

N. 30 - Marzo 1997

PROTEZIONI TEMPORANEE
CONTRO LE VALANGHE

CISA IKAR 1996

ESPLOSIVI E DISTACCO ARTIFICIALE

L'ALLERTAMENTO METEO IN PIEMONTE

DOLOMITI: UN SOFTWARE PER I GHIACCIAI



neve e valanghe
Rivista
dell'associazione interregionale
di coordinamento e documentazione
per i problemi inerenti
alla neve e alle valanghe
AINEVA

**Indirizzi e numeri telefonici
dei Servizi Valanghe A.I.NE.VA.
dell'Arco Alpino Italiano**

REGIONE LIGURIA
Ufficio Valanghe
C/o Ispettorato Dipartimentale delle Foreste
Viale Matteotti 56 - 18100 Imperia
Tel. 0183/20609 - Fax 0183/23548
(Bollettino Nivometeorologico
tel. 010/532049)

REGIONE PIEMONTE
Settore Prevenzione rischio geologico
Rete Nivometrica
Via XX Settembre 88 - 10122 Torino
Tel. 011/3040042
Fax 011/3181709
(Bollettino Nivometeorologico tel.
011/3185555 - 0324/481201
0163/27027 - 0171/66323)

REGIONE AUTONOMA
VALLE D'AOSTA
Assessorato Agricoltura e Foreste
Ufficio Valanghe
Loc. Amerique 127/A 11020 Quart - AO
Tel. 0165/776301 Fax 0165/776302
(Bollettino Nivometeorologico
0165/776300)

REGIONE LOMBARDIA
Centro Nivometeorologico
Via Milano 18 - 23032 Bormio (So)
Tel. 0342/905030 - Fax 0342/905133
(Bollettino Nivometeorologico - 5 linee -
NUMERO VERDE 1678/37077)

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Ufficio Neve e Valanghe
Via Vannetti 39 - 38100 Trento
Tel. 0461/497413 - Fax 0461/987062
(Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 1678/50077
Self-fax 0461/237089
Internet: meteo@lii.uni.it)

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
Ufficio Idrografico
e Servizio Prevenzione Valanghe
Via Mendola 24 - 39100 Bolzano
Tel. 0471/994100 - Fax 0471/994110
(Bollettino Nivometeorologico
0471/270555 in italiano;
0471/271177 in tedesco)

REGIONE VENETO
Centro Sperimentale Valanghe
Via Passo Campolongo 122
32020 Arabba (Bl)
Tel. 0436/79227 - Fax 0436/79218
E-mail: csvdi@sunrise.it
(Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 1678/60345
Self fax 0436/79221 It. Ted. Ingl.
Internet: http://sunrise.it/csvdi)

REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA
Ufficio Valanghe
C/o Direzione Regionale delle Foreste
Piazza Belloni 14 - 33100 Udine
Tel. 0432/555750 - Fax 0432/505426
(Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 1678/60377
0432/501029)

Sede A.I.NE.VA.
Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO
Tel. 0461/230305 - Fax 0461/232225

 Periodico associato all'USPI
Unione Stampa Periodica Italiana

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 Scialpinismo 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 massmedia 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.

Numero unificato
riportante tutti i Bollettini
Nivometeorologici degli Uffici
Valanghe AINEVA
Tel. 0461/230030
Durante il periodo invernale i
Bollettini sono inoltre regolar-
mente diffusi su Televideo RAI
alle Pag. 490-491

neve e valanghe

Rivista dell'AINEVA - ISSN 1120 - 0642
Aut. Trib. di Rovereto (TN) N° 195/94 NC
del 28/09/1994
Sped. in abb. postale Gr. IV - 50%
Abbonamento annuo 1997: L.25.000
da versare sul c/c postale n. 14595383
intestato a: AINEVA
vicolo dell'Adige 18 38100 Trento

Direttore Responsabile
Giovanni PERETTI

Coordinatore redazionale:
Alfredo PRAOLINI

Comitato di redazione:
**Mario DI GALLO, Michela MUNARI, Gianluca
TOGNONI, Elena TURRONI, Mauro VALT**

Comitato scientifico editoriale:
**Cristoforo CUGNOD, Giorgio TECILLA,
Vincenzo COCCOLO, Alberto LUCHETTA,
Paolo STEFANELLI, Giovanni PERETTI,
Roberto PAVAN, Michela MUNARI**

Segreteria di Redazione:
**Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO
Tel. 0461/230305
Fax 0461/232225**

Videopaginazione e grafica:
**MOTTARELLA STUDIO GRAFICO
Cosio Valtellino (SO)**

Selezioni e impianti:
STUDIO AL di Locatelli - Lecco

Stampa:
**MANFRINI Arti Grafiche
Calliano (TN)**

Referenze fotografiche:

Foto di copertina: Lodovico Mottarella
Stefano Urbani: 8 (sinistra)
Mario Di Gallo: 8, 26-27, 28 (basso)
Giovanni Peretti: 15 (alto)
Alessio Fabbriatore: 21, 25
Hermann Brugger: 24 (alto)
Lodovico Mottarella: 1, 3, 4, 6, 16, 19, 20, 23,
36-37
Tonna: 40 (destra)
Nicoletta Negro: 40 (sinistra)
Alfredo Praolini: 7, 15, 38, 55
Andrea Zannoni: 28 (alto), 29, 31, 35
Andrea Taurisano: 48-49, 50, 52, 53
Cristoph Oberschmied: 14
Mauro Mazzola: 57

Hanno collaborato a questo numero:

Hansueli Gubler, Vincenzo Malzone, Elena Turroni,
François Valla, Giorgio Paraldini, Alfredo Praolini,
Elena Barbera, Andrea Zannoni, Giuliana
Germani, Paolo Bonelli, Nadia Brait, Alessio
Fabbriatore, Fabio Gheser, Mauro Mazzola,
Andrea Taurisano, Michele Marini, Lorenzo
Nettuno, Luciano Lizzero, Walter Ammann.

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

SOMMARIO

MARZO 1997 NUMERO 30

**PROTEZIONI
TEMPORANEE CONTRO
LE VALANGHE**
Nuovi metodi per la
riduzione del rischio

Hansueli Gubler

**L'ALLERTAMENTO
METEOROLOGICO
NELL'ITALIA NORD-
OCCIDENTALE**
Nuovo sistema
in previsione di
precipitazioni intense

Paolo Bonelli, Elena Turroni

**CISA-IKAR 1996
I lavori della
Commissione Valanghe**

François Valla

**UN SOFTWARE PER I
GHIACCIAI DOLOMITICI**

Andrea Taurisano, Michele Marini

**ESPLOSIVI E DISTACCO
DI MASSE NEVOSE**
Modello matematico
per la stima dei carichi

Andrea Zannoni

AINEVA NOTIZIE





Buon innevamento a inizio stagione su tutto l'arco alpino, andamento delle temperature altalenante fra periodi con minime stagionali e periodi con temperature molto elevate, giornate soleggiate per intere settimane, così potrebbe essere riassunta sinteticamente la stagione invernale uscente.

Un altro dato molto importante da rilevare è l'assidua frequentazione della montagna anche da parte di sciescursionisti e scialpinisti che hanno percorso tutti gli itinerari "possibili ed immaginabili" nella ricerca di sensazioni e nuovi ambienti che normalmente sono preclusi per problemi di sicurezza legati al delicato equilibrio del manto nevoso.

Non vorremmo però che la mancanza di incidenti da valanga eclatanti facesse diminuire il livello di attenzione di chi ancora frequenta le quote innevate e di quanti, anche durante la stagione estiva, si cimenteranno su cengie o pendii ove permangono placche nevose.

L'opera informativa e di prevenzione degli Uffici Valanghe dell'AINEVA continuerà anche durante il periodo estivo attraverso l'emissione di bollettini "meteorologici" validi per le zone montane, al fine di fornire agli utenti dettagliate previsioni sull'evoluzione del tempo. Il messaggio sarà regolarmente registrato sulla Segreteria Telefonica allo 0461/230030, numero unico riportante il bollettino valido per tutte le alpi italiane.

In questi mesi verranno inoltre definiti gli interventi da effettuare in previsione della prossima stagione invernale: didattici e formativi, divulgativi e di prevenzione, tecnici e scientifici per gli addetti ai lavori e così via...

Le attività non mancano e la volontà di approfondire le varie tematiche legate al mondo della neve e della montagna per un servizio pubblico sempre più attento e puntuale alle esigenze degli utenti sono la prerogativa che anima responsabili e tecnici della nostra Associazione.

Il Coordinatore Redazionale
Alfredo Praolini





La dislocazione di una stazione automatica per il rilevamento dei dati nivometeorologici deve essere ben valutata in quanto deve permettere di acquisire informazioni attendibili per una zona la più ampia possibile.

INTRODUZIONE

Le misure temporanee per garantire la sicurezza contro le valanghe comprendono: l'avviso di pericolo di valanghe, la chiusura e l'evacuazione di zone a rischio in caso di rischio elevato, il distacco artificiale di una valanga e i provvedimenti per il soccorso. Per poter limitare il rischio di incidenti, tutte le zone a rischio, inclusi i limiti estremi di arresto delle valanghe, devono poter essere interdette al pubblico ed evacuate in ogni momento. Edifici ed impianti all'interno delle zone di pericolo devono essere rafforzati per poter opporre maggior resistenza all'urto delle valanghe.

Diversi programmi di protezione oggi possono essere confrontati ad analisi di rischio e di sicurezza. Tali analisi, che naturalmente devono tenere conto anche dei costi dei diversi programmi di protezione, oggi formano le basi di scelta per la determinazione delle misure di sicurezza.

Il rischio inerente un incidente causato da valanghe è determinato da tre fattori:

- * la probabilità che si verifichi l'evento oppure il pericolo di caduta di valanghe in un determinato luogo che deve essere protetto, come, per esempio, una pista da sci od una strada;
 - * la probabilità della presenza in questo luogo di persone o cose da proteggere;
 - * la dimensione della catastrofe che quantifica i possibili danni derivati dall'azione della valanga.
- Tutti e tre i fattori possono essere influenzati da misure di protezione temporanee. Ogni misura di protezione adottata deve garantire che un rischio residuo risulti uniformemente basso. Qualora particolari provvedimenti come lo sbarramento dell'area protetta o il distacco artificiale di valanghe vengano utilizzati solo limitatamente nel tempo, la protezione da valanghe per persone o cose che si trovino in situazione di pericolo deve essere permanentemente garantita. Da ciò emergono le esigenze di provvedimenti che i diversi responsabili devono adottare: esecuzione continua dei rilevamenti e delle

osservazioni, che sono determinanti per stabilire l'evoluzione del pericolo di valanghe, determinazione delle caratteristiche attuali del manto nevoso nella zona di distacco, che non sono misurabili direttamente, ma sono fondamentali per la formazione di valanghe: come, per esempio, gli strati fragili; la valutazione del pericolo di valanghe mediante strumenti; disposizioni, esecuzioni e controlli per quanto concerne zone sbarrate, evacuazioni e aperture di passaggi; impiego dei mezzi idonei per il distacco artificiale di valanghe, controllo dell'efficacia delle esplosioni eseguite sulla neve; organizzazione e mantenimento nel tempo di un servizio di soccorso di rapido impiego.

Delle misure temporanee di protezione fanno parte naturalmente anche i sistemi di allarme, i quali, accertato un evento che minaccia una zona da proteggere (la caduta di una valanga o una colata di fango), provvedono a chiudere automaticamente il relativo tratto di strada interessato. Un presupposto per l'adozione di un sistema di questo tipo è un tempo di preallarme sufficientemente lungo da permettere una evacuazione ed un tempestivo blocco del tratto di strada. Ciò significa che i veicoli devono essere tempestivamente fermati al di fuori della zona di pericolo o che l'intera zona può essere attraversata prima che la valanga raggiunga la strada. L'evento perciò deve essere diagnosticato il più presto possibile, cioè immediatamente dopo la sua formazione. Oggi per rilevare



valanghe e colate di fango: gli esperti hanno a disposizione speciali sensori.

In seguito ci occuperemo delle attuali possibilità tecniche che permettono di realizzare le misure temporanee. Per l'ottimizzazione di tali impianti sono necessarie tuttavia ottime conoscenze dei processi che influiscono sulla formazione del manto nevoso, sulla formazione di valanghe e sulla caduta di valanghe. Per la formazione di valanghe di neve a lastroni, lo spessore, la deformabilità e la coesione dello strato fragile e della sua copertura, devono soddisfare determinate condizioni. Anche la variazione dei parametri sulla superficie ha un influsso determinante per la formazione di valanghe. Oltre a queste premesse segnalate per la formazione di lastroni di neve, deve verificarsi un ulteriore processo per causare il distacco effettivo di lastroni di neve: all'interno dello strato fragile si devono formare superfici iniziali di frattura che abbiano un minimo allungamento critico. Dapprima questa formazione di superfici iniziali di frattura molto deboli rende possibile un rapido allungamento della frattura di taglio lungo lo strato fragile con conseguente formazione di frattura lungo il limite del lastrone di neve.

Pochissime di queste grandezze, decisive per la formazione di lastroni di neve, possono essere misurate direttamente. Tuttavia nuove tecniche ci permettono una corretta misurazione delle grandezze più essenziali, come la formazione di strati fragili, la diminuzione della deformabilità, l'aumento della neve e lo spessore della copertura di uno strato fragile, umidificazione totale del manto nevoso, trasporto eolico della neve ed anche il rilevamento dello spessore di distacco della valanga, la registrazione di cadute di valanghe, sistemi di allarme automatici, così come la sorveglianza e il comando a distanza di impianti per il distacco artificiale di valanghe. Con gli stessi impianti possono essere sorvegliati eventuali pericoli che possono verificarsi sia in estate che in inverno come colate di fango, caduta di sassi, permafrost e valanghe.

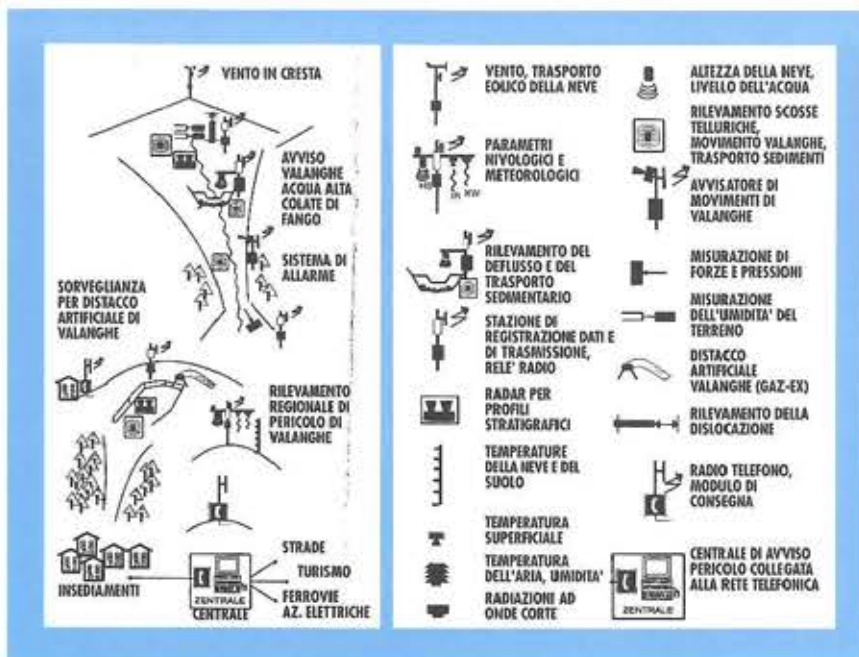


Fig 1

TIPI DI STAZIONI - VEDUTA DI INSIEME

Fig 2

I	STAZIONI DI RILEVAMENTO	Caratterizzazione regionale della struttura del manto nevoso, del tempo e del pericolo di valanghe. Postazione subordinata all'altitudine ed all'esposizione delle zone di distacco. Impianto di rilevamento dati e trasmissione automatici.
B(I)	STAZIONI DI OSSERVAZIONE	Rilevamento dati e loro immissione tramite osservatore. Misurazioni automatiche supplementari come nelle stazioni di rilevamento, trasmissione dati automatica.
W	STAZIONI DI VIGILANZA	Sorveglianza della stabilità in tracce specifiche di valanghe. Rilevamento dei parametri determinanti per la valutazione del pericolo di valanghe nella zona protetta o nella zona di pericolo. Rilevamento dati e trasmissione automatica.
U	STAZIONI DI SORVEGLIANZA	Stazione di controllo con la possibilità supplementare di comandare a distanza il distacco artificiale di valanghe e di rilevare il suo effetto, (per es. GAZ-EX). Rilevamento dati e trasmissione automatica.
A	STAZIONE DI ALLARME	Impianto di rilevamento di un distacco o caduta di valanga, così come della dimensione della valanga. Sistema di allarme automatico con breve tempo di preallarme. Sorveglianza a distanza della stazione.

STAZIONI AUTOMATICHE DI RILEVAMENTO

I rilevamenti automatici dei dati oggi sono già largamente diffusi nel loro impiego. I sistemi delle ultime generazioni permettono, grazie alla loro molteplicità e capacità di calcolo, l'integrazione di tutte le applicazioni in un unico sistema di base. Perciò le stesse stazioni possono eseguire rilevamenti di tipo meteorologico e nivologico, comandare e controllare complessi sensori, azionare sistemi di allarme, controllare impianti GAZ-EX e calcolare grandezze indici, come per esempio quelle che determinano la caratterizzazione di superfici nevose.

Fig. 1: rappresentazione schematica dei diversi tipi di stazioni, delle loro postazioni e dei parametri di misurazione.

Fig 3

PARAMETRI DI MISURAZIONE

PARAMETRI	EFFICACIA (1)	METODI DI MISURAZIONE (2)	TIPI DI STAZIONI	LUOGO DI MISURAZIONE	STATO DI SVILUPPO
CADUTA DI VALANGHE	1	SISMICA LOCALE SISMICA ESTESA INFRASUONO GONIOMETRICO DOPPIO RADAR LOCALE DOPPIO RADAR LOCALE AD AUTODISATTIVAZIONE RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI RILEVAMENTI PRESSIONE	AUW W (I) W AU AUW AUW A	ZONA DI DISTACCO (3), TRAJETTORIA DI VALANGA, VALLE/MONTAGNA/ REGIONE MONTAGNA TRAJETTORIA DI VALANGA FINE DEPOSITO ZONA DI DISTACCO TRAJETTORIA DI VALANGA	IMPIANTI OPERATIVI SVILUPPO, TALVOLTA OPERATIVO SVILUPPO IMPIANTI OPERATIVI IMPIANTI OPERATIVI IMPIANTI OPERATIVI POCHI IMPIANTI OPERATIVI
DIFFUSIONE DI FRATTURE PRIMARIE/SECONDARIE	2	GEOFONO, SEGNALE DI MOVIMENTI	WU	ZONA DI DISTACCO	PROGETTO
FRATTURE INIZIALI	3	SEGNALE DI MOVIMENTI AD ALTA SENSIBILITA' (SPEC. GEOFONO)	W	ZONA DI DISTACCO	STRUMENTI DI INDAGINE
STABILITA'	4	RILEVAMENTO PER MEZZO DI DISPOSITIVI TELECOMANDATI PER DISTACCO ARTIFICIALE, RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI E SEGNALE DI MOVIMENTI MODELLAMENTO (PARAMETRI NIVOLOGICI, METEOROLOGIA LOCALE, RILEVAMENTO VALANGHE) a) MODELLO FISICO b) SISTEMA ESPERTO	U WU	ZONA DI DISTACCO AREA DI DISTACCO (3) CENTRI VALANGHE REGIONALI LOCALI	IMPIANTI OPERATIVI IN FASE DI SVILUPPO E COLLAUDO INSTALLAZIONI OPERATIVE
TENSIONI	4 a	MISURAZIONI DI ALTA TENSIONE, EQUIVALENTE IN ACQUA, RILEVAMENTO DELLE PRECIPITAZIONI E DEL TRASPORTO EOLICO DELLA NEVE: MISURA ALTEZZA NEVE CON ULTRASUONI, RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI, IDROMETRO HN: RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI, CUSCINO A PRESSIONE, MISURATORE	IBWU	ZONA DI DISTACCO AREA DI DISTACCO STAZIONI DI RILEVAMENTO IMPIANTI D'OSSERVAZIONE CENTRI VALANGHE	SH: OPERATIVO RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI: OPERATIVO ALTRI: STRUMENTI DI RICERCA, TALVOLTA OPERATIVI LASTRONE, IDROMETRO: OPERATIVI TALVOLTA OPERATIVO MODELLAMENTO: CONDIZIONI PARZIALMENTE DISPONIBILI, RILEVAMENTO
COESIONE, CLASSIFICAZIONE DEGLI STRATI FRAGILI	4 b	RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI: ASSESTAMENTO SEZIONI MANUALI, BLOCCO DI SLITTAMENTO, MISURE DI TAGLIO, MODELLAMENTO DI METAMORFOSI E DI COESIONE (PARAMETRI METEOROLOGICI E NIVOLOGICI): MODELLO DI PROFILI STRATIGRAFICI, MODELLI FISICI, SISTEMA ESPERTO	IBWU	ZONA DI DISTACCO AREA DI DISTACCO STAZIONI DI RILEVAMENTO IMPIANTI D'OSSERVAZIONE CENTRALI	RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI: OPERATIVO PROFILI ECC: OPERATIVI MODELLO DI PROVA OPERATIVO IN F
PROFILO DI COESIONE E PROVA	4 c	PROFILO MANUALE, BLOCCO DI SLITTAMENTO MODELLI FISICI	B	TERRENO DI MISURAZIONE (AREA DI DISTACCO)	OPERATIVO SVILUPPO, PROVA, OPERATIVO (F)
TEMPERATURA SUPERFICIALE, PROFILO DI TEMPERATURA	5	TERMOMETRO IR: RADIAZIONI AD ONDE LUNGHE: RADIOMETRO PYRGEQ, RADIOMETRO Py TERMOMETRO A CONTATTO -4b,	IBWU	STAZIONE DI RILEVAMENTO, AREA DI DISTACCO, TERRENO DI RILEVAMENTO	OPERATIVO OPERATIVO
SPESSORE NEVE, RIDISTRIBUZIONE NEVE A CAUSA DEL VENTO ZONA DI DISTACCO	6	SH, RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI, RILEVAMENTI CON IDROMETRO, -4a, 4b	WIUB	SH PROTETTO DA VALANGHE, RADAR PER PROFILI STRATIGRAFICI NELLA ZONA DI DISTACCO	OPERATIVO OPERATIVO
TRASPORTO EOLICO DELLA NEVE	7	OPTOELETTRONICO, ACUSTICO, MODELLAMENTO (VENTO, ERODIBILITA', PARAMETRI NIVOLOGICI) -4, 4a, 4c	IWU	CRESTA SOPRA VENTO AREA DI DISTACCO CENTRALI	SVILUPPO STRUMENTI DI RILEVAMENTO, IN PARTE OPERATIVI RILEVAMENTO, SVILUPPO CONDIZIONI DISPONIBILI
VENTO FLUSSO CALDO SENSIBILE	8	ANEMOMETRO AD ELICA E MONOGUSCIO PIVOT, STRUMENTI A FILO CALDO ANTIBRINA -7	IWU	CRESTA CIMA SOPRA VENTO DALL'AREA DI DISTACCO, STAZIONE DI RILEVAMENTO, AREA DI DISTACCO	OPERATIVO SBRINAMENTO SENZA COLLEGAMENTO A RETE: FASE TEST FINITA
TEMPERATURA ARIA UMIDITA' ARIA IRRAGGIAMENTO	9	STRUMENTI METEOROLOGICI STANDARD PER ALTA MONTAGNA -4, 4a -4c	IWB (U)	CAMPO DI RILEVAMENTO, AREA DI DISTACCO, CRESTA	OPERATIVO PROBLEMI: CONGELAMENTO, INFILTRAZIONE NEVE
PRODOTTI METEOROLOGICI	10	RADAR PRECIPITAZIONI PREVISIONE PRECIPITAZIONI PREV. METEOR. GENERALI -4, 4a - 4c	CENTRALI	RETI DATI METEOROLOGICI	OPERATIVO
TOPOGRAFIA	11	(ESEGUIRE DETTAGLIATE CARTE DI PERICOLO)	CENTRALI	TERRENO, CARTE TOPOGRAFICHE	OPERATIVO

(1) Questa grandezza indice descrive l'efficacia del parametro da misurare relativamente al pericolo di valanghe. Quanto più basso è il valore, tanto più alta è l'efficacia.

(2) Molti parametri purtroppo non possono essere misurati direttamente sebbene siano decisivi per determinare il pericolo di valanghe, perciò sotto la voce "metodi di misurazione" sono riportati anche i modellamenti fisici, i quali permettono la determinazione di parametri elaborati. La freccia contrassegnata dal numero 4 indica che questo parametro di misurazione deve essere usato per il grado 4 dell'indice.

(3) Con "zona di distacco" si intende la vera zona di frattura della valanga, con "area di frattura" la tipica quota ed esposizione di un gruppo locale di zone di distacco.

Tutti i dati e le funzioni di comando vengono trasmesse ad un impianto centralizzato, elaborati e messi a disposizione di un funzionale ambiente windows. Le moderne stazioni di rilevamento permettono in pratica il collegamento diretto di tutti i possibili sensori. La registrazione dei dati avviene autonomamente. L'energia elettrica è fornita da una cellula solare. La trasmissione dei dati avviene, praticamente in tutti i casi, via radio fino alla stazione telefonica più vicina oppure fino al fondovalle, dove viene collegata alla rete telefonica pubblica. Ogni impianto di rilevamento dotato di radio può anche assumere una funzione di ripetitore, una condizione importante nelle zone alpine, dove spesso non sono possibili i collegamenti radio diretti. Gli interventi sulle stazioni e l'affidabilità dei dati sono costantemente migliorati.

Non è tanto importante un elevato livello di precisione, quanto l'esecuzione di manutenzione e l'elevata attendibilità dei dati misurati in connessione con gli avvisi giornalieri di pericolo. Le indicazioni e la posizione degli impianti devono poter essere adattate alle singole postazioni di rilevamento. Le possibili individuazioni dei luoghi per installare le postazioni possono essere differenti:

- Postazioni su terreno orizzontale alla tipica altitudine ed esposizione delle zone di distacco di valanghe (stazioni di rilevamento). Determinazione dell'altezza della neve, della struttura del manto nevoso e dei parametri meteorologici;
- Stazioni in cresta o in vetta spesso difficilmente accessibili, utilizzate soprattutto per misurazioni eoliche;
- Stazioni di fondovalle su terreno orizzontale (stazioni di osservazione), eventualmente integrate con la possibilità di poter immettere dati manualmente (precipitazioni, parametri meteorologici, dati sui profili stratigrafici);
- Postazioni sulle traiettorie delle valanghe per la registrazione di cadute di valanghe (stazioni di allarme);
- Postazioni in zone di distacco di valanghe (stazioni di avvertimento di pericolo, stazioni di sorveglianza) e

nelle sue immediate vicinanze, difficilmente accessibili. Determinazione dell'altezza della neve, stratificazione, assestamento, umidificazione totale, tasso di accumulo della neve nelle zone di distacco, parametri meteorologici, registrazione di cadute di valanghe e delle altezze del distacco, sorveglianza e controllo dei dispositivi per il distacco artificiale di valanghe.

QUALI PARAMETRI DEVONO ESSERE MISURATI ?

In linea di massima le previsioni sono tanto più precise quanto più esattamente e dettagliatamente possono essere determinati i fattori che influiscono e quanto più diretta è la relazione tra le grandezze misurate ed i processi di formazione delle valanghe. Il processo di formazione delle valanghe dipende da molte grandezze importanti che si possono misurare, in gran parte non dettagliate nella loro suddivisione di spazio e di tempo. Queste grandezze determinanti possono essere raggruppate nel modo seguente: tempo attuale ed evoluzione meteorologica dall'inizio della formazione del manto nevoso, topografia, esposizione sia del terreno rugoso che di quello coperto da neve, proprietà fisiche della neve, data e grandezza di valanghe già scese dalla stessa zona di distacco. Sotto questo punto di vista i suddetti fattori di influsso vengono ordinati secondo la loro efficacia nel modo seguente: topografia, esposizione, copertura del terreno, così come possono essere desunti da una carta geografica; rilievo, copertura del terreno, posizione di un eventuale bosco, dati meteorologici vengono misurati dal servizio meteorologico; precipitazioni, vento, temperatura, irraggiamento vengono misurate nell'ambito della zona di distacco, così come il rilevamento di profili morfologici e termici, il rilevamento di profili di coesione, le misurazioni delle distribuzioni di tensioni e deformazioni nel manto nevoso, la zona di distacco, il rilevamento della formazione di punti di frattura iniziale nel manto nevoso, l'osservazione della diffusione di fratture

primarie e l'osservazione della valanga.

Topografia, esposizione, rilievo, copertura del suolo e così via, sono intese come grandezze costanti. L'andamento di tutte le rimanenti grandezze può essere rilevato in linea di massima mediante misure dirette o tramite una determinazione indiretta ottenuta da grandezze precise.

Questa affermazione racchiude quattro problemi:

1° Quali grandezze devono essere misurate e determinate in prima linea?

2° Quali grandezze e dove devono essere determinate?

3° In che senso il rilevamento di un punto è rappresentativo per tutta la superficie di distacco?

4° Quali parametri possono essere effettivamente misurati con i sussidi tecnici disponibili o essere determinati sulla base delle nostre conoscenze fisiche dei meccanismi dell'evoluzione del manto nevoso e del distacco di valanghe?

Uno sguardo d'insieme viene fornito dalle figure 2 e 3.

L'esattezza della previsione aumenta quanto più le grandezze rappresentano più direttamente la stabilità effettiva del manto nevoso e della sua evoluzione.

Ogni fase di modellamento che in un determinato periodo, attuale o futuro, si colloca fra la grandezza di misurazione ed il pericolo di valanghe preso in esame, porta a una diminuzione dell'efficacia del metodo. Per il sistema di allarme locale, nel caso dell'accertamento di una valanga già scesa, in questi ultimi anni, in Svizzera ed all'estero, si sono sviluppate e testate diverse tecniche di misurazione: misurazioni meccaniche della pressione delle valanghe, rilevamenti sismici per registrare le scosse del terreno, misurazioni dell'energia e dei movimenti causati dalle valanghe su cavi tesi trasversalmente al canale, rilevamenti radar per determinare la velocità delle valanghe e l'altezza della massa in movimento. Nella maggior parte dei casi vengono messi in funzione automaticamente impianti di segnalazione luminosi e sirene per sbarrare immediatamente tratti di strada in

pericolo. Per l'avviso di pericolo di valanghe locale, la cui funzione è prima di tutto quella di mettere in guardia contro la caduta di grandi valanghe originatesi da ipotetiche zone di distacco e che mettono in pericolo strade, edifici, impianti, piste da sci ecc., è particolarmente importante che valori rappresentativi misurati nelle zone di rischio di distacco, si possano calcolare con la massima efficacia. I parametri più significativi sono: tasso di accumulo nevoso ed influsso del vento, scarichi parziali nella zona di distacco, assestamento e stratificazione principalmente in relazione agli strati fragili intermedi. Le grandezze che variano fortemente a livello locale (dipendenti dal terreno) devono essere determinate all'interno delle possibili zone di distacco. Bisogna fare molta attenzione alla determinazione di postazioni rappresentative. Per esempio, cadute di valanghe provocano una forte riduzione dello spessore totale della neve sulle superfici di frattura e con ciò causano, in linea di massima, differenti condizioni per un'ulteriore evoluzione del manto nevoso rispetto ai versanti vicini su cui non si verificano cadute di valanghe.

D'altra parte una misurazione eolica, che viene eseguita in zona di accumulo di neve portata dal vento, è poco importante per la valutazione del trasporto eolico della neve in o da una zona di distacco. Una misurazione di questo tipo deve avvenire nel punto in cui il flusso delle particelle di neve è maggiore, quindi nel luogo esposto al vento, sottovento rispetto alla superficie di accumulo dei cristalli di neve. Per valutare la struttura del manto nevoso e particolarmente la formazione di strati fragili, oltre alle misurazioni in campi di rilevamento orizzontali, sono necessarie misurazioni rappresentative nell'ambito delle tipiche zone di distacco tenendo conto delle diverse esposizioni e quote altimetriche. Le misurazioni già eseguite sopra devono essere completate da misurazioni della temperatura della superficie nevosa, da rilevamenti dell'irraggiamento, da misure di spessore della neve, misure di

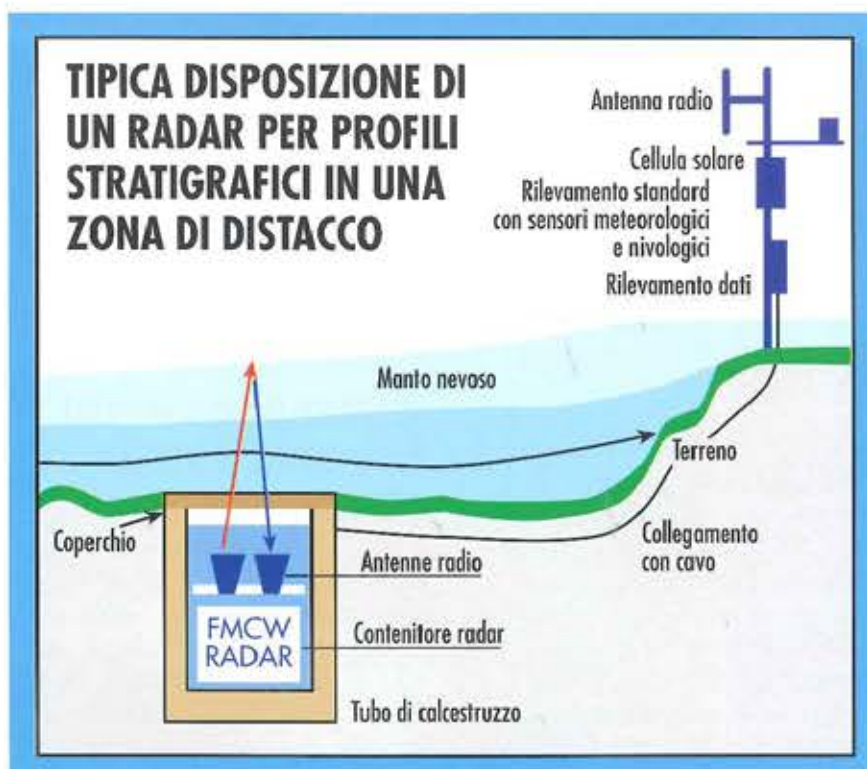


Fig 4

temperatura dell'aria e dell'umidità, rilevamenti eolici ed eventualmente misurazioni della temperatura della neve vicino al suolo ed anche della temperatura del terreno stesso. Questi parametri permettono il modellamento locale della metamorfosi della neve sulla superficie nevosa.

METODI DI RILEVAMENTO COLLAUDATI CON ELEVATA EFFICACIA

Dalla tabella 1 si vede chiaramente che l'attuale locale pericolo di valanghe può essere determinato nel modo più sicuro con i seguenti sistemi di rilevamento: misurazione dei movimenti del terreno (sismica), rilevamento del movimento delle valanghe (doppio radar), misurazioni dell'accumulo di neve, altezza della frattura, stratificazione, accumulo di neve nella zona di distacco (radar per profili stratigrafici), misurazioni delle pressioni della valanga (misure di pressioni), riconoscimento degli strati fragili (modellamento dei processi di metamorfosi sulla superficie nevosa, misurazione dell'umidificazione totale con radar per profili stratigrafici), prova della stabilità per mezzo di esplosioni in campi di

neve (esplosioni in campi di neve con comando a distanza e con controllo a vista dell'operazione). Tutti questi metodi di rilevamento sono oggi sperimentati in impieghi operativi in tutti i sistemi. L'energia necessaria al rilevamento dei dati è fornita da una fonte di energia solare (1 cellula solare 50W).

Rilevamenti locali dei movimenti del terreno

Esplosioni e grosse cadute di valanghe determinano significanti movimenti del suolo, che vengono rilevati con geofoni. Ricezione e campo di frequenza sono scelti in modo tale che le esplosioni e le grandi valanghe azionino la registrazione di un sismogramma dell'evento. Il geofono viene posizionato sul bordo della zona di distacco o della traiettoria delle valanghe, possibilmente sopra una roccia. Il rilevamento è integrato con un sistema di esplosioni GAZ-EX, così che in ogni caso vengano azionate registrazioni continue dalle scosse di terreno causate dall'esplosione. Con ciò, contemporaneamente all'azione esplosiva, può essere controllato l'impianto GAZ-EX. Questa funzione è risultata estremamente importante nella pratica, poichè l'attuale effetto detonante delle installazioni GAZ-EX, nell'uso abituale, è molto

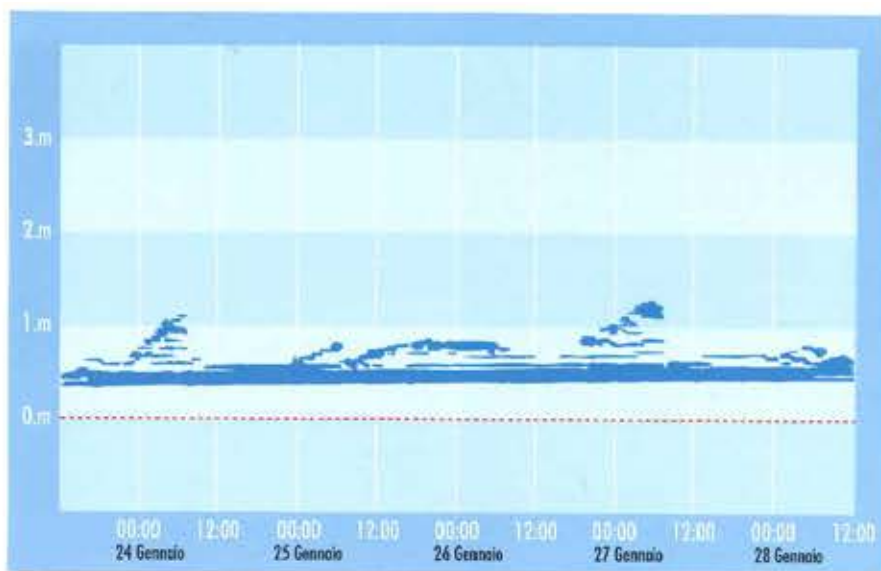


Fig 5

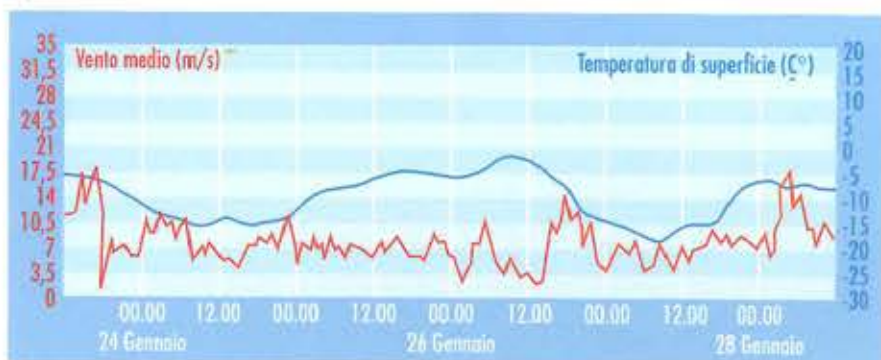


Fig 6

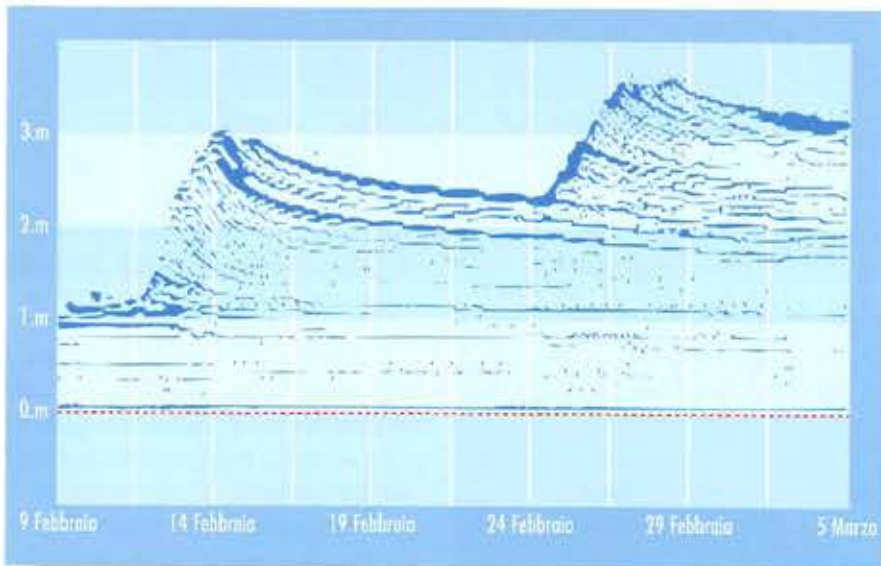


Fig 7

variabile e perciò un controllo della potenza della detonazione costituisce la premessa per un'interpretazione del risultato dell'esplosione, in particolare quando con la deflagrazione può essere compiuto solo un test locale sulla stabilità, cioè non può essere provocato nessun considerevole scarico dalla zona di distacco. I sismogrammi vengono automaticamente analizzati dall'elaboratore di rilevamento dati e i

risultati sono a disposizione, nel giro di pochi minuti, presso le centrali di avviso di pericolo di valanghe. Nelle installazioni situate nelle traiettorie di una valanga, l'analisi avviene inoltre per mezzo di una analisi Fourier dei dati sul luogo di rilevamento per poter meglio distinguere se le scosse sono causate da valanghe o da altri fattori. Sistemi simili sono impiegati nel sistema di allarme anche per la misura di

colate di fango, cadute di pietre e frane. I risultati, a seconda dell'utilizzazione, vengono rappresentati graficamente o sotto forma di tabelle.

Doppio radar locale

Il modulo del doppio radar locale, che ha un campo d'azione limitato, è impiegato soprattutto nei sistemi di allarme per il rilevamento di movimenti veloci di valanghe, frane ecc.. Questi sistemi misurano le velocità valanghive in un raggio d'azione di 500 metri. I rilevamenti si succedono ad intermittenza e vengono ugualmente analizzati localmente. Le condizioni di allarme possono essere ottimizzate dalla centrale di controllo.

Radar per profili stratigrafici

Con i sensori tradizionali, oggi è appena possibile eseguire misurazioni dirette con grande efficacia all'interno delle zone di distacco della valanga. Le apparecchiature che vengono installate all'interno della zona di distacco della valanga sopra la superficie del terreno sono esposte a notevoli pressioni nevose e valanghive (fig 4). Con i tradizionali metodi non possono essere misurate in modo continuo ed automatico l'esatto aumento effettivo di neve fresca nella zona di distacco, l'accumulo di strati di neve fresca, i distacchi di valanghe che possono portare a scarichi parziali di grandi superfici di distacco, l'infiltrazione in primavera di acqua di fusione nel manto nevoso, così come altre cause di formazione di valanghe. Il radar per profili stratigrafici in questo caso ci viene in aiuto. L'apparecchio viene installato nel terreno e nessuna sua parte emerge sulla superficie, cosicché lo

Fig. 5 e 6: rilevamento dell'accumulo di neve e dello spessore del distacco per mezzo del radar. Le precipitazioni nevose del 24/1 e del 27/1 erano accompagnate da venti forti. In entrambi i casi la temperatura era scesa notevolmente.

Fig. 7: due abbondanti precipitazioni nevose (Vivian 1990) misurate nel campo prove della SLF, rappresentate con Logcall. L'accumulo è facilmente riconoscibile.

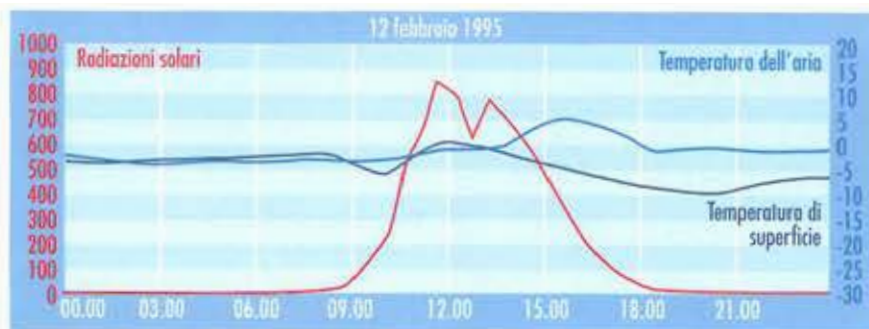


Fig 8



Fig 9



strumento è ben protetto dall'azione delle valanghe. L'apparecchio esegue da solo e periodicamente rilevamenti di profili stratigrafici, elabora i dati e li trasmette alle postazioni di interpretazione. Lo strumento è facilmente integrabile nelle stazioni di rilevamento standard sopra descritte, il controllo e l'analisi locale dei dati può essere eseguita tramite il rilevamento standard. Nei centri di interpretazione i dati possono essere rappresentati in diversi modi ed analizzati.

Che cosa viene misurato?

Il radar misura uno spettro delle distanze fra la superficie del terreno ed i limiti degli strati riflettenti nel manto nevoso, così come della superficie della neve. I limiti caratteristici degli strati si possono osservare col radar per tempi più lunghi, così che è possibile misurare l'accumulo di strati di neve e l'accumulo di neve fresca. Se si verifica lo scorrimento di una parte di manto nevoso, viene subito determinato lo spessore del distacco sopra il radar. Se gli apparecchi sono installati nella traiettoria di caduta della valanga, si può valutare per esempio anche l'altezza del fronte in movimento. In primavera l'acqua di fusione filtra nel manto nevoso e qui viene temporaneamente fermata da strati impermeabili, così che è possibile determinare almeno la posizione del più basso orizzonte con acqua

ristagnante. Da ciò ne deriva che la minaccia di valanghe di neve umida può essere determinata in modo più efficace e soprattutto con esattezza nel tempo.

Metodi di misurazione

Cuore degli apparecchi che misurano i profili stratigrafici è un radar a microonde di potenza molto ridotta. Per il rilevamento esso rimane in funzione solo per pochi secondi. Una debole onda radio, la cui frequenza varia continuamente, viene inviata dal radar. Nel manto nevoso, le onde elettromagnetiche riflesse, dopo un determinato tempo di percorrenza, giungono di nuovo al radar e vengono captate da questo. Durante il tempo di percorrenza di questa onda dal radar allo strato riflettente e di nuovo indietro al radar, la frequenza del trasmettitore cambia ulteriormente. Il radar misura ora la differenza delle frequenze del segnale ricevente e dell'attuale segnale trasmittente. Poiché si conosce la variazione temporale della frequenza trasmittente, sulla base della differenza delle frequenze si può determinare la distanza elettromagnetica dello strato riflettente. Questa distanza non corrisponde esattamente a quella geometrica, ma viene modificata dalle proprietà elettromagnetiche della neve. La neve è trasparente per le onde radar impiegate (8-12 GHz). L'indice di rifrazione cambia la costante dielettrica della neve in modo discontinuo in un limite di strato, e questo genera una parziale riflessione della microonda. La neve umida assorbe microonde in gran parte e perciò non è più trasparente per le microonde. D'altra parte il fronte dell'acqua infiltrata produce una riflessione molto forte. Il segnale di uscita del radar viene trasformato con il metodo Fourier, elaborato e trasmesso via radio da una sicura base trasmittente alla centrale nivologica. Sulla base trasmittente, in posizione riparata dalle valanghe, spesso viene installato un rilevatore di dati standard col quale vengono rilevati ulteriori parametri nivologici e meteorologici. Il sensore stesso è protetto da un recipiente cilindrico in polietilene alto 80 cm. Sul terreno questo



Fig. 8 e 9: il processo di fusione in superficie, dovuto a diffuso irraggiamento, aumenta in breve tempo il pericolo di colate superficiali di neve umida.

Nelle foto: le condizioni del manto nevoso sono difficilmente interpretabili attraverso i dati rilevati dalle stazioni di tipo tradizionale; l'impiego del doppio radar e del radar per profili stratigrafici permette di eseguire misurazioni dirette, con grande efficacia, all'interno delle zone di distacco delle valanghe.



contenitore viene inserito in un tubo di calcestruzzo incassato nel suolo (fig. 4 pag 12). La comunicazione con il rilevatore di dati avviene per mezzo di uno speciale cavo coassiale. Le forze di pressione della neve vengono registrate per mezzo di piatti di natura schiumogena trasparente alle microonde sistemati sopra il radar.

Esempi di misurazioni ed esperienze

L'accumulo di neve nella zona di distacco viene misurato col radar per profili stratigrafici. Un tipico esempio è rappresentato nella fig 5. In tre giorni consecutivi, l'aumento di neve fresca cresceva fino a 50 cm ogni volta in meno di 12 ore. La neve fresca veniva di volta in volta





fatta saltare con esplosivo a porzioni, e quindi fu possibile evitare la formazione di una grande valanga. Le relative condizioni di temperatura, vento, irraggiamento, sono rappresentate nella stessa figure 6 e 7. In special modo la prima e l'ultima precipitazione nevosa erano caratterizzate da temperature in diminuzione e da forti venti.

La figura 7 mostra l'evoluzione del manto nevoso durante febbraio e marzo 1990 nel campo prove della SLF. Il rilevamento è stato effettuato con un radar per profili stratigrafici SLF. Il forte accumulo di neve fresca durante il primo periodo di precipitazioni nevose, come conseguenza di alte temperature, è chiaramente visibile. La forte compressione eolica della neve durante il periodo di bufera agli inizi di marzo ha impedito un forte accumulo. Il manto di neve vecchia, nonostante l'elevato peso supplementare, si è assestato di poco, il che indica che lo strato di base era costituito essenzialmente da brina di profondità.

L'inverno 94-95 è stato caratterizzato dal sopravvento di diverse ondate di caldo. Già in gennaio il manto nevoso del monte Bonvin nella zona di distacco (2600 m) era in parte umidificato. Questi processi di fusione e di formazione di croste possono essere osservati con il radar per profili stratigrafici. In primavera la variazione giornaliera della stabilità del manto nevoso è ampiamente determinata dalla fusione superficiale prodotta

dall'irraggiamento. L'acqua di fusione si infila attraverso gli strati nevosi ancora asciutti vicini alla superficie e spesso viene fermata da strati abbastanza impermeabili. Lungo questo orizzonte di ristagno la neve perde coesione molto rapidamente e si possono formare valanghe di superficie.

La figura 8 mostra un tipico esempio. Un forte irraggiamento talvolta diffuso causa fusioni in superficie (temperatura superficiale di 0° C). L'acqua di fusione penetra a circa 10 cm di profondità nel manto nevoso e qui viene bloccata.

L'improvvisa scomparsa delle nuvole e l'umidità dell'aria, nonostante un irraggiamento solare intenso e diretto, causano già nel primo pomeriggio un rapido raffreddamento della superficie. Già alle 21 il manto nevoso era di nuovo del tutto ghiacciato. In questo caso c'era solamente da aspettarsi colate di neve bagnata fra le 12 e le 14 circa (e furono anche osservate).

Le figure 8 e 9 mostrano una situazione di fusione del febbraio 1995 sul monte Bonvin. L'intenso processo di fusione, sopra e sotto la superficie nevosa, determinò una improvvisa percolazione nel manto nevoso. Il manto nevoso era già completamente percolato in data precedente. I suddetti esempi devono mostrare che i parametri di misurazione scelti permettono una caratterizzazione determinante dell'attuale struttura del manto nevoso nelle zone di distacco.

Rilevamento dello spessore della neve, irraggiamento totale, temperatura della superficie della neve, vento, temperatura della neve e parametri meteorologici.

Oggigiorno gli spessori della neve vengono misurati quasi esclusivamente con sensori ad ultrasuoni. L'esattezza della misurazione è limitata dalla riflessione estremamente variabile della superficie nevosa, dagli elevati gradienti di temperatura fra il sensore per la temperatura dell'aria e la superficie nevosa, dal trasporto eolico della neve e dal congelamento degli strumenti. Mediante molteplici misurazioni, un'appropriata statistica e i test di plausibilità, è possibile ridurre l'influenza di misurazioni errate a causa del trasporto eolico della neve e della riflessione molto debole delle superfici. I risultati di rilevamenti non sicuri o parzialmente interpolati devono essere tuttavia contrassegnati come tali da un sistema di rilevamento. Una forma appropriata degli strumenti può influire sulla formazione di strati di neve, brina e ghiaccio. Negli impianti di rilevamento non areati, la compensazione termica può arrecare grandi problemi alla misura del tempo di percorrenza, poiché la temperatura dell'aria misurata può notevolmente differire dalla temperatura media dell'aria fra il sensore ad ultrasuoni e la superficie nevosa. Anche in questo caso sono possibili correzioni, tenendo conto della

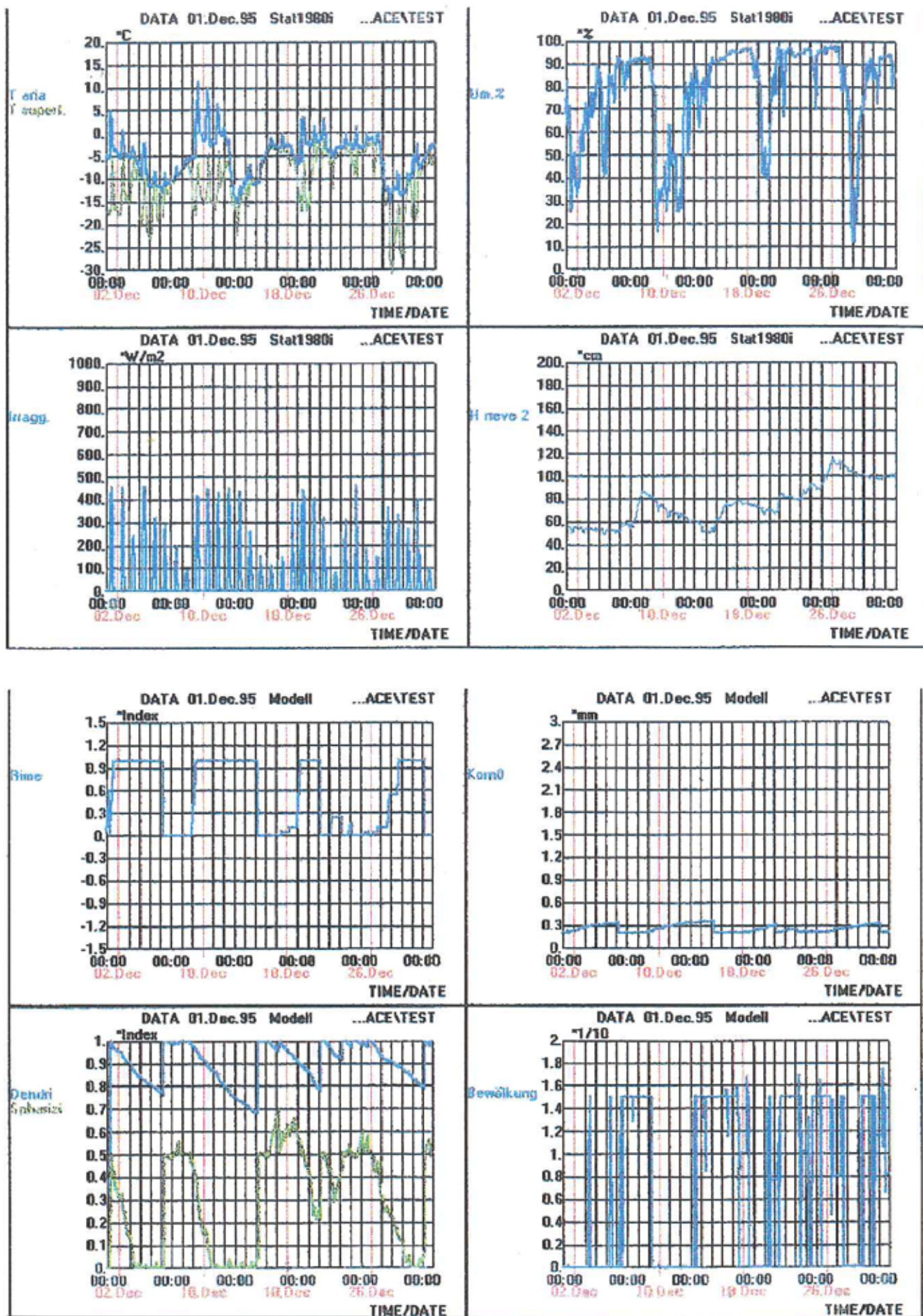


Fig. 10: esempio di un modellamento di superficie, dic. '95, Valascia e Gottardo. Brina e/o sfericità minore di 5 implica la formazione di strati fragili sulla superficie.

temperatura della superficie nevosa misurata.

La *misurazione della temperatura della superficie nevosa* è possibile solo con un radiometro (termometro a radiazioni). Le esigenze richieste al sensore tuttavia non sono da sottovalutare: le temperature dello strumento e quelle da misurare possono variare da -35° fino a circa 10° C.

L'autore, insieme ad un costruttore di termometri IR, ha messo a punto uno strumento che soddisfa queste esigenze. Si tratta di un sensore passivo, il quale come un termoelemento e anche come un termistore può essere collegato direttamente all'apparecchio per il rilevamento dei dati. La misurazione della temperatura superficiale è uno dei parametri di misura più determinanti riguardo al tempo e alle variazioni di condizioni della superficie nevosa.

Questo parametro costituisce un'importante grandezza iniziale per il modellamento del manto nevoso e sostituisce anche le misurazioni della temperatura della neve, poiché queste possono essere calcolate con sufficiente precisione per il modellamento dei processi metamorfici della neve.

Le *misurazioni della temperatura della superficie del terreno* e della neve vicino al suolo forniscono interessanti informazioni complementari per quel che riguarda modesti spessori di neve all'inizio dell'inverno e durante il periodo di fusione in primavera. Con ciò è possibile determinare il gradiente della temperatura prossima al suolo all'inizio dell'inverno, in modo da valutare la formazione di brina di profondità, ed in primavera la percolazione completa sia degli strati nevosi nelle immediate vicinanze del suolo che della superficie del suolo per la determinazione del pericolo di scivolamento di neve e di valanghe di fondo.

La *misurazione dell'irraggiamento globale* viene sostituita con efficacia dalla misurazione diretta dell'irraggiamento ad onde corte riflesse verticalmente dalla superficie nevosa. Con ciò, la probabilità di brinamento e di copertura di neve del sensore può essere ridotta, e

contemporaneamente si ha a disposizione una grandezza che meglio si adatta al modellamento locale dei processi di metamorfismo che avvengono vicino alla superficie della neve.

Le *misurazioni del vento* spesso vengono influenzate dal processo di brinamento. Questo vale per anemometri con involucro e strumenti ad elica sia non riscaldati che riscaldati per convezione. Inoltre non è consigliabile un riscaldamento per mezzo di energia solare. Lo sbrinamento automatico con alcool per piccoli strumenti può essere eseguito senza sprechi di energia e ha dato buoni risultati in diverse installazioni.

Test comparativi internazionali hanno dimostrato che l'anemometro ad elica della Young con la sua elica flessibile che ha un esteso angolo di impiego fornisce i migliori risultati. Non sempre risultano esenti da problemi perfino le misurazioni della temperatura e dell'umidità dell'aria eseguite presso la postazione di rilevamento. Nel caso di scarsa ventilazione naturale e forte irraggiamento, accentuati da una elevata riflessione diffusa del manto nevoso nonostante la presenza di uno scudo per radiazioni ottimizzato, le misure possono essere falsate dall'estremo irraggiamento supplementare dello strumento dal basso.

Catatterizzazione delle superfici nevose

La formazione di uno strato fragile immediatamente sopra o sotto l'attuale superficie nevosa è la conseguenza di un processo di cristallizzazione che si svolge molto rapidamente. I flussi di energia e di masse che stanno alla base del processo sono causati essenzialmente da uno scambio di radiazioni ad onde lunghe tra la superficie nevosa e l'atmosfera, dall'assorbimento di radiazioni solari ad onde corte negli strati vicini alla superficie, dallo scambio di calore latente e sensibile fra l'atmosfera e la superficie nevosa e dall'erosione/accumulo di neve sulla superficie. Con l'aiuto di rilevamenti radioattivi e della misura della temperatura, possono essere valutati i flussi di energia e di masse

e può essere rilevata la natura risultante della superficie.

Gli opportuni calcoli possono essere eseguiti sia con unità di memorizzazione dati (consigliato) che con un PC. Per questo modellamento delle proprietà delle superfici (p. es. formazione di strati fragili) servono dati completi sullo spessore della neve, la temperatura dell'aria, l'umidità dell'aria, la temperatura della superficie, l'irraggiamento solare riflesso e la velocità del vento.

Per mezzo di questi dati vengono calcolate grandezze indici per il passaggio neve fresca-neve vecchia (dendricità), per la forma rotonda-spigolosa (sfericità), per la grana nello strato superficiale, per la formazione di brina in superficie, per la fusione, per la formazione di croste di fusione, per la nuvolosità (fig. 10). I risultati possono essere rappresentati in forma di diretti parametri di misura in progressione temporale o su carte. Il modello si autoregola.

CONCLUSIONI

Per l'avviso di pericolo di valanghe e per l'allarme, oltre che per il riconoscimento di altri pericoli naturali in montagna, oggi ci sono a disposizione sensori efficienti che sono stati messi a punto appositamente per la rilevazione dei pericoli che si possono verificare in montagna. I sensori possono essere direttamente integrati in moderni elaboratori dati da campo. Grazie ai più nuovi e affidabili calcolatori a sensori situati sul posto di rilevamento, i quali permettono una diretta elaborazione dei risultati di rilevamento e che possono svolgere compiti di controllo e di comando, i sistemi di avviso di pericolo di valanghe e di allarme diventano più semplici e più affidabili nel loro funzionamento. Con l'introduzione del radar per il rilevamento di profili stratigrafici, della misura della temperatura della superficie nevosa, dei rilevamenti delle scosse di terreno, dei metodi perfezionati di interpretazione e di analisi, si possono notevolmente migliorare i metodi di protezione temporanea da valanghe, l'avviso di pericolo di valanghe e i sistemi di allarme.



CISA-IKAR

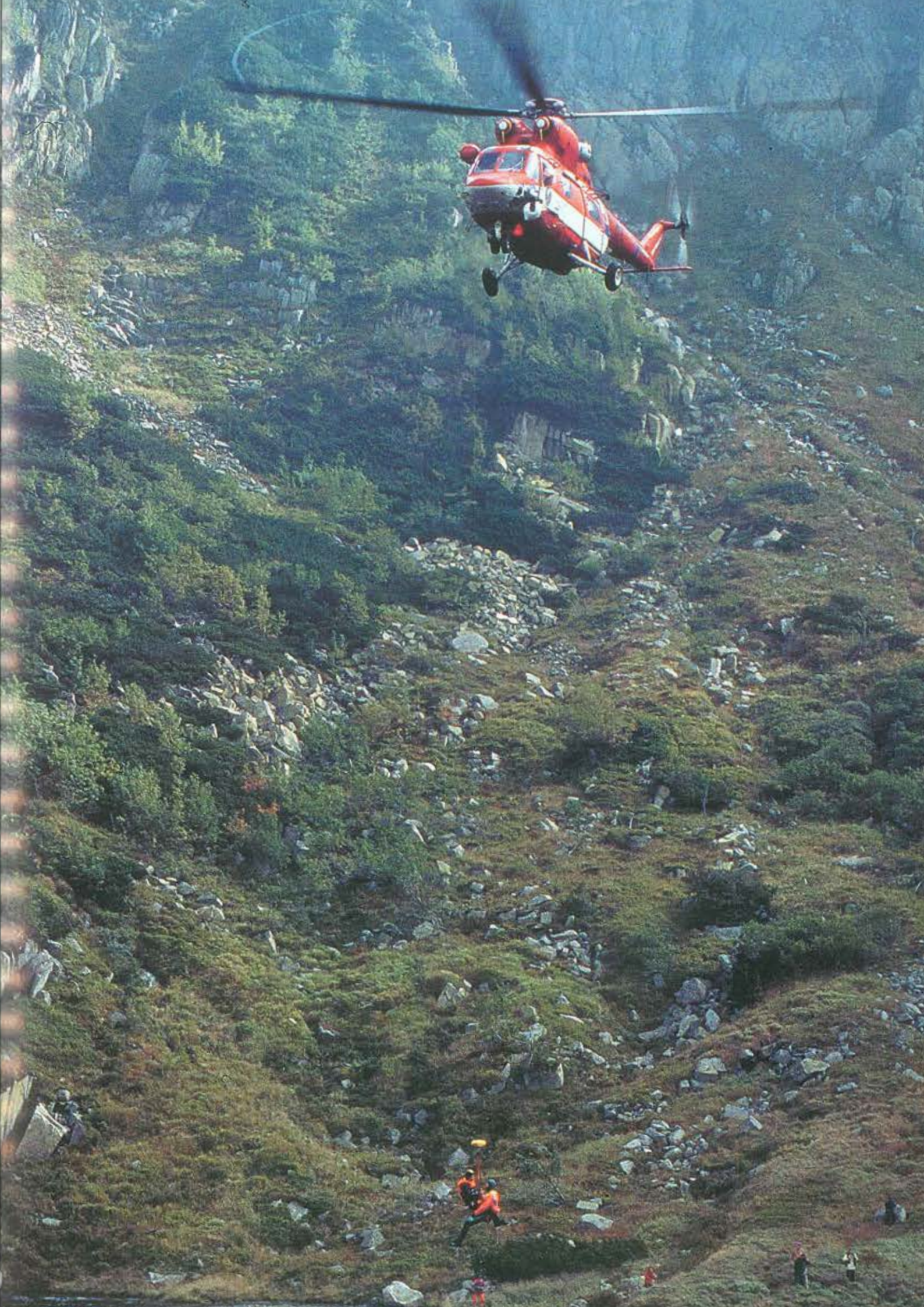
1996

**I risultati dei
lavori della
Commissione
Valanghe a
Karpacz, in
Polonia**

François Valla
Cemagref Nivologie - ANENA
St. Martin d'Heres (F)



Presso la stazione di montagna di Karpacz, in Polonia, si è tenuto lo scorso autunno il congresso annuale della CISA-IKAR. La Sottocommissione Valanghe si è riunita giovedì 19 settembre per tutta la giornata e sabato 21 all'indomani di una bella giornata di prove sulle montagne soleggiate della catena dei Sudeti. Erano rappresentati i Paesi seguenti: Svizzera, Austria, Italia, Francia, Germania, Lichtenstein, Slovenia, Spagna, Norvegia, Polonia, Bulgaria, Stati Uniti e Canada. La Svezia era presente in qualità di osservatore, mentre l'Inghilterra non era rappresentata, essendo venuto a mancare Colin Ernshaw. Assente anche l'Islanda, che l'anno scorso, dietro sua richiesta, era stata ammessa come Paese osservatore. Nel pomeriggio di sabato 21 una riunione tra commissioni ha visto per la prima volta radunati tutti i partecipanti sul tema della prevenzione. Di seguito vengono presentati dal Presidente della Commissione Valanghe della Cisa-Ikar, François Valla, i risultati più importanti dei lavori condotti nel corso di queste giornate.



STATISTICA ANNUALE DELLE VITTIME DA VALANGA

Il bilancio per i 17 Paesi membri della CISA-IKAR ammonta, nell'annata 1995/96, a 170 morti, a fronte dei 140 dello scorso anno. In questi ultimi anni il numero di vittime è sempre stato inferiore a 150 (110 nel 93-94, 146 nel 92-93, 99 nel 91-92).

Di solito le Alpi (Francia, Svizzera, Austria, Italia e Germania) totalizzano poco più di un centinaio di morti, più o meno equamente suddivisi tra Francia, Svizzera, Italia e Austria. Quest'anno in questa area vi sono stati 107 decessi. Occorre osservare il numero di vittime elevato registrato in Francia e Austria (rispettivamente 44 e 37 morti) mentre in Italia e Svizzera i morti sono stati molti meno (9 e 17). Da sottolineare un incremento di più di 20 vittime rispetto alle due ultime stagioni (80 morti nel 94-95, 82 nel 93-94) anche se di molto inferiore alla punta massima registrata nel corso del catastrofico inverno 91-92, quando si contarono 149 morti. Prendendo in esame le ultime 21 stagioni si ha un totale di 3218 vittime, pari a una media di 153 morti l'anno per l'insieme dei 17 Paesi membri della CISA-IKAR interessati da questa statistica.

Ecco i dati in base all'attività:

Sci-alpinismo: questa categoria rimane in testa con 65 morti, pari al 38,2% delle vittime. Da 20 anni a questa parte questa attività rappresenta quasi la metà delle vittime da valanga.

Sci fuoripista: con 43 morti (30 lo scorso anno), questa categoria rappresenta il 25,3% del totale delle vittime. Si registra una crescita rispetto agli anni precedenti.

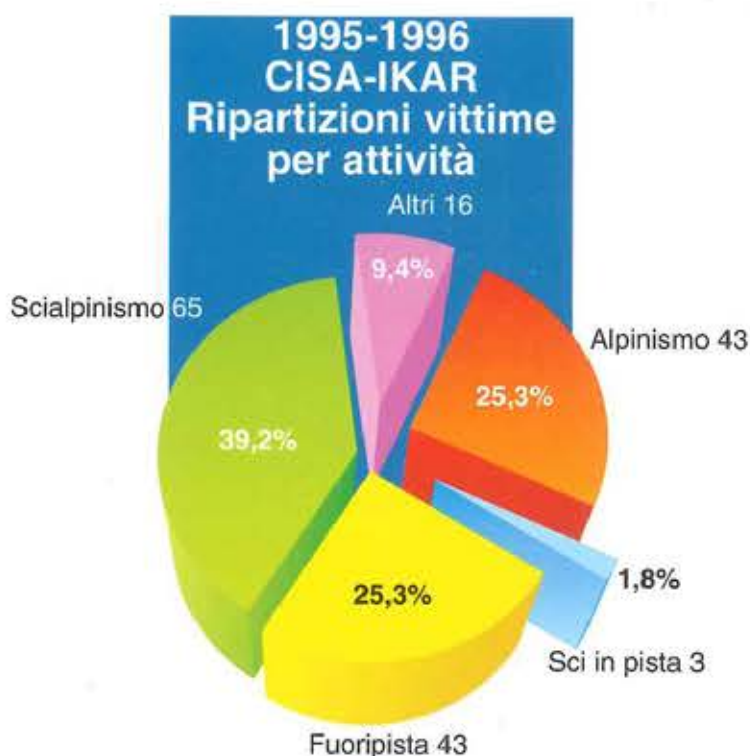
Sci su pista: 3 vittime quest'anno, pari all'1,8%.

Alpinismo: si registrano 43 vittime (25,3%), il doppio rispetto allo scorso anno. Nella stagione 92-93 si erano contati 42 morti, pari al 29% del totale.

Vie d'accesso: nessuna vittima quest'anno.

STATISTICA DELLE VITTIME DA VALANGA 1995-96

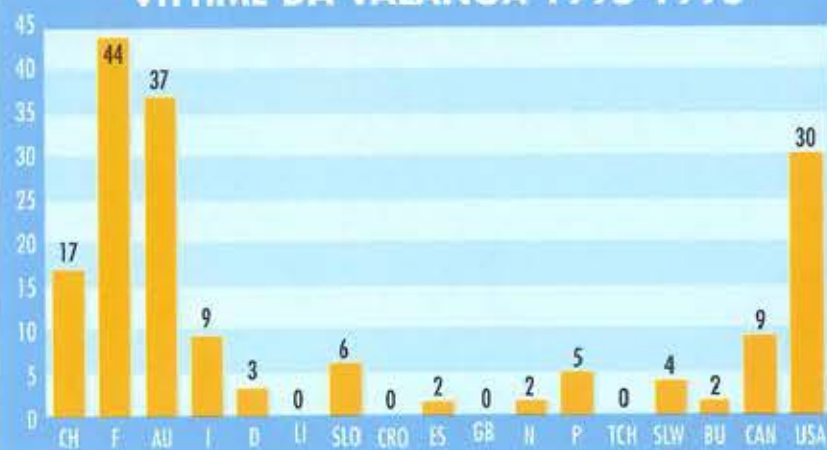
PAESE	SCI ALPINISMO	FUORIPISTA	SCI IN PISTA	ALPINISMO	VIE ACCESSO	ALTRI	TOT	UNITA' CINOFILE
Svizzera	5	10				2	17	300
Francia	16	14	2	11		1	44	130
Austria	21	11		2		3	37	254
Italia	2	3		4			9	165
Germania	2			1			3	46
Liechtenstein							0	8
Slovenia	2			4			6	26
Croazia							0	0
Spagna	1			1			2	5
Gran Bretagna							0	66
Norvegia	2						2	93
Polonia		2		3			5	11
Rep. Ceca							0	4
Slovacchia	1			3			4	13
Bulgaria		1		1			2	18
Canada	4			4		1	9	35
USA	9	2	1	9	0	9	30	50
Totale	65	43	3	43	0	16	170	1224
%	38,2	25,3	1,8	25,3	0,0	9,4	100	



UTILIZZO DEL RECCO

Agli inizi dell'inverno scorso Austria e Germania hanno deciso di vietare l'uso di apparecchi Recco per la ricerca delle persone travolte da valanghe. Questi apparecchi operano su range di frequenze di 917/1384 MHz, frequenze non riservate a simili applicazioni. L'uso del Recco 3000 è stato proibito onde evitare possibili interferenze con le trasmissioni radio legalmente diffuse sulle frequenze sopraccitate. In qualità di organo competente per Germania, Austria e Svizzera, l'Ufficio Federale delle Poste e Telecomunicazioni tedesche si è rivolto alla CISA-IKAR, la massima organizzazione in materia di soccorso alpino, affinché prendesse posizione su questo problema. Il parere positivo dato dalla CISA-IKAR ha avuto come conseguenza l'annullamento immediato del divieto. Con grande soddisfazione di tutti gli operatori del settore, l'esito di questa faccenda sta a dimostrare che gli sforzi compiuti dalla CISA-IKAR, riconosciuta sul piano internazionale, sono stati coronati da successo e che inoltre viene preso sul serio il lavoro finora svolto.

VITTIME DA VALANGA 1995-1996



di formazione e ricerca dei Paesi alpini, oltre ad offrire l'opportunità di assistere ad alcune esercitazioni con elicottero.

L'inverno 1997 vedrà il Gruppo Cani da Valanga riunirsi in Slovacchia in occasione del cinquantenario del soccorso su valanga.

GRUPPO PREVENZIONE

Jean Paul Zuanon ha fatto una breve cronistoria del gruppo Prevenzione, formatosi a Bormio nel 1993. Una riunione prevista nel corso della primavera 1996 ha dovuto essere annullata in seguito a defezioni ed è stata rinviata all'aprile-maggio 1997.

NUOVI MATERIALI

Diversi Paesi hanno prodotto documenti video destinati agli sciatori privi di conoscenze specifiche della neve. E' stato visionato un video canadese insieme a un altro documento prodotto dal Sudtirolo. Questi video didattici inerenti il rischio valanghe sono ora diffusi in molti Paesi in diverse lingue. In occasione del prossimo congresso è stata

VITTIME DA VALANGA NEI PAESI ADERENTI ALLA CISA-IKAR DAL 1976 AL 1996



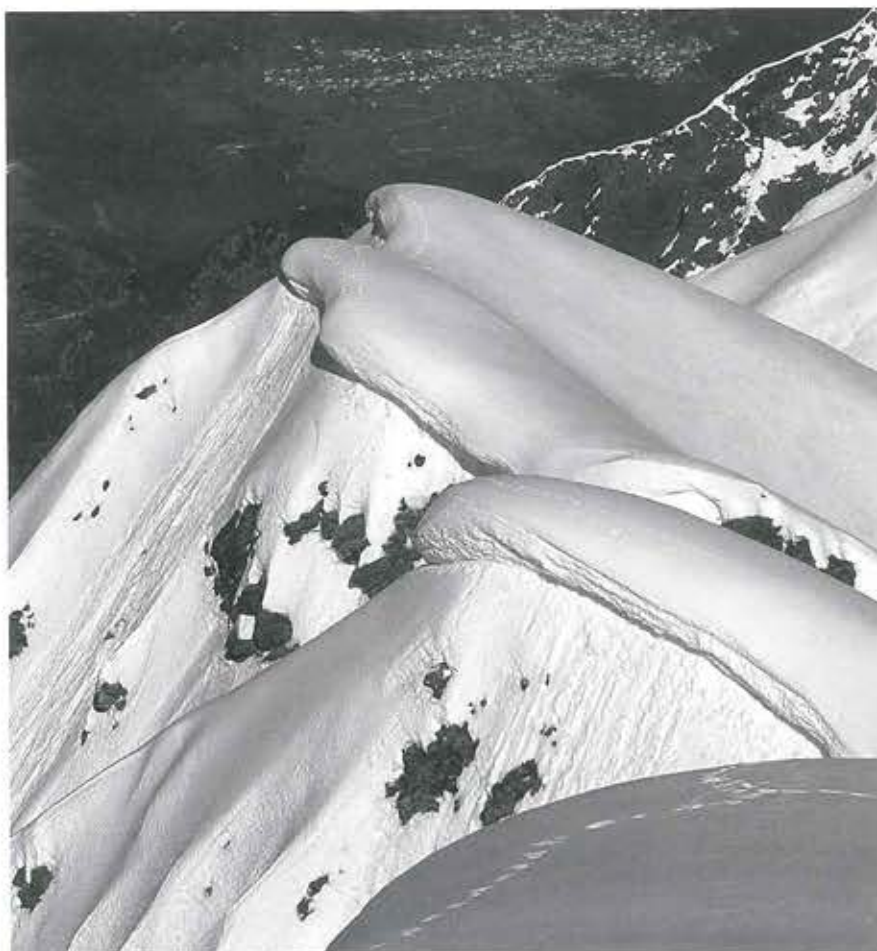
Diversi: si contano 16 vittime (19 la scorsa stagione), pari al 9,4%. Infine, il numero di squadre cinofile nell'ambito della comunità CISA-IKAR è relativamente stazionario con 1224 unità (1263 l'anno scorso). Le Alpi totalizzano oltre 900 squadre cinofile.

RELAZIONE SUGLI INCIDENTI PIU' SIGNIFICATIVI

Come ogni anno sono stati presentati una decina di incidenti con l'aiuto di diapositive e video (Svizzera, Italia, Austria, Francia, Germania, Spagna, Slovacchia, USA). La Svizzera ha presentato uno studio sintetico degli incidenti invernali redatto dall'Istituto Federale Neve e Valanghe del Weissfluhjoch.

GRUPPO CANI DA VALANGA

Presentato da Peter Ogi, il resoconto delle attività è soprattutto incentrato sulla riunione di Kùthai in Austria dal 18 al 21 aprile 1996. L'incontro, che ha visto la partecipazione di 12 istruttori provenienti da 7 Paesi, ha permesso di confrontare le tecniche



avanzata la proposta che ogni Paese presenti i propri strumenti didattici appositamente realizzati per coloro che praticano la montagna in inverno.



RIUNIONE GENERALE CON LA COMMISSIONE MEDICA

Per il secondo anno consecutivo si è tenuta una seduta "commissione valanghe-commissione medica". Il tema trattato era il seguente: bisogna trasportare sul luogo del soccorso su valanga prima il medico o la squadra cinofila?

La discussione è stata a tratti appassionante e fruttuosa. Dal momento che ogni intervento di soccorso rappresenta un caso a sé, ovviamente non esistono regole generali e quindi ogni caso va affrontato volta per volta in modo diverso.

ASPETTI DIVERSI

Il rappresentante del Canada ha chiesto informazioni su una prova effettuata nelle regioni del mondo colpite da valanghe: superficie, tasso d'occupazione, tasso di frequentazione turistica, ecc. La Svezia, che spera di essere ammessa come membro della CISA-IKAR, ha presentato in sintesi la propria organizzazione di soccorso alpino: più di 500 persone appartenenti al corpo di polizia si occupano di sicurezza sulla neve.

SEDUTA PLENARIA SUL TEMA "PREVENZIONE"

Sabato pomeriggio si sono riunite le 4 commissioni per una riflessione comune sul tema della prevenzione. Il presidente della commissione Soccorso Terrestre ha presentato spezzoni di due video destinati al grande pubblico corredati da osservazioni. Il responsabile della Commissione medica ha fornito un elenco pratico di dati tecnici da distribuire agli utenti della montagna, così come ha fatto la Commissione Elicotteri.

Da parte sua, la Commissione Valanghe ha ricordato che da oltre 20 anni nella maggior parte dei Paesi aderenti alla CISA-IKAR vengono elaborati strumenti d'informazione e di formazione. Una presentazione dei principali strumenti è stata iscritta all'ordine del giorno del prossimo congresso della CISA-IKAR. Tra le altre attività, si segnala lo stage di formazione delle squadre di soccorso di Valtournanche, tenutosi più di 10 anni fa, e i congressi valanghe come quello di Chamonix del 1991, patrocinato dalla CISA-IKAR.

PROSSIMO CONGRESSO

La prossima riunione della CISA-IKAR si terrà a Saint Vincent, Val d'Aosta, nell'autunno 1997.



LA PARTECIPAZIONE ITALIANA ALLA CISA-IKAR

Il 48° Congresso CISA-IKAR in Polonia ha visto la riunione delle quattro commissioni di lavoro con la partecipazione dei rappresentanti italiani: Commissione Medica - Renato Misischi e Ugo Vacca, Commissione Aerea - Daniele Chiappa, Commissione Terrestre - Lorenzino Cosson, Commissione Valanghe - Othmar Prinoth.

La Commissione Medica, ribadito il concetto che il soccorso in montagna deve essere un soccorso medicalizzato, ha definito le modalità operative dei medici durante le operazioni di soccorso alpino.

Nella Commissione Aerea (elicotteri) è stato ribadito, a livello internazionale, l'utilizzo sia del gancio baricentrico sia del verricello a seconda delle necessità operative. In sintesi sono entrambi efficaci e l'utilizzo dell'uno o dell'altro va valutato pariteticamente dal pilota e dal tecnico di elisoccorso (colui che effettua praticamente l'intervento). Da notare comunque che in Italia negli ultimi anni si sono verificati incidenti, alcuni anche mortali, per rottura della fune di acciaio del verricello.

Durante i lavori è stato messo in discussione il sistema di imbarco e sbarco dall'elicottero effettuato con volo stazionario della macchina a pochi metri da terra o con un pattino appoggiato sul terreno. Alcuni piloti hanno evidenziato la pericolosità di tale manovra. Nel caso intervengano forze esterne (naturali o causate dai tecnici elisoccorritori durante l'elisbarco-elimbarco) che potrebbero compromettere il delicato equilibrio in cui si trova la macchina durante il volo stazionario. La perdita di equilibrio a pochi metri da terra può diventare molto grave in quanto non c'è lo spazio fisico per permettere al pilota di eseguire una qualsiasi manovra atta al raggiungimento di un nuovo equilibrio.

A supporto dei lavori il Soccorso Alpino Polacco ha organizzato una simulazione di intervento di soccorso in parete ed in un lago con elicottero. I soccorritori si sono calati lungo corde fisse dall'elicottero in volo stazionario, hanno agganciato alle stesse gli incidentati (che sono stati portati via agganciati alle corde fisse) e, successivamente, i soccorritori stessi sono

risaliti sull'elicottero con tecniche speleologiche di risalita su corda.

Questa manovra di risalita è alquanto discutibile per il delicato equilibrio in cui si trova l'elicottero in volo stazionario. Sono state eseguite, sempre dall'elicottero, anche più collaudate e sicure calate e recuperi con il



verricello.

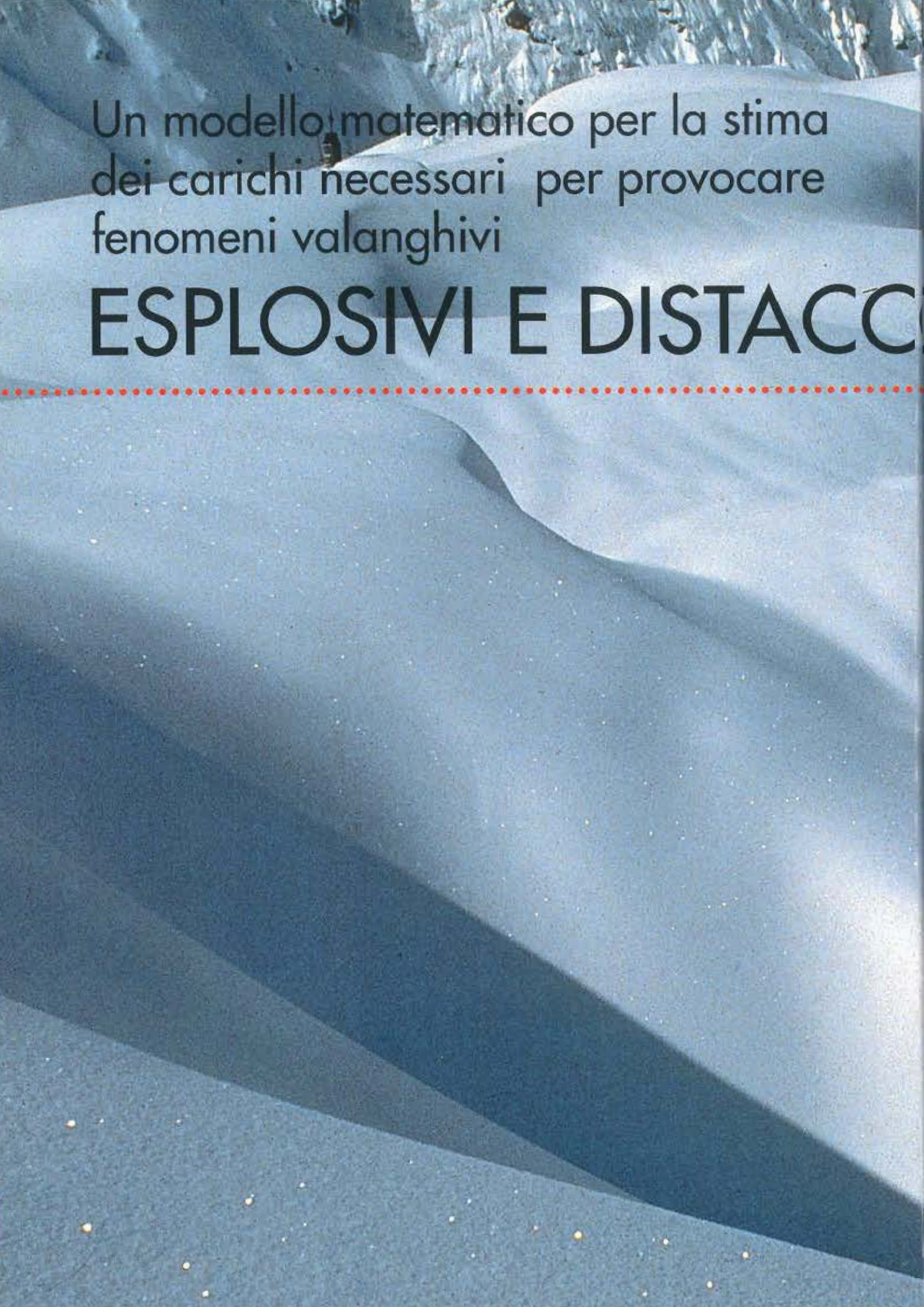
Si è confermato, ancora una volta, l'indispensabilità dell'utilizzo dell'elicottero per garantire in montagna un soccorso tempestivo.

Nella Commissione Terrestre è stata presentata la versione quasi definitiva della "barella Garda", frutto della collaborazione tra il Soccorso Alpino Valdostano e il Soccorso Francese. La barella è dedicata alla memoria della guida alpina Franco Garda, per un lustro Presidente del CNSAS.

La Commissione Valanghe ha visto ancora una volta il dualismo tra la visione del soccorso su valanga della scuola centroeuropea e quella latina, ovvero sulla necessità o meno di individuare ed organizzare con segnali convenzionali l'area valanghiva.

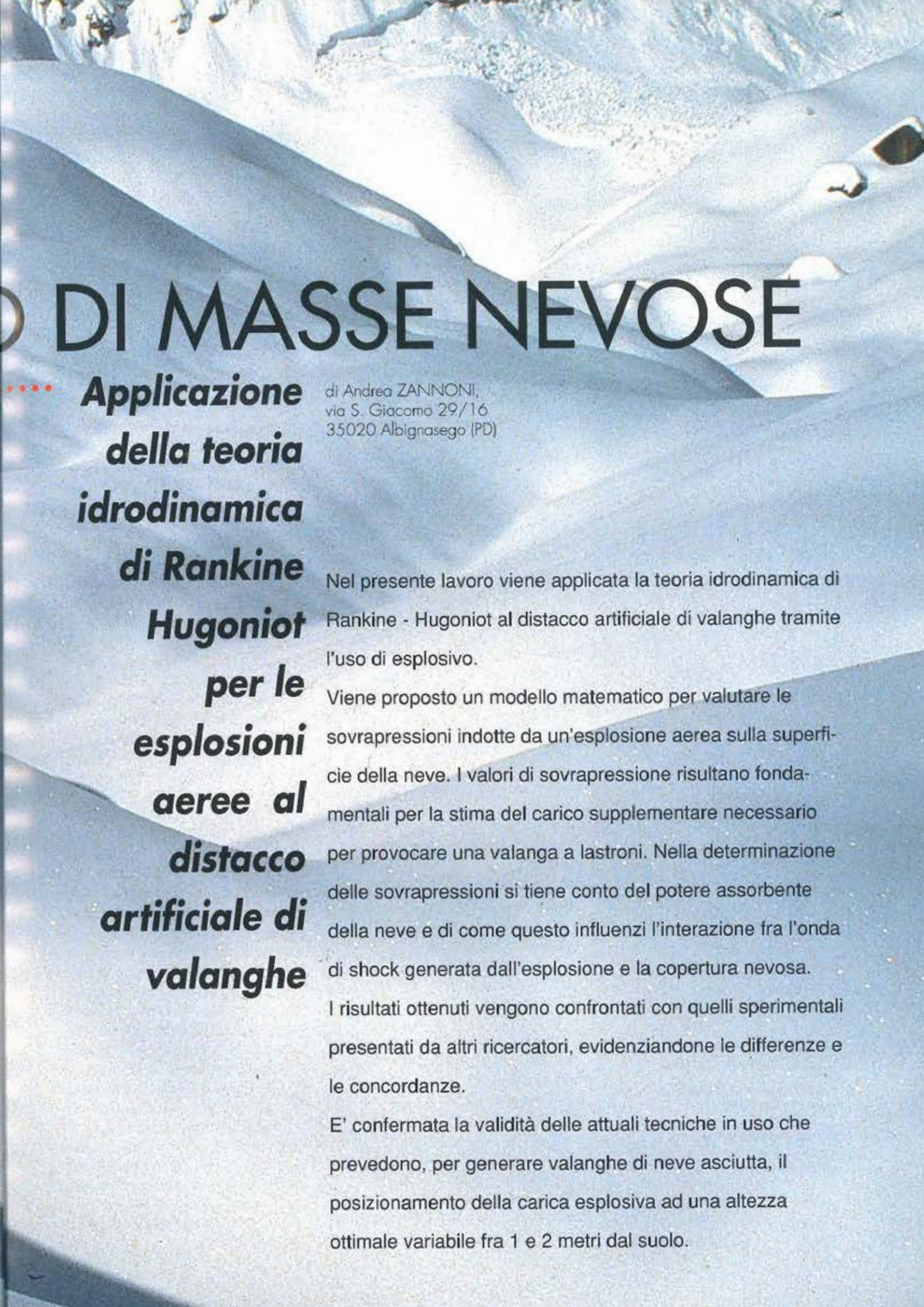
A conclusione del Congresso, il capo della delegazione italiana, Armando Poli ha presentato ufficialmente il 49° Congresso che si svolgerà nell'autunno 1997 in Italia - Valle d'Aosta.

Alessio Fabbricatore
(addetto stampa CNSAS)



Un modello matematico per la stima
dei carichi necessari per provocare
fenomeni valanghivi

ESPLOSIVI E DISTACCO



DI MASSE NEVOSE

**Applicazione
della teoria
idrodinamica
di Rankine
Hugoniot
per le
esplosioni
aeree al
distacco
artificiale di
valanghe**

di Andrea ZANNONI,
via S. Giacomo 29/16
35020 Albignasego (PD)

Nel presente lavoro viene applicata la teoria idrodinamica di Rankine - Hugoniot al distacco artificiale di valanghe tramite l'uso di esplosivo.

Viene proposto un modello matematico per valutare le sovrappressioni indotte da un'esplosione aerea sulla superficie della neve. I valori di sovrappressione risultano fondamentali per la stima del carico supplementare necessario per provocare una valanga a lastroni. Nella determinazione delle sovrappressioni si tiene conto del potere assorbente della neve e di come questo influenzi l'interazione fra l'onda di shock generata dall'esplosione e la copertura nevosa. I risultati ottenuti vengono confrontati con quelli sperimentali presentati da altri ricercatori, evidenziandone le differenze e le concordanze.

E' confermata la validità delle attuali tecniche in uso che prevedono, per generare valanghe di neve asciutta, il posizionamento della carica esplosiva ad una altezza ottimale variabile fra 1 e 2 metri dal suolo.



In alto: stazione di partenza di un impianto CAT-EX.

Sopra: distacco provocato da una valanga a lastroni, di superficie, di media coesione.

INTRODUZIONE

Fra le tecniche di difesa e protezione dalle valanghe in ambiente montano si è sviluppata da alcuni anni anche quella del distacco artificiale. Il distacco artificiale si colloca fra i metodi di protezione di tipo temporaneo attivo e risulta una valida tipologia di intervento per la messa in sicurezza di vie di comunicazione e comprensori sciistici. Consente infatti di provocare il fenomeno valanghivo al momento desiderato, di controllarne parzialmente le modalità in funzione dei tempi e delle condizioni di intervento e di minimizzare i rischi derivanti dalla caduta della valanga grazie ad interventi sul territorio quali sgombero di persone nell'area, chiusura temporanea di vie di comunicazione o di piste da sci. La soluzione di utilizzare gli effetti di un'esplosione per provocare una valanga aumentando il carico agente sulla superficie nevosa è risultato fin dall'inizio efficace ed i buoni risultati ottenuti utilizzando esplosivi chimici convenzionali ad azione detonante (in grado di provocare un'onda di shock) hanno reso questa tecnica la maggiormente diffusa, insieme alla più recente tecnologia che sfrutta invece il brillamento di miscele gassose. Se infatti l'equilibrio della copertura nevosa è garantita da un fattore di stabilità FS (rapporto fra resistenza e sforzo agente) superiore all'unità, il carico supplementare indotto dall'esplosione comporta l'aumento dello sforzo agente, con conseguente rottura quando quest'ultimo raggiunga lo stesso valore della resistenza ($FS = 1$). Il distacco artificiale di valanghe tramite uso di esplosivi presenta tre differenti aree di interesse tra loro interagenti:

- 1 cinematica della reazione esplosiva detonante e propagazione dell'onda di shock;
 - 2 interazione dell'onda di shock con la neve e calcolo delle sollecitazioni;
 - 3 meccanismo di rottura della copertura nevosa.
- Le problematiche relative alla cinematica della reazione esplosiva ed alla propagazione dell'onda di

shock sono argomenti già approfonditamente sviluppati in ricerche per scopi militari e scavi in galleria. Tra le varie teorie proposte trova buona applicazione alle diverse condizioni di distacco artificiale di copertura nevosa quella idrodinamica di Rankine - Hugoniot, per lo studio delle onde di shock nei fluidi, ma applicabile anche per materiale solido, in quanto in prima approssimazione può essere considerata nulla la resistenza a taglio in corrispondenza delle elevate pressioni che vengono sviluppate nell'esplosione.

Infatti essa può essere utilizzata nel caso di neve asciutta in quanto il mezzo circostante da considerare è l'aria, poiché migliori risultati si ottengono posizionando la carica al di sopra della superficie del manto nevoso (Mellor, 1973 e Gubler, 1977). Nel caso, invece, di neve bagnata o di disgaggio di cornici, dove è necessario utilizzare cariche di esplosivo disposte in profondità (Gubler, 1977), le pressioni esercitate sono talmente elevate che si può considerare nulla la resistenza a taglio ed utilizzare ancora la teoria di Rankine - Hugoniot (Mellor, 1965).

Numerosi studi hanno riguardato l'interazione dell'onda di shock con la neve (Mellor, 1965 e 1973, Ingram e Strange, 1958, Ingram e Halper, 1960, Ingram, 1962, Livingston, 1968, Brown, 1980 [a], 1980 [b], 1980 [c], 1981 e 1983, Gubler, 1977, 1978 e 1992, Johnson, 1991, Sato e Brown, 1983, Sato, 1987). Tuttavia persistono ancora lacune per quanto riguarda le modalità sia di propagazione dell'onda di shock in un mezzo che può considerarsi bifase (aria e ghiaccio) o trifase (aria, ghiaccio e acqua), sia di riflessione ed assorbimento dell'onda di shock all'interfaccia aria-neve nel caso di un'esplosione aerea.

In particolare, fondamentale al fine del calcolo della sovrappressione che si genera sull'interfaccia e del computo dello sforzo aggiuntivo sul manto nevoso risulta la determinazione dell'angolo di incidenza dell'onda di shock sulla superficie, in quanto esso condiziona il tipo di riflessione.



Esiste evidentemente una stretta correlazione tra le modalità di interazione con l'onda di shock ed il meccanismo di rottura della copertura nevosa. Anche quest'ultimo argomento, pur essendo stato trattato da numerosi ricercatori (Mellor, 1965 e 1977, Ingram e Strange, 1958, Ingram e Halper, 1960, Ingram, 1962, Gubler, 1977 e 1992, Brown, 1981, Johnson, 1991), necessita ancora di ulteriori approfondimenti.

Tuttavia, pur non conoscendo ancora le esatte modalità di rottura del manto nevoso, anche in considerazione delle sue differenti caratteristiche geomeccaniche dovute al diverso grado di metamorfismo possibile, possono essere adottate valide semplificazioni per definire e quantificare gli interventi necessari per il distacco artificiale di valanghe.

Ad esempio Gubler (1977) sostiene che una valanga a lastroni inizia da una frattura primaria che in seguito innesca delle fratture secondarie che si propagano ad elevata velocità tagliando il manto nevoso. Assumendo nel caso di neve asciutta una densità media di 100 kg/m^3 , una resistenza minima per la frattura primaria di 10^3 e 10^4 Pa ed un fattore di stabilità FS pari a 1.1, egli constata come sia possibile ottenere la sovrappressione aggiuntiva (pari quindi a circa il 10% della resistenza, cioè 10^2 e 10^3 Pa) che deve essere esercitata sul manto nevoso per giungere a rottura ($\text{FS}=1$). In questo modo, nota l'area totale da investire, si sceglie l'altezza

ottimale alla quale posizionare la carica di esplosivo in modo da minimizzarne la quantità da utilizzarsi affinché tutta l'area sia soggetta allo sforzo aggiuntivo. Queste considerazioni sono state sviluppate in condizioni di avvenuto metamorfismo per isotermità, fenomeno che inizia poco dopo il termine della nevicata, con la neve che ha già aumentato la propria resistenza grazie alla sinterizzazione fra i cristalli. Attualmente, grazie ad appositi dispositivi comandati da postazione remota, è possibile intervenire durante o subito dopo la nevicata. In tal caso la resistenza della neve fresca non risentirà ancora dell'incremento dovuto al metamorfismo per isotermità e la sovrappressione necessaria per vincere la coesione per filtratura fra i cristalli potrà risultare minore di quella per vincere la coesione per sinterizzazione. Operazioni di disaggio eseguite seguendo queste indicazioni consentono inoltre il frazionamento dello scarico in caso di interventi ripetuti di fronte alla possibilità di ingenti accumuli di neve fresca.

L'obiettivo di questo articolo è quello di approfondire gli aspetti dell'applicazione della teoria idrodinamica di Rankine - Hugoniot al distacco artificiale di valanghe, valutando come, nel caso di esplosioni aeree (in quanto rappresentano la gran parte degli interventi), si possa tenere conto dell'assorbimento dell'onda di shock da parte della neve. Viene ipotizzato un manto nevoso già stabilizzato (avvenuto

A fianco: esplosione di cariche disposte in profondità.

Sotto: "cannone" di un impianto GAZ-EX (esploditore a gas) per il distacco artificiale in postazioni permanenti.



metamorfismo per isotermità), la necessità di provocare una valanga a lastroni e non si analizza la geomeccanica del meccanismo di rottura.

ESPLOSIONI ED ESPLOSIVI

Un'esplosione è un fenomeno generato da una reazione chimica esotermica rapidissima che consente un'improvvisa e violenta liberazione di una ingente quantità di energia con formazione di prodotti prevalentemente gassosi. Si può considerare la sorgente come puntiforme, introducendo un errore trascurabile. Il rendimento di un esplosivo chimico è definito come il rapporto fra l'energia generata nell'esplosione e quella che si otterrebbe dall'esplosione di una ugual massa di un esplosivo campione. Convenzionalmente si è scelto il tritolo (TNT) come esplosivo campione, definendo il grammo standard di TNT quello che produce un'energia esplosiva di 4610 J . In maniera del tutto analoga si definisce la massa equivalente di TNT come la massa di un esplosi-



Fig 1

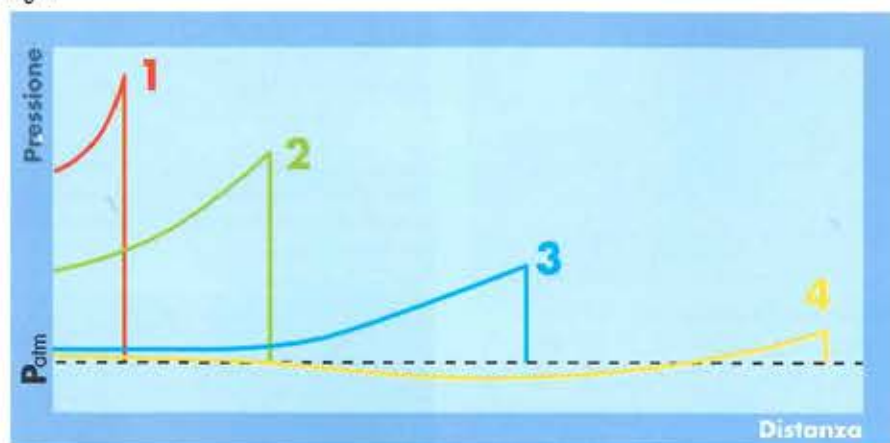


Fig 2

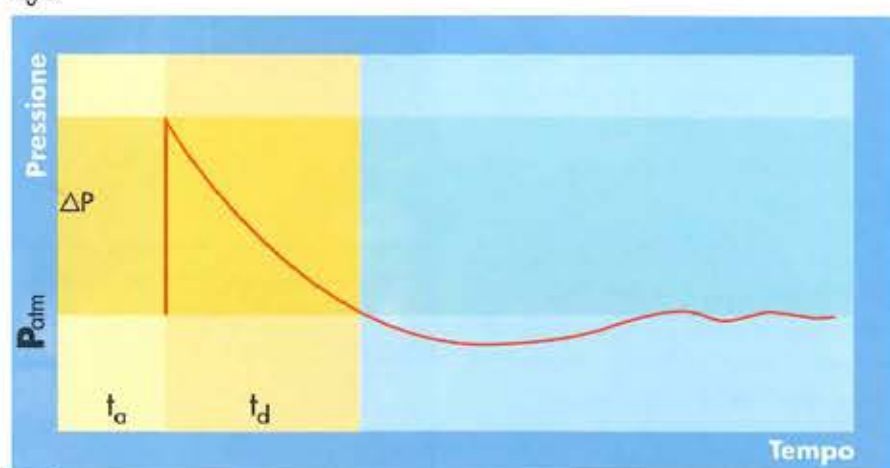


Fig 3

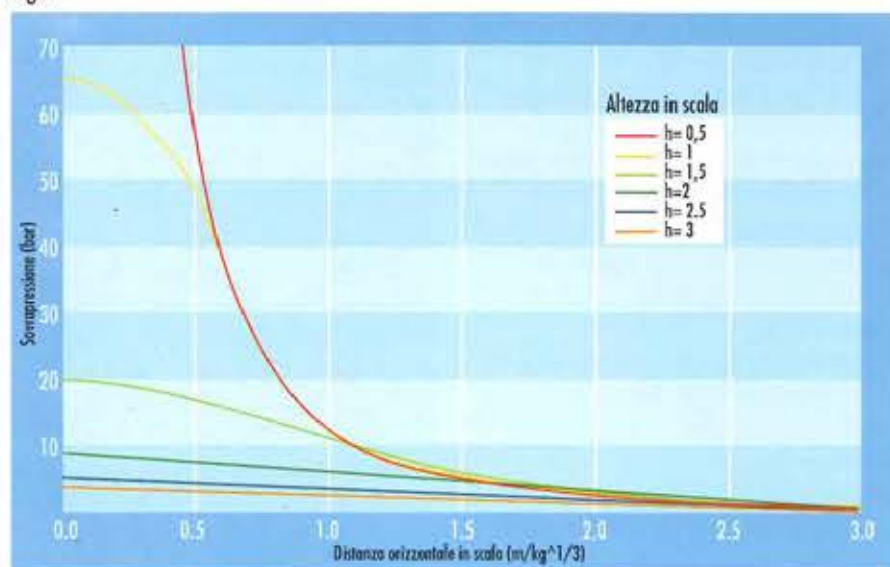


Fig 4

vo generico in grado di generare la stessa energia esplosiva di una massa unitaria di standard TNT. Tale standardizzazione consente di rapportarsi attraverso delle leggi di scala ad un'esplosione campione, permettendo di trovare una soluzione generale per il problema delle onde esplosive.

Le leggi di scala per le esplosioni seguono i principi con i quali si costruiscono tutte le leggi di scala, basandosi sulla similitudine geometrica e sulla conservazione della quantità di moto.

Nella teoria idrodinamica di Rankine - Hugoniot sono applicate a tutte le grandezze di interesse. Nel nostro caso è sufficiente ricordare quelle per la distanza e la sovrappressione. Trascurando il rapporto fra la densità dell'aria in esame e quella di riferimento in atmosfera standard si ottiene che la distanza in scala (h) è data dal rapporto fra la distanza reale (H) e la radice cubica della massa equivalente di TNT (W):

$$h = \frac{H}{\sqrt[3]{W}}$$

La sovrappressione risulta sempre proporzionale alla distanza in scala ed alla pressione atmosferica dell'ambiente indisturbato. Operando sempre con distanze in scala la proporzionalità viene quindi automaticamente rispettata tenendo conto della pressione atmosferica dell'ambiente circostante.

TEORIA IDRODINAMICA DI RANKINE-HUGONIOT

L'aumento improvviso e localizzato di pressione causato dall'esplosione rappresenta l'impulso di pressione iniziale. La velocità con la quale avviene il fenomeno ci consente di poterlo considerare istantaneo senza introdurre particolari errori. L'onda di shock generata che si propaga nel mezzo circostante prende il nome di onda esplosiva.

Considerando un arbitrario impulso di pressione iniziale (fig. 1 a) ciascuna porzione si muove con una propria velocità, che è quella del suono nel mezzo nelle immediate

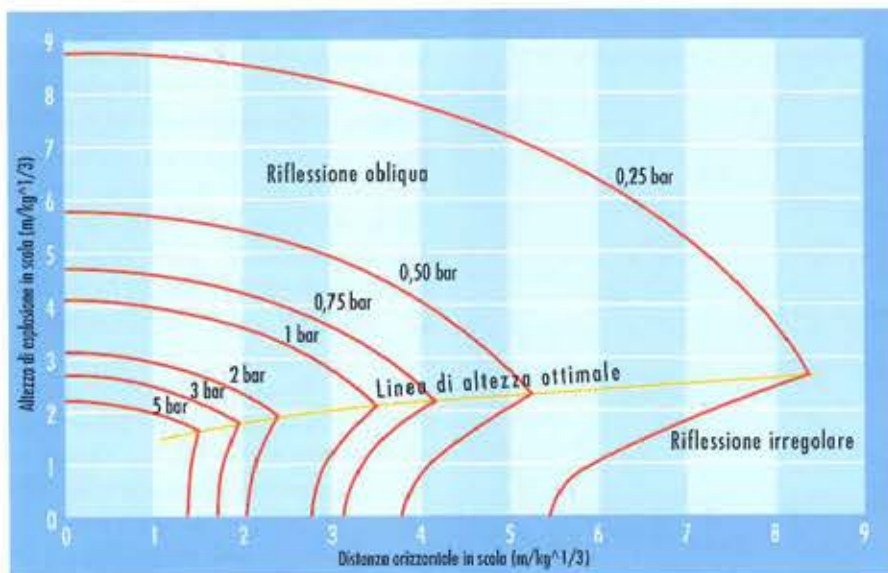


Fig 5

vicinanze. A causa degli elevati gradienti di pressione e temperatura tale velocità è maggiore in corrispondenza delle pressioni maggiori, con conseguente formazione di un fronte ripido (fig. 1 b), fino a giungere, al limite, alla formazione di una discontinuità (fig. 1 c) che rappresenta lo shock esplosivo. Questo continua a propagarsi nel mezzo circostante con velocità maggiori di quella del suono e mantenendo inalterata la forma. Per comodità si preferisce affrontare lo studio della propagazione delle onde esplosive in un mezzo impostando un sistema di riferimento relativo solidale al fronte di shock. Questo permette di analizzare il fenomeno in condizioni di flusso stazionario dove le parti si invertono: è il mezzo fluido ad incontrare il fronte di shock e non il viceversa come avviene nella realtà. Un semplice cambio del sistema di riferimento da quello relativo a quello assoluto ci dà il comportamento reale dell'onda di shock. Nel caso il fluido sia un gas convenzionalmente si utilizza un rapporto adimensionale, detto numero di Mach, definito come il rapporto fra la velocità della corrente e quella del suono nel mezzo. Si definiscono inoltre condizioni di *shock normale* quando l'angolo col quale impatta la corrente contro il fronte è di 90° e di *shock obliquo* se l'angolo è diverso da 90° (Kinney-Graham, 1985). Nel caso di un'esplosione ci troveremo ad affrontare un problema di shock sferico, però, finché si considera singolarmente ciascuna

linea di corrente, è possibile applicare le relazioni dello shock normale. E' stato osservato che tutte le onde esplosive hanno forme geometriche simili, indipendentemente dall'impulso di pressione iniziale e da ciò che le ha generate. Un'onda esplosiva che si propaga in aria presenta in più degli aspetti singolari. Infatti (fig. 2) la diminuzione di pressione è maggiore in prossimità dell'origine rispetto alle zone periferiche. Inoltre, a causa di effetti inerziali, si produce una sovraespansione con conseguente rarefazione nel centro stesso. In fig. 3 è riportato l'andamento dell'onda esplosiva: essa si manifesta immediatamente attraverso il salto di pressione dopo un tempo t_0 ; comincia immediatamente a decrescere fino a scendere al di sotto della pressione atmosferica (t_1), per poi ritornarvi definitivamente dopo una serie di oscillazioni. La forma caratteristica, somigliante ad una N, fa sì che tale curva venga comunemente definita "curva N". La descrizione dell'andamento di un'onda di shock aerea sarà data dai seguenti tre parametri:

- *intensità iniziale dello shock* (generalmente espressa attraverso il picco di sovrapressione),
- *durata* (definita come la durata t_d della fase positiva),
- *impulso* per unità di area delle forze di pressione.

La sovrapressione sul fronte dell'onda viene calcolata teoricamente seguendo l'approccio utilizzato per lo shock normale, tenendo conto dell'andamento sferico dell'onda



Fig. 1: sviluppo di un'onda di shock.

Fig. 2.: tipiche curve pressione-distanza per tempi successivi ad un'esplosione in aria.

Fig. 3: tipica curva pressione-tempo per un'onda esplosiva in aria.

Fig. 4: picchi di sovrapressione su una superficie rigida per alcune altezze di esplosione in scala (esplosione campione: 1 kg TNT, pressione atmosferica 1015 bar, temperatura 15°C).

Fig. 5: sovrapressione massime su una superficie rigida (esplosione campione).

Foto sopra: canalone da valanga soggetto a distacco artificiale con dispositivo CAT-EX.

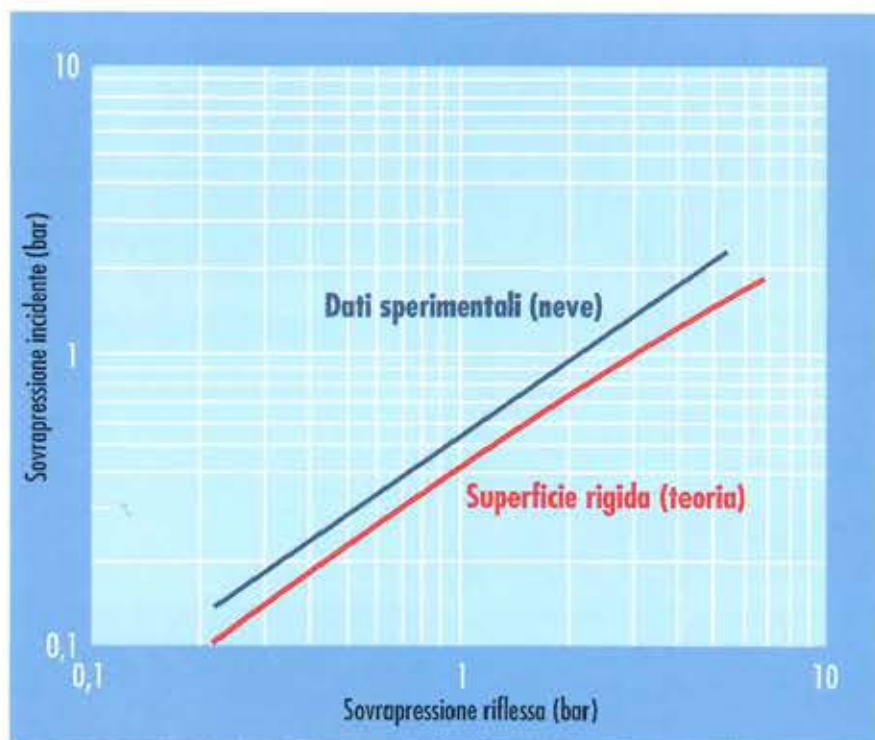


Fig 6

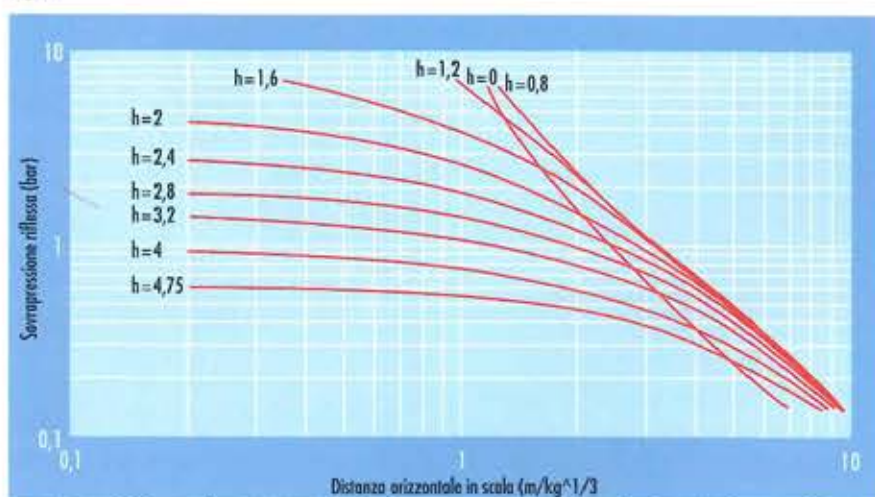
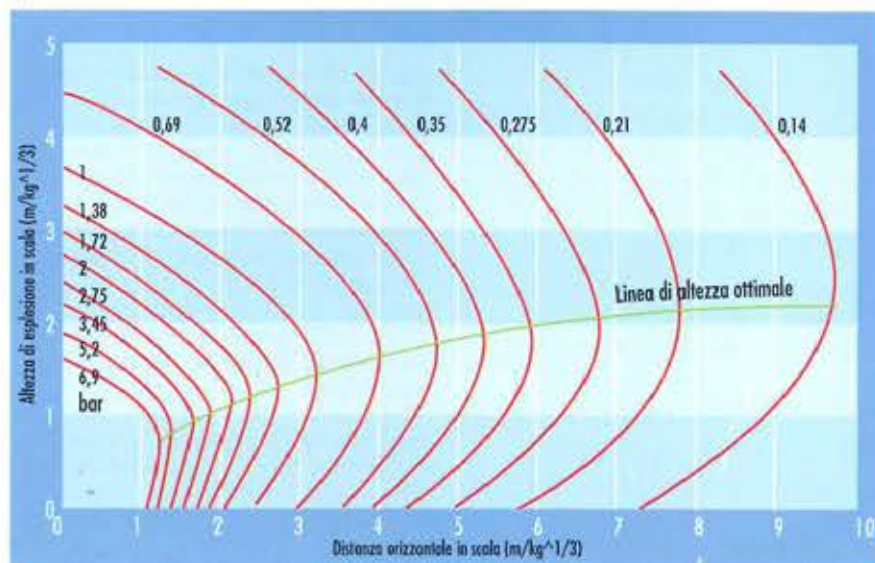


Fig 7



Figg. 6, 7 e 8: sovrappressione per una superficie rigida ed una nevosa e sovrappressioni al di sopra della superficie nevosa in funzione della distanza orizzontale e dell'altezza di esplosione, secondo Ingram (da Mellor 1965 modificata).

stessa e della natura transitoria del fenomeno.

Inoltre deve essere introdotto anche il valore della riflessione, in quanto esso risulta fondamentale per il computo della sovrappressione riflessa ed è necessario conoscere per determinare il carico supplementare indotto dall'esplosione.

Quando un fronte di shock impatta contro una superficie esso si può riflettere diversamente a seconda dell'angolo di incidenza. Si verifica: *riflessione normale* (quando lo shock impatta normalmente alla superficie), *riflessione obliqua* (quando l'angolo di incidenza fra il piano contenente lo shock e la superficie è minore di 40° per numeri di Mach della corrente incidente superiori a 1.5), *riflessione irregolare*, o riflessione di Mach, (quando lo shock impatta sulla superficie con incidenza radente, maggiore di 40° per numeri di Mach della corrente incidente superiori a 1.5). Si vuole sottolineare come il passaggio fra riflessione obliqua e irregolare sia in realtà rappresentato da una zona di transizione e non demarcato da un punto preciso, la cui identificazione è solo una formalizzazione matematica. E' evidente, comunque, come i valori di riflessione siano dipendenti dalla natura del terreno. Tuttavia la teoria di Rankine - Hugoniot prevede che la superficie di impatto dell'onda incidente sia rigida (superficie perfettamente riflettente). Di conseguenza l'applicazione nel caso di terreni naturali comporta valore nullo del coefficiente di assorbimento. Nel presente lavoro è stato invece tenuto conto anche dell'influenza del potere assorbente della neve.

Sempre per quanto riguarda i valori di sovrappressione è stato determinato (Kinney-Graham, 1985) che il coefficiente di riflessione, definito come il rapporto fra la sovrappressione riflessa e incidente, risulta sempre maggiore dell'unità per tutti e tre i tipi di riflessione. Ciò in quanto lo shock riflesso attraversa un mezzo le cui caratteristiche sono state modificate dal passaggio dello shock incidente (aumento di temperatura, pressione ecc.). Per tale motivo la sovrappressione massima misurata al suolo è coincidente con

quella dell'onda di shock riflessa, che è sempre superiore a quella dell'onda incidente. Inoltre il coefficiente di riflessione nella zona di riflessione obliqua non si discosta di molto da quello di riflessione normale (Kinney-Graham, 1985), poiché si fa riferimento ad esplosioni di modesta entità (numero di Mach inferiore a 3). Infatti con una sovrappressione di picco dell'onda incidente di 10 bar, che è già un valore molto elevato, in condizioni standard si ottiene un numero di Mach pari a 3.08. Questo consente di calcolare il valore della sovrappressione riflessa al suolo utilizzando il coefficiente di riflessione normale anche per la zona dove si verifica riflessione obliqua. Il modello numerico sviluppato in questa ricerca mette in relazione l'altezza di esplosione con la sovrappressione indotta e la distanza orizzontale dal punto zero (definito dall'intersezione della normale al terreno per il punto di esplosione con il piano del terreno stesso). I risultati ottenuti nel caso di superficie perfettamente riflettente sono rappresentati con grafici a isolinee parametrizzati in funzione dell'altezza di esplosione o della sovrappressione (figg. 4 e 5). In fig. 5 la parte superiore di ciascuna isobara rappresenta la zona in cui si verifica riflessione obliqua, quella inferiore invece riflessione irregolare. La discontinuità determinata dal passaggio fra i due tipi di riflessione corrisponde all'altezza ottimale di esplosione.

RISULTATI SPERIMENTALI

Come riportato in precedenza la teoria di Rankine - Hugoniot considera superfici perfettamente riflettenti. Mellor (1965 e 1973) e Ingram (1962) hanno prodotto risultati sperimentali sull'assorbimento di un'onda di shock da parte di un materiale poroso come la neve. È stato dimostrato che, a parità di shock incidente, la sovrappressione riflessa normale da una superficie nevosa è circa il 30% inferiore rispetto ad una superficie rigida. In fig. 6 sono riportati gli andamenti della sovrappressione riflessa normale

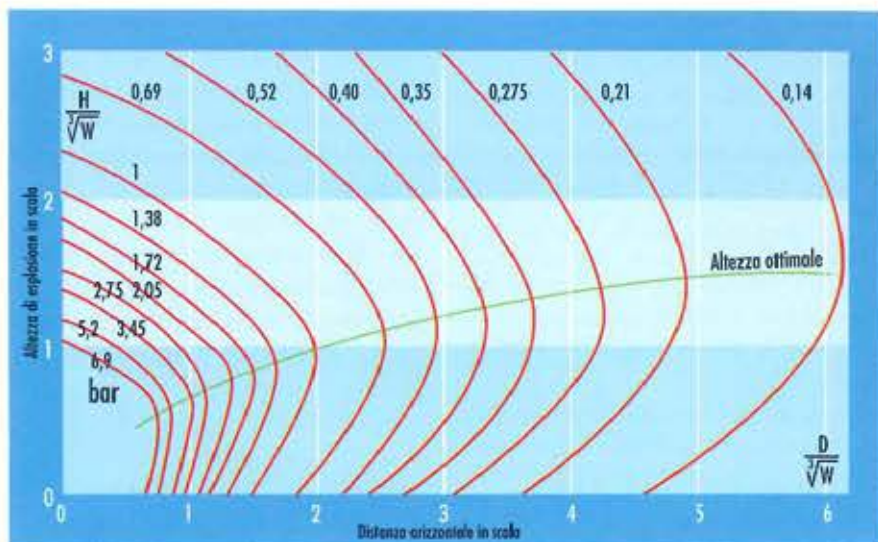


Fig 9

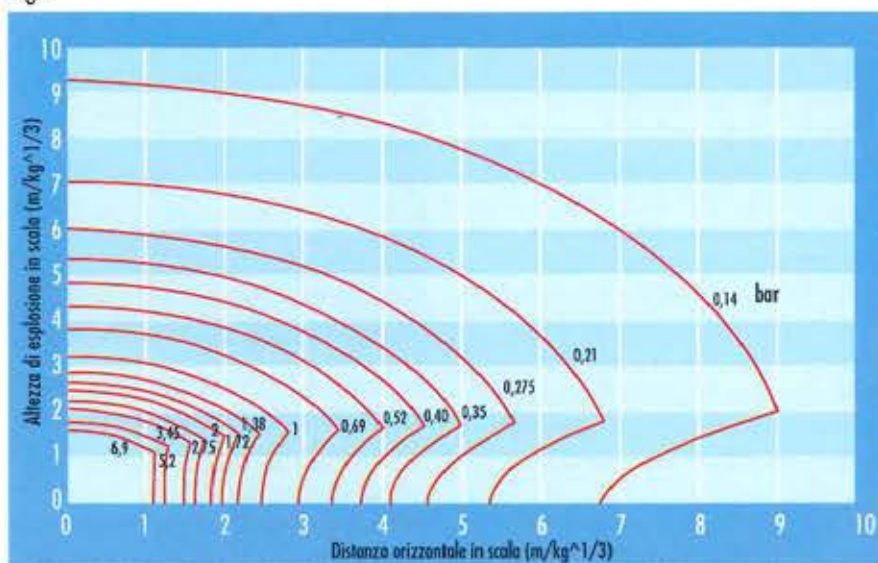


Fig 10

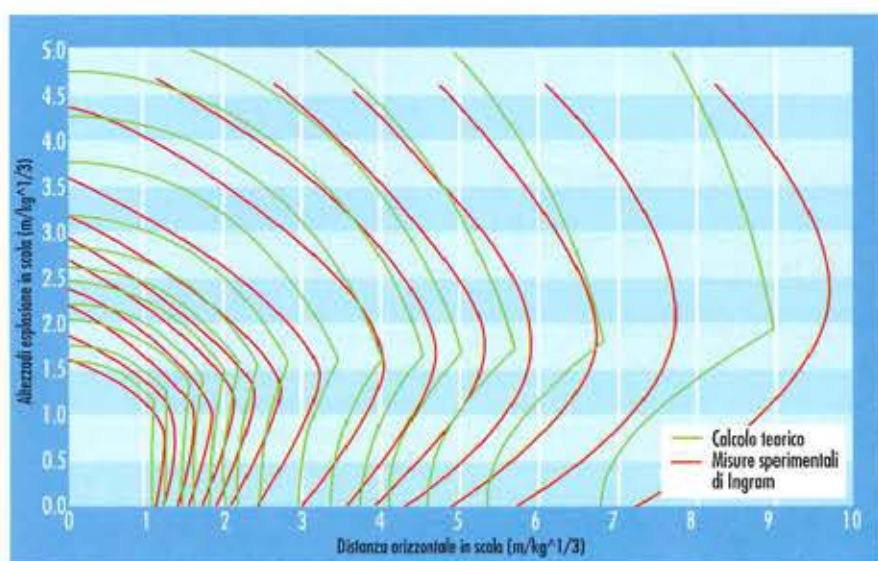


Fig. 9: grafico di Ingram secondo l'A.N.E.N.A. (Meffre, 1976 modificata).

Fig. 10: valori della sovrappressione massima riflessa al suolo per una superficie nevosa. Calcolo teorico eseguito utilizzando le stesse condizioni ambientali di fig. 8.

Fig. 11: confronto fra valori della sovrappressione al di sopra di una superficie nevosa secondo Ingram (1962) e valori ottenuti seguendo un procedimento numerico.

in funzione di quella incidente per una superficie rigida (teoria di Rankine - Hugoniot) e per la neve, dove nel caso di superficie perfettamente riflettente la sovrappressione riflessa p_r è espressa come:

$$p_r = 2p_i \left(\frac{7P_0 + 4p_i}{7P_0 + p_i} \right)$$

essendo p_i la sovrappressione incidente e P_0 la pressione atmosferica assoluta.

In maniera del tutto analoga sono ricavati sperimentalmente i due grafici a isolinee (fig. 7 e 8). I grafici delle figure 6, 7 e 8 sono stati modificati rispetto agli originali riportati in Mellor, 1965, per la necessità di convertire le unità di misura dal Sistema Anglosassone al Sistema Internazionale.

In fig. 9 viene riportato lo stesso grafico di fig. 8 convertito da parte di ricercatori Francesi (Meffre, 1976) e utilizzato normalmente in Francia ed Italia per calcolare l'altezza ottimale alla quale posizionare l'esplosivo. Si può verificare una notevole diversità nei valori delle distanze in scala. Il fattore di conversione utilizzato nel presente lavoro (fig. 8) per passare da

$$ft/\sqrt[3]{lb} \text{ a } m/\sqrt[3]{K}$$

è pari a

$$1/\sqrt[3]{16,018} = 1/2,52 = 0,397$$

,mentre quello adottato in letteratura (fig. 9) è circa

$$1/4 = 0,25$$

VERIFICA TEORICA E CONFRONTO CON I RISULTATI SPERIMENTALI

Per verificare la validità del modello proposto, al fine di tenere conto anche del potere assorbente della neve, i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli sperimentali di Ingram (1962).

Per il calcolo della sovrappressione sulla superficie della neve nella zona dove si verifica riflessione normale ed obliqua è stato utilizzato il coefficiente di riflessione indicato da Ingram (1962) per riflessione normale (figura 6), assumendo che, come era stato fatto per il calcolo

teorico con superficie rigida ed in mancanza di dati specifici in merito per la neve, il coefficiente di riflessione obliqua possa essere assimilato al coefficiente di riflessione normale.

Per il calcolo della sovrappressione per riflessione irregolare sono state utilizzate le formulazioni previste dalla teoria di Rankine - Hugoniot, per la complessità di una trattazione analitica che descriva compiutamente i reali effetti riflettenti di un'onda di shock sulla neve.

Il calcolo viene eseguito considerando una superficie piana indefinita, inclinata di un angolo α sull'orizzontale.

E' stato introdotto (Zannoni, 1994) un coefficiente di assorbimento Λ_a in funzione delle sovrappressioni riflesse p'_r per la neve e p_r per superficie rigida, a parità di sovrappressione p_i del fronte di shock incidente:

$$\Lambda_a = 1 - \frac{p'_r}{p_r}$$

Risulterà $\Lambda_a = 0$ nel caso di superficie perfettamente riflettente e

$\Lambda_a = 1$ nel caso di superficie perfettamente assorbente.

Si vuole sottolineare tuttavia che ai risultati ottenuti col modello matematico proposto non deve essere data valenza assoluta, ma, in considerazione delle semplificazioni operate e delle incertezze che tuttora permangono nella conoscenza del comportamento delle coperture nevose, essi devono essere considerati come un utile mezzo di analisi per stabilire le condizioni ottimali di messa in opera di esplosivo per il distacco artificiale di valanghe.

La rappresentazione grafica dei risultati è riportata in figura 10, secondo l'ormai consueta parametrizzazione delle curve in funzione della sovrappressione, considerando per le isobare gli stessi valori del grafico di Ingram (1962).

In figura 11 sono riportati il grafico ottenuto seguendo il procedimento numerico proposto e quello sperimentale di Ingram (1962).

Si può osservare come i valori forniti dal modello matematico sono in buon accordo con quelli sperimenta-

li per piccole distanze orizzontali, mentre per distanze superiori le curve teoriche si allontanano da quelle sperimentali. Ciò potrebbe dipendere dalla sovrastima del coefficiente di assorbimento per le distanze maggiori. Infatti se il coefficiente di assorbimento risultasse minore di quello supposto, si avrebbe una sovrappressione riflessa dalla superficie nevosa p'_r maggiore, con uno spostamento delle isobare verso destra e quindi una migliore concordanza con le curve sperimentali di Ingram.

D'altra parte una diminuzione del coefficiente di assorbimento implicherebbe, per lo stesso motivo, un aumento del coefficiente di riflessione. Tale aumento risulterebbe però difficilmente spiegabile, in quanto il coefficiente di riflessione di una superficie rigida segue un comportamento il cui andamento è casomai l'inverso, ad eccezione di una modesta e localizzata inversione in corrispondenza della zona di transizione tra riflessione regolare e irregolare. Il confronto delle curve evidenzia, inoltre, la diversità di raggio di curvatura delle rispettive isobare. Anche ciò è attribuibile, come nel caso precedente, al reale comportamento del coefficiente di riflessione.

Infine, la diversa concavità delle curve nella regione dove si verifica la riflessione irregolare è probabilmente dovuta alla semplicità della relazione adottata dalla teoria di Rankine - Hugoniot per descrivere il fenomeno della riflessione di Mach. Si deve tuttavia sottolineare che le differenze riscontrate nelle curve possono dipendere anche dai seguenti fatti:

manca delle necessarie conoscenze sul comportamento geomeccanico della copertura nevosa; modalità di elaborazione dei dati sperimentali di Ingram. Quest'ultimo fatto può apparire evidente nell'inesistenza di una chiara discontinuità in corrispondenza della zona di transizione da riflessione obliqua a riflessione irregolare. Ciò potrebbe, al limite, essere dovuto ad una interpolazione per punti effettuata in modo tale da obliterare un'improvvisa variazione nell'andamento delle isobare.

CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha messo in evidenza la validità del modello matematico adottato per la descrizione dei fenomeni esplosivi al di sopra di una superficie porosa ed il buon accordo coi risultati sperimentali. L'uso di modelli più sofisticati può sicuramente condurre a risultati migliori, ma, in considerazione dei numerosi elementi di indeterminazione (caratteristiche geomeccaniche della copertura nevosa, tipologie di riflessione dell'onda di shock ecc.), i risultati ottenuti si ritengono sufficientemente validi.

Rimangono confermate le conclusioni di Ingram (1962), Mellor (1973) e Gubler (1977), secondo i quali, per disgaggio di valanghe di neve asciutta, l'altezza ottimale di posizionamento della carica oscilla fra 1 e 2 metri al di sopra del manto nevoso e resta ribadita la potenzialità nel generare una valanga a lastroni grazie al carico supplementare imposto. Risulta infatti evidente dalle sovrappressioni esercitate come, ritenendo valide le assunzioni di Gubler in merito al fattore di stabilità e alla resistenza minima per la frattura primaria, i carichi supplementari indotti siano sufficienti ad innescare il fenomeno di rottura nelle condizioni indicate. Se l'area investita è sufficientemente grande affinché la frattura che si genera sia in grado di avviare il processo valanghivo, allora si verificherà il collasso. Gubler stesso (1977), avendo effettuato prove ad altezza variabile da 1 a 4 metri con carica di 1 kg di "Plastil", indica un'area soggetta a rottura di raggio oscillante da 17 a 120 metri. Resta da sottolineare che nel caso non si riesca a provocare il distacco si saranno diminuite localmente le condizioni di stabilità della massa nevosa. Ciò può significare che queste erano tali da non giustificare l'intervento, garantendo ancora un margine di sicurezza. Si ricorda a tale proposito come il distacco artificiale venga impiegato anche come metodo per valutare la stabilità del manto nevoso e recentemente sia stato inserito, quando di possibile applicazione, fra le metodologie attraverso le quali si

giunge a definire l'indice di pericolo valanghe riportato all'interno dei Bollettini Nivometeorologici. Tuttavia non è da sottovalutare il fatto che nel caso di mancato disgaggio potrebbero essersi innescate condizioni di instabilità latente in grado di influenzare in senso negativo l'evoluzione del manto nevoso.



Bibliografia

- BROWN R.L., 1980 [a]: Pressure waves in snow, *Journal of glaciology*, Vol.25, No.91, 1980.
 BROWN R.L., 1980 [b]: An analysis of non steady plastic shock waves in snow, *Journal of glaciology*, Vol.25, No.92, 1980.
 BROWN R.L., 1980 [c]: Propagation of a stress wave in alpine snow, *Journal of glaciology*, Vol.26, No.94, 1980.
 BROWN R.L., 1981: A method for evaluating shockwave propagation in snow, *Cold regions sciences and technology*, 5 (1981) 151-156, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
 BROWN R.L., 1983: A comparison of unsteady wave propagation for various snowpack properties, *Annals of Glaciology* 4 1983.
 CRESTA R., 1983: L'esplosivo e la neve, Club alpino italiano S.V.I.
 Gubler H., 1977: Artificial release of avalanches by explosives, *Journal of glaciology*, Vol.19, No.81, 1977.
 GUBLER H., 1978: Declenchement artificiel d'avalanches au moyen d'explosifs, émission acoustique en tant qu'index de diminution de la stabilité, ANENA: Deuxieme rencontre interantionale sur la neige et les avalanches, 12-14 Avril 1978, Grenoble France.
 GUBLER H., 1992: Artificial release of avalanches, Università europea d'estate sui rischi naturali, sessione 1992, neve e valanghe, Chamonix, 14-25 settembre 1992.
 INGRAM L.F. and STRANGE J.N., 1958: Blast pressure measurements in snow, U.S. Army Waterways Experiment Station, Miscellaneous Paper 2-274.
 INGRAM L.F. and HALPER S.H., 1960:

- Measurement of explosion-induced shock waves in ice and snow, Greenland, 1957 and 1958, U.S. Army Waterways Experiment Station, Miscellaneous Paper 2-399.
 INGRAM L.F., 1962: Air blast in arctic environment, U.S. Army Waterways Experiment Station, Technical Report 2-597.
 JOHNSON J.B., 1991: Simple model of shock-wave attenuation in snow, *Journal of glaciology*, Vol.37, No.127, 1991.
 KINNEY G.F., GRAHAM K.J., 1985: Explosive shocks in air, Springer-Verlag Berlin Heidelberg-New York-Tokio, 1985.
 LIVINGSTON, C.W., 1968: Explosions in snow, USA CRREL, Technical Report 86.
 MEFFRE J.F., 1976: Declenchement des avalanches à l'explosif, explosifs et techniques de declenchement, ANENA.
 MELLOR M., 1965: Explosions and snow, Cold Regions Science and Engineering, Part III, Section A3a, 34 pp, U.S. Army Materiel Command, Cold Reg. Res. and Eng. Lab., Hanover, N. H..
 MELLOR M., 1973: Controlled release of avalanches by explosives, U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, General Technical Report RM-3, pp.37-49.
 SATO A., BROWN R.L., 1983: An evaluation of shock waves in unsaturated wet snow, *Annals of Glaciology* 4 1983.
 SATO A., 1987: Velocity of plastic waves in snow, *Avalanches formation, movement and effects* (Proceedings of the Davos Symposium, September 1986). IAHS Publ.no. 162, 1987.

Il presente lavoro è stato tratto da una tesi di laurea dal titolo "Il distacco artificiale delle valanghe: dallo studio del problema alla definizione dei piani operativi", presentata dall'ing. Andrea Zannoni presso la Facoltà di Ingegneria di Trento, Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, in data 13 luglio 1994 con relatore il prof. Samuele Cavazza e correlatore l'ing. Paolo Scotton. La tesi in oggetto è risultata terza classificata al concorso promosso dall'AlNEVA "Premio di Laurea Paolo Valentini", edizione 1995. Il presente lavoro è stato effettuato nell'ambito della seguente Unità Operativa del C.N.R., responsabile il Prof. Samuele Cavazza: Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, C.N.R. - Contratto n. 90.01403 P.F. 42. Si ringrazia il dott. S. Silvano del C.N.R.-I.R.P.I. di Padova.

**Nuovo sistema di allertamento
per la previsione di precipitazioni
intense**

L' ALLERTAMENTO NELL'ITALIA NO



METEOROLOGICO D-OCCIDENTALE

**Risultati
conseguiti
dopo un
anno di ap-
plicazione
del sistema,
nato dalla
collabora-
zione tra
Enel/CRAM
e Regione
Piemonte**

Paolo BONELLI,
ENEL/DSR/CRAM - Milano
e Elena Turroni,
Regione Piemonte
Settore Prevenzione del Rischio
Geologico, Meteorologico e Sismico

Dal giugno 1995, il Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte e l'Enel/CRAM hanno dato vita a un programma di collaborazione con l'obiettivo di creare un sistema di allertamento meteorologico. Questo sistema è stato costituito allo scopo di mettere in preallarme la Protezione Civile almeno uno o due giorni prima del verificarsi di un fenomeno di intensa precipitazione sul territorio dell'Italia nord-occidentale, con i rischi connessi di inondazione, frane e valanghe. Le previsioni vengono fornite da un meteorologo, servendosi di modelli numerici, su alcune aree predefinite, e vengono valutate all'interno di cinque classi d'intensità. Dopo un anno di attività è stato condotto un lavoro di verifica allo scopo di valutare l'attendibilità della previsione e la validità della definizione delle aree. Sulla base delle misurazioni delle precipitazioni sono quindi stati calcolati indici di affidabilità. I dati di precipitazione, cumulati in intervalli di 6 ore, sono inoltre stati utilizzati in una analisi per gruppi allo scopo di localizzare aree omogenee. Le configurazioni spaziali delle precipitazioni sono state poste in relazione con la circolazione nei bassi strati.



Fig 1



INTRODUZIONE

Il problema di riuscire ad allertare in modo efficace le autorità in caso di eventi meteorologici particolarmente intensi non può essere risolto solo attraverso un efficiente modello numerico di previsione, ma occorre anche prendere in considerazione gli aspetti legati alla comunicazione e al formato dell'informazione da trasmettere. Dal giugno 1995, il Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte e l'Enel/CRAM hanno dato vita a un programma di collaborazione con l'obiettivo di costituire un sistema di allertamento meteorologico. Questo sistema ha lo scopo di far pervenire alla Protezione Civile avvisi con uno o due giorni di anticipo rispetto al verificarsi di un fenomeno di intensa precipitazione sul territorio dell'Italia nord-occidentale (regione Liguria, Piemonte, Valle d'Aosta). I rischi connessi di inondazione, valanghe e frane sono valutati da apposito personale con competenza sul territorio. Il sistema è stato realizzato da un gruppo responsabile della previsione meteo con sede a Milano (Enel/CRAM) e da un altro responsabile del monitoraggio e valutazione dei rischi con sede a Torino (Regione Piemonte). Un problema non trascurabile è costituito dal formato delle previsioni trasmesse dai meteorologi al gruppo di valutazione dei rischi. Scopo del sistema è infatti quello di fornire informazioni precise per la valutazione dei rischi senza che debbano essere necessariamente interpretate da personale non esperto in meteorologia. Questo obiettivo ha portato a formulare una suddivisione dell'intero territorio in aree più piccole e in alcune categorie di intensità delle precipitazioni. Ora, dopo un anno di attività operativa vengono proposte alcune considerazioni su questa procedura di previsione.



Fig 2

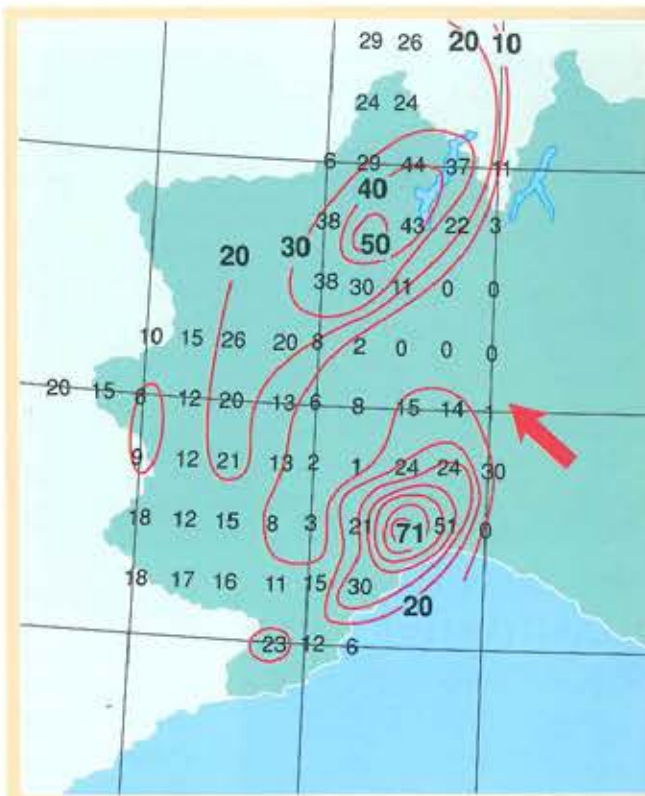


Fig 3

Fig 4

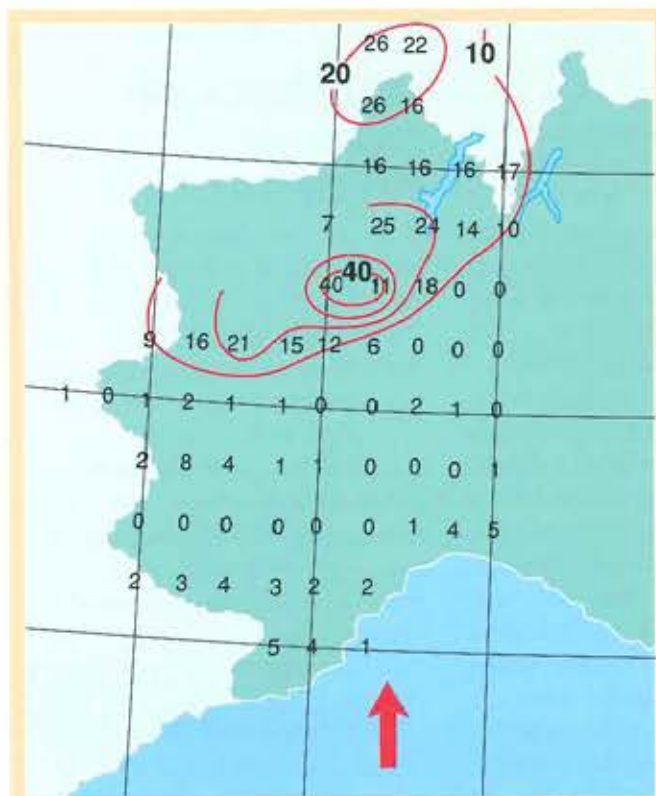


Fig 5



Fig. 1: area interessata dalle previsioni e sua suddivisione in zone meteorologiche.

Fig. 2: caso 1 (22/08/95 - 00): campo di precipitazione verificatosi in concomitanza con un flusso da Est provocato da una zona di bassa pressione sul Golfo di Genova.

Fig. 3: caso 2 (13/09/95 - 06): campo di precipitazione con un flusso da Sud-Est provocato da una zona di bassa pressione sul Tirreno.

Fig. 4: caso 3 (11/06/95 - 00): campo di precipitazione verificatosi in concomitanza con un flusso da Sud provocato da una saccatura.

Fig. 5: caso 4 (05/08/95 - 18): campo di precipitazione verificatosi in concomitanza con un flusso di venti da Sud-Ovest e del passaggio di una linea di instabilità.



PREVISIONI QUANTITATIVE DELLE PRECIPITAZIONI

Le previsioni sulle precipitazioni, utilizzate nel sistema di allerta, vengono elaborate dall'Enel/CRAM servendosi sia dei prodotti provenienti dal ECMWF (Centro Europeo di Previsioni a Breve Termine di Reading) che di un modello ad area limitata LAM (Limited Area Module) denominato MEPHYSTO, descritto da Buizza et al. (1994), a tutt'oggi operativo all'Enel/CRAM.

Ogni mattina un meteorologo effettua una previsione per la seconda parte del giorno e le successive 84 ore, con un intervallo di tempo di 12 ore. Le variabili previste comprendono: quantità delle precipitazioni in 12 ore, quota al di sopra della quale la precipitazione si intende nevosa, venti, nuvolosità. Le previsioni sull'intensità delle precipitazioni nell'arco di 12 ore vengono suddivise nelle cinque classi seguenti:

- **nessuna precipitazione**
0 mm
- **deboli precipitazioni**
da 0 a 10 mm
- **moderate precipitazioni**
da 10 a 30 mm
- **forti precipitazioni**
da 30 a 60 mm
- **eccezionali precipitazioni**
più di 60 mm

Tutta la regione è stata suddivisa in

7 aree in base agli effetti orografici sulla circolazione atmosferica: in ciascuna area viene eseguita una previsione dell'intensità delle precipitazioni. Questa suddivisione è raffigurata in Fig. 1.

Il significato delle classi di intensità è il seguente: una precipitazione "forte" prevista sull'area 2 per esempio, significa che la massima precipitazione misurata dalle stazioni in questa area sarà nella categoria "forte".

Assieme alla previsione sulle precipitazioni vengono forniti i dati sull'altezza del manto nevoso, in modo tale da permettere di differenziare i rischi legati alle piogge da quelli connessi alle nevicate. L'esigenza di prevedere l'intensità delle precipitazioni su una determinata area ha portato ad assegnare a ciascuna area alcuni punti di grigliato presi dal modello numerico. Questo è stato fatto per il grigliato 0,5 x 0,5 gradi modello ECMWF, tenendo conto non solo della posizione geografica, ma anche dell'orografia del modello. Quando al mattino presto vengono fornite le previsioni sulle precipitazioni ECMWF, al meteorologo viene fornita automaticamente una previsione di prima approssimazione, relativa alle aree prese in esame. Successivamente, dopo che le previsioni LAM si sono rese disponibili e dopo aver analizzato tutta la situazione meteorologica, il meteorologo può correggere le previsioni di prima approssimazione e trasmetterle a Torino. Nella fase di correzione

l'esperienza del meteorologo è molto importante, e quindi noi crediamo nell'efficacia dello studio della struttura delle precipitazioni osservate in relazione con la circolazione.

La rete di monitoraggio della Regione Piemonte si è rivelata estremamente utile in questo studio.

STRUTTURA DEI CAMPI DI PRECIPITAZIONI

Malgrado non sia un compito facile eseguire una qualsiasi classificazione delle configurazioni spaziali delle precipitazioni, la particolare posizione geografica e la caratteristica orografica della regione in esame creano alcune tipiche strutture di campi della piovosità legate a diversi schemi di circolazione nei bassi strati (850, 700 hPa). Alcuni esempi di questi modelli sono riportati nelle Figg. da 2 a 5 (pg 39). I campi sono stati elaborati utilizzando uno schema di analisi spaziale, che viene spiegato più avanti, sulla base dei dati di precipitazione nell'arco di 6 ore. La Fig. 2 mostra il campo di precipitazioni nel corso di un evento con flusso da est provocato da un'area di bassa pressione sul golfo di Genova.

La Fig. 3 mostra invece una situazione con correnti da sud-est legati a una zona di bassa pressione sul Mar Tirreno. In questo caso la configurazione delle precipitazioni nella parte sud della regione è localizzata sul versante nord



dell'Appennino Ligure, interessato da una componente orientale del vento. La situazione indicata nella Fig. 4 si è verificata nel corso di correnti da sud provocate da una vasta saccatura che attraversa l'Europa. La situazione in Fig. 5 mostra invece un fenomeno di piogge localizzate sottovento rispetto alle Alpi causato da un flusso proveniente da sud-ovest che trasporta un sistema convettivo. Quest'ultimo caso è un esempio di come modeste masse d'aria instabili provenienti da occidente in estate riescano ad attraversare le Alpi dando vita a dei rovesci. In generale, la più importante situazione di circolazione a basso livello che provoca forti piogge nella regione piemontese è la componente ciclonica orientale.

ATTENDIBILITÀ DELLE PREVISIONI

Nell'ambito della procedura sopra descritta prima, il meteorologo produce le sue previsioni sulle aree omogenee tenendo conto delle precipitazioni previste dal ECMWF, di quelle del IAM e della sua esperienza. Allo scopo di verificare i miglioramenti che il meteorologo apporta, è stato calcolato un indice statistico abbastanza usato in questo campo, chiamato "Threat Score" (TS), che stima la bontà delle previsioni sulla base dei dati previsti e osservati. La verifica si è limitata

alla validità +36, +48 e +60, partendo dalle ore 12 del giorno precedente all'emissione. I dati sulle precipitazioni osservate nell'arco di 12 ore sono stati forniti dalla Regione Piemonte e dalla rete WMO dell'Aeronautica Militare, la distribuzione delle stazioni è indicata nella Fig. 6. La classe d'intensità delle precipitazioni osservate viene definita come categoria nella quale rientra il massimo valore osservato nell'area. Un singolo valore dell'indice TS viene calcolato prendendo in esame tutti i casi relativi a tutte le aree della regione in esame, verificatisi nei 7 giorni antecedenti il giorno di riferimento.

Questo tipo di calcolo viene utilizzato allo scopo di visualizzare la variazione temporale del TS. Gli indici TS relativi alle tre scadenze, hanno quasi le stesse variazioni temporali, pur essendo sistematicamente inferiori quelli relativi alle scadenze superiori, tanto che, rappresentandoli graficamente su un diagramma è possibile osservare una "fascia" di TS variabili nel tempo. La Fig. 7 riporta le linee medie della fascia del punteggio, che si riferiscono al periodo che va dal 5 settembre 1995 al 31 maggio 1996: quella più alta rappresenta il TS del meteorologo e l'altra il TS del ECMWF. È evidente un miglioramento in seguito alle correzioni del meteorologo. I due diagrammi hanno pressoché il medesimo andamento, a conferma del fatto che i dati di base necessari al

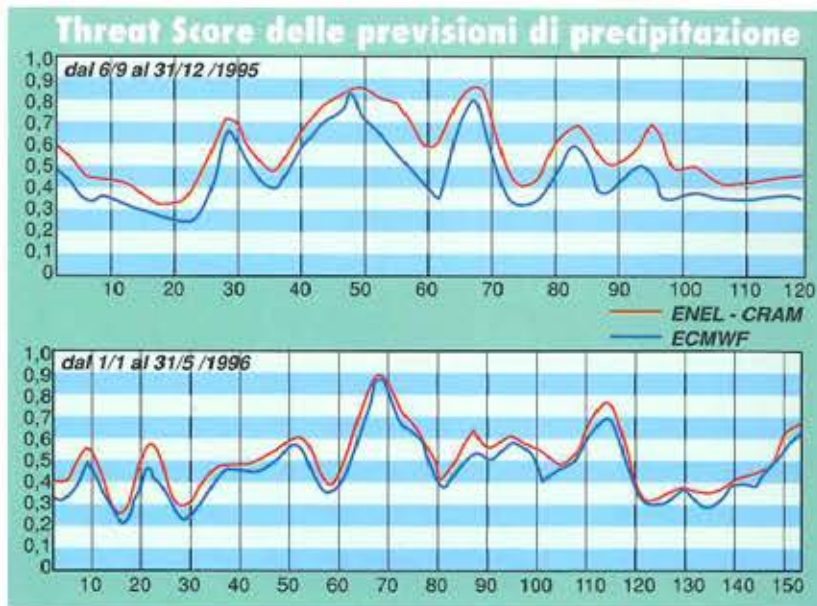


Fig 7



Fig. 6: stazioni di misura delle precipitazioni.

Fig. 7: Threat Score (TS) delle previsioni di precipitazione: la linea rossa si riferisce alla previsione del meteorologo, mentre la linea blu indica quella del ECMWF.

Foto pagina a lato: evento alluvionale del giorno 8 luglio 1996 sul monte Mottarone.

Apice di conoide del Rio Bertogna su abitazioni del comune di Omegna (sin.). Conoide del Rio Inferno sulla circosollazione di Omegna (destra).

Foto sopra: evento alluvionale del 22-25 settembre 1993: Strada Statale del Sempione interrotta, per azione erosiva del torrente Diveria, presso la località Isella.

Fig 8



Fig. 8: grigliato latitudine-longitudine usato per l'analisi SC, dei dati di precipitazione.

Fig. 9 e 10: esempi di analisi e di correzione successiva spaziale applicata ai dati della piovosità nell'arco di sei ore.

Fig. 11: risultati dell'analisi per gruppi per un valore di soglia 0.



Fig 9



Fig 10

meteorologo provengono dal sistema ECMWF.

Il miglioramento apportato dal meteorologo con l'aiuto delle previsioni LAM è legato alle correzioni di alcuni errori sistematici presenti nel modello ECMWF. La maggior parte di questi errori riguardano le deboli piogge su larga scala previste dal modello ECMWF e non sempre verificatisi.

UN METODO OGGETTIVO PER RIDEFINIRE LE AREE DI PREVISIONE

Le 7 aree per le quali vengono fornite le previsioni di precipitazione sono state definite in base a criteri geografici, come ad esempio la

disposizione dell'orografia.

Dopo un anno di attività è possibile ridefinire le aree mediante una statistica sulla distribuzione dei dati spaziali.

Un metodo per localizzare le aree omogenee rispetto alle precipitazioni è stato messo a punto da Molteni et al. (1983) e si basa sull'analisi delle componenti principali dei dati di precipitazione giornalieri. Questo metodo è stato utilizzato, nel presente lavoro, per i dati rilevati in intervalli di 6 ore.

Dopo aver calcolato le componenti principali e i relativi pesi "loadings", viene eseguita una analisi per gruppi "cluster analysis", utilizzando i pesi delle componenti come coordinate di uno spazio multidimensionale.

Nel nostro caso, la distribuzione spaziale delle stazioni sull'intera area è assai irregolare (Fig. 6), inoltre il numero di dati disponibili non è costante per l'intero campione.

Così si è pensato che sarebbe stato meglio tradurre ogni insieme di osservazioni contemporanee in un campo su di un grigliato spaziale regolare. Per eseguire questo calcolo è stato impiegato un metodo di analisi alle correzioni successive (SC), come quello descritto da Uboldi et al. (1994), ed è stato scelto un grigliato di 66 punti con dimensione della maglia di 0,25 gradi in latitudine e longitudine (Fig. 8). È stata adottata la stessa dimensione di maglia del modello LAM utilizzato per le previsioni. L'analisi del campo è stata eseguita in due fasi: per prima cosa si è utilizzata la procedura SC per analizzare i dati preliminari senza un campo di fondo e con un ampio raggio di influenza di 200 km; successivamente sono stati nuovamente analizzati i dati originali con lo schema utilizzando come fondo il campo precedentemente calcolato e un minore raggio di influenza di 40 km.

Questa procedura ha il vantaggio di consentire di calcolare in ogni caso un valore nelle aree con bassa densità di stazioni e di conservare la variabilità spaziale originale nelle aree dove la densità delle stazioni è maggiore. Un esempio di questa

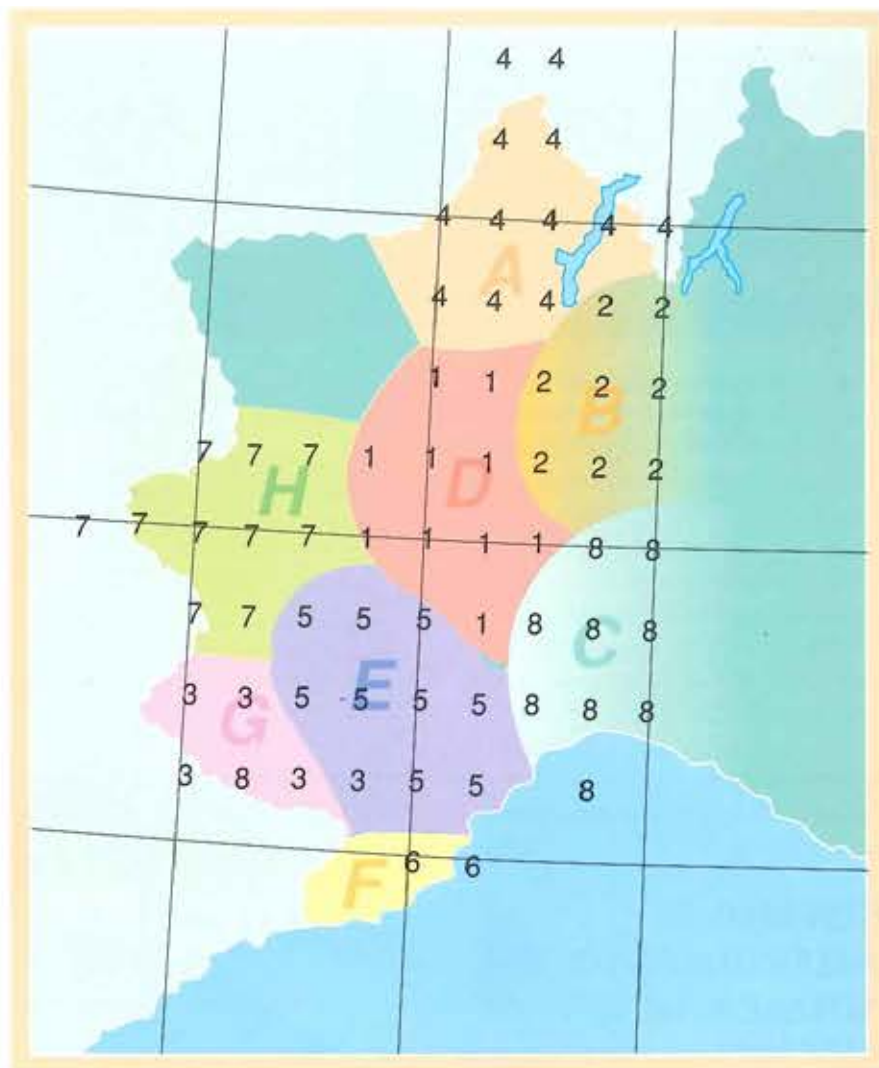


Fig 11

analisi spaziale è riportato nelle Fig. 9 e 10.

I dati grezzi utilizzati sono quelli sulle precipitazioni nell'arco di 6 ore forniti sia dalla rete di stazioni della Regione Piemonte che dalla rete sinottica dell'Aeronautica Militare. L'insieme dei dati si riferisce al periodo che va dal 1° giugno 1995 al 31 maggio 1996.

Il calcolo delle componenti principali è stato applicato all'insieme dei dati su grigliato, considerando ogni punto di questo come una variabile separata. Ogni variabile è stata normalizzata rispetto alla sua media e varianza.

Alcune analisi sono state eseguite prendendo in considerazione soltanto le situazioni caratterizzate da una precipitazione media sull'area totale superiore a una determinata soglia, questo allo scopo di evitare di introdurre i periodi con precipitazioni nulle o scarse che influiscono troppo sui coefficienti di correlazione tra le stazioni. Infatti se si includono tali

periodi si ha un generale incremento di questi coefficienti, con maggiore effetto sui coefficienti più bassi che non su quelli più elevati, e conseguentemente una differenza nell'analisi per gruppi.

Le prime 30 componenti principali prese in esame giustificano il 97% circa della varianza totale. Dunque ciascuno dei 66 punti del grigliato ha 30 "loadings" come coordinate. Una analisi per gruppi di tipo "K-means" è stata effettuata sui 66 punti del grigliato allo scopo di dividerli in 8 gruppi. In questo tipo di analisi il numero di gruppi K viene stabilito a priori e la procedura riduce al minimo la somma dei quadrati all'interno dei gruppi. I calcoli delle componenti principali e dei gruppi sono stati eseguiti mediante routine della libreria IMSL.

Si sono scelti 8 gruppi in modo da includere anche il confine est della regione piemontese.

La fig 14 riporta i diversi parametri calcolati per diverse soglie utilizzati

per selezionare i dati.

E' facile vedere come la varianza spiegata dagli 8 gruppi diminuisca con il crescere della soglia di minima precipitazione: questo è dovuto al fatto che molti casi di precipitazioni scarse aumentano la correlazione tra i punti del grigliato più vicini e riducono la varianza interna in ogni gruppo. I confini geografici dei gruppi, in ogni analisi, non sono molto diversi tra loro: nelle Figg. 11 e 12 vengono messe a confronto l'analisi della soglia di 0 mm e l'analisi della soglia di 100 mm. Confrontando la carta dei gruppi nella Fig. 11 con la suddivisione geografica predefinita per le previsioni, si notano alcune somiglianze tra le aree delle Alpi occidentali e orientali: gruppo A con area 1, H con 2, G con 3. Il gruppo F nella Liguria occidentale è simile all'area 5. I gruppi rimanenti sembrano invece essere diversi.

SISTEMA DI ALLERTAMENTO PER SITUAZIONI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO

Parallelamente al sistema previsionale elaborato dall'Enel-CRAM la Regione Piemonte ha attivato un sistema di allertamento per situazioni di rischio idrogeologico derivanti da condizioni meteoropluviometriche di particolare attenzione, operativo dal 1994. Il progetto si è sviluppato all'interno della Sala Situazione Rischi Naturali del Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, nata nel 1993 per l'analisi delle situazioni meteorologiche estreme, causa di fenomeni di dissesto sul territorio regionale. La struttura è organizzata per poter gestire sia la fase di previsione dei fenomeni che la fase di monitoraggio.

Per quanto riguarda la fase previsionale alla suddetta Sala pervengono, grazie a due convenzioni stipulate rispettivamente con il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica e con l'Enel, i dati elaborati dal Servizio Nazionale e dal Centro



Fig 12

BOLLETTINO SITUAZIONE PLUVIOMETRICA

N° 66/96 emesso alle ore 13:00 del 23/04/96 valido 48 ore
prossimo aggiornamento alle ore 13:00 del 24/04/96

Fig 13

ZONE DI PREVISIONE METEOROLOGICA		PREVISIONE SU INFORMAZIONE DELL'ENEL-DSR/CRAM			INFORMAZIONI AGGIUNTIVE *	
A	Verbania, Cusio, Ossola	2	ATTENZIONE	Nevicate intense	assenti	700
B	Val Sesia, Biellese, Eporediese	3	ALLERTA	Dissesto idrogeologico	moderate	1500
C	Canavese, Valli di Lanzo, Bassa Val di Susa	1	PREALLERTA	Nevicate intense	moderate	700
D	Alpi Cozie, Alpi Marittime	1	ordinaria attenzione	/	/	/
E	Alpi Liguri	1	ordinaria attenzione	/	/	/
F	Alte Valli Orba, Erro e Bormida	1	ordinaria attenzione	/	/	/
G	Valli Curone, Borbera e Scrivia	1	ordinaria attenzione	/	/	/
H	Pianure meridionali, Monferrato meridionale, Langhe	1	ordinaria attenzione	/	/	/
I	Pianure settentrionali, Monferrato settentrionale, Collina Torinese	1	ordinaria attenzione	/	/	/
		Codice di attenzione	Tipo di situazione	Tipi di rischio	Precipitazioni nelle 24 ore precedenti	Limite delle precipitazioni nevose (m slm)

* Le informazioni aggiuntive vengono fornite solo con codice di attenzione 2 e 3 e nel caso si verifichino condizioni di preallerta

Europeo per le previsioni a medio termine, ed i prodotti del modello a mesoscala del Centro Ricerche Ambiente e Materiali dell'Enel, descritti nel presente articolo. La funzione del Settore Geologico consiste nell'interpretare l'informazione meteorologica per le finalità di protezione civile, ossia nel tradurre il dato di precipitazione prevista in una indicazione dell'entità e del tipo di rischio associato. Tale valutazione richiede un'approfondita conoscenza dei processi d'instabilità e delle caratteristiche climatiche delle diverse aree del territorio regionale, essendo estremamente differenziato il comportamento dei bacini idrografici piemontesi a fronte di uguali precipitazioni. Le soglie di attenzione ed allertamento devono pertanto essere differenziate per aree omogenee e la loro valutazione deve derivare dall'analisi delle informazioni storiche relative ad eventi del passato di cui siano noti i comportamenti territoriali. A fronte di tali esigenze il Settore Geologico della Regione Piemonte si è dotato da anni di due strutture operative definite rispettivamente "Sistema Informativo Geologico" finalizzato all'acquisizione, alla valutazione, all'ordinamento informatico ed all'analisi di dati inerenti i processi di instabilità, ed il "Sistema informativo Previsione dei Rischi Naturali", per l'acquisizione, l'elaborazione, e la distribuzione delle informazioni provenienti dai diversi sottosistemi di rilevamento dei dati ambientali. Al Sistema Informativo Geologico è associata la Banca Dati Geologica che contiene in strutturazioni logiche, i seguenti insiemi di dati: dati cartografici di base e topografici, dati connessi ai processi di instabilità (fenomeni franosi, fenomeni di trasporto in massa, danni, aree inondabili, caratterizzazione degli alveo-tipi), dati geologici e geotecnici, documentazione d'archivio e dati derivati per elaborazioni successive (analisi territoriali specifiche, aggregazioni e/o associazioni da dati esistenti). Il Sistema informativo Previsione dei Rischi Naturali è strutturato in cinque

Soglia in mm della precipitazione totale sull'intera area	Numero dei campi usati	Somma della varianza interna dei cluster	Somma della varianza spiegata dai cluster	Percentuale di varianza spiegata dai cluster
0.	1406	17.7	46.4	72.4
20	480	20.4	43.5	68.1
50	304	22.1	41.8	65.5
100	194	22.6	41.4	64.7
150	134	22.9	41.5	64.5

Fig. 12: risultati dell'analisi per gruppi per un valore di soglia 100.

Fig. 13: esempio di bollettino di allertamento, emesso dal Servizio di Prevenzione Meteoidrografica, che viene inviato ordinariamente al Servizio di Protezione Civile.

Fig. 14: elencazione dei diversi parametri, calcolati per differenti soglie di precipitazione, utilizzati per selezionare i dati.

Fig. 15: suddivisione delle zone di previsione pluviometrica contemplate dal bollettino.

ZONE DI PREVISIONE PLUVIOMETRICA



Fig 15

SITUAZIONE PLUVIOMETRICA

Massima precipitazioni giornaliere rilevate dal giorno 08/04/96 al giorno 14/04/96 e massima dei totali di precipitazioni sul periodo (Situazione aggiornata alle ore 08:00 del 23/04/96)

PRECIPITAZIONI GIORNALIERE									
Zone pluviometriche (Autorità di Bacino del Po)	Numero stazioni	Soglie*	08/04	09/04	10/04	11/04	12/04	13/04	14/04
Ossola	5	175	-	0.2	-	0.4	-	-	0.4
Basso Ossola - Verbano	2	265	-	-	-	2.4	-	-	4.6
Alta Pianura Novarese	1	175	0.2	-	-	1.4	-	-	1.8
Alta Sesia - Alto Biellese	2	215	-	-	-	0.4	-	-	11.6
Basso Sesia - Basso Biellese	3	145	7.4	-	-	0.6	-	-	11.8
Alto Canavese	6	170	-	0.4	-	3.0	-	-	3.6
Basso Canavese	3	155	0.4	3.8	-	-	-	-	1.4
Basso Pianura	5	120	1.8	-	-	2.8	-	7.8	6.4
Val Susa	10	105	0.2	-	-	-	-	-	0.2
Chivasso - Germanasca	2	140	-	5.4	-	-	-	-	5.4
Po - Pollice	3	155	0.4	5.8	-	-	0.2	0.4	14.0
Alta Pianura	21	90	8.0	7.4	-	-	-	0.2	26.8
Varaita - Maira Stura	3	95	1.6	12.4	-	-	-	2.4	1.8
Vermenagna - Pesio - Alto Tanaro	11	150	0.8	15.6	-	0.2	0.2	11.6	8.6
Medio Tanaro - Bassa Langa	9	100	1.6	10.2	0.2	-	-	-	9.6
Bormida - Belbo - Alta Langa	3	165	-	8.4	-	0.2	-	0.2	8.0
Basso Monferrato	1	75	0.2	-	-	-	-	-	0.2
Orba	2	250	-	2.6	-	1.8	-	-	1.6
Basso Bormida - Scrivia	5	160	3.4	-	-	6.0	1.4	-	3.2

* Soglie - I valori riportati (espressi in mm) si riferiscono ai massimi di precipitazione di durata 24 ore con tempo di ritorno 10 anni
- = Assenza di precipitazione

Fig 16

LIVELLI IDROMETRICI

Situazione aggiornata alle ore 05:00 del 23 aprile 1996

Corsi d'acqua e località	Livello di stazione	Misura della 05:00	Misura della 04:30	Variazione	Misura della 03:30	Variazione	Misura della 02:30	Variazione	Misura della 23:00	Variazione	massimo di oggi	massimo di ieri
Isero a Panetto (VB) (***)	3.50	n.d.	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	n.d.
Melazzo a Manera (VI) (***)	3.50	0.00	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	5.00
Melazzo a Manera (VI) (***)	4.30	0.95	0.95	-	0.95	-	0.95	-	0.95	-	0.95	0.97
Sesia a Borgosesia (VC) (****)	2.00	n.d.	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	n.d.
Dora B. a Novoguglia (TO) (****)	1.60	0.96	1.00	-4	1.03	-7	1.00	-4	1.02	-6	1.03	4.00
Orco e Fiume Canavese (TO) (****)	2.00	0.45	0.46	-1	0.44	-1	0.48	-3	0.49	-4	0.49	0.30
Melano e Front (TO) (*)	2.00	0.13	0.13	-	0.13	-	0.13	-	0.12	+1	0.13	5.00
Stura a Lanzo (TO) (****)	1.50	0.16	0.18	-	0.18	-	0.18	-	0.21	-3	0.22	0.23
Dora Riparia a Oula (TO) (****)	2.00	0.48	0.48	-	0.50	-2	0.47	+1	0.49	-1	0.50	4.00
Dora Riparia a Suse (TO) (****)	1.50	1.39	1.39	-1	1.39	-1	1.38	-1	1.45	-7	1.44	0.46
Cenischio a Suse (TO) (****)	2.00	0.25	0.26	-1	0.25	-	0.25	-	0.25	-	0.26	4.30
Chivasso a S. Martino (TO) (****)	0.70	-0.52	-0.53	+1	-0.52	-	-0.49	-3	-0.50	-2	-0.48	1.30
Pollice a Lussemba (TO) (****)	1.20	0.16	0.13	+3	0.17	-1	0.14	+2	0.15	+1	0.17	4.00
Pa a Cerde (CH) (****)	2.00	1.14	1.13	+1	1.15	-1	1.14	-	1.14	-	1.15	4.00
Pa a Cerde (CH) (****)	2.40	1.46	1.47	-1	1.46	-	1.47	-1	1.43	+3	1.47	4.30
Varaita a Rossano (CH) (****)	1.30	0.65	0.65	-	0.65	-	0.66	-1	0.63	+2	0.70	1.00
Maira a Busca (CH) (****)	1.20	0.77	0.76	+1	0.73	+4	0.75	+2	0.75	+2	0.77	5.00
Basso a Poirino (TO) (*)	4.00	0.30	0.30	-	0.30	-	0.30	-	0.30	-	0.31	1.30
Stura di B. a Gaiola (CH) (****)	2.00	0.42	0.42	-	0.43	-1	0.55	-13	0.62	-20	0.64	0.30
Tanaro a Gaviolo (CH) (*)	2.00	0.42	0.40	+2	0.37	+5	0.39	+3	0.36	+4	0.42	5.00
Tanaro a Fossiglione (CH) (****)	3.00	1.15	1.15	-	1.14	+1	1.17	+3	1.12	+5	1.15	5.00
Tanaro a Alba (CH) (****)	2.00	0.41	0.41	-	0.39	+2	0.40	+1	0.38	+3	0.41	5.00
Borbone a S. Demetrio (AT) (*)	3.00	-0.03	-0.03	-	-0.03	-	-0.02	-1	-0.03	-	-0.01	2.30
Belbo a Borgomale (AT) (*)	3.00	0.14	0.13	+1	0.13	+1	0.13	+1	0.12	+2	0.14	5.00
Belbo a Castelnuovo (AT) (****)	3.00	0.32	0.32	-	0.32	-	0.32	-	0.32	-	0.32	5.00
Bormida a Cascina (AL) (****)	2.20	0.29	0.30	-1	0.30	-1	0.30	-1	0.30	-1	0.31	3.00
Orba e C. Cernelli (AL) (****)	3.40	1.86	1.86	-	1.86	-	1.86	-	1.84	+2	1.85	5.00
Scrivia a Serravalle (AL) (****)	1.30	-0.63	-0.62	-1	-0.62	-1	-0.62	-1	-0.62	-1	-0.62	4.30
Corone a Valpeda (AL) (****)	1.60	0.36	0.36	-	0.37	-1	0.36	-	0.36	-	0.37	4.00

* = Regione Piemonte Settore Prevenzione Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico
** = Regione Piemonte Settore Opere Pubbliche a Difesa Idrogeologica
*** = Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale

Fig. 16 e 17: durante il monitoraggio degli eventi di precipitazione vengono costantemente emessi messaggi aggiornati sulla situazione pluviometrica e sui livelli idrometrici dei principali corsi d'acqua.

macro componenti:

- 1 - il sottosistema Rete Meteorografica,
- 2 - il sottosistema Radar Meteorologico,
- 3 - il sottosistema Neve e Valanghe,
- 4 - il sottosistema Elaborazioni statistiche Meteorografiche,
- 5 - il sottosistema Banca Dati Storica pluviometrica, termometrica e idrometrica.

L'obiettivo consiste nella centralizzazione presso la Sala Situazione Rischi Naturali dei dati acquisiti in tempo reale dai diversi sottosistemi e delle informazioni storiche relative ai dissesti geologici, al fine di poter prevedere gli effetti di un evento meteorico sul territorio interessato, mediante un confronto con le situazioni pregresse. A tale scopo il Settore Geologico Regionale, in collaborazione con il Servizio di Protezione Civile, nell'ambito dei programmi stabiliti dalla legge n. 225 del 24 Febbraio 1993 - Istituzione del Servizio Nazionale di Protezione Civile, ha sviluppato un modello di allertamento per la prevenzione delle calamità naturali derivanti da precipitazioni intense che si sviluppa attraverso le seguenti procedure. Ogni giorno dal Lunedì al Sabato viene elaborato un bollettino pluviometrico (Fig. 12) contenente, per 9 aree piemontesi territorialmente omogenee, derivanti da una ulteriore suddivisione su basi geografiche delle aree di previsione dell'Enel (Fig. 13), un codice di attenzione, valido per le successive 48 ore, dedotto dai valori di precipitazione previsti. Sono in uso 3 codici per indicare situazioni di normale attenzione, di attenzione e di allerta. Viene inoltre indicato il tipo di rischio distinto nel dissesto idrogeologico, inteso sia come fenomeni di versante (frane) che come dinamica dei corsi d'acqua (piene ed esondazioni) e nelle nevicate intense, qualora siano previste forti nevicate alle basse quote. Per le situazioni di attenzione e di allerta vengono inoltre fornite alcune informazioni aggiuntive sulla situazione pluviometrica delle 24 ore precedenti, registrata dalla rete meteorologica regionale, nonché la quota prevista per la precipitazione nevosa. Alla fase di allertamento

SINTESI DEL BOLLETTINO DI PREVISIONE VALANGHE N° 54

Emesso il 23/04/96 valido 48 ore - Prossimo aggiornamento alle ore 13:00 del 24/04/96

ZONA DI PREVISIONE DEL RISCHIO DI VALANGHE		PERICOLO DI VALANGHE		AMBITI INTERESSATI	
		LIVELLO ATTUALE	TENDENZA		
A	Alpi Liguri e Marittime	1	DEBOLE	STAZIONARIO	scialpinistico
B	Alpi Cozie	2	MODERATO	STAZIONARIO	Scialpinistico
C	Alpi Graie	2	MODERATO	IN AUMENTO	Scialpinistico
D	Alpi Pennine	3	MARCATO	IN DIMINUZIONE	Scialpinistico Vie di Comunicazione
E	Alpi Lepontine	3	MARCATO	STAZIONARIO	Scialpinistico Vie di Comunicazione

segue la fase di monitoraggio in cui, attraverso l'emissione di bollettini e messaggi di aggiornamento ad ore prestabilite con diversa frequenza a seconda del codice in uso, vengono fornite informazioni sui valori di pioggia caduti (Fig. 16) e sui livelli idrometrici dei corsi d'acqua principali (Fig. 17). E' al momento ancora in fase sperimentale, in aggiunta al Bollettino Pluviometrico, il Bollettino Nivometrico per la Protezione Civile (Fig. 18) riportante una sintesi del Bollettino Nivometeorologico regionale emesso trisettimanalmente durante la stagione invernale, e indicante, per le cinque zone alpine individuate (Fig. 19), il grado di pericolo di caduta valanghe valutato secondo la scala europea unificata, la tendenza e l'ambito interessato.

suddivisione geografica delle aree per la parte meno montuosa della regione. La ricerca di configurazioni tipiche di precipitazioni può essere di aiuto al meteorologo per interpretare meglio i risultati dei

ZONE DI PREVISIONE NIVOMETRICA**CONCLUSIONI**

Il lavoro presentato in questo studio costituisce una prima valutazione del sistema di allertamento meteorologico creato per la Regione Piemonte. La validità della procedura di previsione è stata verificata nel corso di un anno di attività. Gli indici sulla attendibilità della previsione calcolati, dimostrano che la correzione apportata dal meteorologo alla previsione di prima approssimazione porta un miglioramento generale; tuttavia è bene eseguire alcune ulteriori verifiche, specialmente per i casi di maggior precipitazione. I risultati dell'analisi per gruppi suggeriscono una diversa

modelli numerici. Ovviamente sono necessari miglioramenti nelle prestazioni del IAM per aumentare l'attendibilità del sistema di allertamento, anche se questi miglioramenti non sono di solito disponibili in un tempo breve. D'altro canto l'esperienza maturata nel corso dell'attività operativa è di grande aiuto al meteorologo per sapere quando il modello non esegue una previsione attendibile; in questo modo egli, oltre ad intervenire per correggere la previsione, può anche suggerire alcuni miglioramenti da apportare al modello stesso.

Fig. 18: bollettino nivometrico per la protezione civile.**Bibliografia**

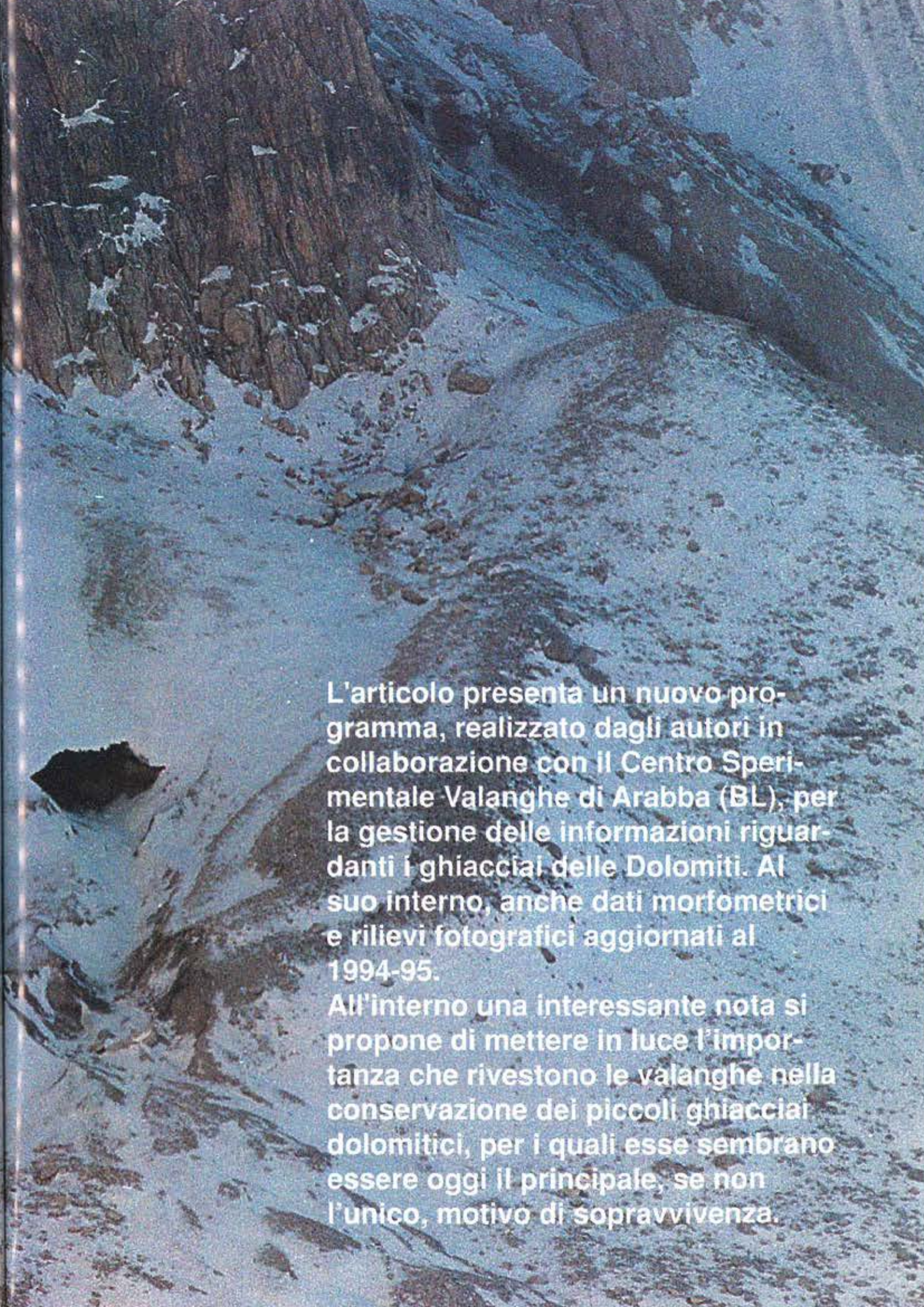
- Molteni F., Bonelli P., Bacci P., 1983: Precipitation over Northern Italy: A Description by Means of Principal Component Analysis. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, Vol. 22 No. 10, 1738-1751.
- Buizza R., Pelosini R., 1994: Rainfall Prediction with a Limited Area Model during an Intense Storm over Northern Italy. *Il nuovo cimento*, Vol. 17C, No. 5, 665-681.
- Uboldi F., Buzzi A., 1994: Successive-Correction Methods Applied to Mesoscale Meteorological Analysis. *Il nuovo cimento*, Vol. 17C, N.6, 745-761.

An aerial photograph of a rugged coastline. The top half of the image shows dark, layered rock formations. Below the rocks is a wide, light-colored sandy beach. The bottom right corner shows the edge of the beach meeting the sea, with some rocks visible in the shallow water.

UN SOFTWARE PER I GHIACCIAI DOLOMITICI

Andrea Taurisano,
via Cavallari, 32/a
44030 Coccantile (FE)

Michele Marini,
via dei Calzolari, 35/b
44100 Ferrara



L'articolo presenta un nuovo programma, realizzato dagli autori in collaborazione con il Centro Sperimentale Valanghe di Arabba (BL), per la gestione delle informazioni riguardanti i ghiacciai delle Dolomiti. Al suo interno, anche dati morfometrici e rilievi fotografici aggiornati al 1994-95.

All'interno una interessante nota si propone di mettere in luce l'importanza che rivestono le valanghe nella conservazione dei piccoli ghiacciai dolomitici, per i quali esse sembrano essere oggi il principale, se non l'unico, motivo di sopravvivenza.



Durante i primi mesi del 1996, avendo precedentemente sperimentato la difficoltà di reperire informazioni ed immagini fotografiche relative agli apparati glaciali minori delle Dolomiti, particolarmente a quelli meno interessati dagli itinerari escursionistici, avvertivo l'utilità, se non la necessità, di disporre di una banca dati affidabile che permettesse di archiviare, per il futuro, almeno le informazioni più facilmente acquisibili con periodiche osservazioni di campagna.

Venne iniziata così l'elaborazione di un data base il quale, caratterizzato da semplicità di utilizzo e da una veste grafica curata, racchiudesse innanzitutto i risultati dei rilievi sistematici condotti durante le precedenti estati, con l'aggiornamento dei dati morfometrici e dei limiti ed almeno un'immagine recente di ciascun apparato glaciale. Nell'ottica di rendere più agevole la ricerca di informazioni, i ghiacciai sono stati presentati per gruppo montuoso di appartenenza, anziché per bacino idrografico, con possibilità di visualizzare le relative schede semplicemente operando con il puntatore del mouse sulle

cartine che ne mostrano la distribuzione. Anche ai dati veri e propri si è cercato di dare un'impostazione il più possibile chiara, racchiudendoli in schede contenenti separatamente informazioni di carattere generale su posizione geografica, tipologia, alimentazione, grado di riparo orografico, esposizione e dati morfometrici quali superficie, pendenza media, misure e quota sommitale e frontale. Tutti i dati, come pure le raffigurazioni dei limiti frontali e le immagini fotografiche, sono riferiti alle estati 1994 e 1995, mentre grande impegno è stato posto per garantire la possibilità di aggiornamento del data base a seguito di nuove osservazioni glaciologiche, particolarmente importanti in un momento di generale deglaciazione. Per questo motivo, la procedura di aggiornamento è semplice: un apposito comando, posto nella scheda di ogni unità glaciale, fornisce, se selezionato, un modulo da riempire con gli eventuali nuovi elementi morfologici. Una volta inseriti, questi non vanno a sostituire i dati relativi ai precedenti rilievi, ma si rendono disponibili accanto ad essi, per

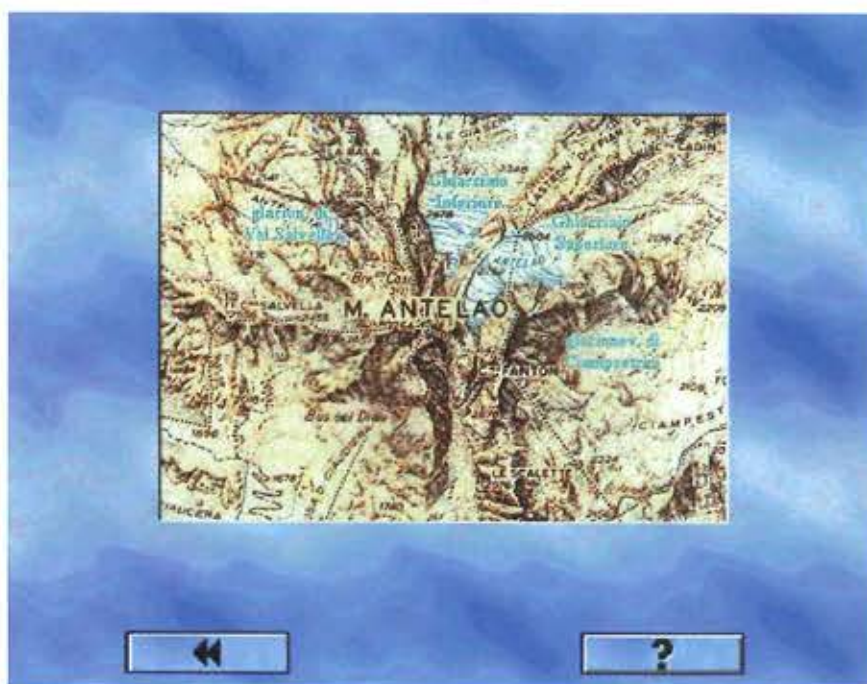
consentire confronti. Il programma renderà disponibili, di volta in volta, le fotografie relative all'anno di osservazione a cui si riferiscono i dati visualizzati. L'applicativo contiene inoltre, per ciascuno degli oltre 50 apparati glaciali considerati, una descrizione dello stato di conservazione constatato durante i rilievi del 1994/95, nonché alcuni testi illustranti le precedenti ricerche sul glacialismo di quest'area alpina, la distribuzione e le particolari caratteristiche tipologiche dei ghiacciai dolomiti, la risposta da questi offerta alle recenti sfavorevoli tendenze climatiche. Naturalmente, tutti i testi sono aggiornabili e modificabili. Infine, a completare il programma, è stato affiancato al data base principale il modulo "Galleria di immagini", che consente di visualizzare, interamente o in parte, una o più immagini tra quelle contenute nel pacchetto-CD, senza entrare nel data base. Esso rende perciò possibili confronti visivi tra immagini relative ad uno stesso ghiacciaio scattate a distanza di anni, consentendone la stampa a colori se il sistema è dotato di una stampante adeguata.

IL SOFTWARE

Dal punto di vista programmatico, il software è stato realizzato, interamente in Visual Basic, in versione multi piattaforma, in grado, cioè, di operare sotto Windows 95, Windows 3.x e Windows NT, mediante un'opportuna modalità di installazione. Esso necessita di requisiti minimi di sistema comunemente disponibili (8 Mb Ram, 10 Mb di spazio sull'HD, SVGA), ed è stato fornito su CD-Rom, supporto in grado di contenere le oltre 150 illustrazioni a colori che arricchiscono il programma. Ovviamente, a causa della mancata "riscrivibilità" dei CD-Rom in commercio, l'aggiornamento dei dati viene eseguito inizialmente sul disco rigido, rendendo così disponibili le modifiche solo sul sistema in cui si è operato, a meno di successive masterizzazioni.

CONCLUSIONI

L'applicativo "I ghiacciai delle Dolomiti" rappresenta, da un lato, una sintesi delle conoscenze relative al fenomeno glaciale in questa regione, il quale, per l'effettiva minore importanza rispetto ad altri settori della catena alpina, spesso è passato inosservato; dall'altro lato, esso è un utile strumento, fornito alla Regione del Veneto, Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrogeologica di Arabba (BL), per l'archiviazione di quanto emergerà da eventuali osservazioni di campagna o da speditivi rilievi fotografici condotti a distanza di qualche anno.



Pagina a lato: ghiacciaio Inferiore dell'Antelao. E' ben evidente il ruolo assunto dalle valanghe nell'alimentazione dell'apparato glaciale.

In questa pagina sono rappresentate le schermate video che, dal menù principale, permettono di raggiungere le informazioni archiviate per ogni singolo ghiacciaio.

IL RUOLO DELLE VALANGHE NELL' ALIMENTAZIONE DEI GHIACCIAI DOLOMITICI



Durante le estati 1994 e 1995, nell'ambito di ricerche volte a censire lo stato degli apparati glaciali delle Dolomiti a circa 15 anni dall'ultimo rilievo completo (W.G.I., 1982), si è potuto evidenziare un singolare aspetto, in parte già noto, del fenomeno glaciale di questo settore della catena alpina: l'importanza delle valanghe nell'alimentazione e nella conservazione delle formazioni glaciali. Dei circa 55 apparati glaciali oggi esistenti nell'area dolomitica (tra ghiacciai e formazioni secondarie, o glacionevati), soltanto il Ghiacciaio Principale della Marmolada, il Ghiacciaio della Fradusta ed il Superiore dell'Antelao possono

essere verosimilmente considerati alimentati in maniera diretta, mentre anche gli apparati a cui vengono riconosciuti alcuni caratteri di "ghiacciaio alpino", per la presenza di un ben definito bacino di accumulo e di una vera e propria lingua ablatrice (es. ghiacciai del Cristallo, Occidentale del Sorapiss e del Travignolo), ricevono apporti nevosi più o meno consistenti da parte delle valanghe. Per di più, per oltre la metà degli apparati glaciali delle Dolomiti, la componente diretta risulta nettamente subordinata a quella valanghiva, trovando, questa tendenza, la massima espressione nei Ghiacciai di Val d'Arcia (Pelmo), di Val Salvella (Antelao), del Focobòn (Pale).

Orientali del Vernè, e molti altri. Da qui deriva la necessità di far luce su questa funzione poco conosciuta delle valanghe, solitamente considerate solo in veste di calamità naturali. Il limite climatico delle nevi persistenti, vale a dire la quota al di sopra della quale la neve caduta durante l'inverno sopravvive alla stagione estiva grazie alle temperature sufficientemente basse, supera oggi, di alcune centinaia di metri, le massime elevazioni delle Dolomiti. Ne consegue che nell'intera regione mancherebbero le condizioni indispensabili alla formazione di ghiacciai, intesi come masse di ghiaccio il quale, derivante da trasformazioni della neve accumulate durante più anni, viene costantemente trasferito da un bacino di raccolta (posto al di sopra del limite delle nevi) verso una zona di ablazione (posta al di sotto di esso). Tuttavia, se il limite climatico delle nevi nella regione dolomitica risulta attualmente superiore ai 3200 m, in corrispondenza di posizioni di elevato riparo orografico, particolarmente lungo i versanti Nord ed alla base di ripidi canali percorsi abituali delle valanghe, si realizzano abbassamenti locali del limite anche di molte centinaia di metri, sufficienti cioè a giustificare la presenza di modeste formazioni glaciali. Esse hanno dimensioni in genere di pochissimi ettari, essendo per lo più confinate entro le posizioni sopra esposte, e non di rado si riscontrano anche sotto i 2500 m di altitudine. Si tratta spesso di formazioni composte da uno o più coni di ghiaccio e nevato, la cui superficie può presentare zonature indicanti la caratteristica di permanenza. Si aprono dallo sbocco di camini o canali mostrando pendenze in genere accentuate (50-80%). Comunemente sulle superfici di questi piccoli apparati si osserva neve residua ed una certa copertura detritica,

mentre un elemento distintivo è costituito da archi morenici che ne cingono la base: si tratta delle "pseudomorene", la cui genesi si associa allo scivolamento sul ghiaccio dei prodotti del disfacimento delle sovrastanti pareti. Esempi caratteristici di queste formazioni sono i ghiacciai di Val d'Arcia, di Val Strutt (Pale di S.

to ricoprire in misura marcata le falde glacializzate sottostanti, fatto probabilmente in relazione con la relativa scarsità degli apporti nevosi. Gli apparati glaciali alimentati principalmente dalle valanghe, infatti, risentono della naturale variabilità delle condizioni climatiche particolarmente per ciò che riguarda le precipitazioni invernali,



Martino), di Ciampestrin (Antelao) e Basso di Popera.

I canali sovrastanti a questi apparati garantiscono ad essi un certo apporto di neve da valanghe a partire dai mesi autunno-invernali, in cui si verificano normalmente le precipitazioni solide, e fino alle soglie dell'estate. Naturalmente, la consistenza di tali apporti indiretti è in funzione della superficie di raccolta del canale, della sua orientazione ed inclinazione, della locale giacitura delle formazioni rocciose, mentre il grado di erodibilità dei litotipi affioranti va ad aggiungersi nel determinare l'entità degli apporti di materiale detritico. Quest'ultimo, particolarmente negli ultimi anni, è sembra-

in quanto inverni eccezionalmente secchi si traducono in minori apporti di neve per valanga sulle formazioni glaciali. Moderati incrementi delle temperature estive non influiscono altrettanto chiaramente sull'esistenza di tali apparati, in quanto il tipo di alimentazione, la situazione orografica e la copertura detritica proteggono la massa dalla maggior ablazione a cui andrebbe diversamente incontro. Per questo motivo i piccoli ghiacciai dolomitici alimentati dalle valanghe hanno mostrato di risentire delle recenti sfavorevoli condizioni climatiche in misura minore rispetto ai grandi apparati alpini in cui prevale l'alimentazione diretta.

(Andrea Taurisano)

Das SLF-Portrait.

RELAZIONE SULLE ATTIVITA' SVOLTE DALL'AINEVA DURANTE IL 1996

Le attività intraprese e portate a compimento nel corso dell'anno passato sono risultate come sempre numerose e qualificanti per l'Associazione;

1) Rivista "NEVE E VALANGHE"

Nel corso del 1996 sono stati pubblicati 3 numeri della Rivista: nr. 26 del novembre 1995, nr. 27 del marzo 1996 e nr. 28 di luglio 1996 (il nr. 29 di novembre 1996 è stato pubblicato nel febbraio 1997).

Il 1996 non ha registrato un aumento di inserzioni pubblicitarie in seno alla Rivista; è stato però messo a punto un progetto di incremento di spazi in tal senso attraverso numerosi contatti con ditte potenzialmente interessate, che ha portato alla previsione di un più consistente budget per il 1997, sempre nell'ottica di realizzare un progressivo autofinanziamento della Rivista. Nel corso dell'anno è stato sviluppato contemporaneamente un progetto di rinnovamento dell'organo di informazione dell'AINEVA, attraverso una nuova proposta organizzativa che prevede l'attribuzione al Comitato di Redazione, sempre più operativo negli ultimi due anni, di una maggiore autonomia nell'ambito delle scelte editoriali in genere (veste tipografica, individuazione degli argomenti di interesse per la Rivista, gestione delle pagine pubblicitarie). Tale esigenza di rinnovamento viene considerata ormai da un punto di vista complessivo di ottimizzazione della gestione dell'intero sistema informativo e divulgativo dell'AINEVA, che comprende non solo la Rivista ma tutte le attività di informazione (fogli informativi, depliant, campagne pubblicitarie, etc) compresa la gestione delle pagine Internet.

2) Corsi AINEVA

Nel 1996 sono stati proposti i seguenti corsi:

- Modulo 2a per "Osservatore nivologico" svoltosi a Bardonecchia in Piemonte dal 25 al 29 marzo 1996;
- Modulo 2b per "Operatore e assistente del distacco artificiale di valanghe" svoltosi in Valle d'Aosta a Champoluc dal 15 al 19 aprile;
- Modulo 2c per "Collaboratore nivologico" svoltosi sotto la direzione della Regione Friuli Venezia Giulia a Sappada - Veneto dal 23 al 27 settembre 1996 e dal 20 al 24 gennaio 1997.

E' stato inoltre predisposto il pro-



gramma dei corsi per l'anno 1997 che comprende l'organizzazione di due moduli 2a che avranno sede, in periodi diversi, uno nella zona orientale ed uno in quella occidentale dell'Arco alpino, e la seconda edizione del modulo 2d per "Direttore della sicurezza nei comprensori sciistici", che si svolgerà a cura della Regione Veneto nel mese di marzo. Tale attività formativa è stata adeguatamente pubblicizzata tramite la consueta stampa e diffusione di un depliant informativo, nonché tramite l'inserzione su Internet, Televideo e la rivista dell'Associazione. Detta pubblicizzazione ha comportato un

ulteriore spiccato aumento di interesse nei confronti dei Corsi AINEVA e si è riverberata sul numero di adesioni e richieste di informazioni che, già a partire dalla fine del 1996, hanno investito tale settore di attività.

3) Attività del Gruppo di lavoro dei Previsori

Nel corso del 1996 il Gruppo di Lavoro dei Previsori ha svolto con grande competenza e impegno numerose attività di rilevante spessore tecnico. Si vuole menzionare innanzitutto l'importanza dell'impegno profuso negli incontri dedicati all'approfondimento delle tematiche relative alla redazione del bollettino

nivometeorologico, che ha portato ad una maggiore focalizzazione del significato dei messaggi, attraverso l'individuazione di uno schema volto a privilegiare la chiarezza interpretativa di quello che è un prodotto di primaria importanza nel contesto dei compiti di prevenzione di cui gli Uffici associati sono investiti.

Tale lavoro di messa a punto delle modalità di redazione dei documenti destinati alla divulgazione va di pari passo con le nuove attività intraprese al fine di promuovere sempre più la diffusione dell'informazione attraverso canali diversi. Il 1996 infatti ha salutato l'avvio e la

sperimentazione di importanti iniziative, elaborate e accuratamente pianificate nel corso dell'anno precedente, quali la diffusione dei bollettini AINEVA su Televideo RAI e, a partire dall'inverno, su rete Internet.

Contemporaneamente ha preso inizio la redazione del bollettino unificato destinato al Dipartimento della Protezione Civile di Roma, che, a partire da febbraio è stato inviato regolarmente per tutta la primavera '96, ed è ripreso puntualmente con l'inizio della stagione in corso.

E' stato inoltre perfezionato il sistema di diffusione dei bollettini nivometeorologici tramite il risponditore telefonico con numero unico installato presso la Sede AINEVA, attraverso la differenziazione dei bollettini nivologici a carattere regionale dalle previsioni meteorologiche redatte invece per le zone alpine Orientali, Centrali ed Occidentali.

Consistente è stato altresì nel 1996 l'impegno del Gruppo Previsori nel lavoro di verifica ed affinamento del progetto di realizzazione del software di archiviazione ed elaborazione dei dati nivometeorologici, ormai completamente messo a punto per quanto concerne la gestione dei dati del Modello 1 AINEVA e in fase conclusiva per la parte riguardante i Modelli 2 e 3.

Non si manchi di ricordare poi la sostanziosa presenza dei tecnici degli Uffici AINEVA nella partecipazione a tutti i corsi promossi dall'Associazione e da altri Enti.

Significativa è stata infine l'organizzazione di momenti formativi e incontri di approfondimento per il Gruppo, quali la visita presso l'Istituto Federale Svizzero di studio delle valanghe di Davos, l'incontro di aggiornamento sulla quantificazione delle previsioni delle precipitazioni nevose svoltosi presso il Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrogeologica di Arabba, il

seminario condotto dal dott. Gubler sull'impiego di modelli idraulici per lo studio della dinamica delle valanghe.

4) Partecipazione a corsi e gruppi di lavoro

L'INEVA nel corso dell'anno ha dato la disponibilità dei propri tecnici per la partecipazione in qualità di relatori a numerosi corsi o sessioni di lavoro organizzate da Enti ed Associazioni che si occupano di problematiche legate alla neve e alle valanghe, a testimonianza del ruolo di guida assunto dall'Associazione a livello nazionale. Tra questi si possono citare in particolare i corsi per aspiranti Guide Alpine organizzati dal Collegio Nazionale delle Guide Alpine, il quale ha richiesto all'INEVA di assumere il ruolo di partner ufficiale per l'organizzazione dei suddetti corsi; a seguito di tale ipotesi è in corso di elaborazione una convenzione tra le due associazioni volta a regolamentare contenuti dei corsi, materiale didattico ed eventuale riconoscimento di titoli.

5) Attività del Gruppo di lavoro Tecnico-Giuridico

I lavori del Gruppo tecnico giuridico, costituito nel 1995 per lo studio ed il confronto della normativa esistente in materia di sicurezza nei comprensori sciistici al fine di elaborare una proposta di normativa comune per tutti gli Enti associati, hanno registrato nel 1996 una fase di stallo, dovuta, oltre che alla complessità dell'argomento, alle evoluzioni in atto all'interno delle diverse realtà regionali e provinciali in merito alla regolamentazione della materia. Si auspica che il perfezionamento del progetto di cui sopra venga attuato nel futuro prossimo quale importante conquista in un settore ancora quanto mai lacunoso e carente di regolamentazione. In ambito europeo, a testimonianza della primaria importanza di tali aspetti è stato organizzato nel mese di giugno, a

Sion (Svizzera), un convegno internazionale dal titolo "Valanghe e questioni giuridiche", cui l'INEVA ha partecipato presentando una relazione sulla situazione italiana.

6) Premio di laurea "PAOLO VALENTINI"

Nel 1996 sono state esaminate le sei tesi di laurea pervenute presso la Segreteria AINEVA per concorrere al premio di laurea "Paolo Valentini" edizione 1995. Sono state premiate tre tesi aventi ad oggetto rispettivamente: 1) un nuovo metodo per la verifica dei bollettini di previsione delle valanghe; 2) approccio statistico per l'analisi del distacco delle valanghe; 3) il distacco artificiale delle valanghe: dallo studio del problema alla definizione dei piani operativi. Nel corso del 1996 sono stati raccolti altri 8 lavori vertenti su svariate tematiche di interesse per l'INEVA, che saranno oggetto di valutazione nei primi mesi del 1997.

7) Manuale di meteorologia alpina

E' terminata nel corso del 1996 la fase di stesura, verifica e correzione del testo. Nel frattempo si è provveduto ad individuare la casa editrice che curerà la stampa e la divulgazione dell'opera. Il manuale sarà disponibile a partire dall'autunno 1997.

8) Altre attività di divulgazione

Per incentivare la diffusione del filmato "Scialpinismo in sicurezza", realizzato dall'INEVA nel 1993 a cura della Regione Friuli Venezia Giulia, il Comitato Tecnico Direttivo ha deliberato di pubblicizzarne i contenuti tramite la realizzazione di una pagina pubblicitaria sulla Rivista della Montagna, concordando con il periodico stesso una forma di distribuzione tramite cedola di commissione libraria.

Contestualmente si è provveduto a promuovere la diffusione della tessera AINEVA - realizzata durante

la stagione invernale 1995/96 - riportante la scala di pericolo valanghe e i numeri dei risponditori telefonici per l'ascolto dei bollettini, ripetendo l'inserzione del pieghevole sulla Rivista ALP per 4500 abbonati. La tessera, che già lo scorso anno ha riscosso un notevole successo tra il pubblico, viene più che mai richiesta dalle Sedi CAI, Scuole di sci, associazioni varie e privati anche nel corso dell'inverno corrente.

Nell'auspicare una sempre più fattiva collaborazione fra gli Enti aderenti alla nostra Associazione, porgo a Tutti i migliori auguri per un altrettanto proficuo e soddisfacente 1997.

Paolo Stefanelli
(Coordinatore AINEVA)

SAME: PRIMO PROGETTO EUROPEO DI RICERCA SULLE VALANGHE

SAME è l'acronimo del progetto *Snow and Avalanche mapping and warning in Europe*, di recente attivazione nel campo delle valanghe di neve che per la prima volta vede uno sforzo congiunto tra i principali gruppi di ricerca a livello europeo, volto allo studio del fenomeno nei suoi diversi aspetti sia scientifici che tecnici-applicativi. Tra gli obiettivi del progetto, oltre all'approfondimento teorico e sperimentale dello studio del fenomeno, particolare rilevanza assumono le attività di armonizzazione e standardizzazione delle procedure di mappatura del rischio da valanga, dei criteri di catalogazione e archiviazione dei siti e degli eventi valanghivi e delle tecniche di protezione temporanea delle valanghe in fase di sviluppo. I risultati del progetto si concretizzeranno, oltre che in documenti destinati alla comunità

scientifica, in elaborati manualistici ad uso di enti e tecnici che a vari livelli si occupano della problematica sia a livello pianificatorio che di interventi di protezione dalle valanghe. Al progetto, attivato e finanziato nell'ambito del IV programma quadro Ambiente e Clima della Comunità Europea (D.G.XII) di due anni di durata, partecipano ben 15 tra istituzioni universitarie e gruppi di ricerca pubblici e privati di 6 nazioni europee: Austria, Francia, Islanda, Italia, Norvegia, Spagna e Svizzera.

Nell'ambito del progetto l'Italia è rappresentata dal Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università di Pavia per gli aspetti riguardanti la modellazione matematica del fenomeno nonché dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino e dal Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrogeologica della Regione Veneto nell'ambito della sperimentazione a scala di prototipo.

Informazioni relative alla struttura del gruppo di ricerca e ai contenuti specifici del progetto, sono reperibili sul sito Internet di pubblico accesso, attivato presso il CEMAGREF di Grenoble (F), ente coordinatore del progetto, all'indirizzo same@grenoble.cemagref.fr. Il nodo include, oltre agli aggiorna-

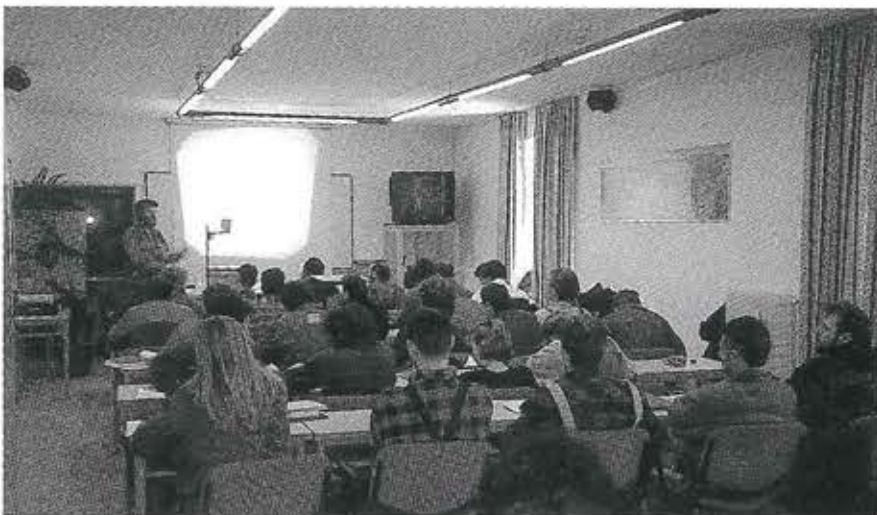
menti sulle attività in corso, i collegamenti ad altri siti internet relativi a istituzioni anche extraeuropee attive nel settore delle valanghe sia nel campo della ricerca che delle attività di prevenzione tra cui l'italiana AINEVA.

(Lorenzo Nettuno)

VI° CORSO AINEVA PER OSSERVATORE NIVOLOGICO MONTE BONDONE (TN)

Si è svolto nella settimana dal 24 al 28 febbraio scorso presso il Centro di Ecologia Alpina in località Viote (Monte Bondone) il sesto corso di osservatore nivologico (modulo 2A). L'organizzazione, a cura della Provincia Autonoma di Trento Ufficio Neve Valanghe e Meteorologia, ha fissato quale località didatticamente interessante ai fini del corso la splendida cornice della riserva naturale delle Tre Cime del Monte Bondone (Cornetto 2180 Doss D'Abramo 2140 e Cima Verde 2102) a pochi chilometri dagli impianti di risalita dalla stazione invernale omonima.

Il corso, che ha avuto l'obiettivo di fornire ai partecipanti le informazioni di base sulle tematiche della neve e delle valanghe, è stato seguito da



ORTOVOX

SAFETY SYSTEM

La sicurezza in montagna inizia con una buona attrezzatura personale. Seguendo questo importante concetto Ortovox ha studiato la linea Safety System.

Una serie di articoli indispensabili per risolvere ogni tipo di emergenza, in particolare nella ricerca dei travolti da valanga. Il programma comprende:

- 1. F1 Focus:** apparecchio A.R.V.A. monofrequenza 457 KHz con sistema ausiliario di ricerca visiva a 3 led direzionali. Struttura ergonomica con allacciatura di sicurezza; impermeabile e antiurto. Disponibile il "Kit" con auricolare stereo e borsa di contenimento. Peso gr 250.
- 2. Zaino Stratus:** capacità 32 litri, ideale per la gita sci alpinistica. Permette il comodo stivaggio di tutti gli attrezzi del programma Safety System. Leggero e resistente è dotato di un dorso traspirante che consente un'ottima aerazione. Peso gr 900. Disponibili versioni 25 Lt (Cirrus) e 45 Lt (Cumulus).
- 3. Sonda:** in lega Ergal con cavetto d'acciaio di fissaggio. In due misure: 240 cm per autosoccorso e 320 cm per soccorso organizzato. Il disegno conico della punta permette una facile estrazione. Colorazione differenziata dei segmenti.
- 4. Pala da neve:** in polycarbonato infrangibile e resistente alle basse temperature. Grande volume di asportazione, manico telescopico anatomico per destri e mancini. Può essere utilizzata come slitta di emergenza.

Desidero ricevere i cataloghi completi. Allego L. 5.000 in francobolli quali rimborso delle spese postali. N.V. ORTOVOX.

Nome _____ Cognome _____

Indirizzo _____

Città _____

CAP _____ Provincia _____



Distributore esclusivo per l'Italia:
W.S.E. Wild Sports Equipments
Via Dalla Chiesa, 3
24020 Scanzorosciate (BG)



SISTEMI COMPUTERIZZATI PROFESSIONALI PER GESTIONE IMMAGINI DA SATELLITI METEO SISTEMI DI RICEZIONE E DECODIFICA DI MAPPE FAX METEO

MP8 PROFESSIONAL

Modi: colori, bianco/nero, video

Salva

Scopre Livello

OFF

SCALE

2NFC DATA

RECEZIONE ATTIVA

Rinero PLL

NETEGAT CANALE 1

Ona computer

1544112

Luminosità

OFF

copyr. 1992-95 Roberto FONTANA

un cospicuo numero di partecipanti: 36 unità provenienti sia dalle Regioni e Province Autonome dell'arco alpino italiano sia dalle Regioni Appenniniche (Toscana, Emilia, Marche, Abruzzo e Lazio) dove in questi ultimi anni si è manifestata particolarmente la problematica relativa alle valanghe a seguito delle abbondanti nevicate. Gli argomenti affrontati durante le lezioni in aula hanno riguardato la meteorologia alpina, l'osservazione nivometeorologica giornaliera e settimanale attraverso l'illustrazione dei metodi e degli strumenti di misura delle caratteristiche del manto nevoso con riferimento alla formazione ed evoluzione dello stesso. Inoltre è stata trattata la classificazione, la tipologia e la dinamica delle valanghe con l'illustrazione del meccanismo di distacco delle masse nevose ed il riconoscimento dei siti valanghivi.

La parte teorica è stata completata con l'esecuzione prima dimostrativa (da parte dei tecnici Aineva) e poi individuale (da parte degli allievi) del rilievo giornaliero e della prova penetrometrica al fine di far acquisire a tutti i partecipanti i metodi base di lavoro delle stazioni nivometeorologiche manuali dell'Aineva.

E' stato inoltre effettuato un sopralluogo al comprensorio sciistico del Monte Bondone con l'individuazione dei siti valanghivi oggetto di osservazione da parte della locale Commissione Valanghe comunale e i metodi di controllo e organizzazione della sicurezza valanghe su detti impianti, piste e strade.

Il programma è stato completato con l'illustrazione delle varie metodologie empiriche per la valutazione della stabilità del manto nevoso, e con l'illustrazione degli strumenti di prevenzione attualmente disponibili per chi frequenta in inverno la montagna: bollettino nivometeorologico, comportamento

su terreno innevato, scelta dell'itinerario, autosoccorso (arva, pala sonda).

Molto costruttiva e' risultata l'esperienza personale esposta da una Guida Alpina, Direttore della Sicurezza Aineva, maturata all'interno di un'organizzazione per la gestione della sicurezza valanghe di un grande comprensorio sciistico dolomitico.

A fine corso è stato espletato da tutti i partecipanti un breve test per la verifica dell'apprendimento e per consentire anche un eventuale perfezionamento didattico da parte dei relatori.

In data 3-4 aprile u.s., presso la sede Aineva in vicolo dell'Adige 18 a Trento, si è svolto il colloquio finale per l'ammissione degli allievi ai moduli successivi.

Il buon numero dei partecipanti e l'interesse degli stessi per la materia saranno sicuramente di stimolo agli organizzatori per proseguire la strada intrapresa verso una sempre maggior divulgazione della tematica tra gli operatori e i frequentatori della montagna invernale.

(Mauro Mazzola)

"PREMIO DI LAUREA VALENTINI" I VINCITORI DELL' EDIZIONE 1995

Lunedì 10 marzo 1997 si è svolta a Trento, presso la Sede AINEVA, la cerimonia di premiazione dei vincitori del concorso per premio di laurea "Paolo Valentini" edizione 1995.

Sono state illustrate le tesi vincitrici, selezionate dalla Commissione Giudicatrice sulla base di criteri prestabiliti quali: l'importanza dell'argomento in relazione agli obiettivi dell'AINEVA, l'originalità dei contenuti, l'organizzazione logico strutturale del lavoro, il livello

di sperimentazione e di dettaglio nonché la precisione e chiarezza espositiva.

Ecco i lavori premiati:

I° classificato: Giampaolo Soratroi, Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Padova, "UN NUOVO METODO PER LA VERIFICA DEI BOLLETTINI DI PREVISIONE DELLE VALANGHE";

II° classificato: Mauro Barberi, Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Trento, "APPROCCIO STATISTICO PER L'ANALISI DEL DISTACCO DI VALANGHE";

III° classificato: Andrea Zannoni, Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Trento, "IL DISTACCO ARTIFICIALE DELLE VALANGHE: DALLO STUDIO DEL PROBLEMA ALLA DEFINIZIONE DEI PIANI OPERATIVI".

(Elena Barbera)



VANTAGGI E LIMITI DEL PALLONE ABS

Il pallone ABS può impedire efficacemente che una valanga seppellisca uno sciatore. In certi casi tuttavia esso serve soltanto a localizzare una vittima sulla superficie della valanga. Il sistema presenta alcuni difetti tecnici migliorabili.

L'Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe del Weissfluhjoch di Davos ha effettuato i primi test con il pallone ABS durante l'inverno 1994/95. Metà dei manichini, di peso compreso tra 65 e 85 kg, sono stati equipaggiati con palloni ABS. Successivamente manichini con o senza pallone ABS sono stati trasportati con l'elicottero su pendii dove sono state provocate artificialmente valanghe di lastroni di media grandezza. Bisogna precisare che a tutt'oggi sono stati eseguiti solo 3 test con 18 manichini. Il numero ridotto di test, così come l'occasione di utilizzare i palloni ABS in occasione del distacco di sei valanghe in condizioni reali, non autorizzano dunque a trarre alcuna conclusione scientifica. E' quindi necessario effettuare altre ricerche approfondite, e per questo occorre il sostegno concreto delle società di assicurazioni. I problemi legati alla comodità e alla facilità d'uso, alla affidabilità tecnica del sistema e ai rischi di ferite non sono stati presi in esame durante questa serie di test.

I vantaggi del pallone ABS

Se una persona travolta da una valanga riesce ad azionare il meccanismo di gonfiaggio del pallone ABS, essa ha molte possibilità di risalire e rimanere in superficie per tutto il tempo necessario affinché la neve si scioglia. Alcuni manichini dotati di pallone ABS sono rimasti sepolti in gran parte sotto la coltre nevosa, il che denota l'incapacità di salvarsi da soli, e tuttavia il pallone che indossavano è sempre rimasto

ben visibile sulla superficie. Simili esperienze riguardano alcuni incidenti reali: solo 3 persone non sono rimaste sepolte, mentre 5 sono rimaste sepolte in parte o interamente. In questi casi non si può più parlare del pallone come di uno strumento di salvataggio, ma tutt'al più di uno strumento di ausilio per la ricerca in superficie. Il pallone contribuisce comunque al salvataggio della persona.

I limiti del pallone ABS

Il pallone, che ha un volume approssimativo di 150 litri, forma con la persona che lo indossa un sistema la cui densità è molto vicina a quella della neve. Inoltre questo sistema ha un volume notevole se raffrontato alla massa dei blocchi di neve della valanga. Per un fenomeno fisico di separazione, in presenza di una massa di neve in movimento gli oggetti più grossi vengono spinti alla superficie. Dunque il fenomeno della spinta verticale non sarebbe dovuto all'azione del pallone, come si sarebbe portati a credere. Il sistema ABS sembra pertanto essere efficace solo con la valanga in movimento. Non appena la valanga si arresta, vi è il rischio reale di essere sepolti nella neve che continua ad affluire, e questo soprattutto se il travolto si trova in conche o contro certi ostacoli. Per la differenza di densità tra il pallone e chi lo indossa, il pallone rimane per la maggior parte del tempo posizionato al di sopra di quest'ultimo. Le esperienze fatte in occasione dei test, così come nella realtà, dimostrano che il sistema presenta ancora alcuni difetti tecnici cui va posto rimedio. Una serie di miglioramenti tecnici previsti dal costruttore dovrebbero notevolmente migliorare l'affidabilità e l'efficacia del sistema.

I rischi residui legati all'ABS

Anche indossando il pallone ABS, una valanga comporta sempre un

rischio di morte. Il rischio di rimanere sepolti sussiste almeno in tre casi: per errore o assenza di reazione umana, in caso di guasti tecnici del pallone, o se si resta bloccati in una conca o contro un ostacolo. Inoltre non si può non tener conto del rischio di ferite.

La parola d'ordine è quella di evitare sempre il rischio di valanga ad ogni costo. A tale proposito le migliori garanzie sono una buona conoscenza delle valanghe, un equipaggiamento completo di apparecchi ARVA e pala da neve, una pianificazione prudente delle escursioni e la massima attenzione mentre si procede nella neve. Il pallone ABS non può sostituire tutto questo. E' bene inoltre verificare lo stato del sistema prima di ogni escursione e controllare il movimento di apertura del meccanismo. Rimane sempre un rischio residuo legato al terreno. In questo caso il problema è sapere quali sono i rischi che si vogliono correre. Il pallone ABS offre una possibilità concreta di ridurre questo rischio, ma solo a condizione che si seguano tutte le altre regole di comportamento sopra riportate.

(Walter Ammann)

ABSTRACT

Temporary protections against avalanches

New techniques and measuring methods to reduce residual risk
Hansueli Gubler

Nowadays, temporary measures for avalanche prevention are more and more important in order to achieve safety in mountain areas visited by a high number of people; in particular, they are mainly suitable for the protection of tourist resorts and roads. The correct and exhaustive knowledge of the processes that contribute to avalanche formation, the constant manual or automatic measurement of the main snow and weather parameters, the major contribution offered by computers and the improvement of artificial release methods make it possible to shorten the period during which access to areas subject to avalanche danger is forbidden, with a contemporary reduction of residual risk for an avalanche accident. The article by Gubler illustrates, together with the more conventional and common measurement techniques, new techniques for a more correct and detailed measurement of the various layers of the snow cover through the use of advanced instruments equipped with special sensors. The great success achieved in the field of technological research and the improvement of the methods for evaluating and analysing snow and weather data contribute to enhancing the reliability degree of alarm systems and to constantly improving methods for temporary protection from avalanches.

CISA-IKAR 1996

The results of the works of the avalanche commission at Karpacz, François Valla

The annual meeting of Cisa-Ikar took place last autumn at the mountain resort of Karpacz, Poland. The avalanche commission gathered on Thursday 19 September and on Saturday

21 the day after a series of tests carried out on the mountains of the Sudetes chain. The following countries attended the meeting: Switzerland, Austria, Italy, France, Germany, Lichtenstein, Slovenia, Spain, Norway, Poland, Bulgaria, USA and Canada. Sweden as present at the meeting as an observer, while Great Britain did not attend the event, because of the death of Colin Ernschaw. Iceland, which last year had been admitted as an observer, was also absent. In the afternoon of Saturday 21, a meeting among the various commissions gathered together for the first time all the experts on prevention. In the following François Valla, the president of the Cisa-Ikar avalanche commission, illustrates the main results of the works carried out during these days.

Explosives and avalanche release

A mathematical model for the evaluation of the loads that cause avalanches
by Andrea Zannoni,

Application of hydrodynamic Rankine-Hugoniot theory to artificial avalanche release by explosives is investigated. An analytical model for evaluating air blast induced overpressures on snow surface is proposed. It is shown as overpressure values take on great importance to evaluate necessary additional snow stress to cause a slab avalanche. Snow absorbing power and the way it influences interaction between explosion induced shock wave and snow cover is considered to compute peak overpressure values. The present results are compared with field experimental data proposed by other researchers and differences and agreements are outlined. The validity of commonly used techniques for artificial dry avalanche release, which consist in placing explosive charge at an optimum height between 1 and 2 metres from surface, is confirmed.

Meteorological alarm system in northern-western Italy

New alarm system for the forecast of strong precipitation
Paolo Bonelli and Elena Turrioni

In June 1995, the division for the Prevention of Geologic, Meteorologic and Seismic risks of Regione Piemonte and ENEL/CRAM set up a collaboration programme with the aim of creating a meteorologic alarm system. This system was set up in order to alert the civil defence at least one or two days before the taking place of strong precipitations in northern-western Italy, with the consequent risks of floods and landslides. Forecasts, which are supplied by a meteorologist by means of numerical models on some predefined areas, are analysed within five categories of intensity. After a year of activity, a verification work was carried out in order to analyse the reliability of forecasts and the efficiency in defining the various areas. On the basis of the measurements of precipitations, various reliability parameters have been calculated. Precipitation data, which have been gathered at intervals of 6 hours, have been used within a group analysis in order to find homogeneous areas. Spatial configurations of precipitations have been analysed in relation with circulation in low strata.

A software for Dolomiti glaciers

A. Taurisano and M. Marini

The first article presents a new programme, created by the authors in collaboration with the Centro Sperimentale Valanghe of Arabba, Belluno, for the handling of data concerning Dolomite glaciers. The programme also includes morphometric data and photographic reliefs updated to 1994-95. The second article underlines the great importance of avalanches in preserving the small Dolomite glaciers; Indeed, avalanches really seem to be indispensable for their survival.



SISTEMI DI MONITORAGGIO NIVOMETEOROLOGICO

CAE SRL (SEDE LEGALE) - VIA CA' DELL'ORBO, 48 - 40050 VILLANOVA DI CASTENASO (BO) - TEL. 051/780539
CAE SRL (UFF. COMMERCIALE) - VIA CA' DELL'ORBO, 34 - 40050 VILLANOVA DI CASTENASO (BO) - TEL. 051/782089
E-MAIL: CAE@CAE.IT

INDIRIZZO INTERNET: [HTTP:// www.affari.com/cae](http://www.affari.com/cae)

