



NextSnow

Stima delle Risorse Nivali e dei loro Cambiamenti sulle Alpi

Vincenzo Levizzani

CNR, Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima
Bologna



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Partecipanti

1. CNR – Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima
2. ARPA Valle d'Aosta
3. Fondazione CIMA
4. Politecnico di Torino, DIATI
5. Politecnico e Università di Torino, DIST
6. Università di Torino, Dip. di Fisica
7. Università di Torino, Dip. di Scienze della Terra

Durata

2013-2015

Coordinatore

Dr. Vincenzo Levizzani
CNR-ISAC, Bologna



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Scopi principali di NextSnow

L'attività di NextSnow è concentrata su

- ① rendere disponibili dataset di copertura e precipitazione nevosa con caratterizzazione dell'errore,
- ② organizzare un'attività di monitoraggio delle risorse nivali da satellite e dal suolo,
- ③ modellare i parametri osservati e il mantello nevoso.

Risultati attesi

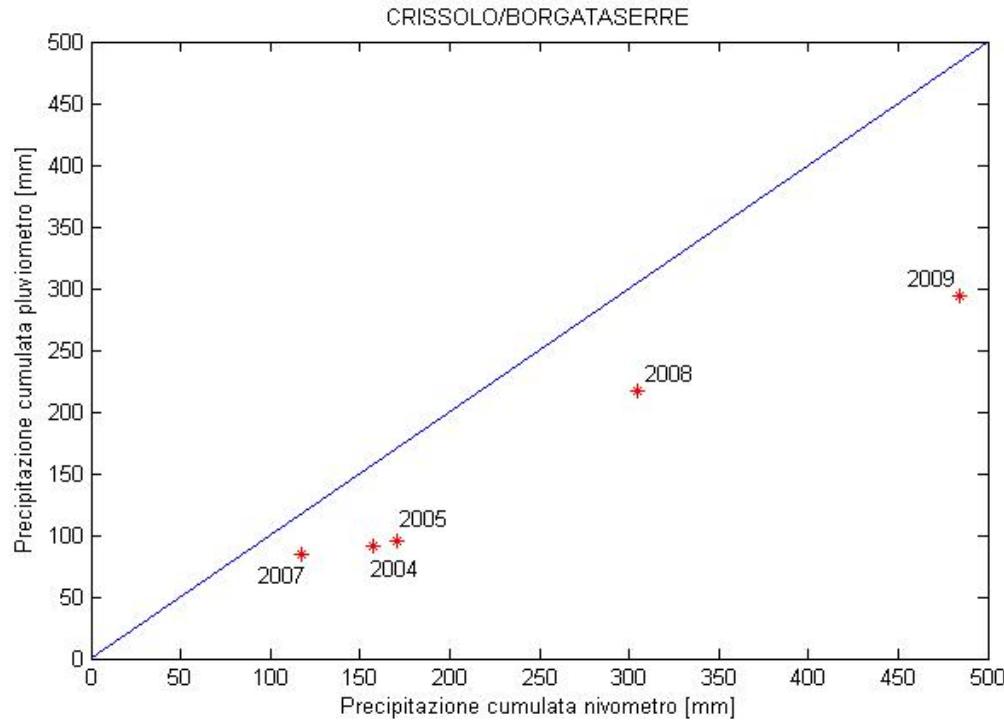
- 1) Dataset completo su Valle d'Aosta e Piemonte: snow cover, snow depth, snow water equivalent (SWE).
- 2) Variabili climatiche e metadata da stazioni meteorologiche per gli ultimi 100 anni (digitalizzati e inseriti in un GIS). Serie temporali con statistica degli estremi.
- 3) Dataset di parametri meteorologici su terreno coperto da neve.
- 4) Caratterizzazione della struttura dell'errore.
- 5) Esame della caratteristiche della neve e del PBL al limitare della copertura nevosa col terreno libero da neve (scioglimento).
- 6) Dataset di dati da satellite (Meteosat, MODIS, AMSU-B/MHS).
- 7) Modellistica numerica di snow cover, snow depth e SWE a scala regionale.
- 8) Modellistica quantitativa del bilancio energetico e idrologico all'interno del manto nevoso con caratterizzazione delle variabili fisiche: bilancio di radiazione sui pendii montani, parametrizzazione del manto nevoso ed effetti del vento.

Risultati delle attività delle Unità di Ricerca





Motivazione: esiste una sistematica sottostima nella misura delle precipitazioni nevose in alta quota da parte dei pluviometri (riscaldati e non).



ESEMPIO: confronto tra le cumulate stagionali di precipitazione da misura manuale (spessore + densità della nevicata) e da pluviometro.



Prof. Pierluigi Claps
Prof. Francesco Laio
Dr. Paola Allamano



Proposta: il dato nivometrico (spessore) in corrispondenza delle nevicate può essere usato, nota che sia la densità (misurata/stimata), per integrare il dato pluviometrico.

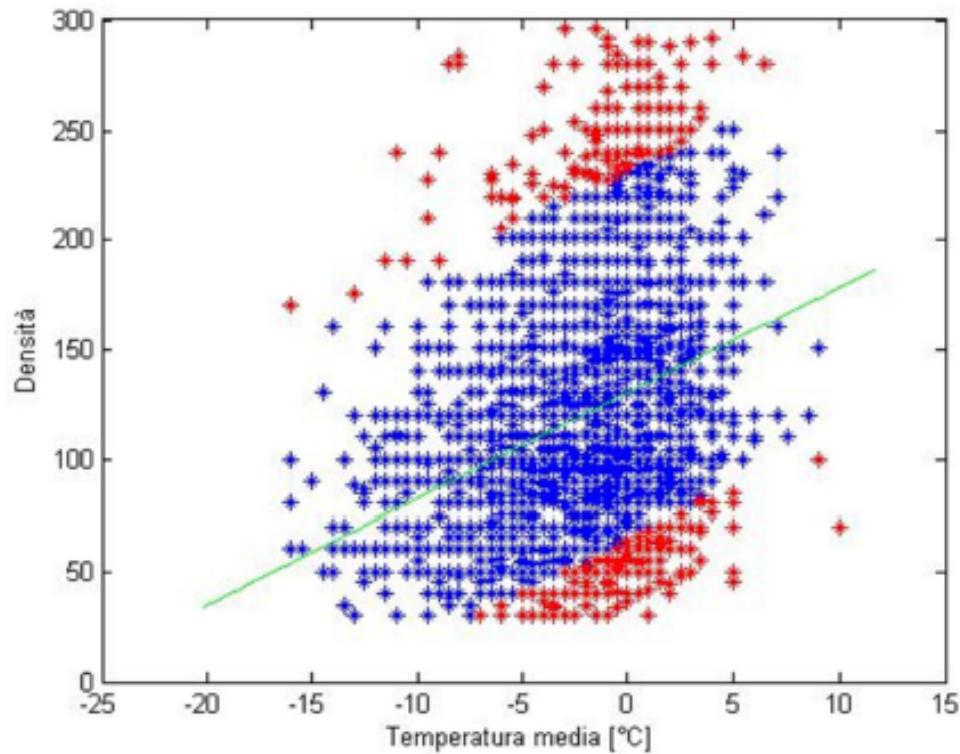
Base dati di partenza: 65 punti di misura piemontesi in cui vengono fatti rilievi secondo AINEVA Mod. 1 , poi ridotti a 35 per consistenza dati (> 8 misure/pto).

| DENOMINAZIONE | QUOTA [m] | DENOMINAZIONE | QUOTA [m] |
|------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| MONCENISIO/LAGO | 2000 | VALLEPESIO | 935 |
| PRAGELATO/TRVERSES | 1570 | CRISSOLO-BORGATASERRE | 1380 |
| USSEGGLIO/CAPOLUOGO | 1261 | ELVA/B.TAMEIRA | 1700 |
| USSEGGLIO/L.TORRE | 2300 | ELVA/B.TACLARI | 1550 |
| ALAGNA/CAP. | 1180 | ENTRACQUE/LAGOPIASTRA | 960 |
| CARCOFORO/CAP. | 1289 | ENTRACQUE/CHIOTAS | 1970 |
| ANTRONA/A.CAVALLI | 1501 | ENTRACQUE-CASERMETTE | 880 |
| ANTRONA/LAGOCAMPOSECCO | 2325 | LIMONE/LIMONETTO | 1300 |
| FORMAZZA/PONTE | 1301 | LIMONEQUOTA1400 | 1400 |
| FORMAZZA/TOGGIA | 2165 | MARMORAVERNETTI | 1225 |
| FORMAZZA/LAGOSABBIONE | 2470 | PONTECH/L.CASTELLO | 1589 |
| FORMAZZA/LAGOVANNINO | 2177 | ROBURENT/PRA' | 1014 |
| MACUGNAGA/CAP. | 1280 | SAMPEYRE/CAPOLUOGO | 930 |
| ACCEGLIO/SARETTO | 1540 | VALDIERI/T.GAINA | 1075 |
| ACCEGLIO/CHIAPPERA | 1661 | VERNANTE/RENETTA | 900 |
| BELLINO/RIBIERA | 1500 | VINADIO/BAGNI | 1270 |
| CANOSIO/CAPOLUOGO | 1260 | VINADIO/RIOFREDDO | 1200 |
| CASTELMAGNO/CHIAPPI | 1630 | | |

Base dati (appena acquisita) ancora da integrare: 38 punti di misura valdostani con rilievi fatti secondo AINEVA Mod. 1.



Ipotesi: La densità della nevicata può essere stimata in funzione delle condizioni termiche presenti durante la nevicata.



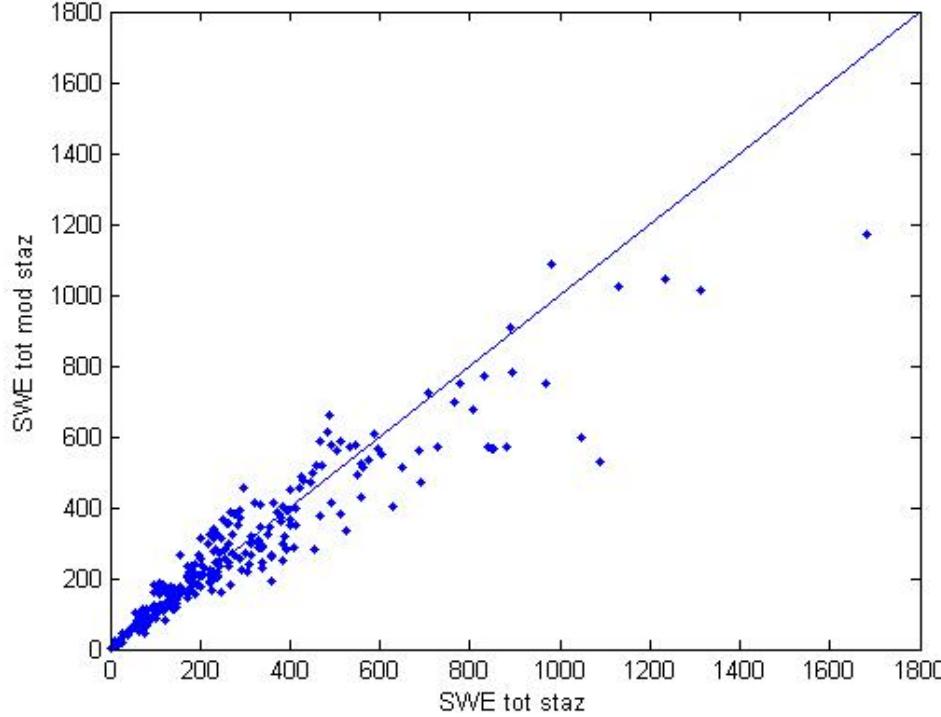
ESEMPIO: ricostruzione della densità con modello lineare in funzione della temperatura media (con identificazione, in rosso, dei punti di misura non affidabili)



Prof. Pierluigi Claps
Prof. Francesco Laio
Dr. Paola Allamano



Verifica: ricostruzione dei totali stagionali di Snow Water Equivalent.



Confronto fra SWE totali stagionali osservati e ricostruiti con modello per tutte le stagioni in tutti i punti di misura.

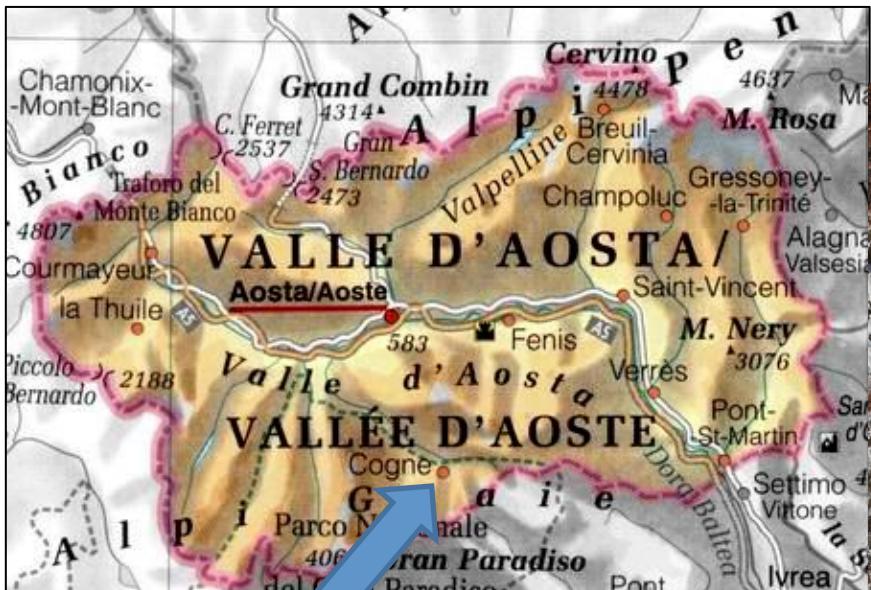


Prof. Pierluigi Claps
Prof. Francesco Laio
Dr. Paola Allamano



Il **cambiamento climatico** andrà in alcune situazioni a cambiare in maniera radicale la distribuzione dei flussi energetici tra suolo e atmosfera.

Alla quota della *snowline* stagionale gli incrementi di temperatura previsti porteranno a **fusioni più repentine del manto nevoso, influenzando in questo modo l'albedo, la temperatura di superficie, la distribuzione temporale delle portate dei corsi d'acqua e la ricarica delle falde acquifere.**



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

UR 5 – POLITO-UNITO DIST



e.g. Marzo 2011

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

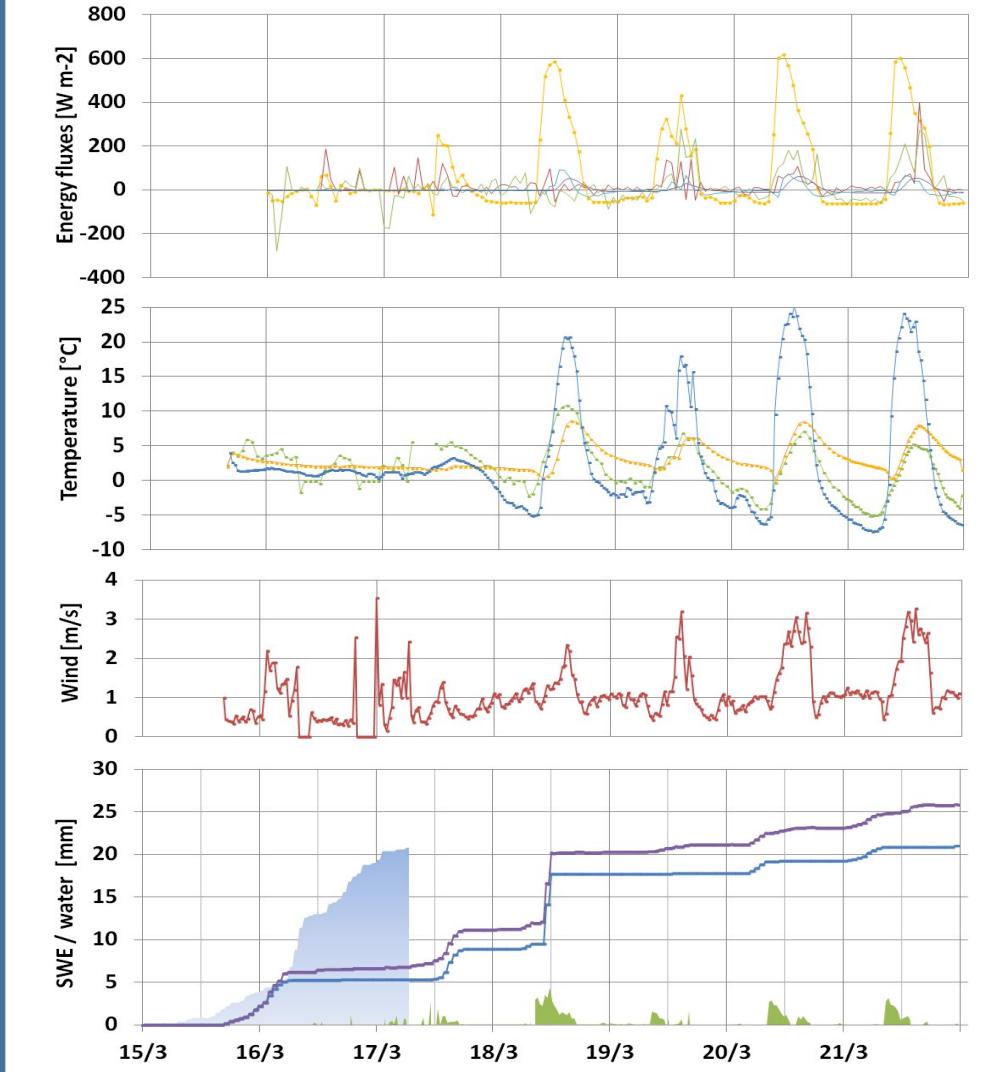
WIND (m/s)

- Wind speed

MASS BALANCE (mm)

- Cumulative SWE
- Soil moisture increase
- Soil moisture + Evapo-sublimation
- Residuals of Energy Balance

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





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 una buona parte dei residui di bilancio dell'energia (avvicinandosi alla chiusura di bilancio).
- 3) Terminata la fusione, la chiusura di bilancio torna ad avere trend discendente, forse per il maggior ruolo delle incognite legate al suolo.
- 4) I bilanci di massa evidenziano una buona chiusura 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 flusso latente dopo la nevicata è 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, ventosità, e le interazioni tra di essi contribuiscono a fornire energia che, verosimilmente, accelera ulteriormente i processi di fusione.



1. Recupero, digitalizzazione, ricostruzione storica di lunghe serie manuali nivologiche (50-100 anni) del Piemonte.
2. Controllo di qualità e omogeneizzazione delle serie meteorologiche.
3. Analisi climatica, calcolo dei trend principali e valutazione degli eventi estremi.
4. Recupero e analisi delle serie delle stazioni automatiche piemontesi e validazione delle misure di altezza della neve. Stima della densità.
5. Disseminazione dei risultati con focus sull'impatto del cambiamento climatico sull'ecosistema alpino.



Snow climatological analysis and assessments of the extreme events in western Italian Alps



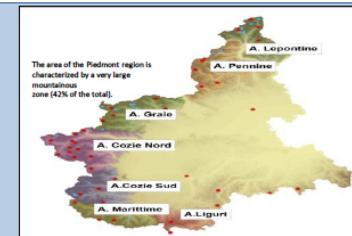
S. Fritianni¹, S. Terzago¹, M. Faleotto², F. Acquaotta¹, M.C. Prola², S. Barbero²

¹ Università di Torino – Dipartimento di Scienze della Terra, Torino, Italia - Department of Earth Sciences, University of Torino, Via Valperga Caluso, 35-10125 Torino, Italy

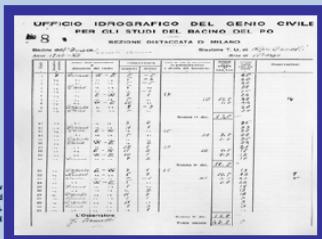
² Arpa Piemonte, Dipartimento Sistemi Previsionali, Torino, Italia - Regional Agency for Environmental Protection (ARPA) of Piemonte, Via Pio VII, 9-10135 Torino, Italy



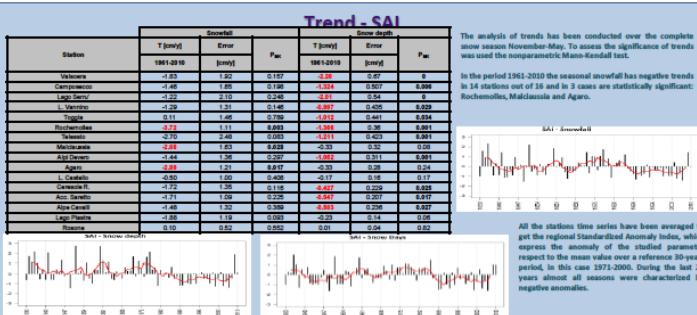
ABSTRACT: In this study we will present the results of an activity of the strage project STRADA (STRategies of ADaptation to climate change) in the frame of the Interreg Italy-Switzerland 2007-2013. This is the analysis of snow depth variations in the western Italian Alps during the period 1950-2010. These series were available until now, only on paper. We focused the recovery and digitization of daily data. We carried out the historical research and data quality control which allowed a comparison between the data from the different sources. Then we applied the advanced analysis of data to obtain the most representative series. Finally we used statistical techniques based on the Generalized Distribution of Extreme Events to assess the return period. The results will provide useful information to the prediction of future snow conditions in the Western Italian Alps. The data will be used by the Alpine Hydrological Office and the Regional Agency for Environmental Protection ARPA Piemonte in order to obtain more detailed informations on climatic features in North West of Italy. In fact, automatic stations provide data from a larger altitude range (under 700 m a.s.l and over 2000 m a.s.l) and allow to obtain data in unmeasurable areas during the winter season.



A procedure for the identification of the date of outlying pre-flood events is applied to the snow accumulation $a(t)$ and snow depletion $d(t)$ time series; values of $a(t)$ and $d(t)$ exceeding a given threshold are highlighted and the corresponding HS is (i) checked with original value reported on the paper stations, (ii) evaluated in relation to temperatures and precipitation and finally (iii) compared with corresponding neighboring stations, in order to test the reliability of abrupt changes in snow thickness. The snow data is collected by automatics snow gauge. These data are then daily subjected to a quality semi-automatic control to detect any anomalies, also through the use of an algorithm (Terzago et al., 2012) that identifies and correct anomalous data.



The analysis of the snow in Piedmont with particular reference to the fifty years 1961-2010 with a focus on the years since 1933. The data series used in this study have been collected from the data provided by the Po basin Hydrological Office and by the Regional Agency for Environmental Protection of Piemonte and Lombardy. All the historical time series have been quality controlled in order to identify and eventually correct errors due to the observers and to the process of digitization (Aguilar et al., 2003; Acquaotta et al., 2009).



References

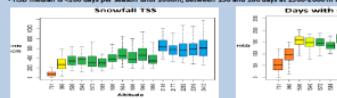
- Acquaotta F., Fritianni S., Cassardo C., Cremonini R. (2008). On the continuity and climatic variability of the meteorological stations in Torino, Asin, Vercelli and Crepe. Meteorology and Atmospheric Physics 103: 279-287.
- Aguilar E., Auer L., Brunet M., Peterson TC., Wittering J. (2003). Guidance on metadata and homogenization. WMO-TD No. 1188. Available online: http://www.wmo.int/pages/prog/www/mcpd/series/index_en.html.
- Terzago S., Prola M.C., Fritianni S., Cremonini R., Barbero S. (2012) Validazione di misure rilevometriche automatiche: Implementazione di un algoritmo per l'eliminazione e la validazione dei dati anomali. Revue de l'Academie Nationale de Météorologie et d'Hydrologie 33(76): pp. 35-42.
- Terzago S., Fritianni S. and Cremonini R. (2013) Winter precipitation in Western Italian Alps (1926-2010): trends and connections with the North Atlantic/Arctic Oscillation. Meteorology and Atmospheric Physics, vol.116: pp. 135-148.

PUBBLICITA AL LIBRO volume STRADA

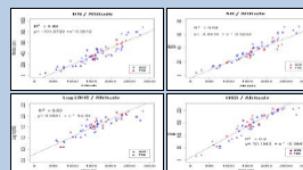
Climatological features

Several snow parameters were considered in order to describe the average climatological features of snow precipitation at seasonal (November- May) scale.

- HN median is about 62cm at 700m, 300-400m at about 1500m, 600cm at about 2000m;
- HS median is about five centimeters at 700m, about 50cm at about 1500 and 100-150m at 2000m;
- AS5 median is about 100 days at 700m, about 100-120 days at 1500m and 150-180 days at 2000m;
- HSD median is <100 days per season until 1000m, between 130 and 180 days at 1500-2000m and >200 days at >2000m.



The analysis of the results of the last 10 years AS5 agrees with the values of TSS. The AS5 allow to estimate the altitude regression line. Over 2500m ad wind activity can significantly alter depth measurements. Under 500m ad the average values are considerably reduced until values close to HN, HS, SD, HSD at lower altitude.



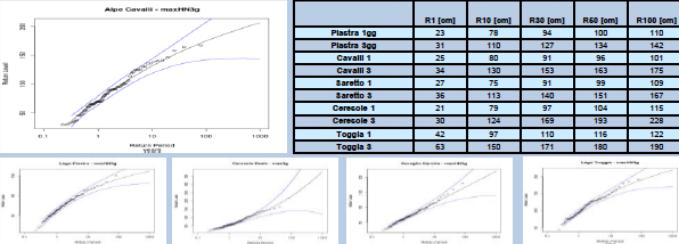
To correlate snow data with altitude of all stations a weighted regression is necessary respect to the periods on which are carried out the averages: weight 5 for manual station (1961-2010), weight 1 for automatic stations (2001-2010).

| | Coef | t | F |
|--------------|-------|----------|------|
| HN [cm] | 0.301 | -101.873 | 0.88 |
| HS [cm] | 0.004 | 13.154 | 0.8 |
| log AS5 [cm] | 0.001 | 0.295 | 0.82 |
| SD [cm] | 0.023 | -3.862 | 0.84 |

Extreme events

In order to evaluate the snowfall frequency of extreme events the return period is calculated, through the statistical analysis of GEV (Generalized Extreme Value).

We obtain maximum of snow precipitation of 20-30cm per day each year. 70-80 cm of snow accumulated over 24 h occur once every 10 years, while quantities of 100 cm / day occurring every 50 years. Rarer are the daily snowfall in excess of 100 cm that occur on average once in 100 years.



Conclusions

The present study gives a contribution to the assessment of the temporal and spatial variability of the climatic conditions at high elevation sites in Western Italian Alps in the last 50 years. The investigation on temporal evolution of snow precipitation shows snow precipitation fluctuations with an irregular period of about one decade, with relative maxima around 1940, 1950, 1960 and 1980. The highest snowfalls occurred in the period 1940-1960, with the absolute minimum of the record in the 1990's. This study outlines a significant decrease of snow depth at all the stations over seasonal (November to May) scale in the period 1961-2010. The northern stations suffer a higher significant decrease, so North Piedmont Alps sites result the most sensitive to climate change. The availability of daily series also allowed the application of advanced statistical techniques based on the Generalized Distribution of Extreme Events to assess the return period. The results will prove useful information to the prediction and adaptation of climate risk.

Acknowledgements

Special thanks to the Alpine Help Marco Contoli (Civil Protection Piedmont Region) in recovering and collecting some meteorological data and the patient work of digitisation carried out by Silvia Brusetti, Daniela Freida, Alessandro Cestaro, Silvia Cicalino and Matteo Colletti. Finally thanks to Roberto Cremonini of Alpa Piedmont for the fruitful discussions risen during the work.



An innovative algorithm for unmanned validation of automatic snow depth measurements



S. Terzaghi¹, M. Faletto², M.C. Prola², S. Fratianni², R. Cremonini², S. Barbero²

¹Università di Torino – Dipartimento di Scienze della Terra, Torino, Italia

²Arpa Piemonte, Dipartimento Sistemi Previsionali, Torino, Italia

Abstract

Automatic snow depth measurements performed by ultrasonic snow sensors can be affected by errors and uncertainties due to the wind transport or interferences below the sensor. The data acquired by the automatic network of the Regional Environmental Agency (ARPA) of Piedmont (Italy) have been usually validated manually by snow operators.

We present an innovative algorithm for the *automatic* validation of ultrasonic-based snow depth measurements that is able to find suspect data, i.e. isolated peaks, outliers and errors due to the sensor malfunctioning. This technique is based on threshold tests on the air temperature and the previous day snow depth (Terzaghi, 2012) and uses several snow-melting models (Carr (1998); Wiesner (1970); Bruce&Clark (1966)) to verify the measurement reliability. The procedure has been validated by comparing the output of the algorithm to the manually checked historical snow depth series and the results show very good performances and high accuracy in identifying and correcting measurement errors.

The snow gauge network

In Piedmont the ARPA Nivo-meteorological Service monitors snowfall and snow depth through a network of 110 stations covering the whole Piedmontese Alps (Figure 1a). The network consists of 34 *manned observation sites* (daily measurements) and 76 *automatic stations with ultrasonic snow gauges* (30 minutes temporal resolution, Figure 1b). The data recorded by the network have been so far controlled manually by an operator that every day verifies their correctness and confirms/invalidates them.

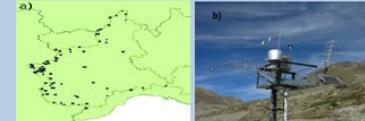


Figure 1. Spatial distribution of the ARPA Piemonte nivo-meteorological station network (a) and example of an automatic station with ultrasonic snow sensor (b).

Criticalities in snow depth measurements from ultrasonic snow gauge

We compared the raw data of several automatic snow sensors to the corresponding data manually validated by the snow operators in order to identify measurement errors. The main critical factors in snow automatic measurements are:

- the wind: it may accumulate or disperse the snow on the surface, thus measurements are not representative of the snow conditions in that area. This problem affects the estimation of the amount of snowfall/melted snow from the difference of two consecutive snow depth values.
- the vegetation growing under the sensor at the end of the snow season, after the complete snow melting. The snow gauge measures the height of the grass rather than the actual thickness of the snowpack.
- any obstacles temporarily covering the sensor and thus causing isolated peaks in the time series.

Input data

We selected 43 sites distributed in the Piedmontese Alps and representative of elevations between 150 m and 2800 m a.s.l. For each station we considered the following variables in the period 01/10/2008 to 29/02/2012:

- the raw snow depth data HS_{raw} at 0700 UTC.
- the previous-day validated snow depth HS_v , considered as "truth".
- the air temperature (T_a) at 30 minutes temporal resolution.

References

Carr, D.A., 1998. Snowpack modeling using daily climatological data. Proceedings of the 45th Eastern Snow Conference, Lake Placid, NY, Eastern Snow Conference, pp. 176-180.

Bruce, J.P. and Clark, R.H., 1966. Introduction to Hydrometeorology. Pergamon Press, 317 pp.

Wiesner, C.J. (1970) - Hydrometeorology. Chapman et al., Ltd., 232 pp.

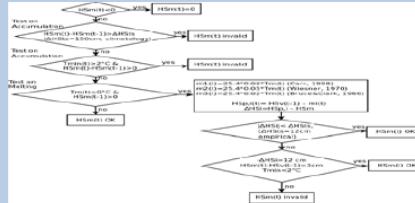
Terzaghi, S., 2012. Climate change in the Alps: analysis of snow precipitation variability during the period 1926-2010 using historical and satellite series. Tesi di Dottorato - Università di Torino Dip. Scienze della Terra, 217 pp. <http://www.researchgate.net/publication/257258615>

The algorithm

The algorithm aims to validate the daily snow depth measurements.

It performs several threshold tests on the air temperature and the previous day snow depth (Terzaghi, 2012) and uses three snow-melting models (Carr (1998); Wiesner (1970); Bruce&Clark (1966)) to verify the reliability of the measurements.

Figure 2. Flowchart of the snow depth validation algorithm flowchart.



Algorithm performances

The automatic validation procedure has been applied to the snow depth time series of 43 stations over the period 01/10/2008-29/02/2012 (i.e. more than 40,000 data): for each station we obtained a filtered series HS_{med} that has been compared to both the original data HS_{raw} and the series validated manually by operators HS_v , considered as "truth". The case of Elva station (1770 m a.s.l.) is presented in Figure 3.

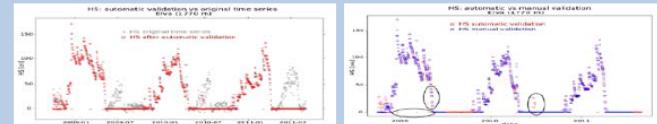


Figure 3 (left). Snow depth at the station Elva (1770 m a.s.l.) before (gray) and after the automatic validation (red). The algorithm correctly identifies and corrects the false positives (snow free surface). Figure 3 (right). Automatically (red) vs manually validated (blue) time series. The correspondence between the series is good, the discrepancies are highlighted.

The applied method is effective in detecting and correcting the false positives (i.e. when the sensor identifies snow but the ground is snow free). Good agreement with manually validated time series is found throughout the observation period, except for some incorrectly invalidated data (false alarms) in winter 2008-09 and others erroneously accepted in the 2010 summer season.

| | Manual Validation | | Indices | |
|---|-------------------|-----------------------|---|--------|
| | OK | INVALID | ACC | 1 - IN |
| T | | | $\frac{H + CN}{H + CN + FA}$ | |
| W | | | $\frac{POD}{POD + FA}$ | |
| T | | | $\frac{CM}{H + M - FA}$ | |
| a | OK | Correct negatives(CN) | $\frac{M}{H + M}$ | % |
| i | | Misses(M) | $\frac{FA}{H + FA}$ | m |
| p | INVALID | False Alarm(FA) | $\frac{FA}{H + FA}$ | |
| | | HS _{raw} | $\frac{HS_{\text{raw}}}{H + HS_{\text{raw}}}$ | |
| | | | FAR | 0.007 |
| | | | BIAS | 0.07 |
| | | | Theoretical Value | |

Figure 4. Contingency table used for the validation of the algorithm performances and relative statistical indices.

Conclusions

The presented algorithm is a reliable tool for validating ultrasonic stations snow depth data. In the winter season 2012 this procedure has become operational at ARPA Piemonte and it is currently applied to half-hourly data. This new process of automatic validation has improved and standardized the data quality control, allowing to reduce the subjectivity of the manual validation.



Climate change and its effects on glacial reduction and periglacial landforms formation in the Hohsand Basin (NorthWestern Italian Alps)

Nicola Colombo (1), Simona Fratianni (1,2), Elisa Giaccone (1) and Luca Paro (3)

(1) University of Turin, Department of Earth Sciences, Turin, Italy; (2) Centro di Ricerca sui Rischi Naturali in Ambiente Montano e Collinare (NatRisk), Grugliasco, Italy; (3) Arpa Piemonte, Department of "Geology and Natural Hazards", Turin, Italy



Contacts: nicola.colombo@unito.it; simona.fratanni@unito.it; elisa.giaccone@studenti.unito.it; luca.paro@arpa.piemonte.it

1 Motivation and outline

The global linear trend of air temperatures for the last 100 years (1906-2005) is $0.74 \pm 0.18^{\circ}\text{C}$, while in the Alps the temperature increase is almost twice that of the global average value (Auer et al., 2007).

Climate change also involves solid precipitation; in North-Western Alps there has been a snowfall/snow depth reduction in the period between 1951 and 2010 (Terzaghi et al., 2013).

How cryosphere and geosphere respond to climate change in an high altitude alpine basin?

The results of climatic, geomorphological and permafrost modeling analyses are presented.

2 Research steps

Climate analysis
The data derived from meteorological stations "Formazza" (2453 m a.s.l., period 1988-2012) and "Sabbione" (2470 m a.s.l., period 1950-2012) have been statistically analysed in order to characterise the climate of the study area, to verify the existence of climatic conditions for the development of cryotic processes and to investigate the morpho-climatic evolution of the basin, considering the transition from glacial to paraglacial/periglacial and periglacial environments.

Moreover, a Mean Annual Air Temperature map has been realised (time-frame 1971-2000) to estimate the distribution of areas with the potential presence of cryotic processes and permafrost by using air temperature data recorded in the Arpa Piemonti stations (Agro - Alpe Devero - Toggia - Vannino - Sabbione).

Glacial evolution and geomorphological analyses
Glaciological campaigns, literature data review, photographic interpretation and field surveys have been used to reconstruct the glacial evolution.

Geomorphological maps (scale 1:10000 and details at 1:3000) and a glacial deposits map (scale 1:25000) of the basin have been realised using photographic interpretation (aerial images - years 1956-2001 - and digital orthoimages - years 1989-2010) and field surveys carried out in summer 2012. Morphometric elaborations have been also conducted using GIS software (QuantumGIS).

Permafrost distribution estimation
In order to estimate the permafrost distribution, empirical models already available for the studied area have been analysed:

- PERMAROCK mod. (Guglielmin, 2009);
- APMOD (Bockelj et al., 2012);
- Swiss Permafrost Map 1:50000 (BAFU, 2005).

Modelling results have been compared with distribution of cryotic landforms.

Study area

Trend - Maximum and minimum temperatures
Sabbione station

Trend - Fresh snow (HN) and snow depth (HS)
Sabbione station

3 Results and discussion

Climate → **Glacial evolution** → **Geomorphology and permafrost distribution**

1885, 1955, 2010

Frost boil

Non-sorted stripe

Lobe-shaped debris rock glacier

4 Conclusions

The climatic trends individuated within the basin confirm the climate change ongoing in the Alps, which has caused a decrease in glacial masses. The regression of glaciers has allowed the outcropping of large amounts of till. Geomorphological forms deriving from cryotic processes and from neoforestation permafrost have been individuated in glacial deposits, representing the ongoing transition from glacial to paraglacial/periglacial environments in high altitude alpine areas.

References

AUER J., BOEKEL, J., JURKOVIC A., et al. (2007). Historical instrumental climatological surface air series of the Greater Alpine Region (1700-2002). International Journal of Climatology, 27, 21-40. DOI:10.1002/joc.1599
Istituto Nazionale per l'Environnement - Istituto per le Ricerche (2006-2012). Metodologia per la progettazione di modelli di permafrost nell'ambito delle Alpi italiane. Rapporto di lavoro. Dipartimento di Geoscienze dell'Università degli Studi di Torino, 2012.
ARPA Piemonte (2010). Prospettive climatiche per il periodo 2008-2050. Arpa Piemonte, unpublshed.
MAZZA S. (1985). Evoluzione dei Ghiacciai del Piemonte (In Formazza, Agli Alpi e Appennino Novara). L'Alpino 2(2): 29-32.
MAZZA S. & MERCALI L. (1980). Ghiacciai Mendoviano dell'Alto Valsesia (Piemonte). Atti del Congresso Internazionale di Glaciologia Mendoviana (Valsesia, 1980): 183-186.
MAZZA S. & MERCALI L. (1985). Evoluzione dei Ghiacciai del Piemonte (In Formazza, Agli Alpi e Appennino Novara). L'Alpino 2(2): 29-32.
TERZAGHI M., COLOMBO N., FRATIANNI S., PARO L. & GIACCONI E. (2013). Climate projections in the North-Western Italian Alps and comparison with the North American Cascades. Mountain and Geosciences, 46(1), 101-116.



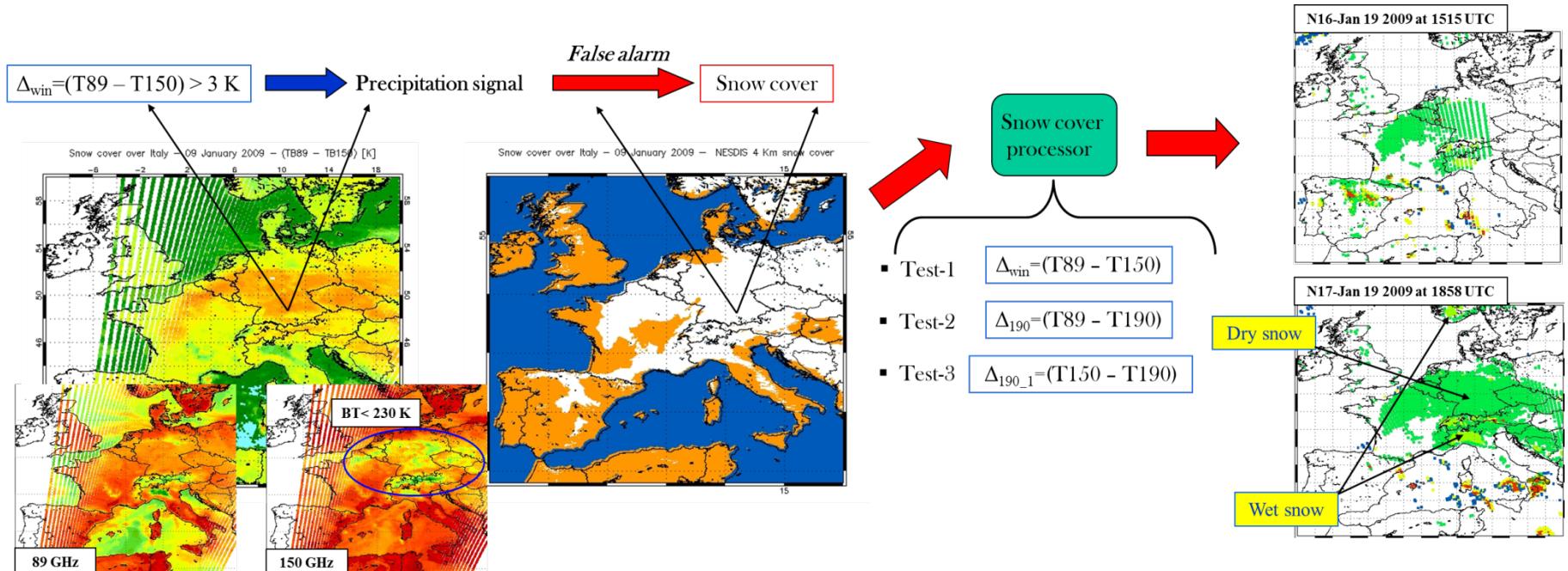
Attività in corso

1. Reperimento delle lunghe serie nivologiche della Valle d'Aosta in fase di conclusione.
2. Stima della densità della neve in Piemonte tramite stazioni manuali, automatiche e campi neve AINEVA, Meteomont (Corpo Forestale dello Stato e Truppe Alpine). Metodologia basata sulle analisi dei profili nivometrici (densità strato per strato) in base alle caratteristiche dei singoli grani e alla durezza della neve.

La Snow Cover Mask dell'algoritmo 183-WSL (183-SCM)

L'elevata sensibilità ai suoli innevati/ghiacciati dei canali finestra a 90 e 150 GHz combinata col segnale di scattering rilevato nel canale a 190 GHz nelle stesse condizioni permette l'identificazione dei terreni coperti da neve. Inoltre, la variazione di emissività superficiale in rapporto al contenuto d'acqua e al suo stato fisico consente la caratterizzazione dei suoli innevati in funzione del grado di umidità: neve fresca (**wet snow**, alto contenuto di umidità) e neve secca (**dry snow**, tipicamente stratificata e compatta con lo strato più prossimo al suolo completamente ghiacciato).

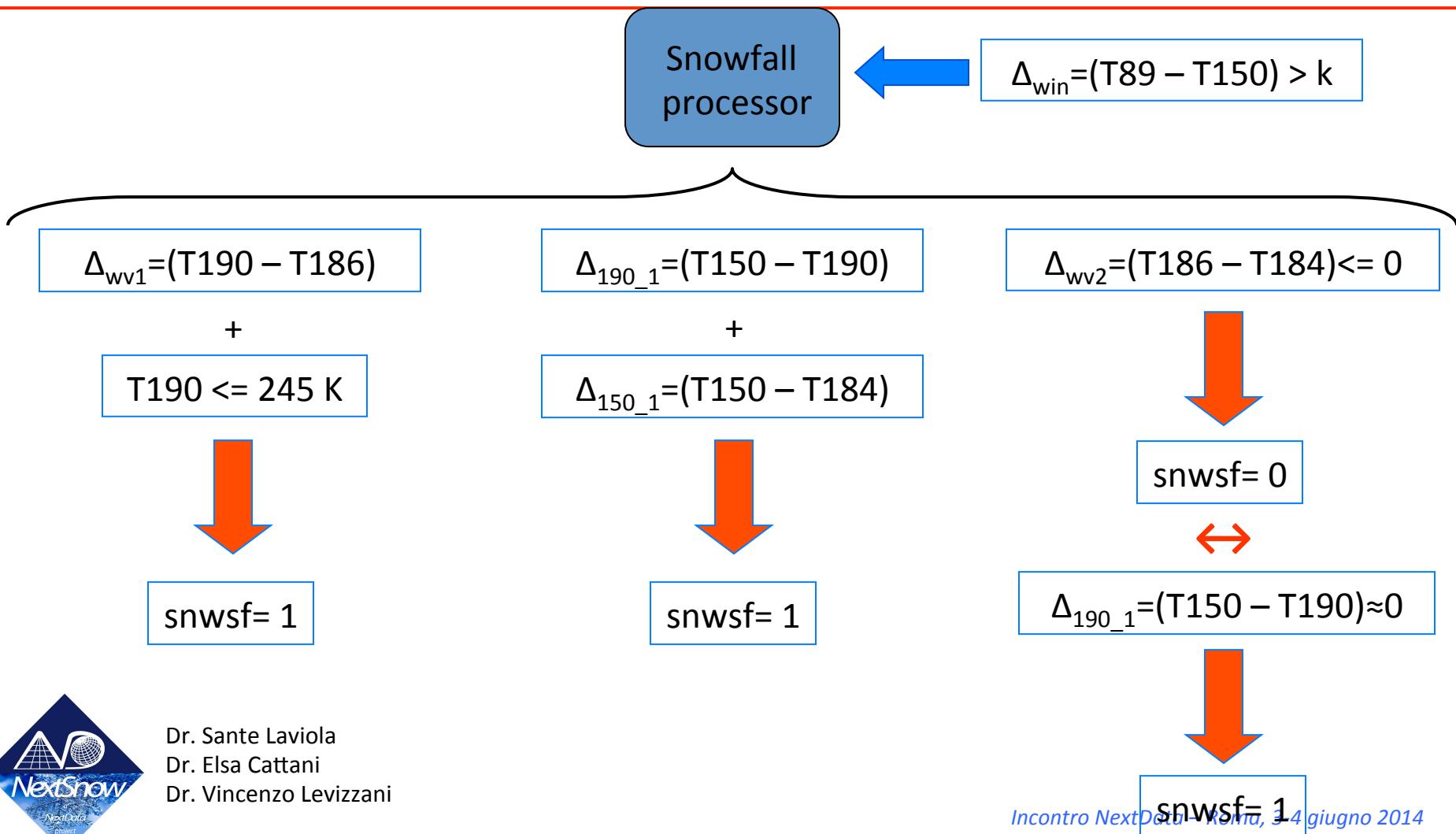
Nella configurazione attuale, l'algoritmo 183-SCM si avvale del supporto di un modello digitale del terreno (DEM) che permette di individuare le aree montuose con quota superiore ai 2000 metri (limite superiore di validità dell'algoritmo)



Dr. Sante Laviola
Dr. Elsa Cattani
Dr. Vincenzo Levizzani

Lo schema di retrieval dell'algoritmo 183-WSLSF si basa, fondamentalmente su:

- 1) un'assunzione forte: le nubi che producono snowfall si sviluppano al più nella media atmosfera e sono di tipo stratiforme/debolmente convettive;
- 2) informazioni di tipo radiometrico: le aree indagate sono selezionate dal metodo 183-WSL e le idrometeore ghiacciate sono individuate dal valore di soglia: $T190 = 245K$.



Alcune considerazioni e studi in corso

- L'algoritmo 183-WLSF, attualmente in fase di test si è dimostrato piuttosto efficace nell'individuare eventi di snowfall su terreno non ancora ghiacciato o privo di neve. In caso di terreno innevato risulta alquanto difficile separare il contributo di scattering delle idrometeore ghiacciate da quello del suolo.
- L'algoritmo 183-WLSF non è stato mai provato su terreni ad alta quota (elevata rugosità). Nell'ambito della proposta fatta per il secondo anno del progetto NextSnow, il metodo di retrieval verrà testato sulla catena alpina per gli anni 2005-2006. Attualmente è in corso il processamento dei dati satellitari.
- Gli stessi anni saranno impiegati per costruire un dataset di copertura nevosa e testare la maschera di neve 183-SCM sulla stessa zona.
- Il biennio selezionato è stato scelto in funzione di uno studio di validazione già in corso da parte di Arpa-VdA. In questo studio, altri prodotti satellitari di neve al suolo sono messi in relazione a dati di copertura nevosa da misure in campo.
- Alla luce dei risultati delle analisi previste per il secondo anno di progetto, è auspicabile che si possano ricalibrare i coefficienti degli algoritmi 183-WLSF e 183-SCM e renderli più performanti su terreni montani. Questo porterebbe immediati benefici alla stima di precipitazione in quota che al momento non è realizzabile oltre i 2000 metri.



Dr. Sante Laviola
Dr. Elsa Cattani
Dr. Vincenzo Levizzani

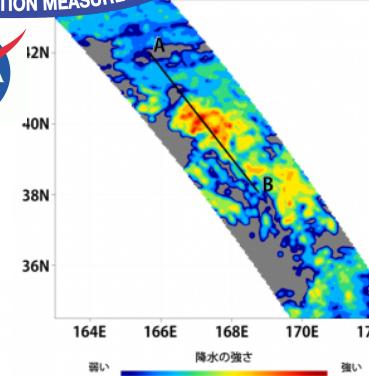
UR 1 – CNR-ISAC



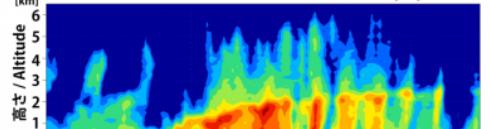
GLOBAL PRECIPITATION MEASUREMENT



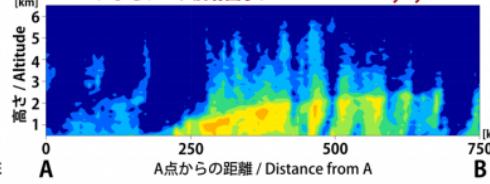
Surface Precipitation Rate / Surface Precipitation Rate



KuPRによるレーダ反射因子 / Radar Reflectivity by KuPR

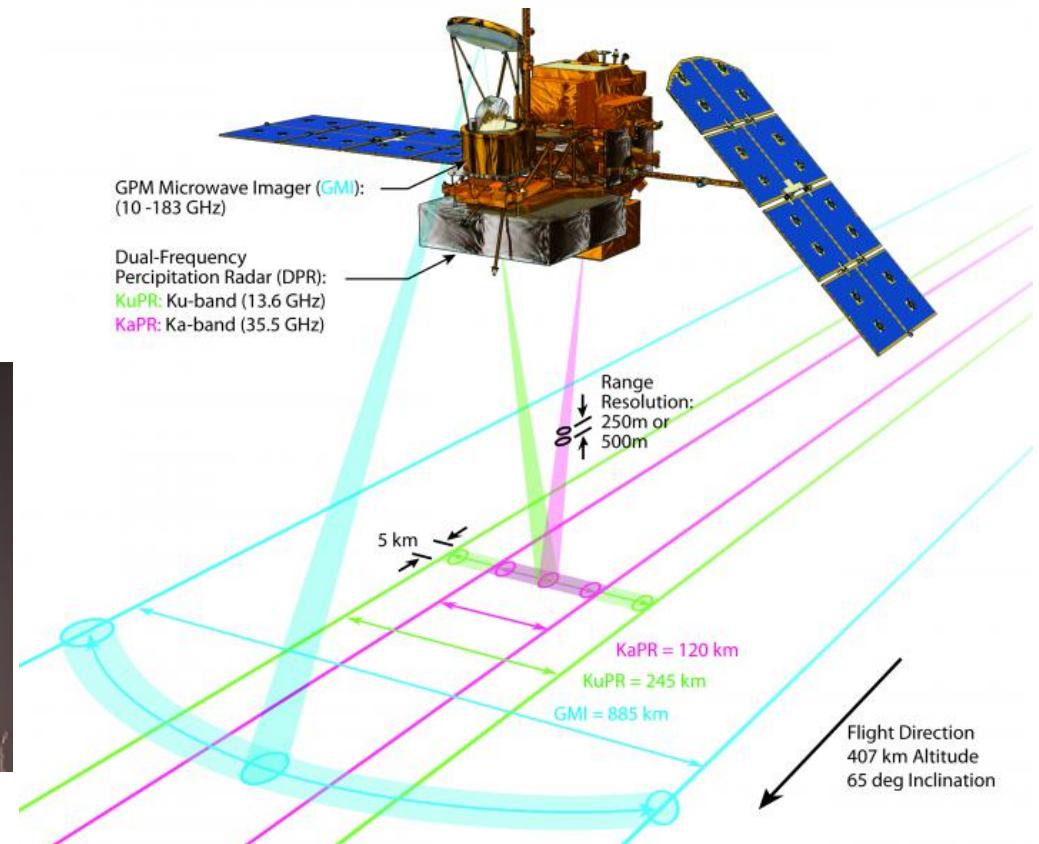
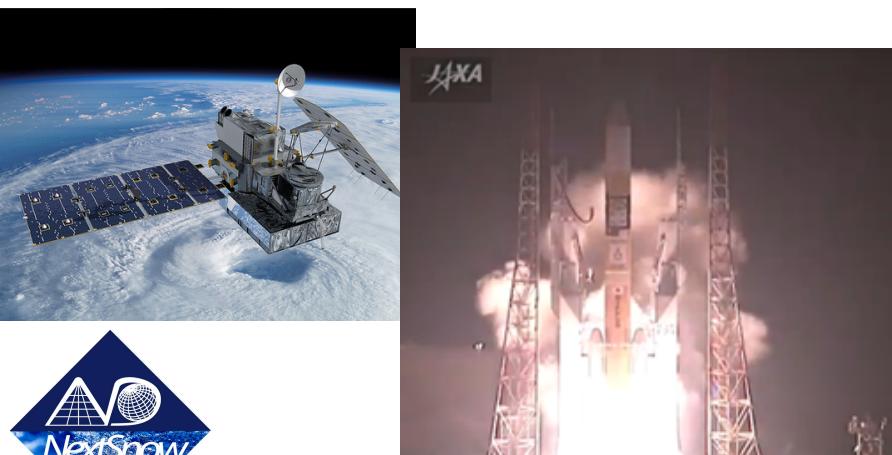


KaPRによるレーダ反射因子 / Radar Reflectivity by KaPR

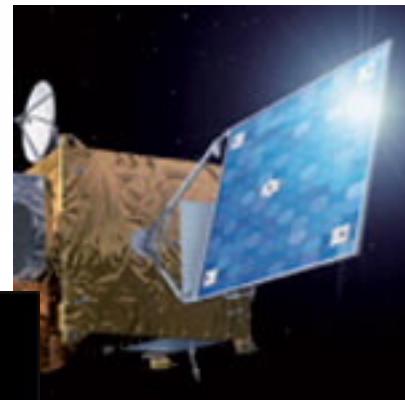


<http://pmm.nasa.gov/GPM/>

Lancio 27 febbraio 2014.

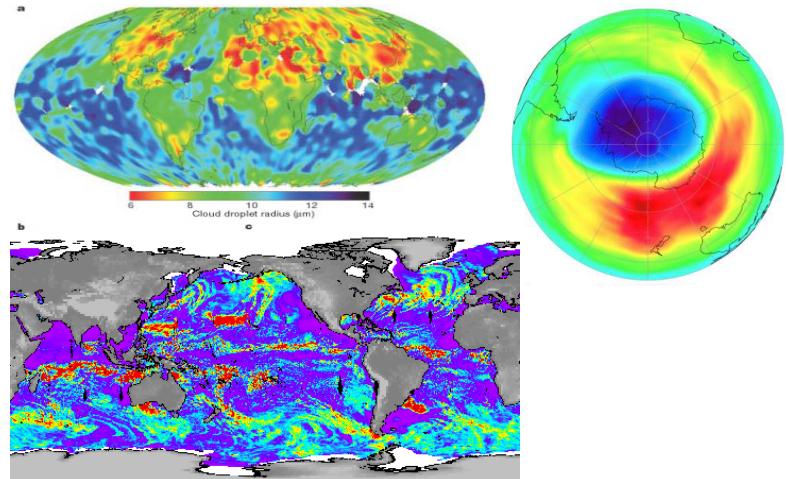


METEOSAT Third Generation



Launch foreseen 2018.

EPS-Second Generation



Launch foreseen 2021.





Grazie