



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO
POLITECNICO DI TORINO



Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio



Bilancio di massa e di energia di un pendio montano durante fusioni repentine del manto nevoso



Con il finanziamento di



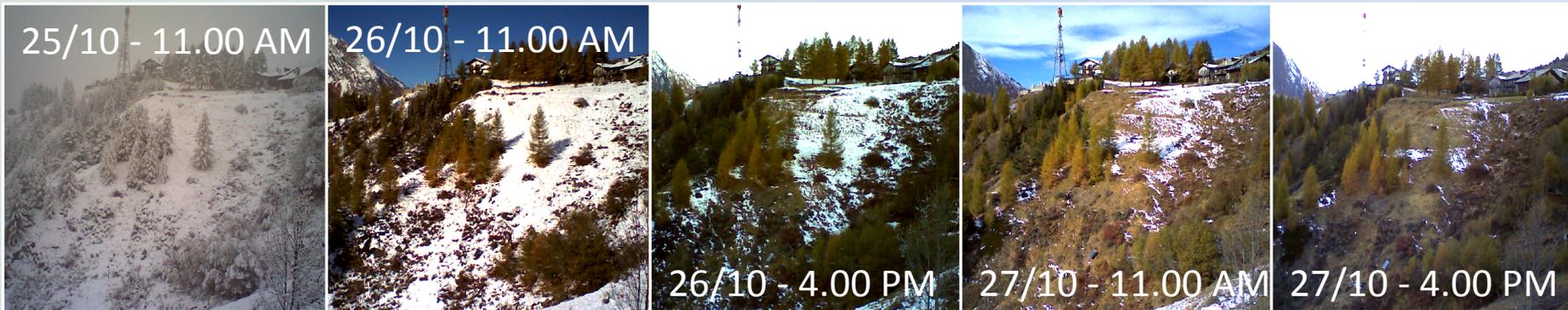
Progetto “*NextSnow*”

Stefano Ferraris
Maurizio Previati
Davide Pognant
Davide Canone

Introduzione

Il contesto montano → morfologie complesse ed estrema variabilità microclimatica puntuale = siti di misura scomodi e difficoltosi da investigare.

Dinamiche spesso accelerate con i ripidi versanti a Sud che mostrano una forte variabilità temporale, con temperature superficiali che possono variare anche di 20 o più gradi Celsius in pochi minuti.



Il cambiamento climatico sta via via modificando gli equilibri energetici degli ecosistemi, cambiando in maniera radicale la distribuzione dei flussi tra suolo e atmosfera.

I notevoli aumenti di temperatura previsti porteranno a fusioni più repentine del manto nevoso, influenzando in questo modo la distribuzione temporale delle portate dei corsi d'acqua e i fenomeni di ricarica delle falde acquifere.

Obiettivo

Monitorare le dinamiche dei flussi turbolenti di energia che si verificano su un pendio in ambiente alpino durante alcuni eventi di rapida fusione del manto nevoso (1-3 giorni) per valutare come una parte dei residui della “non-chiusura” del bilancio energetico possa essere spiegata con il “dispendio energetico” impiegato nella fusione della neve.

Chiusura del bilancio = complessa da raggiungere

- Contesti pianeggianti e semplici = Si
- Contesti complessi = Work in Progress

Metodo usato = Energy Balance Closure (Wilson et al. 2002)

$$LE + H = R_n - G - S - \cancel{A} - \cancel{Q} \quad \Rightarrow \quad R_n - G - S - H - LE = M$$

R_n = Radiazione netta

G = Flussi di calore nel suolo

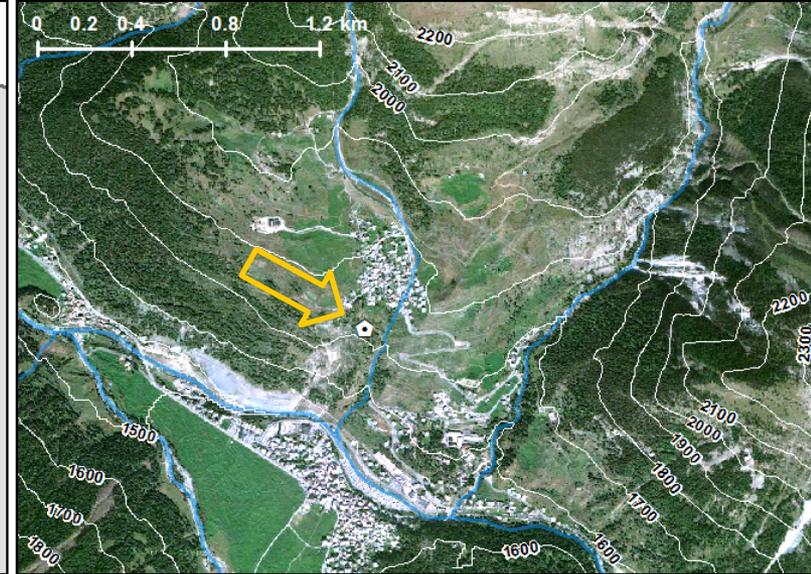
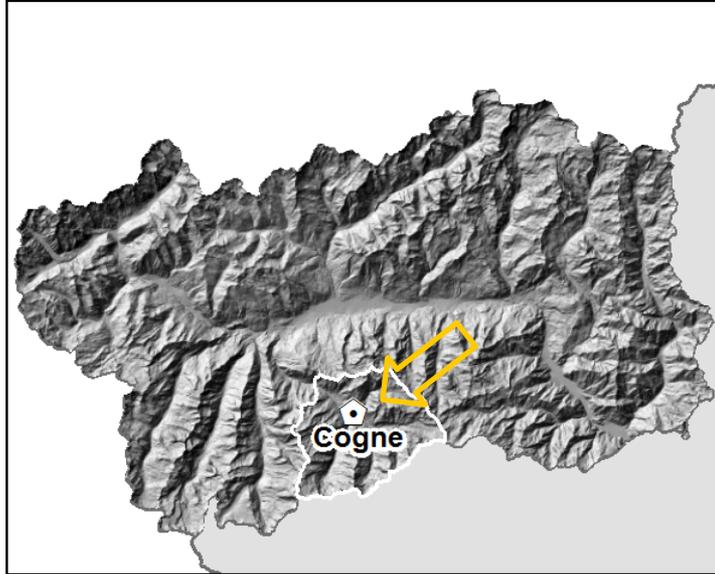
S = Energia “stoccata” nel suolo,

A = Energia tra il suolo e il sensore
(trascurabile in presenza di biomassa minima)

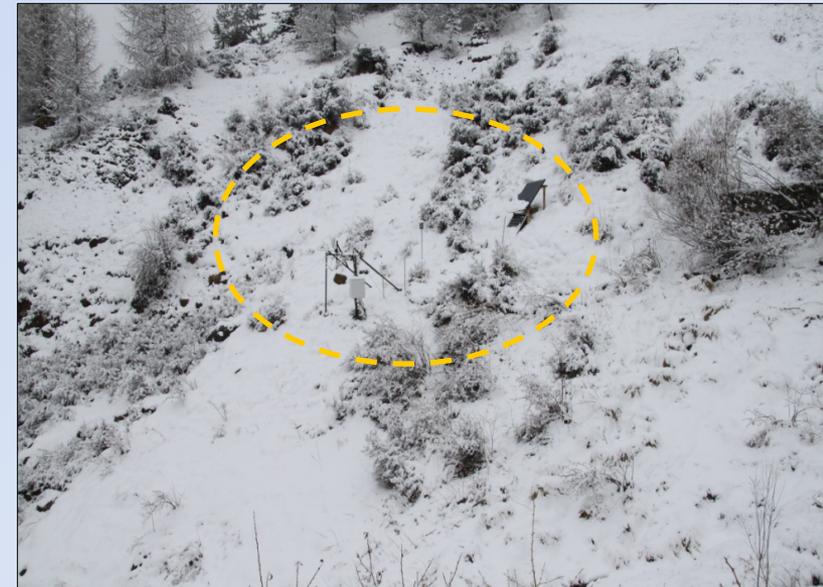
Q = Sorgenti addizionali di energia
(trascurabile in presenza di dinamiche repentine)

M = eccesso di energia che, non potendo più riscaldare il manto nevoso, viene utilizzato per il cambiamento di stato

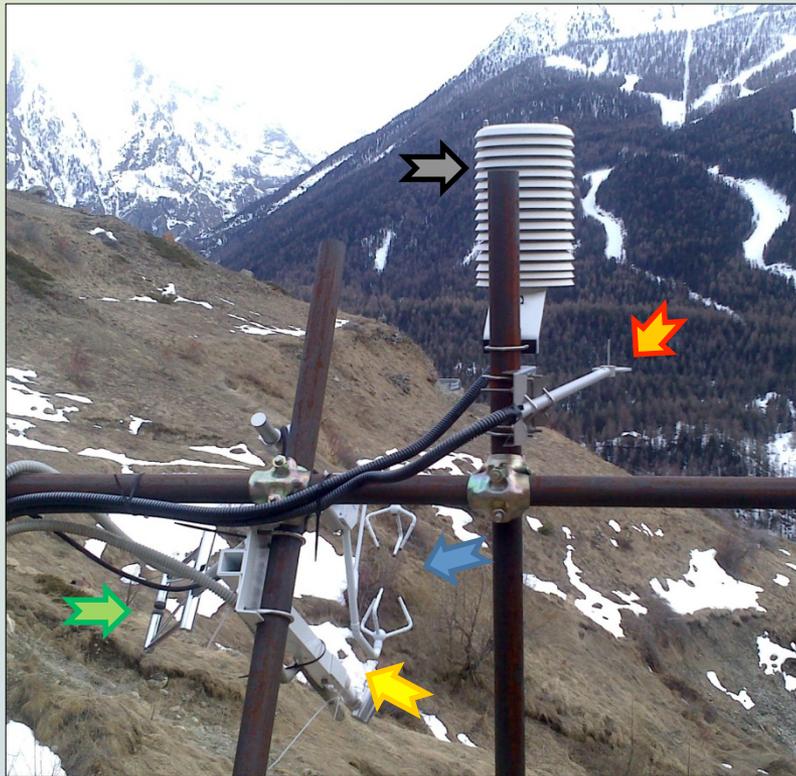
Localizzazione del sito di misura



- Altitudine:** 1730 m slm;
- Esposizione:** Sud-est (120°);
- Pendenza:** 26°;
- T media annua:** +4°C;
- Pioggiosità media annua:** 650 mm;
- Copertura vegetazionale:** erbaceo/ arbustiva



Stazione di monitoraggio



-  Anemometro sonico tridimensionale
-  Analizzatore di gas infrarosso (Licor)
-  Igrometro ottico (Krypton)
-  Termoigrometro
-  Radiometro netto
- Soil heat plates (x2) – 6 cm
(termocoppia a filamento sottile)
- Sonde TDR nel suolo (x2) - 8 cm
- Termocoppie suolo (x4) – 2 e 8 cm
- Termometro infrarosso superficie
- Data logger
- Sistema di alimentazione solare
- Stazione meteorologica rete regionale

Inizio misure → continue da settembre 2010

Eventi monitorati → - 3 autunnali (ottobre/novembre)
- 4 primaverili (marzo/aprile)

SWE: compresi tra 7.8 e 28 mm.

Risultati del monitoraggio

ENERGY FLUXES [W/m^2]

- Net Radiation on the slope (Rn)
- Latent heat flux (LE)
- Sensible heat flux (H)
- Soil heat flux (G)
- Ground storage (S)

TEMPERATURES [$^{\circ}\text{C}$]

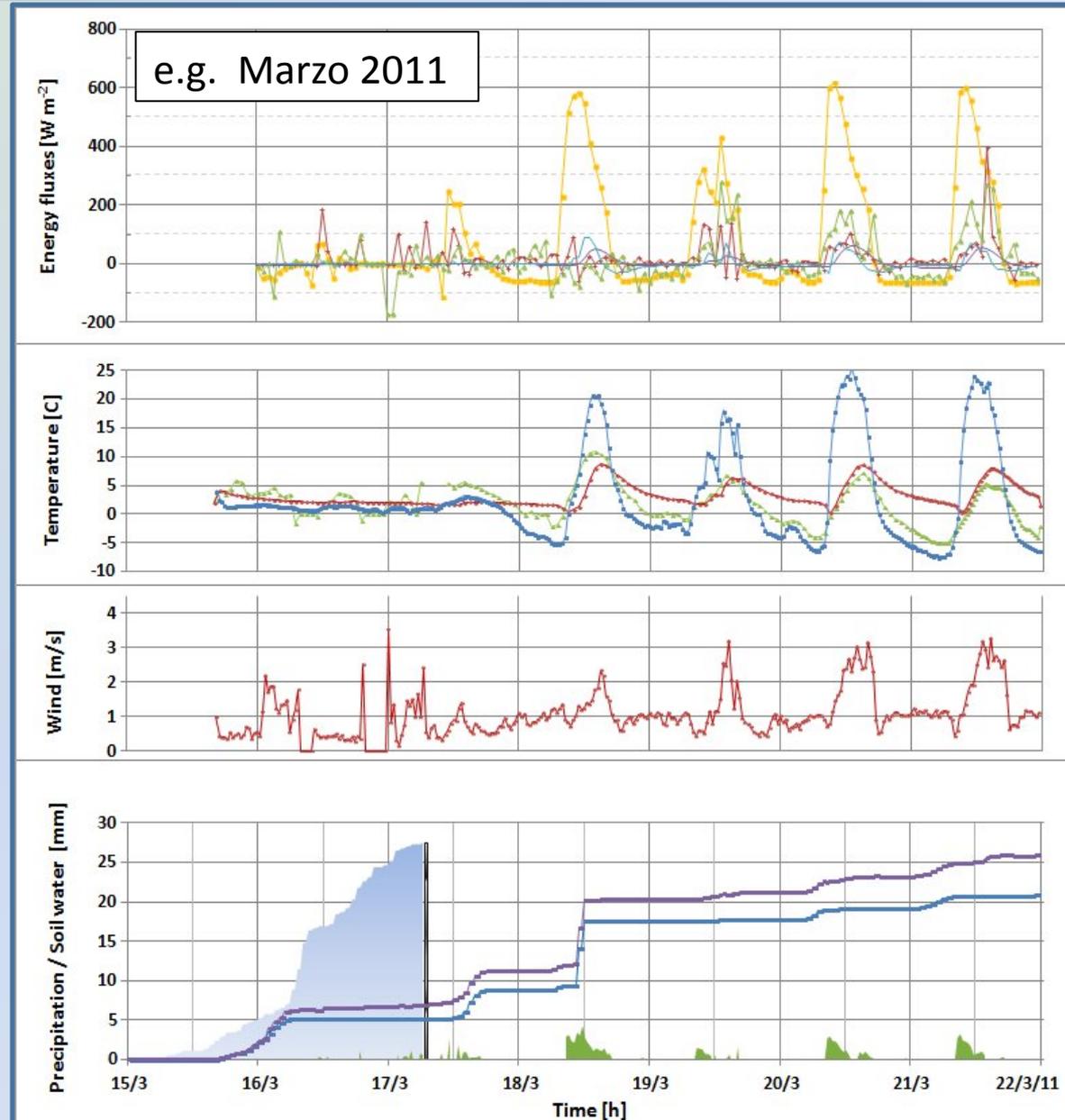
- Air temperature
- Soil temperature
- Soil surface temperature

WIND (m/s)

- Wind speed

MASS BALANCE (mm)

- Cumulative snowfall (SWE)
- Measured SWE
- Soil moisture increase
- Soil moisture + Evapo-sublimation
- Residuals of Energy Balance



Risultati del monitoraggio

ENERGY FLUXES [W/m²]

- Net Radiation on the slope (Rn)
- Latent heat flux (LE)
- Sensible heat flux (H)
- Soil heat flux (G)
- Ground storage (S)

TEMPERATURES [T°C]

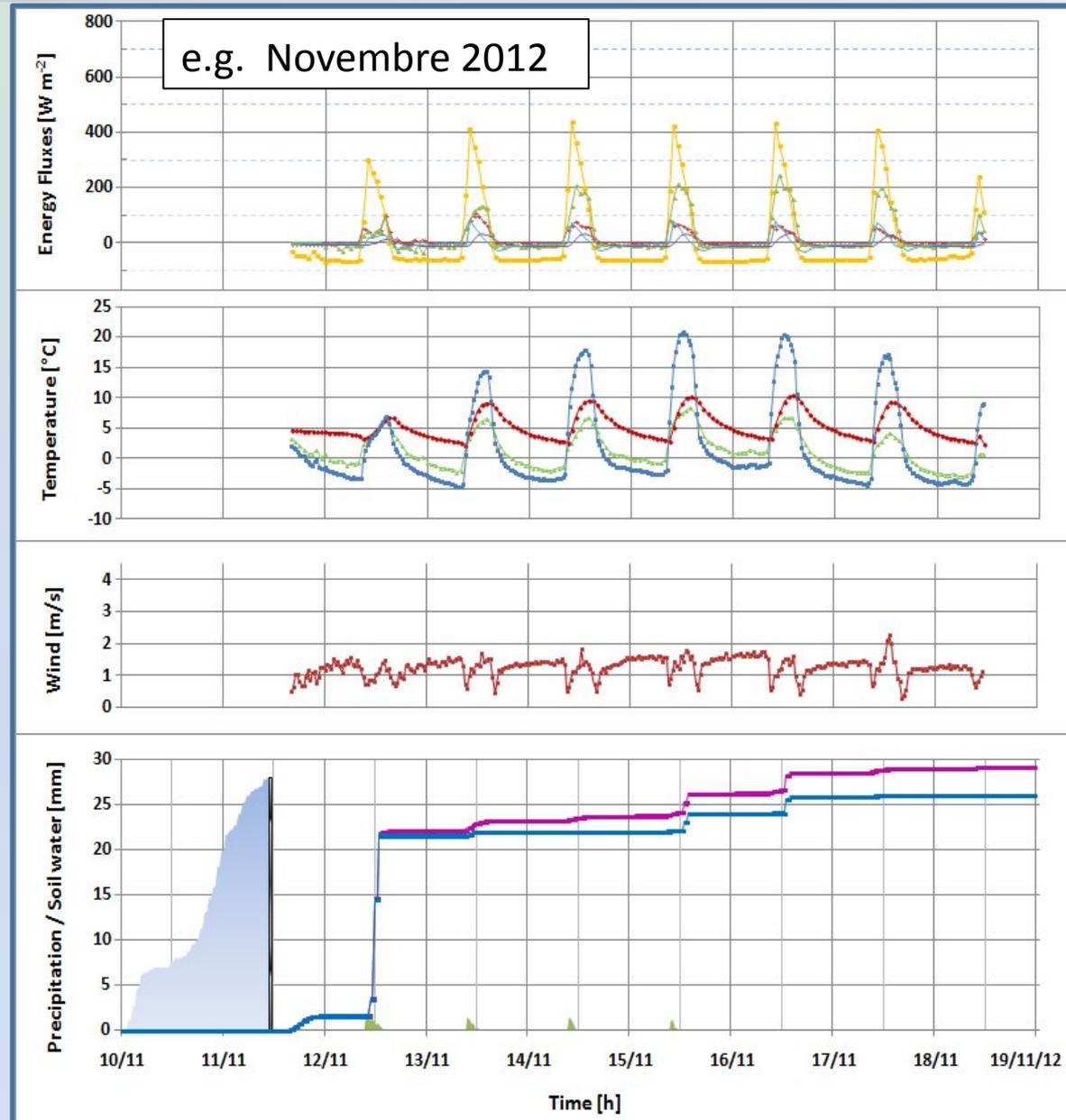
- Air temperature
- Soil temperature
- Soil surface temperature

WIND (m/s)

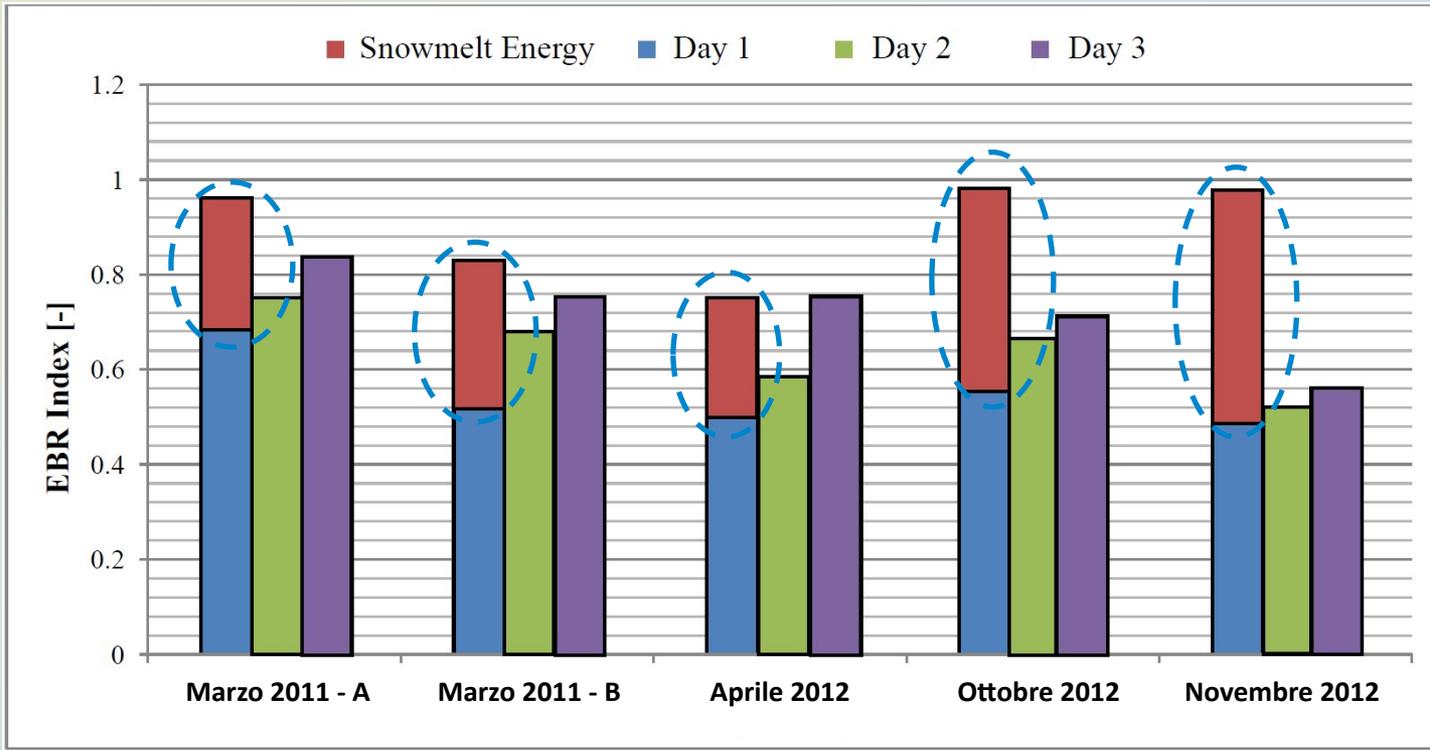
- Wind speed

MASS BALANCE (mm)

- Cumulative snowfall (SWE)
- Measured SWE
- Soil moisture increase
- Soil moisture + Evapo-sublimation
- Residuals of Energy Balance



Risultati del monitoraggio



Indice EBR
su base giornaliera

$$EBR = \frac{\Sigma(H + LE + M)}{\Sigma(Rn - G)}$$

Valore calcolato partendo dai valori di SWE misurati e moltiplicati per il calore latente di fusione.

NEXT STEP → ripartire la quota parte di neve fusa su tutte le giornate che hanno comportato fusione.

Conclusioni

LA TOTALITA' DEGLI EVENTI MONITORATI CONFERMA CHE:

- 1) L'energia fornita dalla radiazione solare, corretta per la sua incidenza e tenuto conto degli ombreggiamenti, è in grado di fondere l'intero manto nevoso in poche ore.**
- 2) La fusione della copertura nevosa spiega la quasi totalità dei residui di bilancio dell'energia in corrispondenza del primo giorno di sole dopo la nevicata (avvicinandosi alla chiusura di bilancio).**
- 3) Terminata la fusione, la chiusura di bilancio si attesta su valori "normali".**
- 4) I bilanci di massa evidenziano una chiusura pressoché completa** considerati i valori di SWE del singolo evento. Il dato peggiora ma rimane accettabile se vengono considerati i valori pluviometrici delle stazioni meteorologiche adiacenti.
- 5) Il valore di evapo- sublimazione** dopo la nevicata fornisce un elemento di complessità nell'analisi di bilancio ma **non può considerarsi trascurabile in quanto si rischiano sottostime di bilancio anche corpose.**
- 6) Elementi quali temperatura dell'aria, temperatura del suolo (meno), ventosità, e le interazioni tra essi contribuiscono a fornire energia che, verosimilmente, accelera ulteriormente i processi di fusione.**



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO
POLITECNICO DI TORINO



Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio

Bilancio di massa e di energia di un pendio montano durante fusioni repentine del manto nevoso

GRAZIE DELL'ATTENZIONE!!



Prof. Stefano Ferraris
Dr. Maurizio Previati
Dr. Davide Pognant
Dr. Davide Canone