o, in questo caso, da un personaggio dei fumetti ... chi non ricorda le valanghe a forma di palla di neve su Topolino? Gli Uffici valanghe italiani hanno concordato di utilizzare un termine unico: quando si parla di una massa di neve in movimento lungo un pendio, piccola o grande che sia, si parla di valanga.

- *Che cos'è una valanga*
- *La neve*
- *La stabilità del manto nevoso*
- *La classificazione delle valanghe*
- *La tipologia delle valanghe*
- *Le valanghe nel tempo*
- *Gli incidenti da valanga*
- *Quando "cadono" le valanghe?*
- *La prevenzione*
- *La cartografia*
- *Le opere di protezione*
- *Il distacco artificiale*
- *Le commissioni locali valanghe*
- *Le zone non controllate*
- *La curva della sopravvivenza*
- *L'autosoccorso ed il soccorso organizzato*
- *Il bollettino nivometeorologico*
- *Le prove empiriche di stabilità*

le PUBBLICAZIONI AINEVA



I BOLLETTINI VALANGHE AINEVA

Guida all'interpretazione

Utile agli scialpinisti e a quanti vivono e operano nell'ambito della montagna innevata, contiene una spiegazione della scala di pericolo e informazioni sulla base informativa e sulle metodologie adottate per la formulazione della previsione. Offre un approfondimento sull'utilità e sui limiti territoriali e temporali dei bollettini ed è corredata da un glossario dei termini nivometeorologici.

- Cos'è il bollettino nivometeorologico o bollettino valanghe
- La scala europea del pericolo valanghe
- L'utenza
- Differenze fra i bollettini
- Base informativa
- Metodo per la valutazione del pericolo di valanghe
- Utilità e limiti dei bollettini
- Validità nel tempo
- Validità sul territorio
- Il bollettino AINEVA per le Alpi

Ogni opuscolo è distribuito gratuitamente dall'AINEVA e può essere richiesto inviando 2,00 euro in francobolli per le spese postali al seguente indirizzo:



AINEVA

Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO

Per richieste cumulative di più pubblicazioni valgono le seguenti tariffe postali:

- La Neve + Le Valanghe € 2,20
- La Neve + La Guida € 2,00
- Le Valanghe + La Guida € 2,00
- La Neve + Le Valanghe + La Guida € 2,20

UOMINI & TECNOLOGIE PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE



Raccogliere dati dal territorio in modo costante e preciso. Trasmetterli in tempo reale. Elaborarli con potenti software. Archivarli con efficacia e sicurezza. È questo che fa un sistema di monitoraggio efficiente, necessario per la sicurezza di tutti. **È questo che fanno i sistemi CAE, anche nelle condizioni più critiche.**

 **CAE**
monitoring your world.

SISTEMI E SOLUZIONI PER IL MONITORAGGIO IDROMETEOROLOGICO

Via Colunga, 20 - 40068 - San Lazzaro di Savena (BO) - Italy - www.cae.it sales@cae.it - tel. +39 051 4992 711 fax +39 051 4992 709