

QUANTIFICARE E CARTOGRAFARE LA VULNERABILITÀ

NELL'AMBITO DEL PROGETTO EUROPEO CC-WARE SI INTENDE QUANTIFICARE E CARTOGRAFARE LA VULNERABILITÀ DELLE RISORSE IDRICHE AI CAMBIAMENTI CLIMATICI. L'APPROCCIO METODOLOGICO CONSIDERA IN MODO INTEGRATO GLI ASPETTI QUANTITATIVI E QUALITATIVI, E PUÒ ESSERE ADOTTATO UTILIZZANDO DATI DISPONIBILI A LIVELLO NAZIONALE ED EUROPEO.

Nell'ambito del progetto CC-Ware, la vulnerabilità delle risorse idriche al cambiamento climatico è definita come stima dell'impatto che le variazioni di precipitazioni e temperatura previste fino al 2050 dallo scenario di cambiamento climatico denominato A1B, potranno avere sulla disponibilità (vulnerabilità quantitativa) e sulla sua qualità (vulnerabilità qualitativa) delle risorse idriche sotterranee e superficiali,

con particolare riferimento a quelle utilizzabili a scopi idropotabili. La definizione e la cartografia di tale problematica a scala nazionale e transnazionale è condotta nell'ambito del progetto CC-Ware secondo un approccio metodologico applicabile in modo analogo a tutte le nazioni comprese nel South East Europe". La definizione degli aspetti metodologici e l'applicazione di tale approccio alle

regioni italiane ricadenti nel Sud Est Europa sono state condotte da Arpa Emilia-Romagna, attraverso la collaborazione con due atenei della regione, l'Università di Modena e Reggio Emilia e l'Università di Bologna.

Per quanto riguarda gli aspetti di *vulnerabilità quantitativa* delle risorse idriche rispetto al cambiamento climatico, essi sono valutati per mezzo di indici che

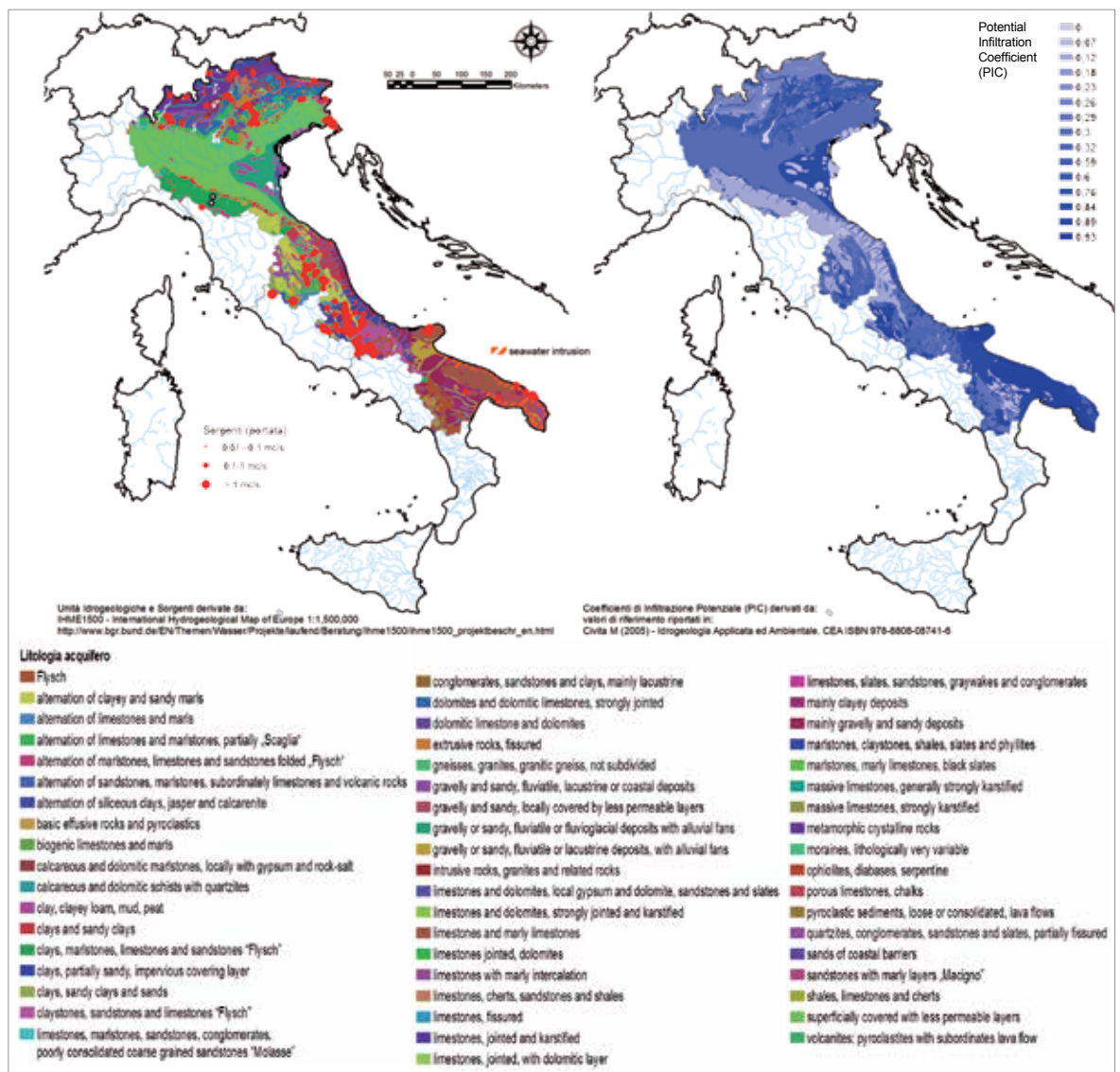


FIG. 1
 UNITÀ
 IDROGEOLOGICHE

Carte delle unità idrogeologiche derivanti dalla "International Hydrogeological Map of Europe - Hme" [1], a cui associare valori di coefficienti di infiltrazione potenziale basati su dati di letteratura.

PROGETTO CC-WARE

definiscono il bilancio tra la disponibilità e l'utilizzo delle risorse stesse. Si tratta di indici basati su indicatori che consentono di stimare come tale bilancio possa essere modificato in conseguenza del cambiamento climatico e dei prevedibili cambiamenti di uso del suolo.

La disponibilità di risorse idriche a scala nazionale deriva da un bilancio idrologico che consideri precipitazioni, evapotraspirazione reale, coefficienti di infiltrazione potenziale e deflusso superficiale, sia allo stato attuale che in conseguenza del cambiamento climatico. Un tal bilancio a scala nazionale è inevitabilmente approssimativo in termini assoluti, ma consente comunque

di evidenziare in termini relativi come variazioni di regime pluviometrico e di evapotraspirazione reale legate al cambiamento climatico possano causare variazioni di potenziale ricarica annua degli acquiferi sotterranei e di deflusso annuo dei corsi d'acqua, evidenziando così tendenze macroscopiche a scala nazionale. Ai fini cartografici ci si basa su:

- carte di precipitazioni e di evapotraspirazione reale attuali e future (scenario attuale e scenario A1B, grigliati a 25 km per l'intero areale See)
- carte delle unità idrogeologiche derivante dalla "International Hydrogeological Map of Europe - Hme" [1], a cui associare valori di coefficienti di

infiltrazione potenziale basati su dati di letteratura (figura 1)

- carte dei bacini idrografici a cui attribuire i valori di deflusso superficiali calcolati per mezzo della stima di bilancio (definita sulla base dei dati disponibili nel portale cartografico nazionale; i valori di deflusso dei corsi d'acqua principali sono utilizzati per validare il bilancio a scala di bacino nella configurazione climatica attuale).

Per utilizzo di risorse idriche ci si riferisce all'uso idropotabile, agricolo e industriale. Le unità territoriali di riferimento sono in questo caso le province (Nuts3). Per lo scenario attuale, i dati derivano da Istat e Arpa regionali (figura 2). Nei casi in cui il

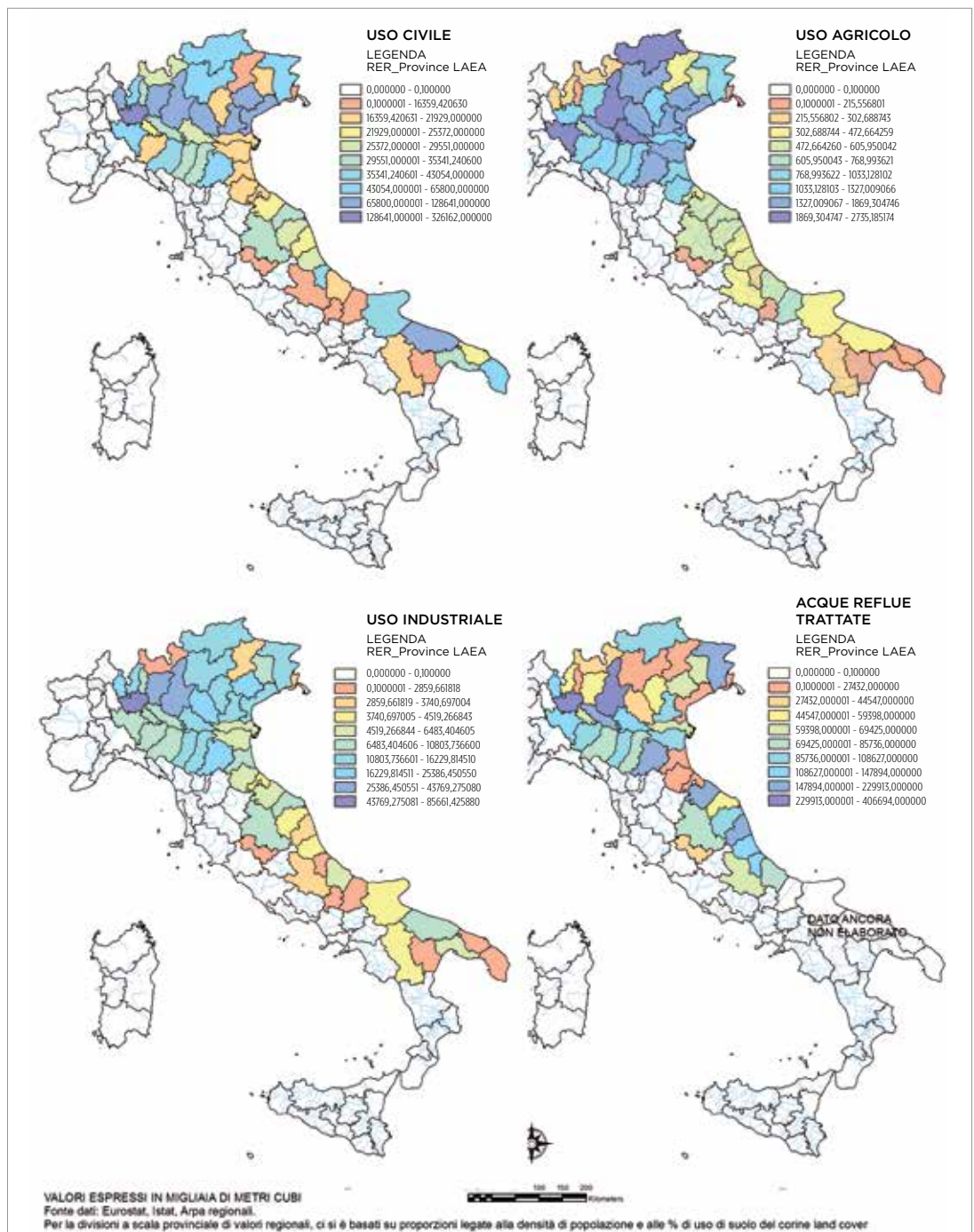


FIG. 2
 UTILIZZO DELLE
 RISORSE IDRICHE

Carte di utilizzo delle risorse per uso idropotabile, agricolo e industriale nelle regioni italiane ricadenti nell'area Sud Est Europa. Dati Istat e Arpa regionali.

dato è disponibile solo a livello regionale, esso è stato disaggregato sulle singole province basandosi sulla proporzionalità dei consumi civili, agricoli e industriali con la numerosità di popolazione e le percentuali dei corrispondenti usi del suolo nelle specifiche province, valutati per mezzo del *Corine Land Cover* (Clc). Verifiche condotte su regioni nelle quali il dato provinciale è disponibile, dimostrano che tale assunzione porta a una buona approssimazione dei valori reali. Tale approccio consente peraltro di stimare le richieste di risorse idriche in futuro, basandosi su scenari di variazione demografica e di uso del suolo conseguente a tali dinamiche e al cambiamento climatico.

Dal rapporto tra disponibilità annua di risorse idriche e loro utilizzo, si deriva l'*Indice di sfruttamento d'acqua* (*Water Exploitation Index - Wei*), già utilizzato da altri studi che lo definivano a scala di bacino idrografico [2]. Nel progetto Cc-Ware, il Wei è normalizzato in scala 0-1 considerando i valori minimi e massimi nell'areale See, al fine di definire un quadro di riferimento univoco a livello transazionale. A tale indice normalizzato è applicato un primo fattore correttivo che evidenzia la disponibilità di grandi riserve idriche sotterranee, stimata sulla base degli attributi associati alle unità idrogeologiche dell'Hme. Un secondo fattore correttivo tiene conto, negli scenari futuri, della variazione di stagionalità delle precipitazioni nello scenario climatico A1B, stimata per mezzo della variazione di *Standardized Precipitation Index* (Spi). Ciò consentirà di definire un *Indice di vulnerabilità qualitativa* (Ivqt) la cui variazione nel tempo evidenzia le conseguenze delle variazioni climatiche e delle variazioni di utilizzo delle risorse idriche in conseguenza degli attesi mutamenti di uso del suolo e demografici.

Gli aspetti di *vulnerabilità qualitativa* delle risorse idriche rispetto al cambiamento climatico sono valutati per mezzo di indici che definiscono la variazione di pressione antropica sui sistemi acquiferi sotterranei e superficiali. Ciò si basa su indici normalizzati che quantificano in modo relativo valori di carico antropico definiti in riferimento a unità territoriali Nuts3, considerando gli scarichi civili (funzione del numero di abitanti connessi a sistemi di depurazione o fosse settiche) e gli usi del suolo agricoli e industriali (in base a valori di carico inquinante per unità di superficie). Tali indici sono integrati in un indice di pressione sulle acque a cui è applicato un fattore correttivo che tiene in

considerazione la vulnerabilità intrinseca dei complessi idrogeologici definiti nella Hme rispetto agli inquinanti. Un ulteriore fattore correttivo terrà conto dei fenomeni di intrusione di acque salate nelle zone costiere, già mappate nella Hme. Tutto ciò consentirà di ottenere un *Indice di vulnerabilità qualitativa* (Ivql) che potrà essere calcolato con riferimento alla situazione attuale e alla situazione futura, ipotizzando variazioni demografiche e di uso del suolo conseguenti a sviluppo socio-economico e cambiamento climatico. I dati per tali scenari sono disponibili sui database dell'Unione europea.

Gli aspetti quantitativi e qualitativi saranno combinati attraverso un *Indice di vulnerabilità integrato* (Ivi), assumendo il valore peggiore tra i due indici suddetti. Per evidenziare la potenziale influenza di corrette politiche di sviluppo dei servizi ecosistemici, tale Ivi sarà ricalcolato applicando coefficienti correttivi ad Ivqt e Ivql che tengano in considerazione la potenziale maggiore estensione areale di servizi ecosistemici aventi funzioni di riserva, regolazione e depurazione di risorse idriche.

Le singole mappe di indice di vulnerabilità quantitativa e qualitativa

ottenute sullo scenario attuale, saranno validate attraverso un confronto con le informazioni disponibili circa il reale stato quantitativo e chimico delle acque sotterranee e superficiali definito sui singoli corpi idrici sotterranei e superficiali ai sensi della direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE). A tal fine, perlomeno per l'Italia, i dati risultano in larghissima parte disponibili presso il portale dell'Agenzia europea dell'ambiente [3]. Ci si attende una generale corrispondenza tra situazioni di vulnerabilità e conseguenti stati ecologici e ambientali critici anche se, va sottolineato, non è necessariamente vero che situazioni di elevata vulnerabilità al cambiamento climatico abbiano già comportato effetti negativi sullo stato delle acque.

Federico Cervi¹, Alessandro Corsini², Francesco Ronchetti², Mircea-Margarit Nistor², Lisa Borgatti¹, Demetrio Errigo³, Marco Marcaccio³

1. Dipartimento di Ingegneria civile, chimica, ambientale e dei materiali
Università di Bologna
2. Dipartimento di Scienze chimiche e geologiche
Università di Modena e Reggio Emilia
3. Direzione tecnica, Arpa Emilia-Romagna

RIFERIMENTI

[1] IHME1500 - International Hydrogeological Map of Europe 1:1,500,000
<http://bit.ly/IHME1500>

[2] University of Kassel, Alterra, "Water stress indicator WEI for annual average on river basin level for the a) baseline, b) 2050 under the 'economy comes first' scenario, and c) compared with urban population numbers",
http://bit.ly/WEI_map

[3] European Environmental Agency, "Waterbase: databases on the status and quality of Europe's rivers, lakes, groundwater bodies and transitional, coastal and marine waters, and on the quantity of Europe's water resources",
<http://bit.ly/waterbase>



FOTO: SIMONE D'ONO - FLECKR - CC