

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/290249750>

Frost alert in Trentino: State-of-the-art

Article · October 2008

CITATION

1

READS

116

5 authors, including:



[Giambattista Toller](#)

Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario San Michele All'Adige

22 PUBLICATIONS 262 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Fabio Zottele](#)

Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario San Michele All'Adige

53 PUBLICATIONS 352 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Emanuele Eccel](#)

Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario San Michele All'Adige

67 PUBLICATIONS 1,361 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

ALLERTAMENTO PER LE GELATE IN TRENTINO: LO STATO DELL'ARTE

FROST ALERT IN TRENTINO: STATE-OF-THE-ART

Giambattista Toller^{1*}, Roberto Barbiero², Alessandro Biasi¹, Fabio Zottele¹ e Emanuele Eccel¹

¹ Fondazione Edmund Mach – Centro Sperimentale Via E. Mach, 1 - 38010 San Michele all'Adige (TN) – Italy

² Provincia Autonoma di Trento - Meteotrentino, Dipartimento di Protezione Civile. Via Vannet-ti, 41 - 38100 Trento (Italy)

* Corresponding author: E-mail address giambattista.toller@iasma.it

Received 15/07/2007 – Accepted 21/07/2008

Riassunto

Vengono descritti i servizi di previsione e monitoraggio delle gelate disponibili in Trentino. La previsione meteorologica fornisce stime delle temperature minime notturne sia con qualche giorno che con qualche ora di anticipo. Nel primo caso sono disponibili valori stimati dal previsore e da algoritmi automatici tipo “random forest”, che post-elaborano gli output dei modelli numerici predittivi del Centro Europeo di Reading (ECMWF). La previsione a brevissimo termine è invece affidata ad algoritmi tradizionali di tipo deterministico e a sistemi di reti neurali che, partendo dalla situazione meteorologica al tramonto, eseguono un ricalcolo con passo orario. Il monitoraggio è affidato ad una rete di stazioni agro-meteorologiche automatiche che forniscono dati con passo di 10 minuti primi. Le grandezze rilevate sono velocità del vento a 3 m di altezza, temperatura di bulbo asciutto e bagnato non ventilato a 50 cm dal suolo. Le informazioni (dati e messaggi di allerta) vengono diffuse all'utenza via WEB, Televideo e telefono GSM

Parole chiave: gelate, allerta, previsione temperatura

Abstract

The frost forecast and monitoring services available in Trentino are described and commented. The meteorological forecast yields nocturnal minimum temperature prediction in the range of both days and hours in advance. In the former case, subjective forecasts are made available, as well as automatic predictions from algorithms like “random forest”, that post-processes the output from the numerical meteorological models of Reading ECMWF. “Nowcasting” relies both on traditional, deterministic models and on neural networks algorithms, which carry out predictions from meteorological data measured at sunset and forecast temperature with an hourly step. Monitoring is carried out with a network of automatic agro-meteorological stations, measuring and transmitting data with a 10-minutes step. Variables of interest are wind speed at 3 m and non-ventilated, dry- and wet-bulb temperature at 50 cm. Information (data and alerts) is disseminated via the WEB, TV Teletext, and GSM mobile telephone.

Keywords: frosts, alert, temperature forecast

1. Introduzione

La previsione delle temperature minime ha sempre trovato un'applicazione privilegiata nel controllo delle gelate in agricoltura. Ciò è testimoniato dalla diffusione di studi e formulazioni empiriche che risalgono ai primi decenni del secolo scorso (Ångström, 1918; Reed, 1918; Young, 1929; Brunt, 1941), in gran parte tuttora valide nella loro impostazione di base. Il WMO (Organizzazione Meteorologica Mondiale) ha dedicato al problema delle gelate, e della loro previsione, una monografia (Bagdonas and Georg, 1978), ormai datata, ma che costituisce un punto fermo nella conoscenza della problematica del gelo in agricoltura. L'attualità del problema è, del resto, testimoniata dalla recente pubblicazione della FAO (Snyder et al., 2005), il secondo volume della quale è dedicato alla previsione della temperatura minima con dati rilevati. Tradizionalmente, la difesa antibrina in Trentino è affidata a consorzi (Pantezzi e Pellegrini, 2008) che, durante il periodo di interesse e quando sussistono possibilità di gelata, effettuano veglie, spesso con turni tra i soci, in cui si rileva costantemente, nel corso della notte, la tempera-

tura in campagna, in vista di una possibile allerta che consenta di attivare per tempo l'irrigazione antibrina. Naturalmente tale approccio, per quanto cautelativo, non risponde alla moderna esigenza di automazione: da un lato, del rilievo e della diffusione del dato meteo (la temperatura, il vento, l'eventuale copertura nuvolosa); dall'altro, della previsione di temperatura attesa per la notte in corso o per quella seguente.

Con la sempre più ampia disponibilità dei dati in tempo reale e della loro divulgazione con strumenti di rapido accesso (internet, telefono cellulare, televideo), le misure di temperatura e gli algoritmi per la loro previsione si stanno rivelando particolarmente utili, in quanto adatti alla diffusione e all'aggiornamento dei risultati quasi senza ritardo. Alcuni servizi agro-meteorologici italiani, nelle regioni dove il problema è più sentito, svolgono un servizio per l'utenza; oltre ad IASMA-FEM, per il Trentino, si segnalano ad esempio la Regione Siciliana (<http://www.sias.regione.sicilia.it>) e l'ERSA Friuli (www.osmer.fvg.it).

Su un altro fronte, e con diverso orizzonte temporale, è utile conoscere per tempo la possibilità di un evento di gelo, per predisporre le veglie, il collaudo e l'approntamento dell'impiantistica antibrina, ecc... Anche in questo caso si registra una richiesta di sviluppo di procedure di allertamento per informare con tempestività l'utenza interessata del rischio di un episodio di gelo. La previsione anticipata dell'evento di gelo e il monitoraggio e la previsione in tempo reale (*nowcasting*) del potenziale evento rappresentano due poli di indagine e attività diversi (il cui dominio di intervento è rappresentato graficamente su un termogramma in fig. 1); essi sono l'argomento della presente comunicazione, che ha lo scopo di illustrare lo stato dell'arte del controllo degli episodi di gelo in Trentino. Quanto esposto è il risultato applicativo di un gruppo di lavoro nell'ambito del progetto GEPRI, dedicato allo studio delle gelate primaverili.

2. La previsione della temperatura minima

La previsione delle temperature, in particolare minime e massime, con un certo anticipo di giorni, è uno degli obiettivi più importanti nell'ambito del più generale servizio di previsione meteorologica. Le implicazioni di una corretta previsione delle temperature si riscontrano infatti in numerosi settori: la prevenzione dei rischi di gelate precoci e tardive; la determinazione del limite delle nevicate; la stima dell'altezza dello zero termico; la previsione di ondate di calore o freddo intenso.

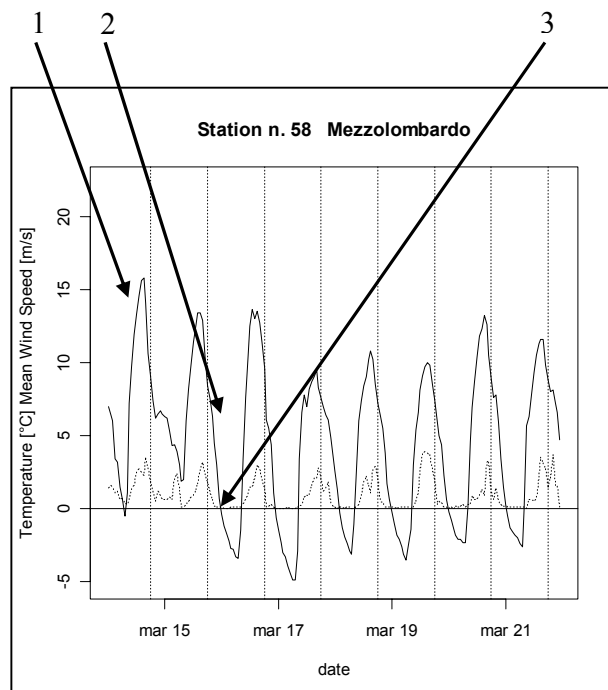


Fig. 1. - Ambiti temporali di competenza dei servizi per la difesa dalle gelate. Giorni precedenti: previsioni del tempo (1). Sera precedente: previsioni temperatura minima (2). Durante la notte: monitoraggio (3).

Fig. 1 - Time ranges of frost protection services. Previous days: weather forecasting (1). Previous evening: minimum temperature forecast (2). During the night: monitoring (3).

Tabella di previsione della temperature minime

La seguente tabella riporta una previsione delle temperature minime per il giorno seguente alla data di emissione dell'ultimo bollettino diramato da Meteotrentino.

LEGENDA

- STAZIONE: nome della stazione
- ID : identificativo della stazione
- MIN 2m DATA RIF: minima a 2m del giorno di riferimento (emissione bollettino)
- MIN 2m PREVISTA INF: temperatura minima 2m inferiore prevista per il giorno seguente
- MIN 2m PREVISTA SUP: temperatura minima 2m superiore prevista per il giorno seguente
- MIN 50cm DATA RIF: minima a 50cm del giorno di riferimento (emissione bollettino)
- MIN 50cm PREVISTA INF: temperatura minima 50cm inferiore prevista per il giorno seguente
- MIN 50cm PREVISTA SUP: temperatura minima 50cm superiore prevista per il giorno seguente

Data di riferimento: 2006-04-12; previsione per la notte successiva.				Intervallo di variazione da -1 a 1		
Stazione	Min 2mt data rif.	Min 2mt prev. da	Min 2mt prev. a	Min 50cm data rif.	Min 50cm prev. da	Min 50cm prev. a
Ronzo Chienis	-1.8	-2.8	-0.8	-2.7	-3.7	-1.7
Faedo - Maso Togn	1.1	0.1	2.1	0.7	-0.3	1.7
Lomaso	-0.6	-1.6	0.4	-0.8	-1.8	0.2
Baselga di Pine'	-0.4	-1.4	0.6	-0.5	-1.5	0.5
Denno	-0.3	-1.3	0.7	-0.5	-1.5	0.5
Rovereto	4.1	3.1	5.1	3.2	2.2	4.2
S. Michele a/A	3.6	2.6	4.6	1.4	0.4	2.4
Borgo Valsugana	1.3	0.3	2.3	0.3	-0.7	1.3
Arco	4.1	3.1	5.1	0.5	-0.5	1.5
Ala	5.1	4.1	6.1	4.7	3.7	5.7
Cles	-0.2	-1.2	0.8	0.0	-1	1
Trento Sud	4.7	3.7	5.7	3.1	2.1	4.1

Fig. 2 - Tabella di previsione soggettiva della temperatura minima a 2 m e a 50 cm (estratto). Dal sito meteo IASMA-FEM: http://meteo.iasma.it/meteo/agricoltura/veditemp_var.php

Fig. 2 - Table of subjective forecast of minimum temperature at 2 m and at 50 cm (abstract). From meteo web-site IASMA-FEM: http://meteo.iasma.it/meteo/agricoltura/veditemp_var.php

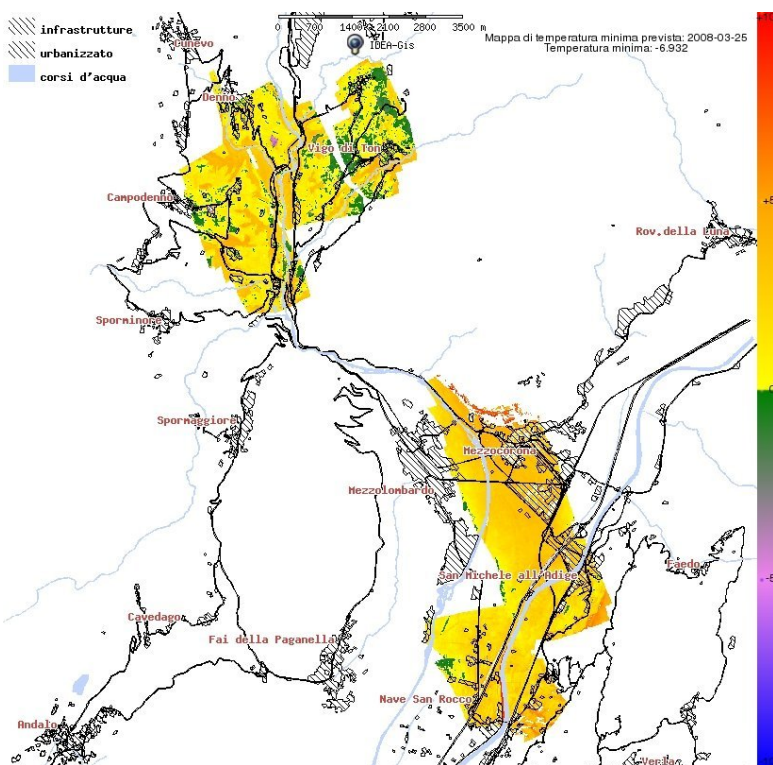
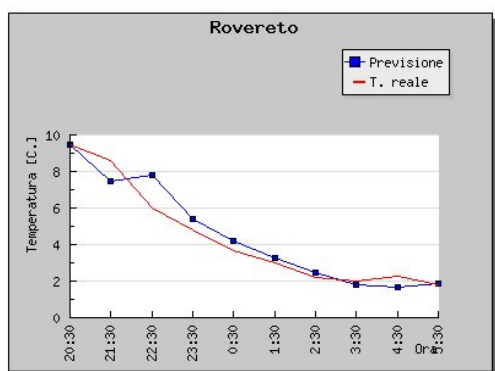


Fig. 3 – Previsione di temperatura minima ad alta risoluzione (10 m), condotta mediante applicazione di pattern di riferimento calibrato da rilievo all’infrarosso termico applicato a modello meteorologico.

Fig. 3 – High resolution (10 m) minimum temperature forecast. Map created by application of a reference pattern, calibrated from thermal infrared survey, to model output.



Ora	Previsione (Brunt)	T. reale
20:30	9.5	9.5
21:30	7.5	8.6
22:30	7.8	6.0
23:30	5.4	4.8
0:30	4.2	3.7
1:30	3.3	3.0
2:30	2.5	2.2
3:30	1.8	2.0
4:30	1.7	2.3
5:30	1.9	1.8

Fig. 4 - Previsione grafica della temperatura notturna condotta con algoritmi meccanicistici ed aggiornata nel corso della notte. Dal sito meteo IA-SMA-FEM

<http://meteo.iasma.it/meteo/agricoltura/gelate2.php>

Fig. 4 - Graphic forecast of nocturnal temperature carried out with mechanistic algorithms and updated during the night. From the IASMA-FEM meteo web-site

<http://meteo.iasma.it/meteo/agricoltura/gelate2.php>

Si tratta di applicazioni che per lo più si riferiscono alle attività agricole e di protezione civile ma non mancano le implicazioni nel settore turistico o del tempo libero. In questo lavoro l’interesse è stato rivolto in particolare alla previsione della temperatura minima in zone di vallata laddove risulta maggiore il rischio di gelate per suoli agricoli.

E’ possibile distinguere un primo livello di previsione, a breve o medio termine, da un secondo livello, a brevissimo termine. Nel primo livello risulta fondamentale l’apporto della previsione fornita dalla modellistica numerica. Nel lavoro svolto ci si è avvalsi in particolare del modello sviluppato dal Centro Europeo di Reading (ECMWF - European Centre for Medium-Range Weather Forecast), che fornisce previsioni numeriche con analisi alle 00 e 12 UTC ciascun giorno e alla risoluzione di circa 25 km.

Una prima informazione viene riportata nel bollettino meteorologico generale valido per il territorio provinciale, che fornisce indicazioni sull’andamento delle temperature fino a 5 giorni e permette quindi di avere un’indicazione di massima sulla probabilità di calo significativo delle temperature. Sono state poi sviluppate delle procedure in grado di fornire previsioni puntuali sulle principali località di interesse. Una prima e semplice procedura permette di osservare la previsione delle minime in base ad una valutazione soggettiva del meteorologo a partire dai valori osservati la giornata precedente e dalle previsioni del modello ECMWF. Tramite tale procedura si ottiene per ciascuna delle stazioni di riferimento un’indicazione dell’intervallo di variabilità atteso (fig. 2).

Una seconda procedura, eseguita con tecniche di *downscaling* condotto con algoritmo di "foresta stocastica" (random forest), agisce sulle previsioni grezze del modello ECMWF, che vengono "calibrate" per fornire valori adatti al fondovalle della media Valdadige prendendo 3 stazioni meteorologiche di riferimento: Trento, S. Michele all’Adige e Rovereto (per i dettagli sul modello si veda, in questa stessa monografia, Eccel *et al.*, 2008a). Gli aggiornamenti sono due (alle ore 8 e alle ore 12), in quanto i dati dei modelli dell’ECMWF sono disponibili ad orari diversi.

L'aggiornamento delle ore 8 si riferisce alla previsione effettuata con i dati del giorno precedente, quello delle ore 12 si riferisce alle previsioni aggiornate ai dati misurati nella giornata in corso.

Un'ulteriore applicazione, al momento riferita ad un'area che interessa la Piana Rotaliana e la Bassa Val di Non, è costituita dalla previsione ad alta risoluzione delle temperature minime basata su una mappatura di riferimento (Eccel *et al.*, 2008b). Si può vedere un'applicazione in fig. 3. La mappa di riferimento, avente risoluzione di 10 m, è stata ricavata da elaborazione e calibrazione di un rilievo eseguito in aprile con aerofotogrammetria all'infrarosso termico in condizioni atmosferiche fortemente favorevoli all'inversione termica; pertanto, si è ritenuto di poter approssimare le situazioni specifiche di una notte primaverile con cielo limpido e calma di vento, condizioni tipicamente predisponenti all'inversione termica e, con temperature sufficientemente bassa, ad una gelata da irraggiamento. La previsione viene eseguita come differenza tra il valore previsto per il sito di S. Michele per la mattina successiva (ricavato con le tecniche di MOS come descritto al paragrafo precedente), e i valori di ogni singola cella, come ricavati nel corso della mappatura di riferimento opportunamente calibrata con le stazioni a terra. Poiché tale *pattern* di distribuzione della temperatura minima ha valore solo in condizioni analoghe a quelle in cui è stato eseguito il rilievo all'infrarosso, la previsione secondo questa mappa viene emessa solo in condizioni di cielo sereno e calma di vento.

Nel secondo livello, previsione a brevissimo termine, assumono invece importanza i dati misurati di temperatura nelle ore precedenti l'evento di gelata attesa e tramite procedure automatiche attivate al tramonto della sera precedente è possibile monitorare l'andamento della temperatura nelle ore successive e prevedere valori inferiori a 0 °C in tempo per attivare le misure idonee.

Una prima applicazione è stata implementata presso l'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige – Fondazione Mach, e si basa su formule meccanicistiche di tipo "tradizionale" che utilizzano i dati misurati al tramonto e riferiti ad un numero ridotto di stazioni significative (6 stazioni – per dettagli vedere in questa stessa monografia Dalla Nora *et al.*, 2008). L'applicazione dell'algoritmo inizia alle ore 19:30 e gli aggiornamenti sono eseguiti ora per ora. Da sottolineare che è compito del previsore meteorologico, in base all'evoluzione attesa, scegliere l'algoritmo più adatto alle condizioni meteorologiche previste per la notte seguente e stabilire, in particolare, se sono attese condizioni favorevoli o meno al forte raffreddamento; nel primo caso è richiesto anche di fornire un'indicazione sul grado di bagnatura del suolo.

Una applicazione molto simile è stata sviluppata e sperimentata dall'Università di Trento, gruppo di Fisica dell'Atmosfera, che ha applicato l'algoritmo di Reuter, anch'esso del gruppo dei modelli meccanicistici, alla gran parte delle stazioni presenti lungo il fondovalle atesino e in Val di Non (Dalla Nora *et al.*, 2008). L'applicazione è operativa sul server del DICA (Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale). Anche in tal caso l'aggiornamento viene fatto quotidianamente alle ore 19:30.

Infine è stata sviluppata una procedura basata su un algoritmo del tipo rete neurale (denominato "Neurogel", Dalla Nora *et al.*, 2008) che calcola le temperature minime previste a partire dai dati misurati al tramonto per un certo numero di stazioni significative. I risultati indicano che gli algoritmi di rete neurale, multivariati e non lineari, consentono risultati mediamente migliori dei modelli di tipo "tradizionale".

I risultati delle applicazioni automatiche elaborate a partire dai dati del tramonto sono disponibili in modalità web per l'utenza agricola sulla pagina dedicata alla previsione delle gelate sul sito IASMA-FEM <http://meteo.iasma.it/meteo/agricoltura/gelate.php>. A tutti gli algoritmi previsionali implementati automaticamente sul server IASMA-FEM è applicato un algoritmo di auto-calibrazione, che permette alla previsione di aggiornarsi con i dati via via misurati presso la singola stazione nel corso della notte. Ora per ora viene calcolata la differenza tra la previsione riferita a quel momento e il dato effettivamente misurato presso ogni stazione; tale differenza viene sottratta alla previsione per le ore successive, consentendo quindi un riallineamento sempre più preciso della previsione nel corso della notte. Tale procedura riprende il principio dell'algoritmo presente in "ANGELA", sviluppato originariamente in Cicogna *et al.* (2000), differenziandosi da esso per il fatto che viene calcolata la differenza tra misura e previsione per ogni singola stazione, anziché per la media dell'area. Ciò risulta più appropriato in una regione montana, con dinamiche di raffreddamento non sempre omogenee nel territorio. La rappresentazione grafica della previsione è data in fig. 4.

3. Il monitoraggio in tempo reale e l'allertamento

L'Istituto Agrario di San Michele all'Adige gestisce una rete agro-meteorologica comprendente 80 stazioni automatiche collegate tramite telefono cellulare GSM. Le 32 stazioni situate nei fondovalle della Val d'Adige, Val Lagarina, Valsugana, Valle dei Laghi e nella Piana del Lomaso, possono fornire il servizio per la difesa dalle gelate.

L'andamento della temperatura e della velocità del vento è monitorato costantemente tramite due termometri (bulbo asciutto e bagnato) situati a 50 cm di altezza dal suolo e di un anemometro a 3 m di altezza. Il sensore del termometro bagnato è avvolto in una calzettina di cotone costantemente umettata dall'acqua distillata proveniente da un apposito recipiente ma, a differenza degli psicrometri di Regnault, la ventilazione è naturale. Si ritiene in generale che la temperatura "bagnata" sia preferibile perché meglio approssima quella degli organi della pianta che di fatto vanno soggetti anche a raffreddamento per evaporazione adiabatica.

Durante il periodo di interesse (marzo – aprile), si rileva la temperatura ogni minuto e la velocità del vento ogni 5 secondi per il calcolo di media, minima, massima e deviazione standard orarie; ogni 10 minuti vengono inoltre archiviati nella memoria del data logger i valori istantanei. Ogni ora per default il computer del Centro Meteo di

S. MICHELE ALL'ADIGE 2/6			
ISTITUTO AGRARIO			
Progetto Gelate			
Tasc, Tbag=Temp. bulbo asciutto, bagn 50cm			
VenVel=velocita' vento a 3m (m/s)			
Mezzolomb. (58) aggiorn. 10/01/2007			
Ora:min	Tasc	Tbag	VenVel
05:00	-2.3	-2.1	0.1
06:00	-2.7	-2.5	0.0
07:00	-2.7	-2.5	0.0
08:00	-3.1	-2.8	0.0
09:00	-3.1	-2.9	0.1
10:00	-2.6	-2.5	0.1
10:20	-1.9	-1.7	0.2
10:30	-1.8	-1.6	0.0
10:40	-1.6	-1.4	0.2
10:50	-1.3	-1.2	0.0
11:00	-1.2	-1.0	0.0
11:10	-0.9	-0.6	0.0
11:20	-0.8	-0.5	0.0
11:30	-0.6	-0.4	0.0

Fig. 5. Tabella di dati visualizzati su TELEVIDEO di RAI3 del Trentino alla pag. 587. Il periodo che copre gli ultimi 90 minuti è riportato con passo di 10 minuti. Le 6 ore precedenti hanno passo di 1 ora. Tasc, Tbag = temperatura bulbo asciutto e bagnato [°C]. VenVel = velocità del vento [m/s] a 3 m.

Fig. 5. Data table visible at RAI3 TELETEXT of Trentino, page 587. Data of latest 90 minutes are reported with 10 minutes step. Previous 6 hours step is 1 hour. Tasc, Tbag = dry and wet bulb temperature [°C]. VenVel = wind velocity [m/s] at 3 m.

San Michele fa una chiamata su tutte le stazioni antibrina, archivia i dati e li rende immediatamente disponibili. Il Centro Meteo elabora e diffonde i dati utili per la difesa tramite tre software server:

- server WEB (<http://www.iasma.it/meteo/>) liberamente accessibile,
- server TELEVIDEO che rende disponibili i dati di un numero limitato di stazioni alla pagina 587 del televideo di RAI3 di Trento,
- server "MEUCCI" che diffonde informazioni tramite telefono cellulare GSM secondo due modalità:
 - richiesta estemporanea
 - prenotazione presso il Centro Meteo.

Il Sito WEB viene aggiornato ogni ora mentre TELEVIDEO e MEUCCI permettono di ottenere informazioni con passo di 10 minuti primi.

Il server TELEVIDEO organizza i dati in tabelle adatte ad essere visualizzate su televisore e li spedisce ad un computer che li inserisce nel segnale video trasmesso da RAI3. Questo servizio, che ha la virtù di essere gratuito per l'utente, riguarda solo un piccolo numero di stazioni di riferimento, che vengono interrogate ogni 10 minuti anziché ogni ora. Per ogni stazione mandata in onda, viene visualizzata una tabella a 4 colonne (fig. 5) che riporta in sequenza: ora e minuto, temperatura asciutta, temperatura bagnata, velocità del vento. La tabella ha 14 righe; le ultime 8 portano dati con passo temporale di 10 minuti, le prime 6 hanno passo orario.

Il server "MEUCCI" è un software di uso generale, realizzato presso l'Unità AMCA di IASMA-FEM, che serve per la diffusione di informazioni per mezzo del telefono cellulare GSM. L'utente comunica con MEUCCI invian-

do al numero 335-1019034 un SMS con le istruzioni per il server. Allo scopo è stato creato un apposito semplice linguaggio ispirato al "codice Q" usato fin dai primordi della radiotelegrafia. Il primo elemento di ogni istruzione è sempre il nome della funzione da invocare, la cui prima lettera è sempre "Q". Altri elementi, separati da uno spazio, possono seguire il primo e sono dei parametri da passare alla funzione. Esempio: "QPREV" rende all'utente un SMS con le previsioni del tempo emesse da METEOTRENTINO; "QG TRENTO" rende i valori giornalieri di temperatura media e precipitazione rilevati dalla stazione di Trento negli ultimi sette giorni; "QGEL 58" rende le ultime 6 misure (ogni 10') dei termometri a 50 cm, asciutto e bagnato, della stazione meteo di Mezzolombardo, che ha codice numerico 58. Da notare che, se nessun altro utente nei 10 minuti che seguono l'archiviazione dei valori istantanei sul data-logger ha richiesto i dati antibrina di una certa stazione, allora MEUCCI fa una apposita chiamata e rende dati comunque aggiornati.

1. La richiesta estemporanea viene effettuata semplicemente spedendo l'SMS con il messaggio "QGEL codice_della_stazione".
2. La ricezione dati su prenotazione richiede invece di contattare preventivamente il personale del Centro Meteo IASMA-FEM segnalando il proprio numero di cellulare e i servizi graditi. Queste informazioni serviranno ad impostare MEUCCI per la trasmissione automatica. Per ora la scelta è limitata a due tipi di messaggio:

- Previsione di possibilità di gelo per l'intero territorio frutticolo trentino, prodotta in collaborazione con Meteotrentino.
- Avviso automatico al raggiungimento di temperature medie bagnate di +2 °C (su 10'), in una o due stazioni di riferimento a scelta.

Un ulteriore servizio per l'utenza è l'iscrizione all'indirizzario di messaggia SMS, che viene fornito con due tipi di servizio: un allertamento con testo in chiaro, emesso da Meteotrentino qualora si identifichino le condizioni di una gelata prevista con anticipo di uno o due giorni; un allertamento automatico, qualora le stazioni (fino a due) prescelte dall'utente abbiano misurato temperature di bulbo bagnato inferiori a +2°C.

4. Conclusioni

Gli sviluppi futuri prevedono di transitare dalla fase sperimentale alla fase operativa e continua di previsione delle temperature minime. L'obiettivo più generale è di estendere l'utilità delle procedure di post-elaborazione dell'output dei modelli numerici previsionali alla previsione delle temperature, sia minime che massime, per un maggior numero di località e con un numero adeguato di giorni di anticipo. Ciò è in parte già realizzato, con la creazione automatica di termogrammi previsti per quattro località trentine, nei quali la scansione oraria deriva da un algoritmo di interpolazione dei dati post-elaborati dai modelli numerici ECMWF e disponibili per le 4 scadenze giornaliere delle ore 00, 06, 12 e 18 UTC; la previsione si estende per tre giorni dalla data di emissione (<http://meteo.iasma.it/meteo/mappe/3dayprev.php>).

Per quanto siano ancora aperte molteplici possibilità di miglioramento della definizione, estensione, tempestività della previsione di temperatura minima, si ritiene comunque ancora importante che il singolo utente provveda a misurare e a verificare direttamente l'andamento della temperatura nelle aree di proprio interesse; solo la verifica in campo, infatti, consente di decidere operativamente in merito ad interventi di cui, in definitiva, l'utente stesso rimane l'unico vero responsabile.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto di ricerca "GEPRI", finanziato dal Fondo Unico per la Ricerca della Provincia Autonoma di Trento. Si ringraziano per la collaborazione Stefano Corradini e Luca Ghielmi.

Bibliografia

Ångström, A., 1918. *A study of the radiation of the atmosphere*. Smithsonian Institution Miscellaneous Collections 65, 159-161.
 Bagdonas, A., Georg, J.C., Gerber, J.F. (Eds.), 1978. *Techniques of Frost Prediction and Methods of Frost and Cold Protection*. WMO Technical Note nr. 157. Geneva (CH).

Brunt, D., 1941. *Physical and Dynamical Meteorology*. Cambridge University Press, New York.
 Cicogna A., Bellan A., Giaiotti D., 2000: ANGELA (Algoritmo di Nowcasting per le GELate) - A tool of frost forecast. 3rd European Conference on Applied Climatology, Atti.
 Dalla Nora, S., De Franceschi, M., Zardi, D., Ghielmi, L. e Eccel, E., 20087. *La previsione delle temperature minime in tempo reale. Dai modelli tradizionali ai nuovi approcci*. Italian Journal of Agrometeorology, Vol. 13(3):24-37
 Eccel, E., Arman, G., Zottele, F. e Gioli, B., 2008. *Il telerilevamento all'infrarosso termico per la mappatura delle temperature minime ad elevato dettaglio territoriale*. Italian Journal of Agrometeorology, Vol. 18(3):52-61
 Eccel, E., Ghielmi, L., Granitto, P., Barbiero, R., Grazzini, F. e Cesari, D., 2008a7. *Tecniche di post-elaborazione di previsione di temperatura minima a confronto per un'area alpina*. Italian Journal of Agrometeorology, Vol. 13(3):38-44
 Pantezzi, T. e Pellegrini, F., 20078. *Il problema delle gelate in Trentino*. Italian Journal of Agrometeorology, Vol. 13(3):11-14
 Reed, W.G., 1918. *Frost and the growing season*. U.S. Dept. of Agriculture. Xtlm of American agriculture, part 2, sect. 1.P, Washington.
 Snyder, R.L., de Melo-Abreu, J.P., Matulich, S. (Eds.), 2005. *Frost protection: fundamentals, practice, and economics. Volume 1 and 2*. FAO Environmental and Natural Resources series, 10. Rome.
 Young, H. and Floyd, D. *Frost and the prevention of frost damage*. Washington. 1929. (I.J. S. Dept.. of agriculture. Farmers' bull. 1568.)

Publicità sulla Rivista Italiana di Agrometeorologia

In questa Rivista può trovare spazio pubblicità relativa al settore Agrometeorologico.

Condizioni economiche:

- pagina intera 4° di copertina 500 €
- pagina intera – interna 200 €
- modulo minimo: mezza pagina.
- sconto per soci sostenitori dell'AIAM: 10%.

Poichè la ragione sociale dell'Associazione impedisce attività commerciale i fondi saranno introitati a titolo di contributo e saranno finalizzati alla copertura delle spese di pubblicazione della rivista. Si precisa inoltre che il contributo non è deducibile dalla dichiarazione IRPEF in quanto AIAM non è una ONLUS.

Le richieste devono essere inviate al presidente dell'Aiam dott. Vittorio Marletto (all'indirizzo vmarletto@arpa.emr.it) che è disponibile per ogni ulteriore dettaglio.

Si precisa infine che le richieste che perverranno saranno soddisfatte in ordine di priorità di ricevimento.