

Expériences de gestion des risques glaciaires et périglaciaires

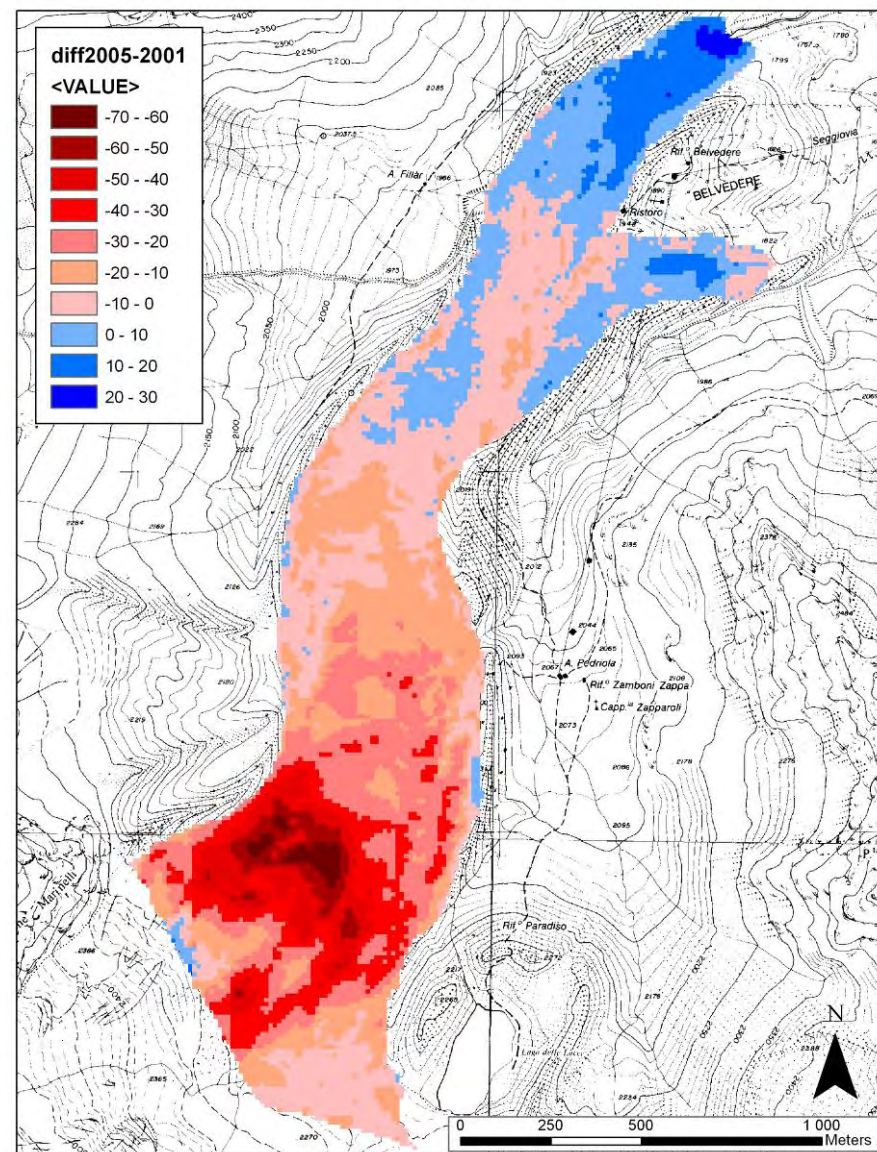
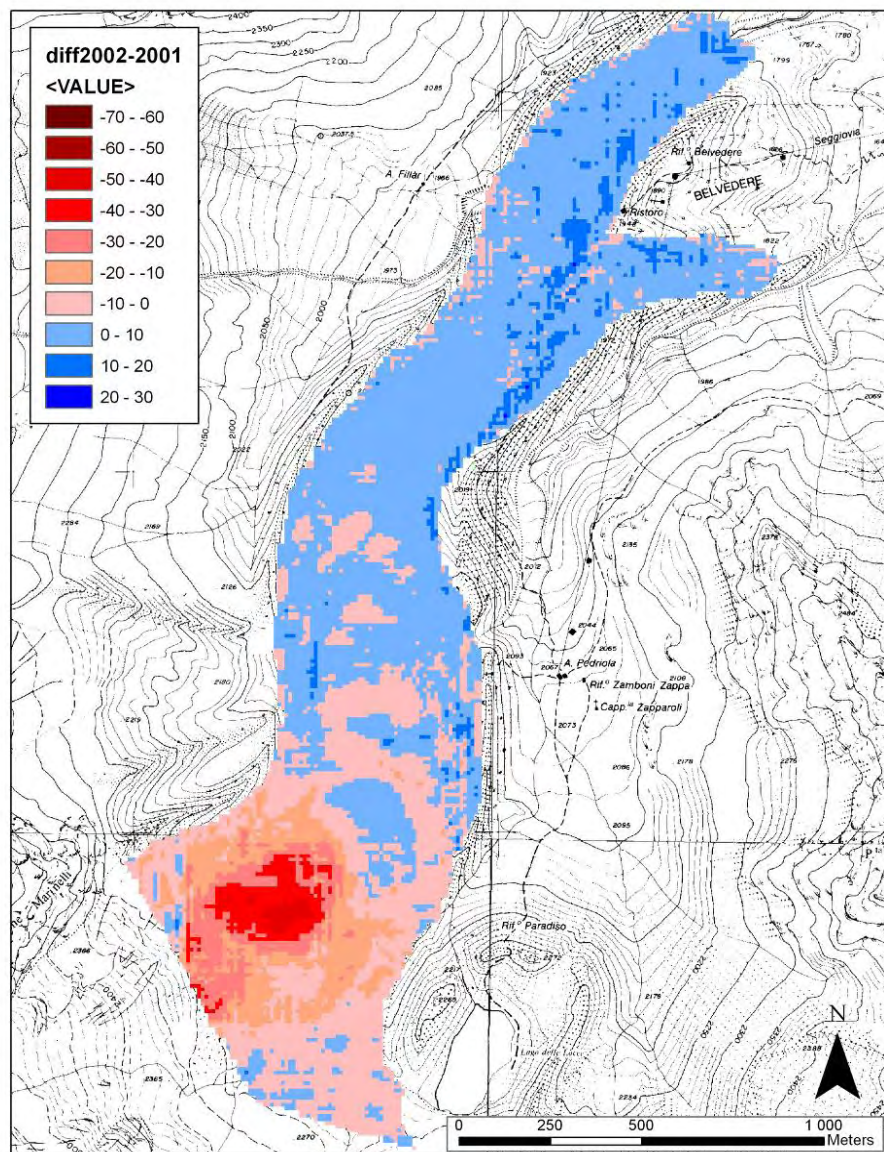
**Glacier du Belvédère
relation science/operationnel en Piemont**

Dott. geol. Paolo Semino

Grenoble, WTC - 12-13 marzo 2012

LA SURGE DEGLI ANNI 2001-2004



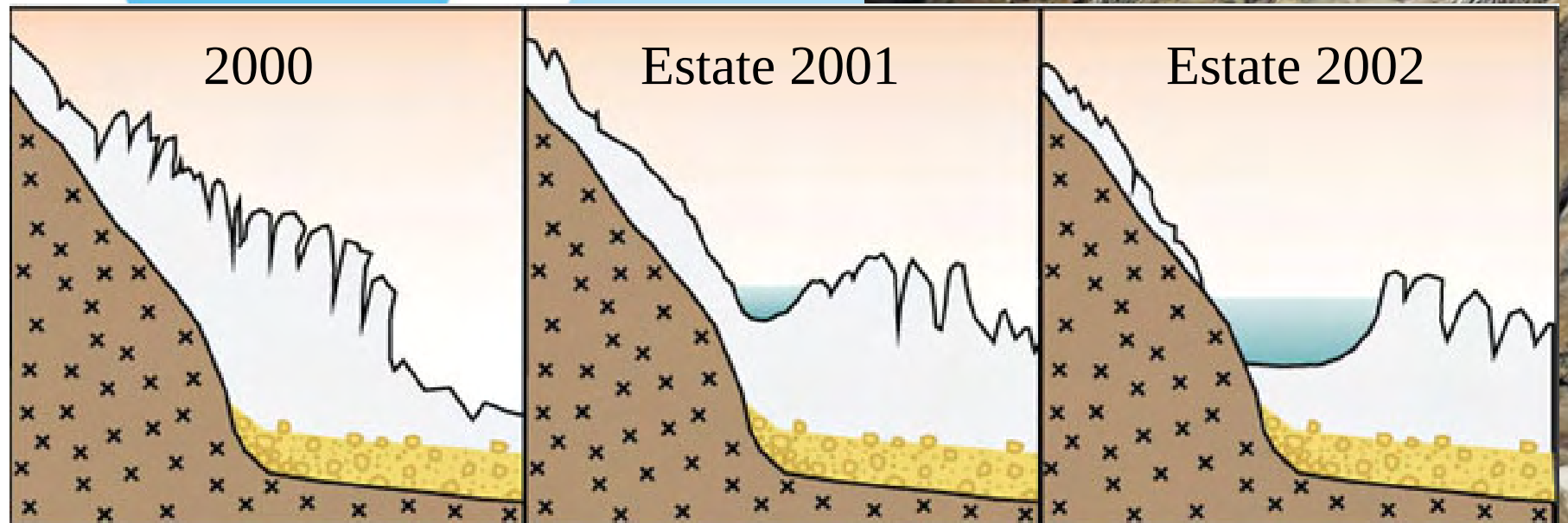


Da Tamburini et al., 2009

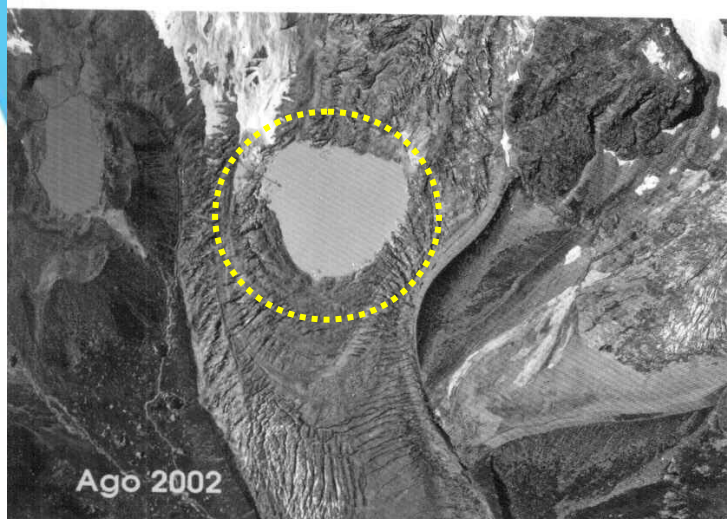
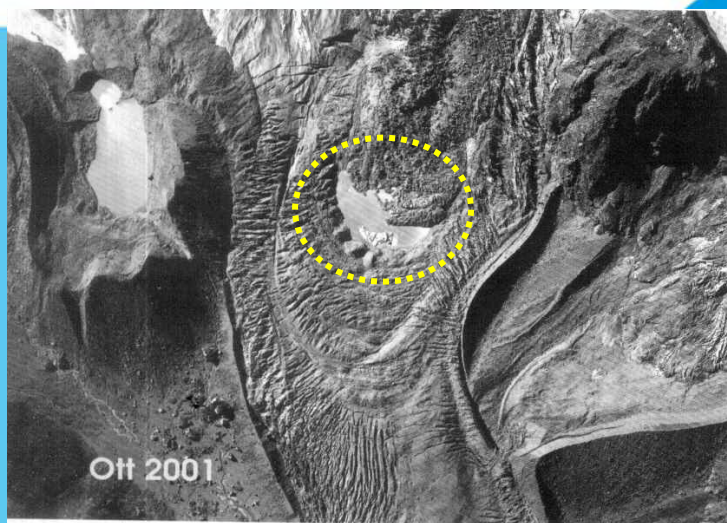
Origine del *surge*



Origine del *surge*



LA COMPARSA DEL LAGO EFFIMERO



Nella primavera del 2002, nel giro di poche settimane, il lago epiglaciale comparso l'anno precedente, aumentò notevolmente di dimensioni favorito dalle elevate temperature dei mesi di maggio e giugno, fino a raggiungere al termine del mese di giugno uno sviluppo areale di circa **150.000 m²** ed un volume di **3,3 milioni di m³**.





GESTIONE DELL'EMERGENZA

Il grande volume d'acqua e la critica posizione topografica del lago determinarono condizioni di rischio immediato ed elevato per la vallata sottostante, tanto da essere attivata una situazione emergenziale di TIPO "C" e il 28 giugno 2002 è stato dichiarato lo stato di emergenza.

Calamità naturali, catastrofi o altri eventi che, per intensità ed estensione, debbono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari.

Art. 3 comma 1 della L.225/92



ATTIVITA' NELL'EMERGENZA

Le operazioni nell'emergenza sono state attuate direttamente dal **Dipartimento di Protezione Civile Nazionale** con un ingente dispiegamento di risorse umane e di mezzi operativi, coadiuvata da tutti gli altri **Enti Istituzionali Regionali, Provinciali e Locali**, coinvolti nell'emergenza, come forse mai prima di questo evento si era visto operare.



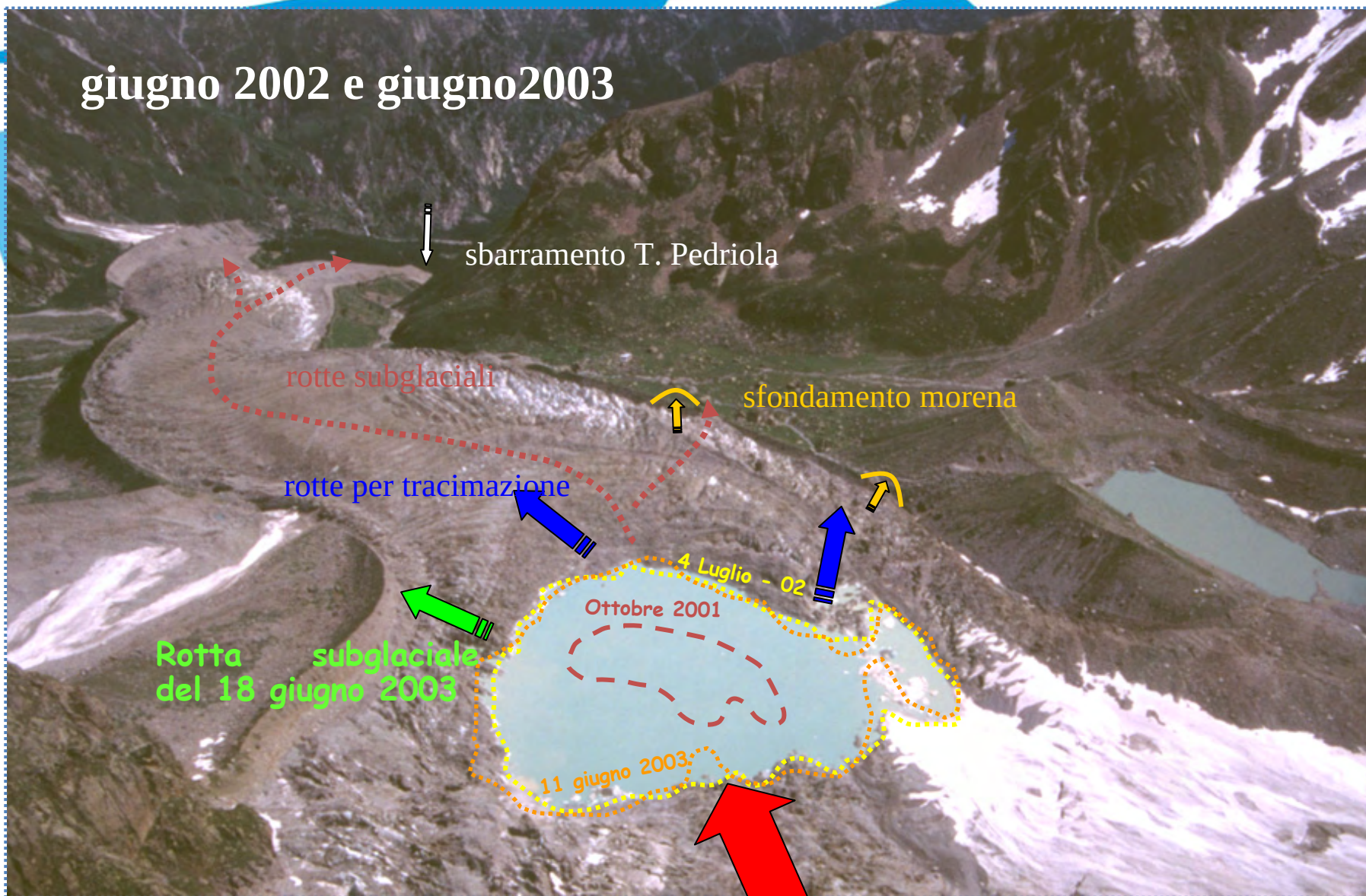
ATTIVITA' NELL'EMERGENZA

- ✓ Dipartimento Nazionale Protezione Civile
- ✓ Regione Piemonte (Settore Protezione Civile e Settore Decentrato Genio Civile di Domodossola)
- ✓ Arpa Piemonte
- ✓ Provincia VCO (Settore Protezione Civile)
- ✓ Comune di Macugnaga
- ✓ Esercito
- ✓ Guardia di Finanza
- ✓ Carabinieri
- ✓ Vigili del Fuoco (SAF)
- ✓ Guide Alpine
- ✓ Soccorso Alpino
- ✓ Volontari di Protezione Civile
- ✓ 118
- ✓ Enel



Università di Zurigo
CNR-IRPI
Enel-Hydro
Imageo
Ing. Viazzo
Dott. Epifani

giugno 2002 e giugno 2003

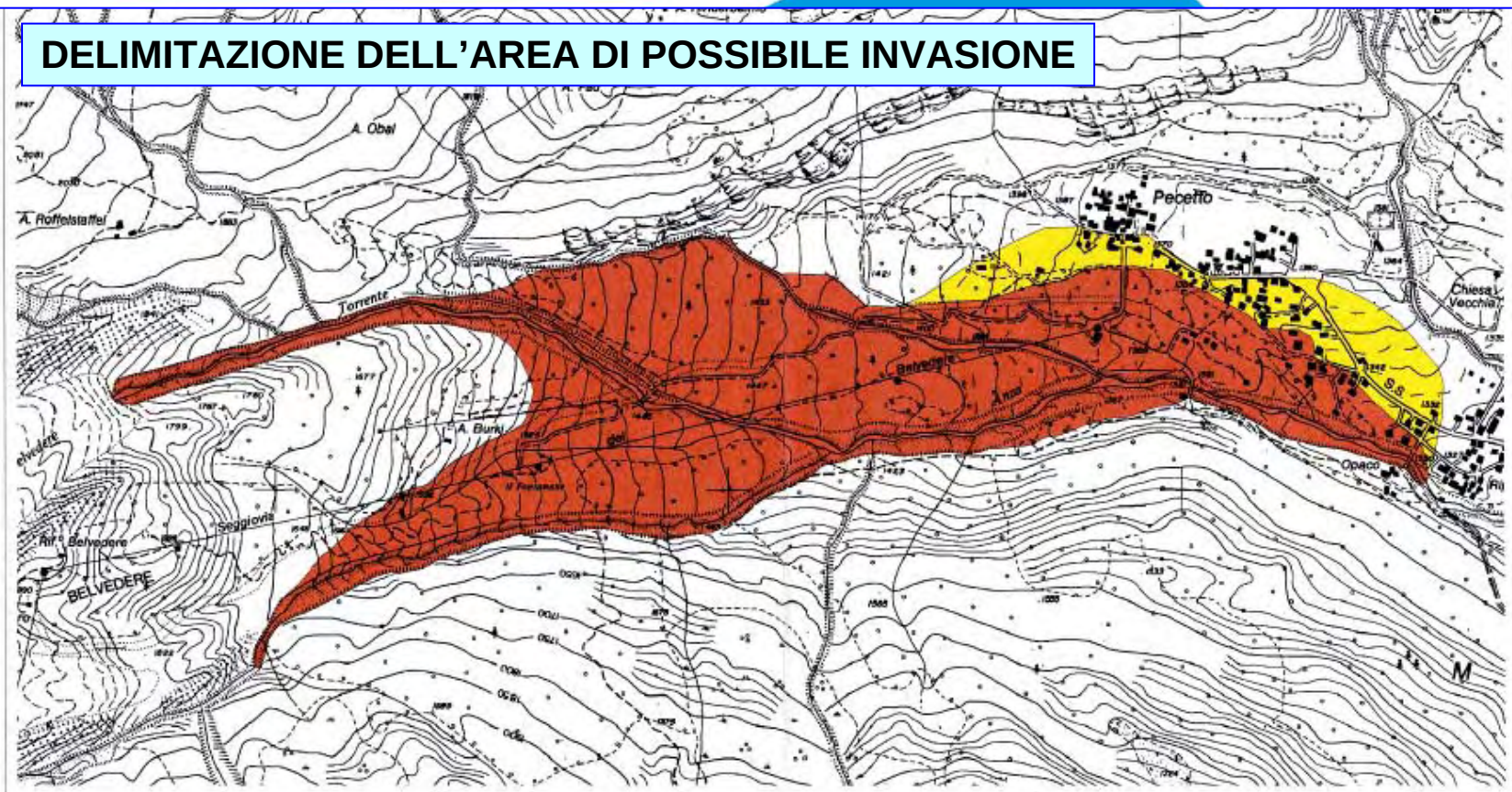


**Crolli di roccia e/o
ghiaccio**

**Pericolo di impatto nel
Lago Effimero**

ATTIVITA' NELL'EMERGENZA

DELIMITAZIONE DELL'AREA DI POSSIBILE INVASIONE



Area invasione



area 1

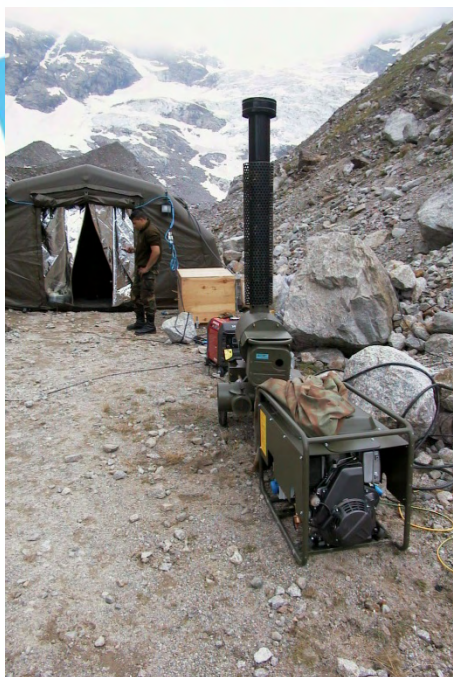
area 2

Allegato 1



ATTIVITA' NELL'EMERGENZA

Costante controllo visivo e strumentale
durante le operazioni in emergenza



Postazione visiva di
controllo allo sfioratore
del Lago delle Locce



Telecamera brandeggiabile
con controllo remoto presso
il comune di Macugnaga



Sotto la direzione del **Dipartimento di Protezione Civile Nazionale** fu realizzato un sistema di monitoraggio e di primo allertamento, furono adottate misure di sicurezza, programmate eventuali evacuazioni e furono condotte ulteriori misurazioni.

ATTIVITA' NELL'EMERGENZA

Si procedette infine all'installazione un sistema di pompe e tubazioni allo scopo di abbassare il livello del Lago e contestualmente diminuire la pressione dell'acqua all'interno della conca lacustre.

Posizionamento manichette per il pompaggio provvisorio



ATTIVITA' NELL'EMERGENZA

Interventi Operativi

Le finalità perseguite per il superamento dell'emergenza sono consistite nella realizzazione di un complesso di stazioni di pompaggio montate su pontoni galleggianti trasportate con l'elicottero e posizionate sul lago, con lo scopo di mantenere il livello delle acque entro accettabili margini di sicurezza al fine di evitare una tracimazione del lago attraverso la superficie del ghiacciaio o un sifonamento attraverso i canali subglaciali controllandone l'allontanamento lungo le morene in fregio al ghiacciaio.

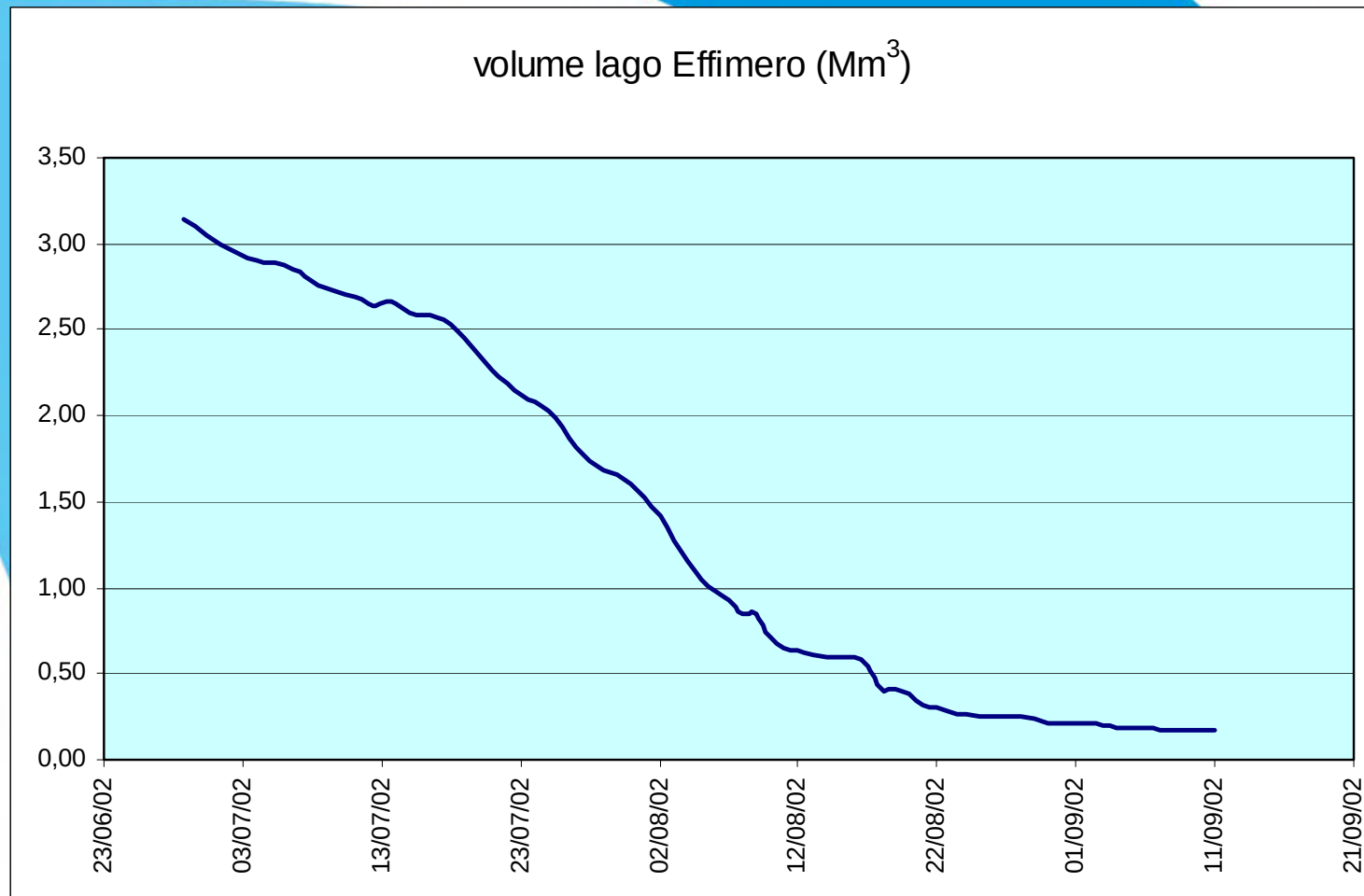
Scenario 1: gli effetti di una tracimazione del lago attraverso depressioni della superficie glaciale.

Scenario 2: gli effetti di svuotamento del lago attraverso il circuito idrico endo/subglaciale.

Operazioni in quota per il posizionamento nel Lago dei pontili galleggianti



A partire dall'inizio del mese di luglio 2002 il lago ha cominciato a **deprimersi naturalmente** per l'apertura di una via di deflusso endoglaciale, attraverso la massa glaciale stessa.



ATTIVITA' POST EMERGENZA

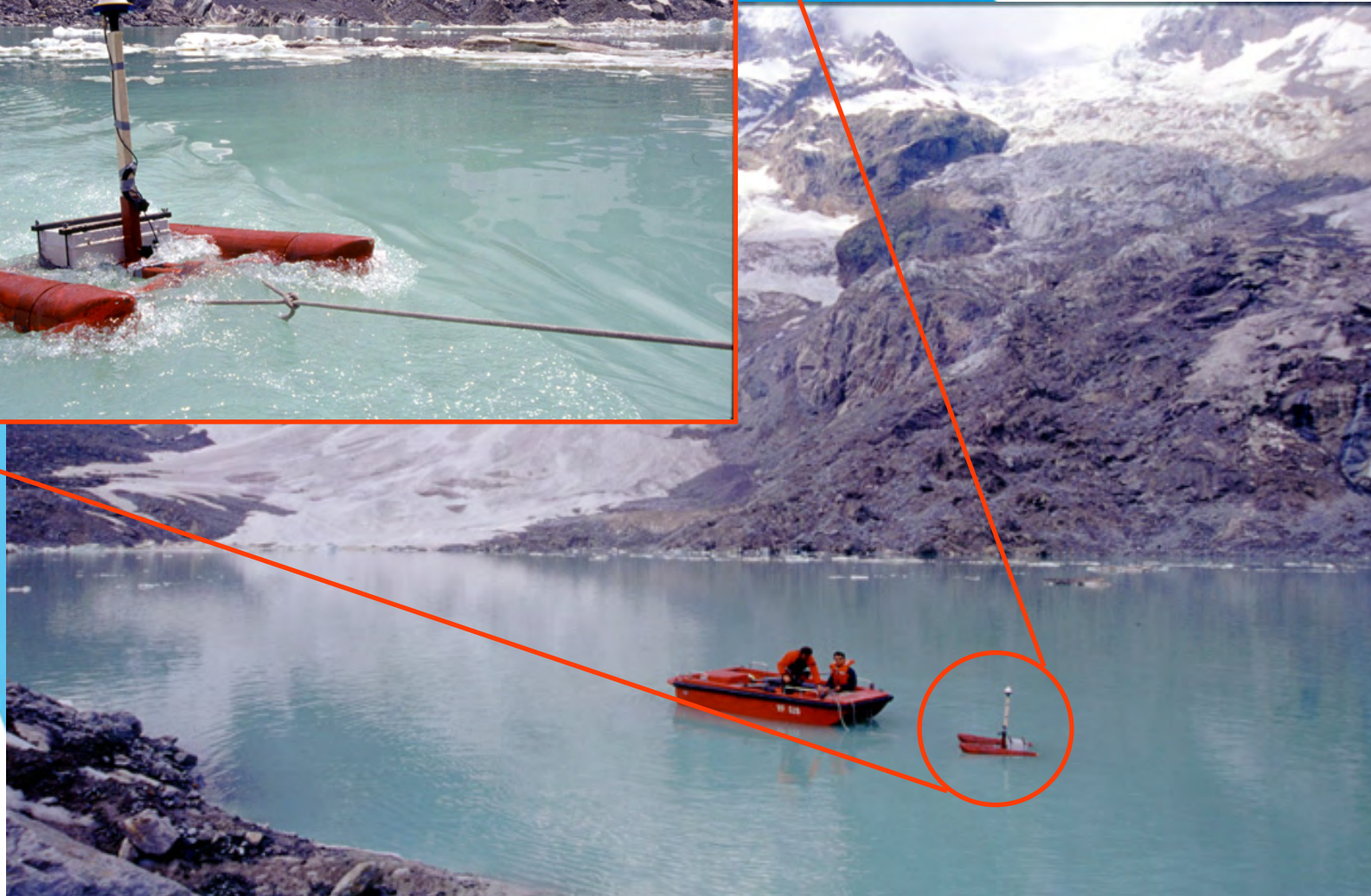
Le Attività a breve e medio termine

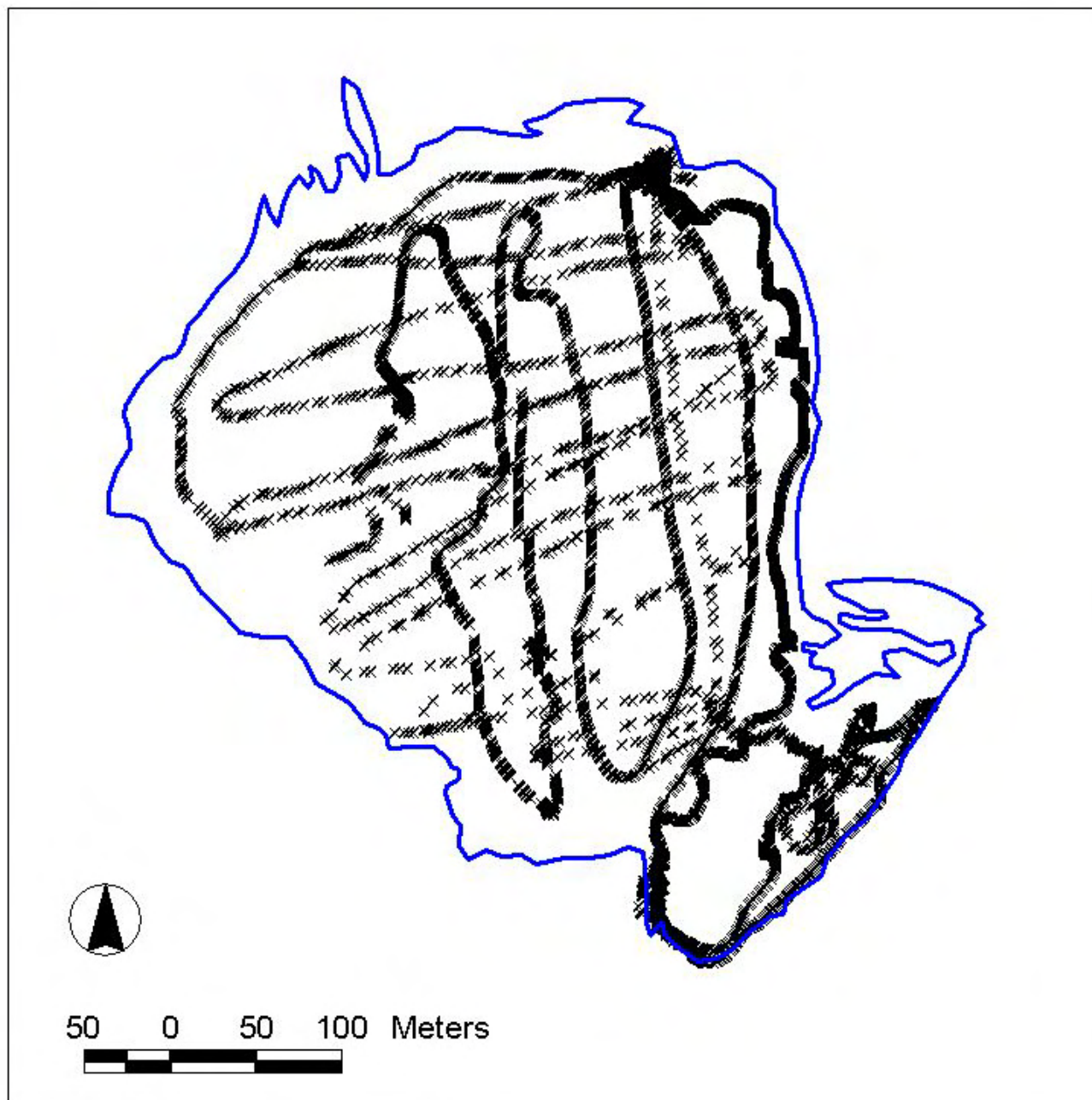
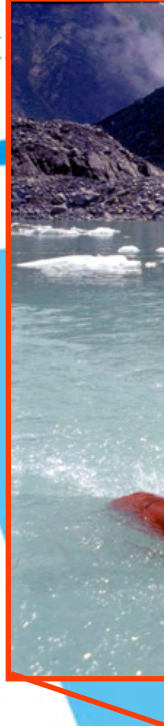
Gestione del Settore OO.PP. di Verbania dal 18 luglio 2002

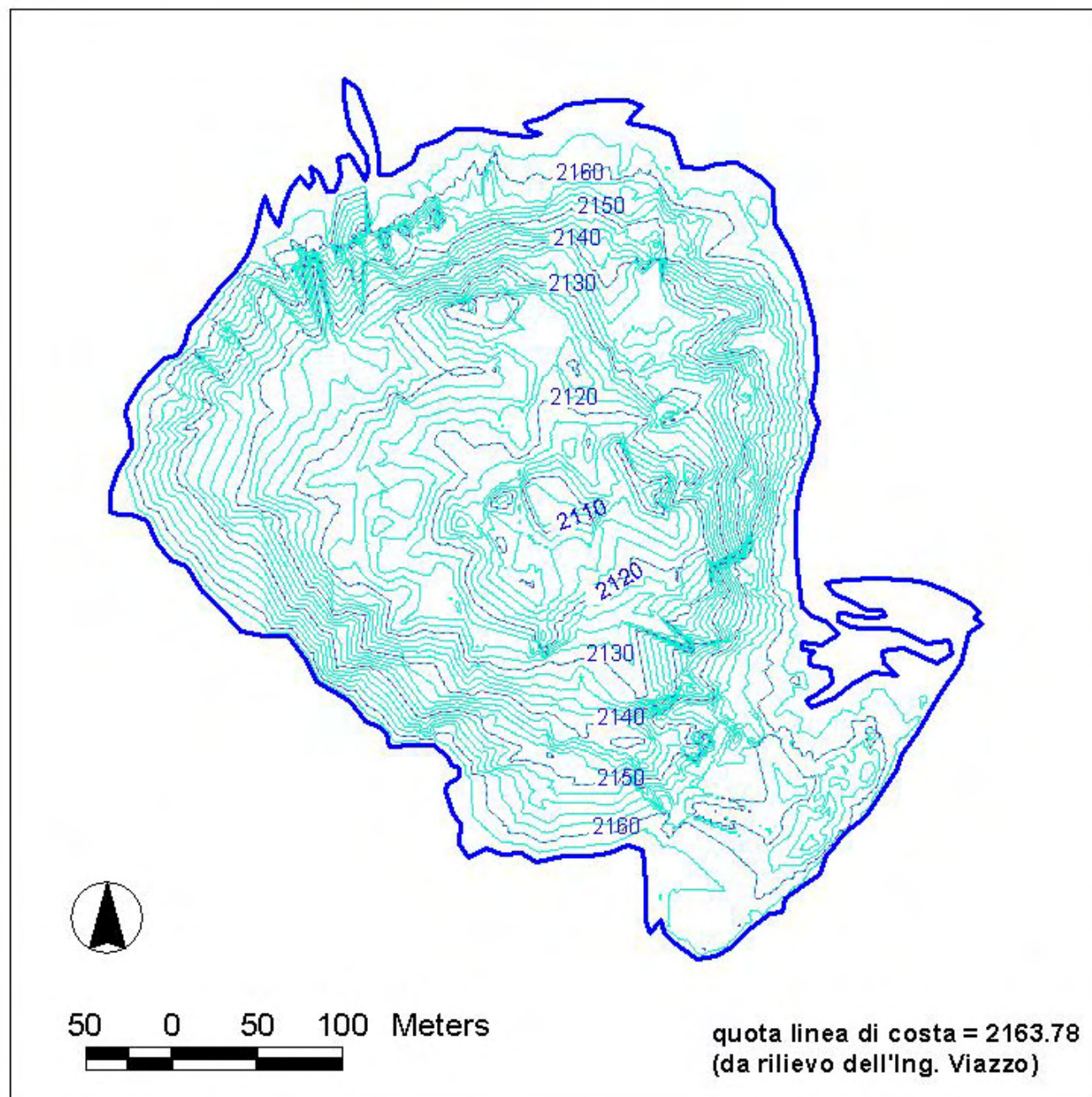
A seguito della fase emergenziale durante la quale è stato impostato il cantiere sull'area del lago per il funzionamento ed il mantenimento del sistema di pompaggio, dal **18 luglio 2002** la gestione delle attività è passata alla **REGIONE PIEMONTE**, e tutte le operazioni sia di cantiere, sia di studio e monitoraggio sono state gestite e coordinate dal Settore Decentrato di Domodossola, che è avvenuta con il supporto scientifico dell' **Università di Zurigo**, del **CNR-IRPI** di Torino, dell'ex **CESI** ora **IMAGEO** e dell' **ARPA Piemonte**.



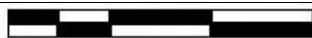
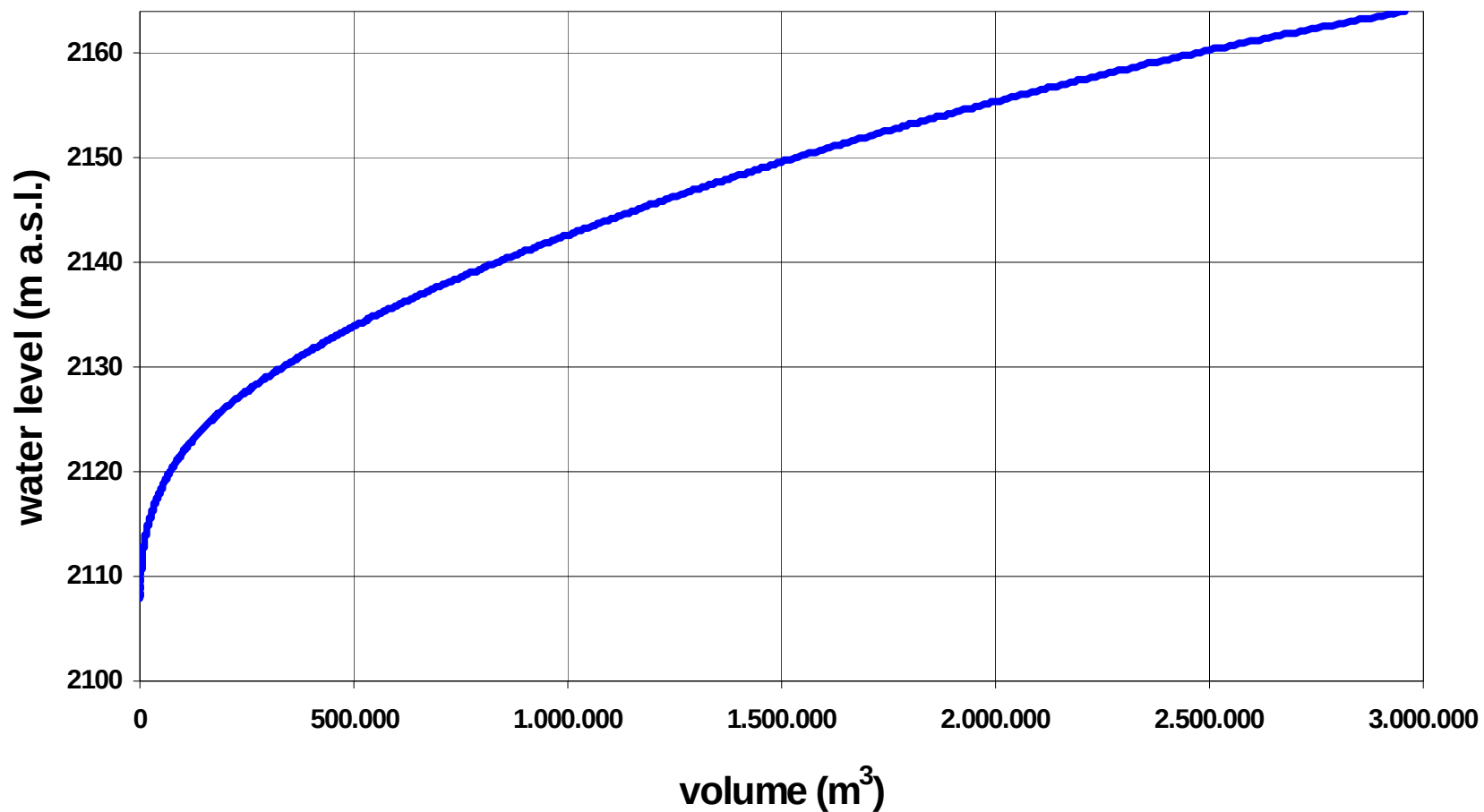








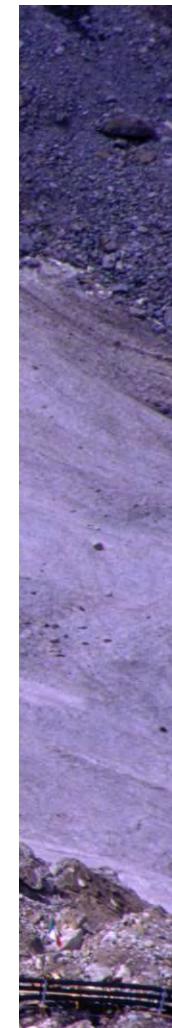
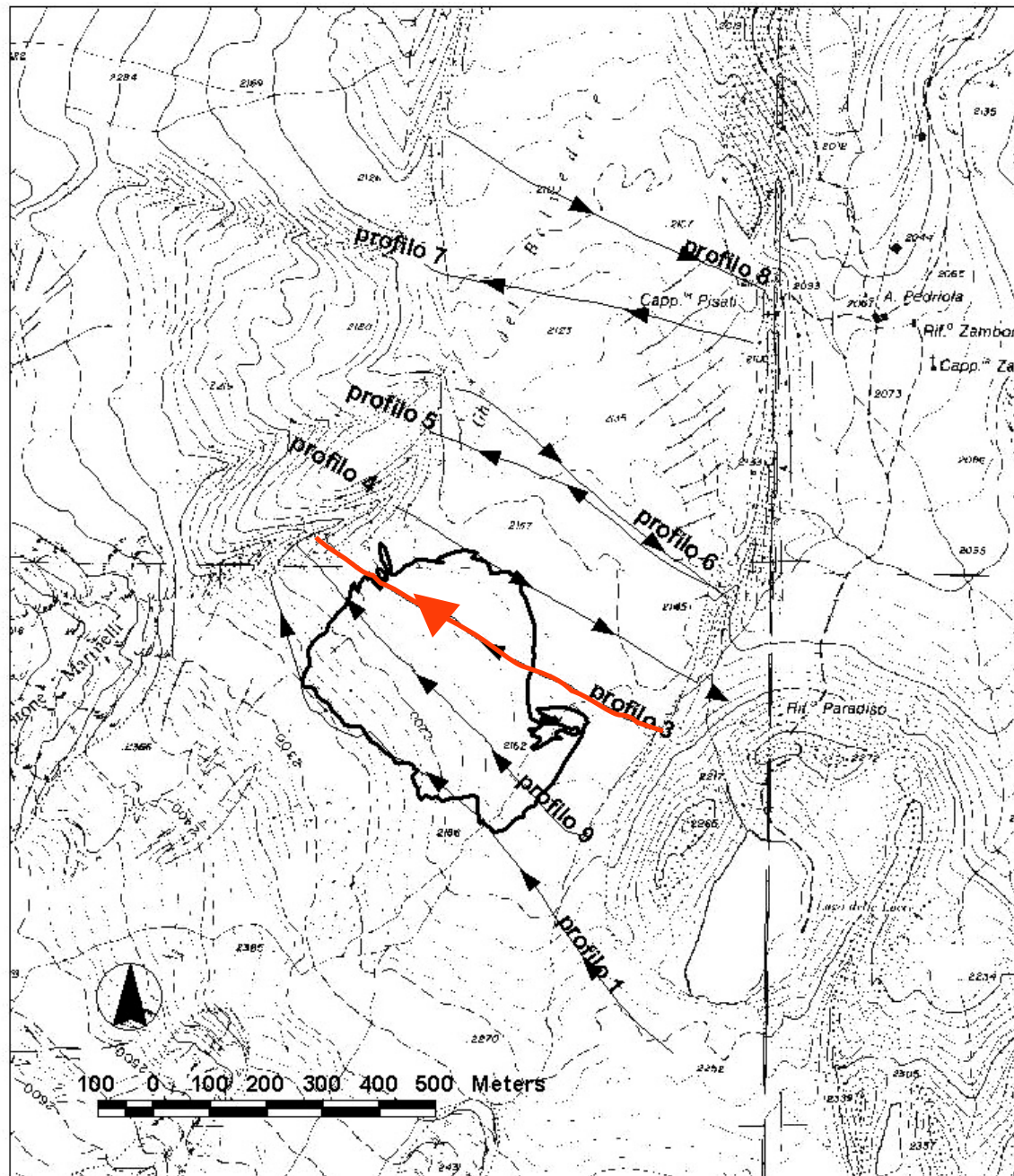
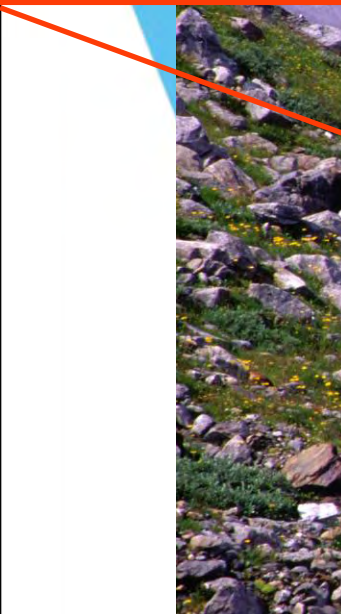
"Effimero" lake: volume vs water level

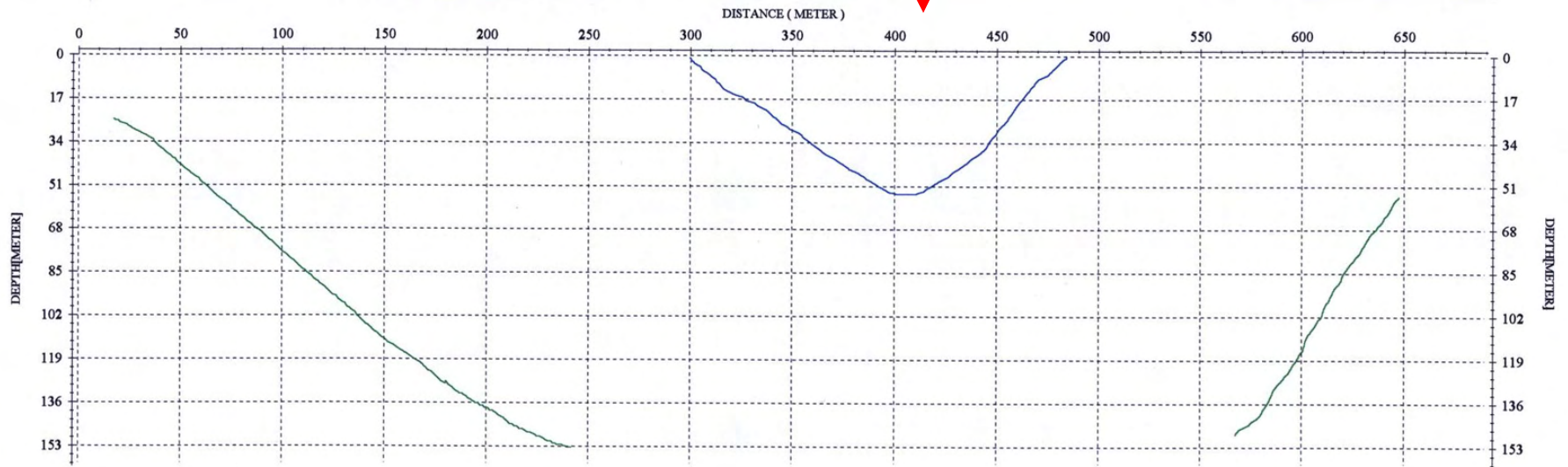
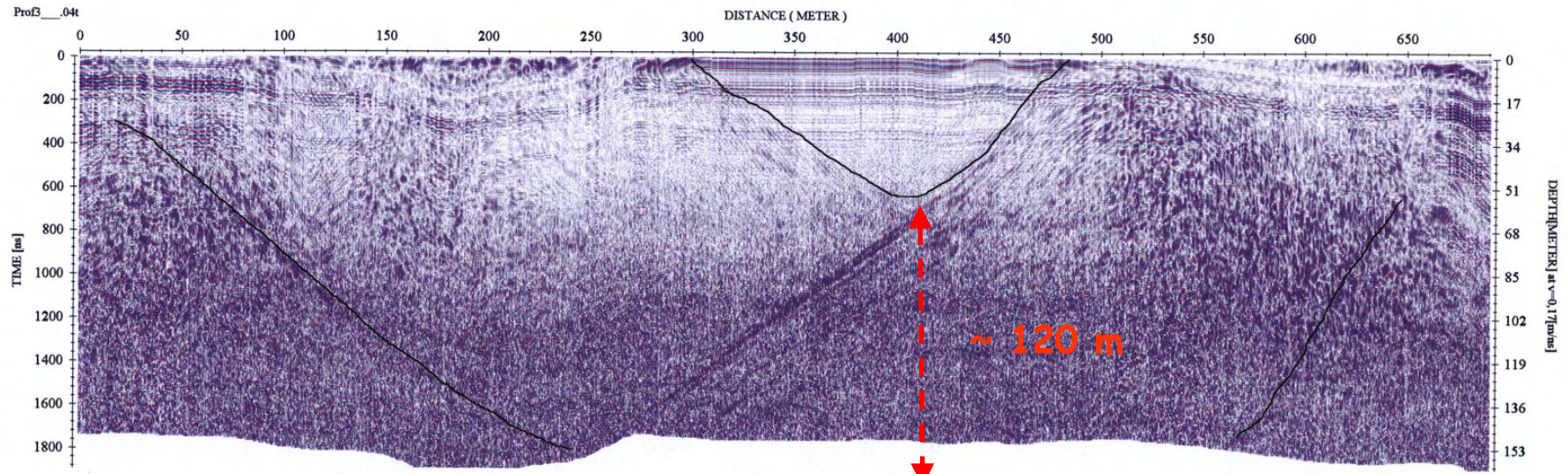
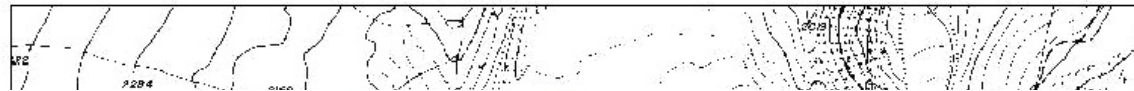


(da rilievo dell'Ing. Viazzo)

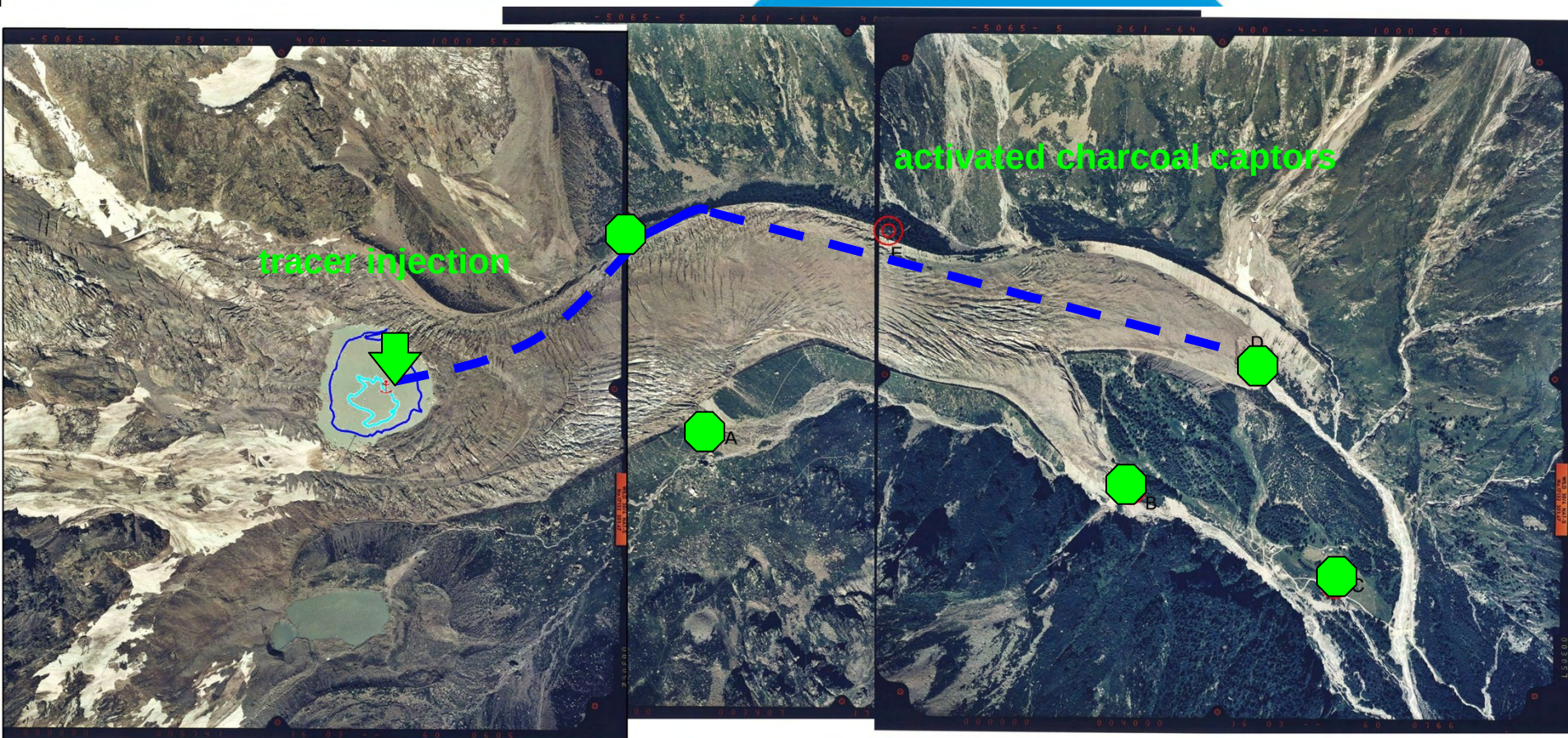






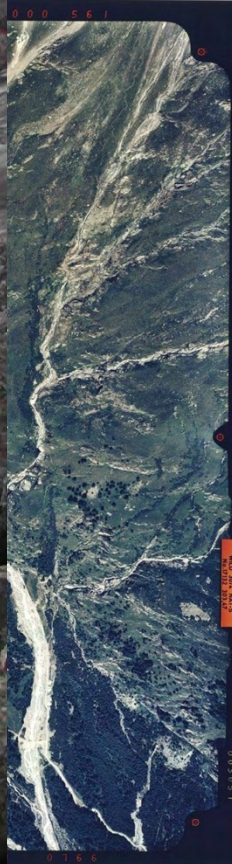


Dye tracer tests: site activity



Legenda: posizione delle stazioni di misura delle prove di tracciamento limite del lago effimero al 05/08/2002 limite del lago effimero al 24/10/2002 punto di immissione della fluoresceina nota: i limiti del lago epiglaciale sono tratti dai rilievi fatti da Ing. G. Viazzo	

		TITOLO DEL DISEGNO: POSIZIONE DELLE STAZIONI DI MISURA DELLE PROVE DI TRACCIAMENTO SU FOTOGRAFIE AEREE DELL'AREA (fotografie del 1907/2002 della Compagnia Generale Riprese aeree di Parma, eseguite per conto Ing. G. Viazzo)	
TITOLO DEL RAPPORTO: GHIACCIAIO DEL BELVEDERE Prove di tracciamento per la valutazione dei fenomeni di drenaggio che interessano il lago epiglaciale		HOME FILE glaciale_tracce_hu_centrifoto.jpg	
COMMITTENTE: Regione Piemonte – Dir. Opere Pubbliche		PROG.: ISMES-1379.00 DOC.: BAT-ISMES-1476/2003	
		HOME LAYOUT	
		SCALA:	
		TAVOLA 2	



STAZIONI DI MISURA
DI TRACCIAMENTO
AEREE DELL'AREA

Le Riprese aeree di Parma, eseguite per conto Ing. G. Viazzo

LAYOUT	SCALA:	TAVOLA
		2

Dye tracer tests: site activity



STAZIONI DI MISURA
DI TRACCIAMENTO
AEREE DELL'AREA

Le Riprese aeree di Parma, eseguite per conto Ing. G. Viaretti

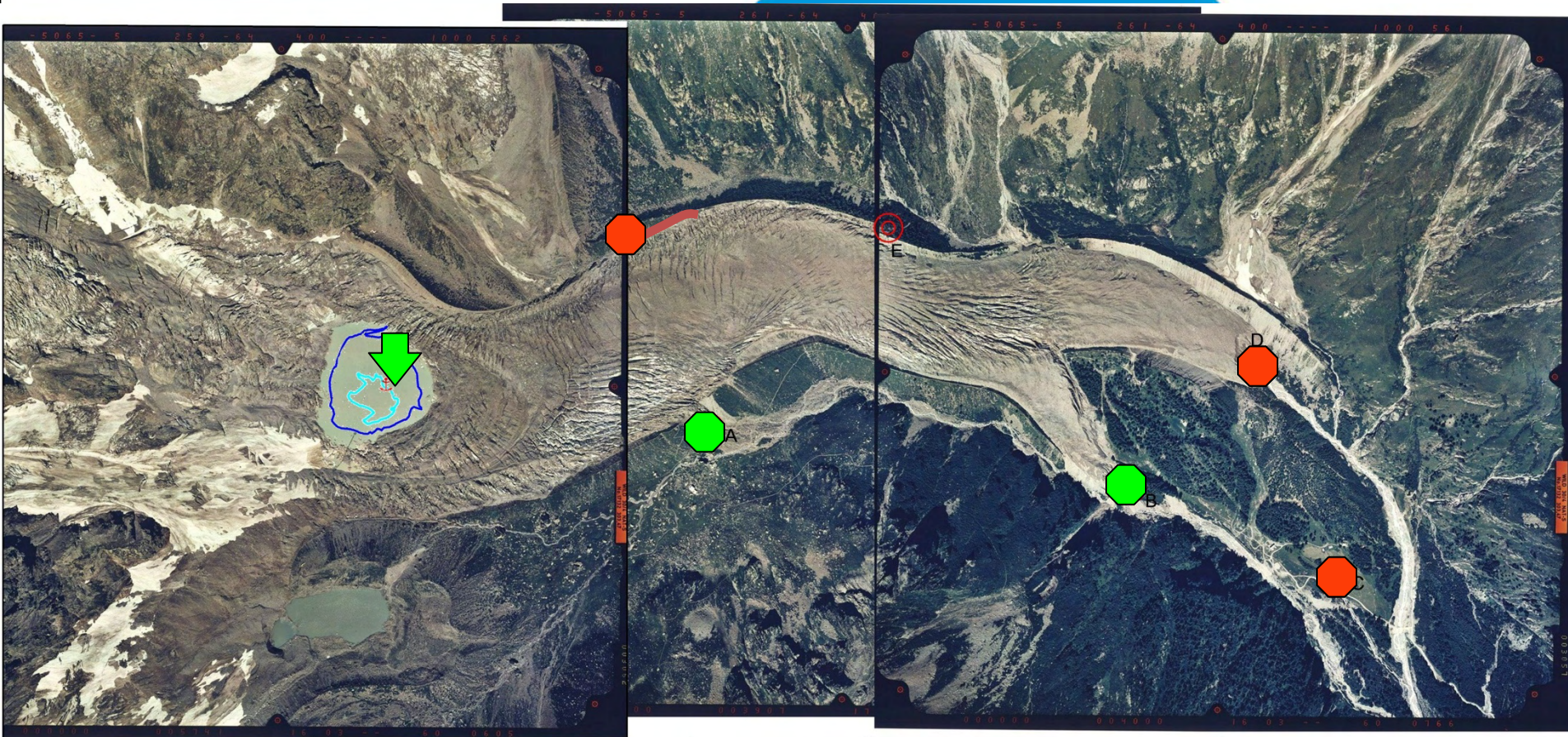
LAYOUT

SCALA:

TAVOLA

2

Dye tracer tests: results (field fluorometer)



Legenda:
 posizione delle stazioni di misura delle prove di tracciamento
 limite del lago effimero al 05/08/2002
 limite del lago effimero al 24/10/2002
 punto di immissione della fluoresceina
note: i limiti del lago epiglaciale sono tratti dai rilievi forniti da Ing. G. Viazzi

TITOLO DEL RAPPORTO: GHIACCIAIO DEL BELVEDERE
 Prove di tracciamento per la valutazione dei fenomeni di drenaggio che interessano il lago epiglaciale
 COMMITTENTE: Regione Piemonte – Dir. Opere Pubbliche
 PROG.: ISMES-1375.00
 DOC.: RAT-ISMES-1476/2003

TITOLO DEL DISEGNO:
 POSIZIONE DELLE STAZIONI DI MISURA DELLE PROVE DI TRACCIAMENTO SU FOTOGRAFIE AEREE DELL'AREA
(fotografie del 1907/2002 della Compagnia Generale Riprese aeree di Parma, eseguite per conto Ing. G. Viazzi)
 NOME FILE: stazioni_tracce_mis_000000.jpg
 NOME LAYOUT:
 SCALA:
 TAVOLA: 2

ATTIVITA' POST EMERGENZA

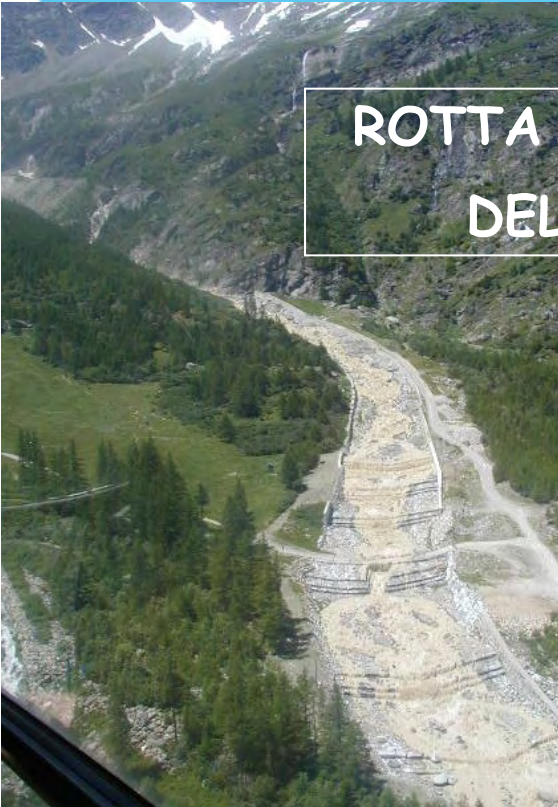
Mantenimento del cantiere in quota



ATTIVITA' POST EMERGENZA

Tra il **18 ed il 20 giugno 2003** si è verificata una rotta glaciale che ha causato un rapido abbassamento del livello del lago. Si è trattato di un evento riconducibile ad un progressivo allargamento dei canali drenanti, piuttosto che di un evento improvviso, che avrebbe potuto avere conseguenze ben più gravi.

Il sistema di allertamento durante l'evento, è stato gestito dal Settore Regionale decentrato di Domodossola congiuntamente all'Università di Zurigo, il CNR-IRPI di Torino, l'ARPA di Torino ed il Dott. Fulvio Epifani.



**ROTTA GLACIALE
DEL 2003**



**A seguito dell'evento
sono state riviste
sensibilmente le soglie
di allertamento
precedentemente
fissate.**

ATTIVITA' POST EMERGENZA



Opere di consolidamento
effettuate a seguito
dell'avanzamento del
ghiacciaio

Le opere di difesa realizzate hanno consentito la protezione delle piste da sci per più stagioni. La progressiva espansione del ghiacciaio ha richiesto più volte il ripristino di queste barriere fino a quando non è stata predisposta una pista più sicura.



ATTIVITA' POST EMERGENZA

2004

Costruzione del Nuovo eliporto a Macugnaga in località Burky, ora disponibile per la comunità locale



ATTIVITA' POST EMERGENZA

- ✓ Stazione meteo Arpa (ora nella piana Zamboni)
- ✓ Adeguamento regimazioni Anza e Pedriola
- ✓ Predisposizione soglia per nuova stazione idrometrografica
- ✓ Adeguamento guado di attraversamento dell'Anza in loc. Burki

ATTIVITA' A LUNGO TERMINE

Per le stagioni successive (dal 2004) fino ad oggi:

- Costante attività di monitoraggio visivo e strumentale da parte Guide Alpine e Soccorso Alpino.
- Misure e rilievi con l'utilizzo delle più recenti tecnologie per lo studio dei fenomeni in ambito di alta montagna e aree glaciali in particolare.
- Raccolta dati e informazioni di carattere scientifico.
- Divulgazione delle risultanze degli studi sull'evoluzione dell'area del ghiacciaio del belvedere e della parete Est del Mt. Rosa.
- Pubblicazione del volume sul Belvedere il Lago Effimero.

Il contributo della **comunità scientifica** ha assunto una valenza sempre più importante al fine di meglio comprendere questo tipo di fenomeni, ormai sempre più di grande attualità.



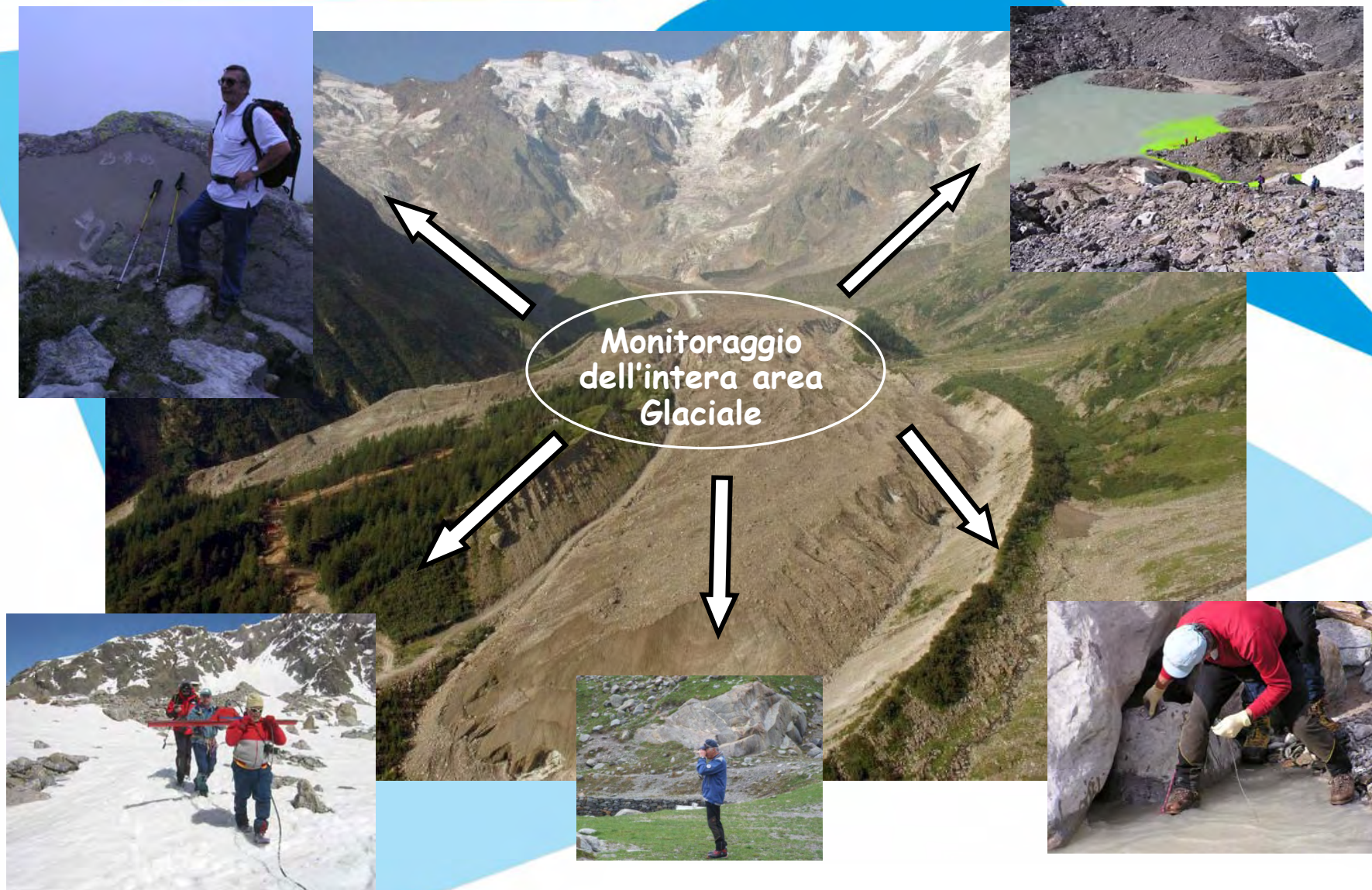
ATTIVITA' A LUNGO TERMINE

Riepilogo delle indagini e attività dal 2002 ad oggi



Anno	Indagine e attività svolte	Anno	Evento
1957	Rilievo sismico		
	Rilievo fotogrammetrico da terra	1970	rotta glaciale Lago delle Locce 13 luglio
		1978	rotta glaciale Lago delle Locce 2 agosto
		1979	rotta glaciale Lago delle Locce 19 luglio
1982	Rilievo Georadar		
1984	Rilievo Georadar		
1985	Rilievo fotogrammetrico da aereo		
2001	Rilievo fotogrammetrico da aereo		
2002	Batimetria lago	2002	Formazione del Lago Epiglaciale "Effimero"
	Rilievo Georadar da elicottero		
	Misure di Tracciamento acque lago		
	Rilievo fotogrammetrico da aereo		
2003	Misure di Tracciamento acque lago (giugno)	2003	Rotta glaciale del Lago Effimero 18-23 luglio
	Batimetria lago		
	Rilievo Georadar		
	Misure di Tracciamento acque lago (ottobre)		
	Rilievo fotogrammetrico da aereo		
2004	Modellazione Permafrost		
2005	Rilievo fotogrammetrico da aereo	2005	Valanga di ghiaccio del 25 agosto – parete Est
2006	Misure spostamento e ablazione		
	Rilievo laser scanner morena destra		
2007	Misure spostamento e ablazione	2007	Frana di roccia del 21 aprile – parete Est
	Rilievo laser scanner lobo sinistro		
2008	Misure spostamento e ablazione	2008	Colata detritica del 7 settembre – Torre CastelFr.
	Rilievo laser scanner morena destra		
2009	Rilievo Georadar confluenza Locce		Evoluzione morena del ghiacciaio delle Locce
2010	Misure spostamento e ablazione	2010	Valanga dal ghiacciaio delle Locce – settembre.
	Rilievo laser scanner parete Est		
2011	Misure spostamento e ablazione		

ATTIVITA' A LUNGO TERMINE



CONCLUSIONI

➤ CRITICITA'

- Fenomeno completamente nuovo da un punto di vista di gestione dell'emergenza;
- Incertezza nella sua possibile evoluzione;
- Ambiente "estremo" d'alta quota e in ambito glaciale nel quale ci si è trovati ad operare;
- Periodo dell'emergenza coincidente con l'estate e pertanto con grande flusso turistico;
- Coordinamento di tanti soggetti istituzionali coinvolti nella gestione dell'emergenza;
- Non sempre facile rapporto con la comunità locale, almeno nella fase iniziale.

➤ OBIETTIVI RAGGIUNTI

- Maggiore **conoscenza del fenomeno** dal punto di vista scientifico;
- Maggior sicurezza nel **prendere "decisioni"** nel caso si ripresentasse un fenomeno analogo. (Con molta probabilità non sarebbe più attivato l'intervento del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, ma sarebbe gestito direttamente dagli Enti Locali);
- Definizione di una zona potenzialmente a rischio (in caso di ripetersi di un fenomeno analogo), che è stata **recepita nel Piano Regolatore Comunale PRGC**, recentemente approvato ed adeguato alle norme del PAI (piano per l'assetto idrogeologico).
- Non ultimo c'è stata una **sensibilizzazione della comunità locale** alla problematica in oggetto, effettuata anche attraverso la divulgazione del libro ***"Il Ghiacciaio del Belvedere e l'emergenza del Lago Effimero"*** prima citato, nonché di suscitare attenzione e consapevolezza nel vasto pubblico sulla fragilità dell'ambiente glaciale, argomento diventato di stringente attualità alla luce delle proiezioni climatiche che prevedono nei prossimi decenni la drastica contrazione delle masse glaciali e l'aumento di fenomeni di instabilità d'alta quota.

En vous remerciant pour l'attention,
veuillez agréer mes salutations distinguées



Dott. Paolo Semino