

IL CAMBIAMENTO DI FASE DELL'ACQUA NEL SUOLO SECONDO IL MODELLO SVAT LSPM

Riccardo Bonanno^{1*}, Nicola Loglisci^{2**}

¹ ARPA Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente - ARPA Piemonte

* bonanno@studenti.ph.unito.it

** nicola.loglisci@arpa.piemonte.it

Riassunto

Gli effetti del congelamento/fusione dell'acqua nel suolo devono essere presi in considerazione soprattutto in quelle regioni dove la temperatura dell'aria scende al di sotto degli 0 °C per ore o anche giorni. Infatti una cattiva stima dell'umidità porta errori nella stima del boundary layer ed anche dello strato sub superficiale (temperatura, proprietà idriche del suolo ecc.). Il presente lavoro è volto alla modellizzazione numerica del fenomeno gelo/disgelo dell'acqua nel suolo, mediante il modello numerico LSPM (Land Surface Process Model), usato operativamente dal servizio agro-meteorologico regionale piemontese. La letteratura scientifica propone diverse formulazioni per la stima dei processi di congelamento/fusione. In questo lavoro, abbiamo implementato e testato alcune parametrizzazioni per il congelamento nel modello LSPM, cercando di stabilire la più performante.

Parole chiave : congelamento, fusione, LSPM, neve, ghiaccio.

Introduzione

Il non considerare i processi di congelamento e di fusione dell'acqua nel suolo nei modelli meteorologici, porta inevitabilmente a un'errata o imprecisa stima del contenuto idrico del suolo stesso. Quest'ultimo fattore, a sua volta, può portare a errori nella stima del boundary layer (Viterbo *et al.*, 1999). Inoltre, i cambiamenti delle proprietà fisiche del suolo (conduttività idrica, capacità termica, etc...) durante le fasi di congelamento/ fusione, possono portare a delle variazioni della componenti del bilancio idrologico (Niu *et al.*, 2006).

L'obiettivo di questo lavoro, è il miglioramento dello schema SVAT (Soil Vegetation Atmosphere Transfer) LSPM (Land Surface Process Model), parametrizzando i processi di congelamento/fusione dell'acqua nel suolo. Questo modello è stato sviluppato all'Università di Torino (Cassardo *et al.*, 1995), ed è ora usato operativamente in ARPA Piemonte (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente).

Il miglioramento delle performances di questo tipo di modello, ha un'importanza pratica in diverse discipline. In agricoltura, per esempio, la conoscenza della temperatura nello strato delle radici e nello strato occupato dalla vegetazione, può eventualmente consentire di attivare gli accorgimenti necessari per evitare il congelamento delle piante. In idrologia, ciò può consentire una migliore stima del runoff associato alla precipitazione, della fusione del manto nevoso in un suolo congelato e della porzione di suolo ghiacciato (per esempio relativo al permafrost).

Materiali e metodi

Nel modello LSPM, sono state implementate tre differenti parametrizzazioni per descrivere i processi di congelamento nel suolo. La prima è stata sviluppata da (Schrödin *et al.* 2001), usata nello schema numerico del modello ad area limitata COSMO Model, e si basa sulla conservazione dell'energia nel suolo. La seconda, sviluppata da (Viterbo *et al.* 1999), è usata nello schema numerico del modello di circolazione generale dell'ECMWF, e si basa sulla modifica della capacità termica del suolo. La terza, sviluppato da (Cassardo, 2006), si basa sul precedente, ma contiene alcune modifiche relative alla stima del contenuto di ghiaccio nel suolo in presenza di congelamento.

In una fase successiva del lavoro, è stata effettuata un'analisi statistica per stabilire la migliore parametrizzazione nella stima dei valori sperimentali di temperatura e di umidità del suolo, tra le tre implementate in LSPM.

In questa analisi sono stati utilizzati due set di dati relativi a due differenti campagne sperimentali: Brookings in South Dakota, USA, (Fluxnet, 2009, <http://www.eol.ucar.edu/>), e Falkenberg in Germania, (EOL NCAR, 2009, <http://www.fluxnet.ornl.gov/fluxnet/>). Entrambi questi set di dati erano forniti sia dei valori di temperatura che di umidità del suolo.

Per il confronto statistico sono stati calcolati i seguenti indici statistici: l'errore medio (ME), il bias frazionario (FB), l'errore quadratico medio (RMSE) e il coefficiente di correlazione (r).

La lunghezza dei set di dati sperimentali utilizzati è, in entrambi i casi, di circa tre anni e gli indici sopra citati sono stati calcolati per i periodi invernali (DGF, Dicembre, Gennaio, Febbraio) e primaverili (MAM, Marzo, Aprile, Maggio)

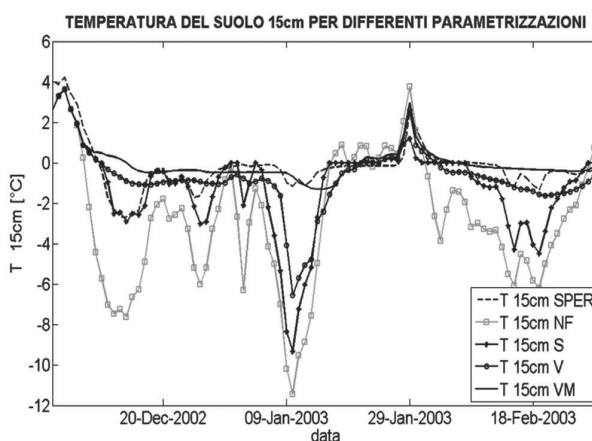
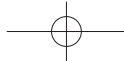


Fig.1 - Andamento della temperatura del suolo misurata nel sito di Falkenberg e stimata da differenti parametrizzazioni (SPER = misurata, NF = No Freezing, S = Schrodin, V = Viterbo, VM = Viterbo Modificata).



Risultati e Conclusioni

Nella nuova versione di LSPM, ogni parametrizzazione implementata mostra l'effetto del rilascio/assorbimento del calore latente di fusione durante le fasi di congelamento/fusione sulla temperatura del suolo (Boone *et al.*, 2000). Questo lo si nota bene dalla figura 1, in cui vengono rappresentati gli andamenti delle temperature per il caso "no freezing" (assenza di congelamento) e per le tre differenti parametrizzazioni per il congelamento. In questo esempio si sono considerati i dati sperimentali relativi alla campagna di Falkenberg nel periodo invernale.

L'analisi statistica relativa alla località di Brookings, ha mostrato una probabile sottostima del manto nevoso da parte del modello LSPM, a causa di un cattivo monitoraggio automatico delle precipitazioni, in cui le misure sono state effettuate per mezzo di un pluviometro non dotato di riscaldatore. L'analisi statistica relativa alla località tedesca di Falkenberg, può quindi essere considerata più affidabile e ha mostrato, in generale, come sia la parametrizzazione di Viterbo modificata, quella che porta alle stime migliori dei valori sperimentali di temperatura e umidità del suolo.

Possiamo concludere affermando che le performances delle parametrizzazioni per il congelamento del suolo introdotte in LSPM sono buone in quanto simulano i processi fisici di cambiamento di stato dell'acqua nel suolo in condizioni di temperature molto basse, ma devono essere considerate come provvisorie. Sono, infatti, necessari ulteriori confronti con dati sperimentali di temperatura e umidità del suolo, relativi in particolare a siti con stime affidabili dei valori di precipi-

tazione. In particolare, una campagna guidata con condizioni al contorno artificiali e completamente controllabili, potrebbe essere utile per trovare la parametrizzazione più performante.

Bibliografia

- Balsamo G., Bouyssel F. and Noilhan J., 2004: A simplified bi-dimensional variational analysis of soil moisture from screen-level observations in a mesoscale numerical weather prediction model, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 130, 895-915.
- Cassardo C., Ji J.J., Longhetto A., 1995: A study of the performances of a land surface process model (LSPM) – *Boundary Layer Meteorology* 72, 87-121
- Cassardo, C., 2006: The land surface process model (LSPM) version 2006. Technical report DGF Report - 01/2006, Dipartimento di Fisica Generale Amedeo Avogadro, Via Pietro Giuria 1 - 10125 Torino - Italy.
- Boone A., Masson V., Meyers T., Noilhan J., 2000: The Influence of the Inclusion of Soil Freezing on Simulations by a Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer Scheme.
- Niu, G. Y., Yang, Z. L., 2006: Effect of frozen soil on snowmelt runoff and soil water storage at a continental scale. *Journal of Hydrometeorology*, 7, 937-952.
- Schrodin R., Heise E., 2001: The Multi Layer Version of the DWD Soil Model TERRA_LM – COSMO Technical Report No. 2.
- Viterbo P., Beljard A., Mahnfouf J.F., Teixeira J., 1999: The representation of soil moisture freezing and its impact on stable boundary layer. *Q.J.R.Meteorol.Soc.*, 2401-2426.

