

Tavola 4.1 Evaporazione effettiva media annuale 1973–1992

Introduzione

Per evaporazione s'intende la transizione dell'acqua dallo stato di aggregazione liquido a quello aeriforme. Il fenomeno ha luogo sia su superfici spoglie (acqua, roccia, terreno) sia su quelle coperte di vegetazione, laddove si parla allora più propriamente di evapotraspirazione. Il trasferimento di vapore acqueo verso l'atmosfera, condizionato dal clima e dalla vegetazione, limita lo sfruttamento delle risorse idriche terrestri e costituisce dunque una perdita nel bilancio idrologico. L'evaporazione implica inoltre rilevanti trasferimenti energetici che influiscono in maniera decisiva sul nostro clima, contribuendo al livellamento termico del pianeta. A fronte di questo stato di cose, l'evaporazione non può che rappresentare una grandezza importante nell'ambito di studi sull'economia agricola e forestale, dell'accertamento delle risorse idriche regionali, dell'analisi delle condizioni di magra, nonché della ricerca climatologica.

Una determinazione attendibile delle altezze di evaporazione risulta ostacolata dalla presenza di processi biologici che nel fenomeno accompagnano quelli meramente fisici. L'evaporazione è inoltre suscettibile di variare sensibilmente in termini spaziali e temporali, soprattutto a causa delle mutevoli caratteristiche locali, quali la topografia, la quota sopra il livello del mare, lo sfruttamento territoriale, le qualità del suolo, il clima. Si tratta di condizioni al contorno che non si possono trascurare nella determinazione dell'evaporazione effettiva; la cosiddetta evaporazione potenziale si riferisce invece a superfici ideali dotate di risorse idriche inesauribili.

Sull'evaporazione sono stati effettuati in Svizzera alcuni studi locali e di breve periodo; è comunque rimasta un'incertezza di fondo relativamente alla distribuzione spaziale del fenomeno (evaporazione regionale), soprattutto per quel che concerne la zona alpina. Per rimediare a questa carenza si ricorre sempre più in tempi recenti a simulazioni in grado di determinare le componenti del bilancio idrico e con ciò anche l'evaporazione.

Modelli di evaporazione

Il modello di evaporazione TRAIN è stato concepito con lo scopo di simulare la distribuzione spaziale dell'evaporazione effettiva; esso tiene conto delle cognizioni acquisite sul campo relativamente ai diversi stadi del processo di evaporazione [1,2]. La funzionalità di TRAIN si basa su un computo separato delle singole componenti di evaporazione che vengono successivamente combinate nella determinazione dei valori effettivi. Nella valutazione dell'evaporazione a livello regionale vengono inglobate nel procedimento di calcolo, indipendentemente dalla scala, le specificità territoriali (topografia, sfruttamento, tipo di suolo) e i cambiamenti climatici. Si sono presi in considerazione i seguenti fattori:

- Energia disponibile, in funzione delle diverse condizioni d'irraggiamento e di ombreggiatura
- Informazioni sui diversi sfruttamenti del suolo, come ad es. l'altezza di crescita, lo sviluppo del fogliame, l'albedo
- Sviluppo della coltre nevosa, fusione della neve e sublimazione da superfici nevose o ghiacciate
- Intercettazione e relativa evaporazione
- Evaporazione dalle piante (traspirazione) in funzione del grado di crescita vegetativa, dell'umidità del suolo e delle condizioni atmosferiche, calcolata secondo Penman-Montheith
- Evaporazione dalle superfici idriche libere
- Effettivo contenuto idrico del suolo

I dati necessari al calcolo sono desunti dalla rete pluviometrica e climatologica dell'Istituto svizzero di meteorologia (cfr. tavola 2.1). Ai fini dell'interpolazione spaziale dei valori climatologici si è ricorso alla combinazione di una regressione altimetrica con una valutazione ponderale delle distanze [3]. Ulteriori sorgenti informative incorporate in TRAIN sono rappresentate dalla Statistica

della superficie (Ufficio federale di statistica) che reca dati sullo sfruttamento, da un modello altimetrico digitale che riporta informazioni sull'inclinazione e l'esposizione dei pendii, così come dalla Carta digitale delle idoneità del suolo svizzero che indica la profondità e la capacità di ritenzione idrica dei terreni.

Per il modello di distribuzione superficiale dell'evaporazione si è proceduto a una suddivisione del territorio svizzero in un reticolo formato da maglie regolari di 1 km. I dati meteorologici del caso sono disponibili con cadenza giornaliera; la relativa interpolazione sul reticolo ha così consentito di ottenere l'evaporazione effettiva quotidiana per ogni cella durante l'intervallo 1973–1992.

Risultati

Le linee di livello della carta all'1:500 000 illustrano l'andamento dell'evaporazione media effettiva nel periodo ventennale di riferimento. Si nota bene di primo acchito la dipendenza del fenomeno dalla quota, con valori elevati nell'Altipiano e nelle vallate alpine, nel Ticino e valori ridotti nelle zone alpina, prealpina e nel Giura. L'evidente diminuzione dell'evaporazione con l'altitudine va ricondotta soprattutto al perdurare della copertura nevosa e alle temperature generalmente più rigide che prevalgono sull'incremento dell'evaporazione causato in quota dall'irraggiamento a onde corte. Altre ragioni sono imputabili alla frequente presenza in montagna di suoli piatti e di limitata ritenzione idrica, nonché alla vegetazione rada, connotata da brevi fasi di crescita. Ampie regioni alpine sono libere da vegetazione ed evidenziano quindi livelli di evaporazione moderati (fig. 4). Le zone dei ghiacciai più estesi si presentano nella carta con valori alquanto ridotti. Lo stesso può dirsi a grandi linee per le aree d'insediamento urbano e industriale e per quelle ad elevato traffico. Nell'Altipiano sono viceversa degni di nota alcuni rilievi per la loro intensa evaporazione, riconducibile soprattutto alla copertura boschiva. L'evaporazione lacustre si distingue nettamente per i suoi valori estremi.

Tenendo in considerazione gli effetti congiunti prodotti dal clima, dalla quota, dall'esposizione, dallo sfruttamento del territorio e dalle qualità del suolo, emerge un quadro oltremodo differenziato della distribuzione geografica del fenomeno; lo si nota in particolare nel reticolo della carta in scala 1:1 100 000. Quest'ultima costituisce il fondamento per il tracciamento della carta all'1:500 000 le cui curve di livello, per motivi di generalità, sono comunque tracciate a una risoluzione più grossolana, senza riguardo per le piccole variazioni spaziali.

Per la determinazione dell'evaporazione media da ogni tipo di superficie si può ricorrere a un'integrazione delle celle che nel reticolo sono contraddistinte da un uguale tipo di sfruttamento territoriale. Si giunge così a valori di 901 mm per i laghi e i corsi d'acqua, 616 mm per le zone boschive, 436 mm per le colture di pianura e di montagna, 434 mm per gli insediamenti urbani e industriali, 234 mm per le superfici rocciose, 199 mm per le aree di traffico, 156 mm per le fasce dei ghiacciai e delle nevi perenni; ne consegue un valore medio svizzero pari a 484 mm.

In figura 2 è riportata la dipendenza dalla quota dell'evaporazione media annuale sul territorio svizzero; al di sotto dei 700 m s.l.m. i valori non superano i 560 mm. Inglobando anche l'intensa evaporazione dei laghi, per il dominio altimetrico immediatamente al di sotto di quella soglia si otterrebbero in verità valori di oltre 700 mm. Tuttavia, le aliquote lacustri del territorio si riducono all'elevarsi della quota, così che la loro influenza al di sopra dei 700 m s.l.m. può trascurarsi. L'evaporazione cala linearmente sino al valore di 230 mm, corrispondente a una quota approssimativa di 3000 m, al di sopra della quale non sembra più potersi individuare alcuna chiara dipendenza altimetrica, circostanza tra l'altro imputabile anche alla carenza di misure di supporto. Sempre in figura 2 sono illustrate le curve altimetriche per le due classi principali di sfruttamento territoriale, cioè per le zone coltivate (pianura e montagna) e per quelle boschive. Il loro andamento nel grafico ricalca grossolanamente quello globale, sebbene i valori assoluti risultino alquanto discosti. La ragguardevole intensità del fenomeno nei boschi sottolinea l'importanza dell'evaporazione legata all'intercettazione.

La figura 1 restituisce la distribuzione spaziale dell'evaporazione media annuale lungo la dorsale Ajoie-Vallese. Come si diceva, l'evaporazione non dipende solo dall'altitudine, ma anche dal tipo e dal grado di copertura del terreno, dal livello di esposizione e dalle qualità del suolo. Il calo di evaporazione nel Giura non deve pertanto ascriversi solo alla quota, tanto più che questa regione

è ricca di boschi che sono una notevole fonte di evaporazione. Il fatto è che nel Giura predominano quei particolari suoli (scarsa profondità, limitato potere di ritenzione) che ostacolano la traspirazione. Nei boschi dell'Ajoie si produce invece una notevole evaporazione, in virtù delle qualità del suolo e del clima che favoriscono la traspirazione. Ancora più marcata risulta la variazione dell'evaporazione sul versante nord-ovest delle Alpi, dove il fenomeno intenso prodotto dal lago di Thun si contrappone a valori inferiori ai 200 mm, tipici delle Alpi bernesi confinanti a sud e ricche di ghiacciai.

La rappresentazione della distribuzione temporale dell'evaporazione in figura 4 si riferisce al profilo Ajoie-Vallese e identifica tre tipi di copertura del suolo, riportandone le relative medie giornaliere. La superficie agricola dell'Altipiano non evidenzia in pratica alcuna evaporazione invernale, ma i valori giornalieri subiscono un deciso incremento in Aprile/Maggio, quando la crescita vegetativa è al culmine. Nella superficie boschiva dell'Ajoie l'evaporazione è in parte molto più intensa rispetto alla superficie agricola dell'Altipiano, dal momento che vi concorrono fenomeni di intercettazione durante il periodo invernale. Anche l'evaporazione da aree spoglie risulta considerevole, come mostra il diagramma della superficie rocciosa sita nelle Alpi del Vallese. Ciò va ricondotto in parte alla sublimazione della neve in inverno e all'evaporazione durante il periodo di fusione, in parte alle perdite che si originano per evaporazione da intercettazione sulle superfici bagnate. Questo tipo di evaporazione è sintomatica durante la breve estate di un'alternanza tra periodi umidi (pioggia) e di successivo prosciugamento.

I casi riportati in figura 4 sono riferiti a singole aree di 1 km² e pertanto non sono rappresentativi di intere regioni. Per la contemplazione del fenomeno su scala regionale e con riferimento a un singolo tipo di sfruttamento del suolo, si è proceduto a un'analisi mirata di grandi aree boschive presenti nel Paese. Al fine di consentire raffronti omogenei tra le diverse regioni, la ricerca è stata condotta selettivamente per la fascia altimetrica compresa tra 800 e 1000 m s.l.m. La figura 3 riporta i risultati nella forma di regime medio di evaporazione e con risoluzione giornaliera. Le differenze regionali relative alle aree boschive risultano marcate. Degni di nota sono gli alti valori estivi nella parte orientale dell'Altipiano e nella regione dell'Altipiano bernese e del Vaud. La traspirazione estiva delle aree boschive nel Giura e nel Ticino risulta per contro limitata, sempre a causa delle sfavorevoli caratteristiche del suolo. Le condizioni climatiche favorevoli sono in Ticino evidentemente all'origine di un'evaporazione relativamente elevata durante il semestre invernale.

Bibliografia

- [1] **Menzel, L. (1997):** Modellierung der Evapotranspiration im System Boden-Pflanze-Atmosphäre. Zürcher Geographische Schriften, Nr. 67, Zürich.
- [2] **Schlegel, T. et al. (1998):** Interzeptionsverdunstung im hochalpinen Raum. Berichte und Skripten, Nr. 62, Geographisches Institut ETH, Zürich.
- [3] **Schulla, J. (1997):** Hydrologische Modellierung von Flussgebieten zur Abschätzung der Folgen von Klimaänderungen. Zürcher Geographische Schriften, Nr. 69, Zürich.