

# Stima dell'infiltrazione efficace nell'area alpina tramite dati aperti e software open source

Mauro Rossi<sup>1,2</sup>, Marco Donnini<sup>1,2</sup>, Francesco Frondini<sup>2</sup>, Fausto Guzzetti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Perugia, Italy;

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Perugia, Italy;

## Riassunto

Valori di infiltrazione sono necessari per stimare la quantità di acqua che fluisce nel suolo. Esistono diversi metodi per stimare l'infiltrazione e le differenti componenti del ciclo idrologico, nonché modelli di bilancio idrologico a diverse scale (oraria, giornaliera, mensile, annua) e con diversi gradi di complessità. Modelli mensili sono stati sviluppati da Thornthwaite (1948) e rivisti da Thornthwaite e Mather (1957). In questo lavoro - con l'obiettivo di stimare i valori di infiltrazione nell'area alpina - abbiamo implementato un codice in R (un software open source di statistica ed elaborazione grafica - R Core Team, 2012) basato su un software di pubblico dominio scritto in Java da McCabe & Markstrom (2007). Il codice effettua un'analisi spaziale del bilancio mensile. Gli input del modello sono: (1) le temperature medie mensili e le precipitazioni medie mensili mondiali, disponibili dal sito web dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change); (2) il modello digitale del terreno ASTER GDEM, disponibile dai siti dell'ERSDAC (Earth Remote Sensing Data Analysis Center) e della NASA; (3) i dati dei tematismi del suolo dell'Eurasia provenienti dall'European Soil Database (v2.0), disponibili dal sito web del JRC (Joint Research Center). Il bilancio idrologico è stato effettuato in un grid  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  (corrispondente al grid dell'IPCC) sovrastante le Alpi. Per ciascuna cella è stato valutato il livello di incertezza calcolando i valori minimi, massimi e medi dell'infiltrazione efficace ed è stata propagata nel modello l'incertezza associata ai parametri di input (dati climatologici, morfologici e dei tematismi del suolo). Il modello è in grado di effettuare bilanci idrologici a scala regionale usando dati aperti e software open source, sebbene debba essere validato e testato in differenti aree di studio. Ci aspettiamo che tale modello possa diventare un input chiave per modelli idrologici, idrogeologici e geochimici a piccola scala per la regione alpina.

## Bibliografia

- ✓ McCabe, G.J., and Markstrom, S.L. (2007) "A monthly water-balance model driven by a graphical user interface". U.S. Geological Survey Open-File report 2007-1088, 6 pp.
- ✓ R Core Team, (2012) "R: A Language and Environment for Statistical Computing", R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN: 3-900051-07-0.
- ✓ Thornthwaite C.W. (1948) "An approach toward a rational classification of climate". Geog Rev., 38 (1), 55-94.
- ✓ Thornthwaite C.W., Mather J.R. (1957) "Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance". Publ. Climatol., 10 (3).

# Estimation of infiltration in the Alpine area exploiting open data and open source software

Mauro Rossi<sup>1,2</sup>, Marco Donnini<sup>1,2</sup>, Francesco Frondini<sup>2</sup>, Fausto Guzzetti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Perugia, Italy;

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Perugia, Italy;

## Abstract

Infiltration rates can be used to estimate the quantity of water flowing into the soil. Several methods can be used to estimate the water infiltrating into the soil as well as the different components of water cycle. Water balance models have been developed at various time scales (hourly, daily, monthly and yearly) and to varying degrees of complexity. Monthly water balance models were developed by Thornthwaite (1948) and later revised by Thornthwaite and Mather (1957). In this work - with the aim to estimate the infiltration rates in Alpine region - we implemented a code in R (a free software environment for statistical computing and graphics - R Core Team, 2012) based on a public domain software written in Java by McCabe & Markstrom (2007). The code performs a spatial monthly water balance analysis. The model input data consist of: (1) World mean monthly temperature and monthly total precipitation values, available from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) website; (2) World digital elevation model ASTER GDEM, available from the Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC) of Japan and NASA's Land Processes Distributed Active Center (LP DAAC) website; (3) Eurasian soil thematic data of the European Soil Database (v2.0), available from the Joint Research Center (JRC) website. The water balance computation was performed on a  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  grid (like the IPCC grid) covering the Alps. For each cell, we evaluated a level of uncertainty computing the minimum, maximum and mean infiltration values, and we propagated in the model the uncertainty associated to the original input parameters (climatic, morphological and soil thematic data). Although the model should be validated and tested in different study areas, it allowed to perform a water balance analysis at regional scale using open data and open source software. We expect that this will become a key input for small scale hydrological, hydro-geological and geochemical models in the Alpine region.

## References

- ✓ McCabe, G.J., and Markstrom, S.L. (2007) "A monthly water-balance model driven by a graphical user interface". U.S. Geological Survey Open-File report 2007-1088, 6 pp.
- ✓ R Core Team, (2012) "R: A Language and Environment for Statistical Computing", R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN: 3-900051-07-0.
- ✓ Thornthwaite C.W. (1948) "An approach toward a rational classification of climate". Geog Rev., 38 (1), 55-94.
- ✓ Thornthwaite C.W., Mather J.R. (1957) "Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance". Publ. Climatol., 10 (3).