

Nota metodologica

La valutazione quantitativa, spaziale e temporale, delle risorse idriche naturali nel nostro Paese, è determinata attraverso gli indicatori idrologici (precipitazione, evapotraspirazione reale, deflusso totale, ricarica degli acquiferi) presentati nella tavola dei dati allegata, derivati dalla rilevazione “Dati meteo-climatici ed idrologici”, presente nel Programma statistico nazionale.

Tali indicatori sono richiesti periodicamente da Eurostat ed Ocse a tutti i paesi Ue per l’implementazione delle *water statistics* e delle *water accounts*, a livello nazionale attraverso il *Joint questionnaire Inland Water* e a livello regionale e di distretto idrografico con il *Regional environmental questionnaire – section Inland Water* di Eurostat.

Il calcolo degli indicatori è realizzato considerando come unità di analisi il bacino idrografico.

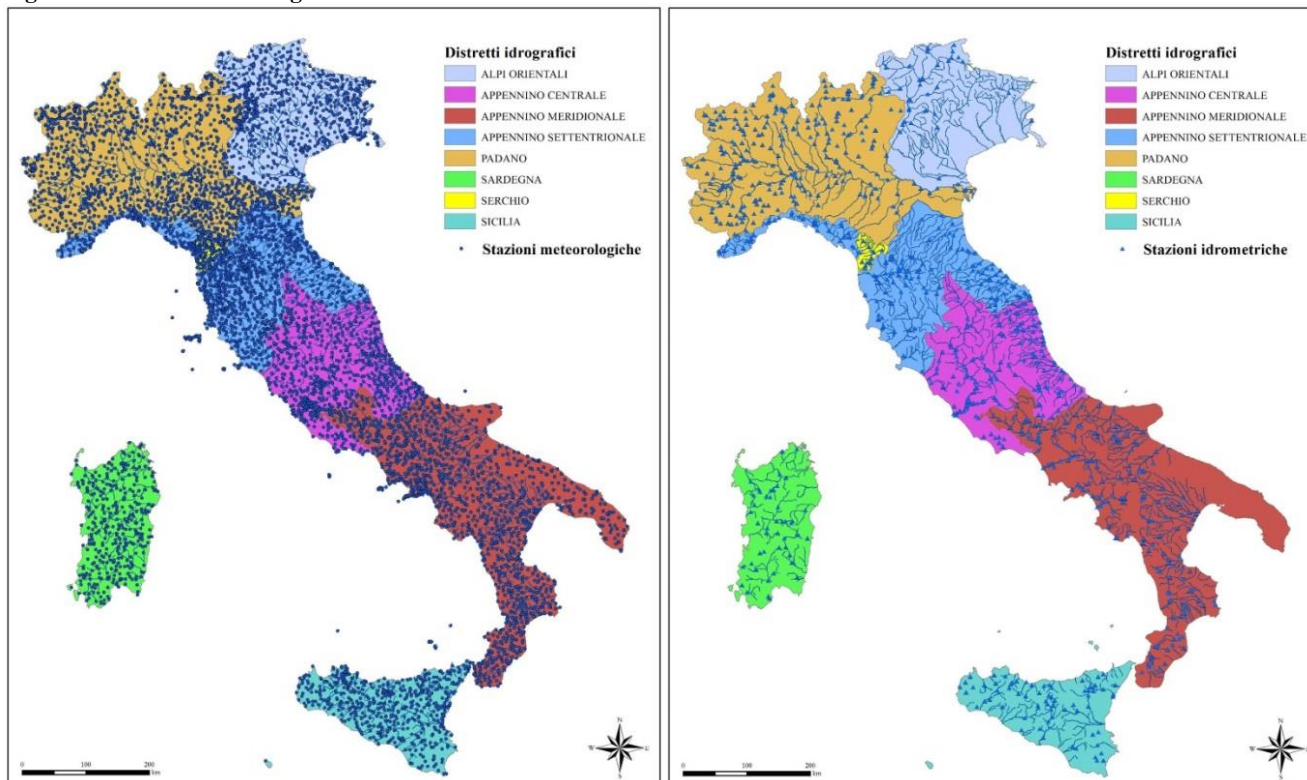
I bacini idrografici sono delimitati partendo dai limiti individuati dall’Ispra (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) e verificati con le informazioni acquisite dalle rispettive Autorità di bacino. I bacini dei maggiori corsi d’acqua (Po, Adige, Tevere, Arno) sono stati suddivisi in sottobacini per meglio caratterizzarli dal punto di vista idrologico e meteo-climatico. Per le regioni, i cui limiti non sono fisiografici bensì amministrativi, gli indicatori idrologici sono calcolati considerando la quota parte delle frazioni di bacino idrografico presenti in ciascuna regione mentre a scala di distretto idrografico considerando il contributo complessivo dei bacini idrografici che lo costituiscono. Per quest’ultimo riferimento territoriale i limiti dei distretti sono quelli definiti dal d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

Base dati

Le grandezze meteo-climatiche e idrologiche utilizzate per il calcolo degli indicatori, si riferiscono al periodo 1971 - 2010 e sono acquisite dagli enti gestori delle reti di monitoraggio meteorologico e idrometrico nazionali, regionali e locali che rappresentano le unità rispondenti della rilevazione “Dati meteo-climatici ed idrologici”.

Le stazioni di misura sono georeferenziate e proiettate al sistema di riferimento UTM zona 33 con datum WGS84; la quota altimetrica di ogni stazione è verificata utilizzando il digital elevation model a 20 metri (Ispra). Le stazioni meteorologiche rilevate sono 6.215, mentre quelle idrometriche 955.

Figura:1 Stazioni meteorologiche e idrometriche rilevate



Spazializzazione dei dati meteorologici

I dati giornalieri di temperatura e precipitazione, relativi al periodo 1971-2010, sono spazializzati con metodi stocastici su una griglia di analisi a geometria regolare con risoluzione di 0,14° di longitudine e 0,10° di latitudine, con estensione sull'intero territorio italiano (Esposito et al., 2015).

In particolare, la ricostruzione dei campi pluviometrici è stimata con un modello stazionario *Ordinary Kriging*, mentre i campi termici sono ricostruiti attraverso un modello non stazionario *Universal Cokriging* in cui la funzione di deriva locale è assunta dipendere dalla quota e dal dato di previsione a 24 ore del modello Dalam III (Buzzi et al., 2006; Libertà et al., 2008).

Sono stati effettuati controlli di non-congruenza dei dati, in nessun caso si è proceduto ad imputare i dati mancanti.

Per ogni cella della griglia, le singole variabili climatiche sono aggregate mensilmente, fissando come soglia di accettazione l'84 per cento di presenza del dato giornaliero.

Tale attività è svolta in collaborazione con l'Unità di ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all'agricoltura del Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura (Cra).

Precipitazione

Questo indicatore è ottenuto a livello di bacino idrografico dalla griglia delle precipitazioni presenti nella banca dati geografica attraverso la funzione *Zonal statistics di spatial analyst* (ArcGIS™ 10.1). Ad ogni bacino idrografico sono associati i 12 valori mensili della normale climatica (1971-2000) e la serie storica mensile 2001-2010 necessari all'implementazione del modello. Gli afflussi annui di ogni bacino sono calcolati come aggregazione dei valori mensili.

Evapotraspirazione reale

L'evapotraspirazione reale è calcolata per via indiretta sulla base del modello di bilancio idrologico mensile proposto da Thornthwaite-Mather (Thornthwaite, 1948; Thornthwaite and Mather, 1957, Mather, 1979). Le informazioni in input al modello sono: la precipitazione mensile, l'evapotraspirazione potenziale mensile e il contenuto idrico dei suoli (valore oltre il quale si ha ruscellamento o infiltrazione in falda). Quest'ultimo parametro è stato ricavato dalla banca dati dei suoli prodotta dal Centro di ricerca per l'agrobiologia e la pedologia del Cra, disponibile in formato *raster* con risoluzione di cella 1 km × 1 km.

Dalla somma dei valori mensili di evapotraspirazione reale è calcolato il corrispondente valore annuo per ciascun bacino idrografico.

Evapotraspirazione potenziale

L'evapotraspirazione potenziale è stimata con il metodo Hargreaves-Samani (HS) utilizzando come input i valori di temperatura massima e minima spazializzati sulla griglia di analisi.

Il metodo HS è calibrato (Parisse et al., 2014) attraverso il "metodo combinato" Penman-Monteith (PM) suggerito dalla Fao (Fao, 1998) integrato con le informazioni di 49 stazioni della rete agrometeorologica nazionale dislocate sul territorio nazionale e dotate di sensori in grado di rilevare oltre a precipitazioni e temperatura, anche radiazione solare, umidità dell'aria e velocità del vento. Tali misurazioni giornaliere, acquisite per un periodo di circa venti anni (1991 - 2013), previ specifici controlli di qualità, in accordo con le linee guida del Wmo (Wmo, 1993; 2008; 2010; 2011), hanno permesso di stimare l'evapotraspirazione potenziale giornaliera con entrambi i modelli PM e HS. L'evapotraspirazione potenziale, stimata prima su ogni singola cella del grid, è poi aggregata spazialmente a livello di ogni bacino idrografico (analisi di geoprocessing con Model Builder di ArcGIS™ 10.1) permettendo di associare ad ognuno di essi la serie storica 2001 - 2010 e i dodici valori relativi alla normale climatica 1971 - 2000.

Deflusso totale

Il volume complessivo di acqua dei bacini idrografici defluito a mare è calcolato, considerando il contributo delle acque superficiali e sotterranee. Per i bacini dove sono presenti delle stazioni di misura in prossimità della foce sono considerati i dati misurati, mentre per la maggior parte dei bacini, dove si hanno dati parziali o sono assenti le stazioni di misura, i volumi sono calcolati per via indiretta attraverso il metodo empirico basato sul Curve Number (CN) sviluppato dall'US Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service (Usda - Nrcs, 1993; 2004; 2007).

La carta dei CN per l'Italia è ottenuta attraverso strumenti di *overlay* tra i gruppi idrologici di suolo derivati dalla riclassificazione dei complessi idrogeologici (Ispra) con la copertura del suolo (Corine Land Cover, 2006).

Ricarica dell'acquifero

La ricarica dell'acquifero è fortemente legata al deflusso di base dei corsi d'acqua prodotto, a sua volta, dall'apporto diretto delle acque sotterranee (Castany, 1982).

Dove sono presenti stazioni idrometriche che registrano il deflusso in prossimità della foce, dall'analisi delle portate mensili è possibile scomporre l'idrogramma nelle componenti "ruscellamento" e "flusso di base" (Boni et al., 1993). Il flusso di base, che rappresenta la ricarica dell'acquifero, è assunto pari alla portata del mese con il valore medio minimo, il ruscellamento è la differenza tra la portata media annua (o media del trentennio) ed il flusso di base.

Per i bacini che non hanno stazioni di misura i volumi idrici di ricarica dell'acquifero sono calcolati con la relazione del bilancio idrologico:

$$I = P - E - R$$

Dove P è l'afflusso totale (precipitazione), E l'evapotraspirazione reale e R il ruscellamento derivato in via indiretta con il metodo del CN.

Bibliografia

Boni C.F., Petitta M., Preziosi E. & Sereni M., 1993. *Genesi e regime di portata delle acque continentali del Lazio* – Consiglio nazionale delle ricerche, Ufficio Pubblicazioni, Collana di monografie scientifiche, Roma.

Buzzi A., Drofa O., Malguzzi P., 2006. *Modellistica meteorologica ad area limitata finalizzata alla previsione agrometeorologica: miglioramenti e verifiche del modello di suolo vegetato*. In *Climagri Cambiamenti climatici e agricoltura*, final report pp 235-248. ISBN 88-901472-6-1.

Castany, G., 1982. *Idrogeologia. Principi e metodi*. Ed. 2003 Dario Flaccovio editore.

Fao *Irrigation and Drainage Paper* – Paper N°. 56, Rome, 1998., Allen et al.

Esposito S., Beltrano C., Libertà A., Parisse B., Iafrate L., Di Giuseppe E., Dal Monte G., Alilla R., 2015. *Atlante del clima e dei cambiamenti climatici*. Ed. Cra-Cma. In stampa.

Libertà A., Perini L., Beltrano M. C., 2008. *Integration of observation data and a limited area model output to improve the national agrometeorological monitoring an experience carried out in Italy*.

Mather, J.R., 1979. *Use of the climatic water budget to estimate streamflow*, in Mather, J.R., ed., *Use of the climatic water budget in selected environmental water problems*: Elmer, N.J., C.W. Thornthwaite Associates, Laboratory of Climatology, Publications in Climatology, v. 32, no. 1, p. 1–52.

Parisse B., Di Giuseppe E., Scaglione M., Esposito S., 2014. *Spatio-Temporal Distribution of calibrated Hargreaves-Samani coefficients in Italy*. *Italian Journal of Agrometeorology, Role of agrometeorology in the new agricultural policies*. Atti del XVII Convegno dell'Associazione italiana di agro meteorologia (Aiam) - Roma, p. 74-75.

Thornthwaite, C.W., 1948. *An approach toward a rational classification of climate: Geographical Review*, v. 38, p. 55–94.

Thornthwaite, C.W., Mather, J.R., 1957. *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance*. Publications in Climatology, Centerton, New Jersey, 10 (3).

US Department of Agriculture - *Natural Resources Conservation Service, National Engineering Handbook*, Part 630-Ch.4, March 1993.

US Department of Agriculture - *Natural Resources Conservation Service, National Engineering Handbook*, Part 630-Ch.10, July 2004.

US Department of Agriculture - *Natural Resources Conservation Service, National Engineering Handbook*, Part 630-Ch.7, July 2007.

World Meteorological Organization, *Guide on the global data-processing system*, No. 305, Geneva, 1993.

World Meteorological Organization, *Guide to meteorological instruments and methods of observation*, No. 8 – Part III, Geneva, 2008.

World Meteorological Organization, *Guide to global observing system*, No. 488 – Part VI, Geneva, 2010.

World Meteorological Organization, *Guide to climatological practices*, No. 100, Geneva, 2011.

Sitografia

<http://www.wmo.int/pages/prog/www/manuals.html>

<http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/water/?cid=stelprdb1043063>

<http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.HTM>

<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais>

<https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/6401>