

VALUTARE LA VULNERABILITÀ DEI CORPI IDRICI A SCALA LOCALE

NELL'AMBITO DEL PROGETTO CC-WARE, IL MONITORAGGIO E LA MODELLAZIONE DI TRE SORGENTI TRA MODENA E REGGIO EMILIA CONSENTIRÀ DI VALUTARE GLI EFFETTI QUALI-QUANTITATIVI SULLA RISORSA IDRICA IN RISPOSTA AGLI SCENARI ATTESI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO E DI VARIAZIONE DELL'USO DEL SUOLO NEI BACINI DI RICARICA DELLE SORGENTI.

Nell'ambito del progetto europeo Cc-Ware si intende quantificare a scala locale la vulnerabilità ai cambiamenti climatici delle risorse idriche sotterranee che alimentano sorgenti nell'ambito montano dell'Emilia-Romagna. Ci si riferisce specificatamente a risorse idriche immagazzinate in corpi idrici sotterranei montani, definiti ai sensi della direttiva quadro 2000/60/CE (Regione Emilia-Romagna, 2010). Tale vulnerabilità è intesa sia in termini quantitativi, come disponibilità futura della risorsa idrica sotterranea, sia in termini qualitativi, ovvero come mantenimento delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque di fonte. Inoltre, si intende analizzare il ruolo dei servizi ecosistemici in questa particolare tematica e quantificare la loro possibile azione mitigatrice nei confronti dei cambiamenti climatici e di uso del suolo futuri. Ciò permetterà di

fornire linee guida per una opportuna regolamentazione dell'uso del suolo nelle zone di ricarica dei corpi idrici sotterranei.

Dal punto di vista metodologico, l'analisi della problematica, comporta la definizione di indicatori di pericolosità caratterizzanti il cambiamento climatico al 2050 (indice di aridità; indice di precipitazione standard; evapo-traspirazione reale e potenziale), e indicatori di vulnerabilità atti a quantificare gli effetti sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo della risorsa idrica sotterranea. Si tratta specificatamente delle seguenti tipologie di indicatori:

- *vulnerabilità fisica* (correlati ai cambiamenti climatici e dell'uso del suolo)
- *vulnerabilità socio-economica* (correlati alle variazioni dello sfruttamento della risorsa idrica e dell'uso del suolo)
- *adattamento/mitigazione* (correlati

al ruolo dei servizi ecosistemici, strettamente connessi all'uso del suolo). Tra gli indicatori di vulnerabilità fisica, l'approccio metodologico vede nell'indice Vespa (Galleani et al., 2011) un potenziale strumento per valutare la vulnerabilità delle risorse idriche tanto nel presente quanto nel futuro. Esso si basa sulla cross-correlazione tra variabilità di portata, conducibilità elettrica e temperatura delle acque di sorgente: parametri sensibili al cambiamento climatico, che possono essere monitorati con sonde multiparametriche. L'evoluzione nel tempo dei parametri considerati può essere ottenuta con modelli numerici di flusso degli acquiferi aventi come input gli scenari climatici che prevedono variazioni di precipitazione ed evapotraspirazione reale al 2050. La stima dell'indice Vespa fornisce inoltre indicazioni sui processi di rinnovamento

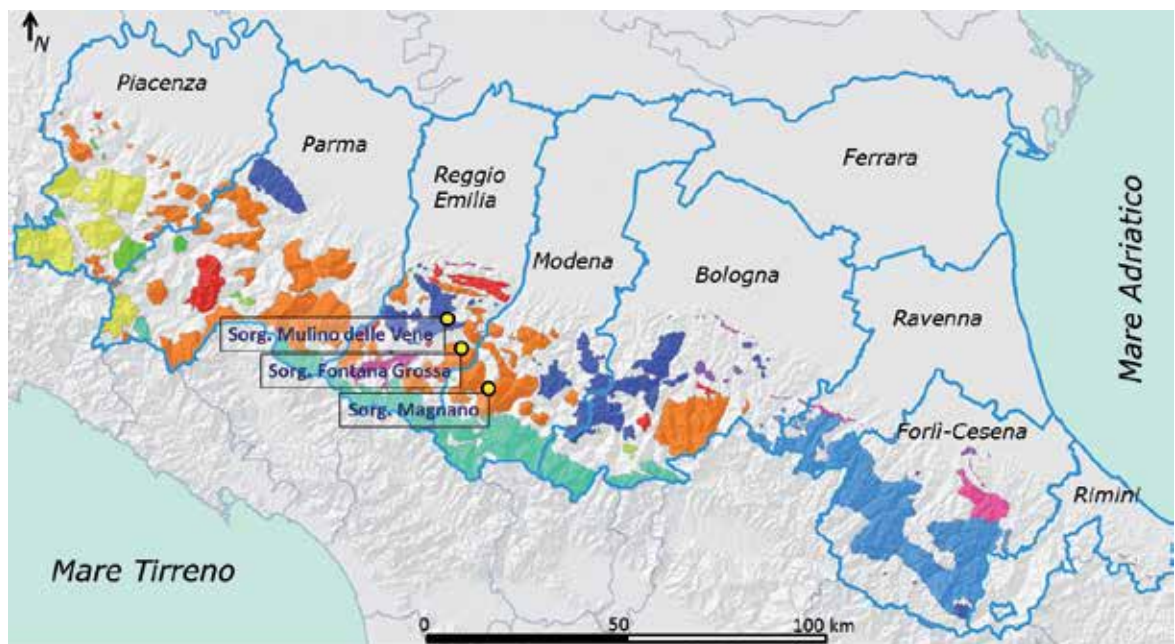


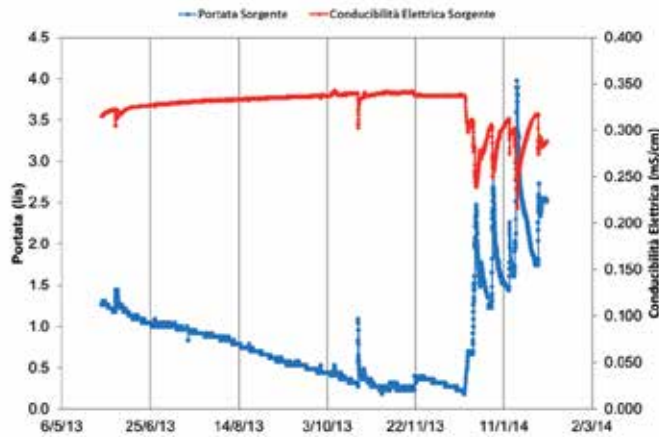
FIG. 1
SORGENTI
MONITORATE

Sorgenti pilota monitorate per testare l'indice Vespa all'interno del progetto Cc-Ware.



FIG. 2
MONITORAGGIO
SORGENTI

Esempio del monitoraggio a frequenza oraria di portata, conducibilità elettrica e temperatura delle acque attivo sulle tre sorgenti pilota del progetto Cc-Ware da aprile 2013.



della risorsa idrica sotterranea e quindi sulla vulnerabilità dello stato qualitativo della risorsa stessa. I processi di rinnovamento possono essere:

- processo di sostituzione (l'acqua d'infiltrazione raggiunge in breve tempo, ore-giorni, il punto sorgente)
- processo di pistonaggio (l'acqua d'infiltrazione genera un impulso di pressione che si trasmette attraverso il corpo idrico sino al punto sorgente)
- processo di omogeneizzazione (l'acqua di infiltrazione si mescola con il corpo idrico per poi raggiungere il punto sorgente).

Per testare tale approccio metodologico sono state individuate tre sorgenti pilota che drenano differenti corpi idrici sotterranei dell'Appennino emiliano (Regione Emilia-Romagna, 2010): la sorgente Fontana Magnano, in comune di Palagano (Mo) e la sorgente Fontana Grossa in comune di Toano (Re), che scaturiscono da ammassi rocciosi fessurati composti da alternanze di marne-calcaree/peliti e arenarie/peliti tettonizzate (Corpo idrico Villa Minozzo - Toano - Prignano sul Secchia), e la sorgente Mulino delle Vene in comune di Carpineti (Re), scaturisce da ammassi rocciosi fratturati composti da areniti (Corpo idrico Monte Fuso - Castelnovo Monti - Carpineti) (figura 1). In tali sorgenti, è attivo da aprile 2013 un monitoraggio a frequenza oraria di portata, conducibilità elettrica e temperatura delle acque (figura 2). In ogni sorgente viene anche realizzato un campionamento mensile per determinare le concentrazioni dei cationi e anioni principali e in traccia, dell'ossigeno disciolto e degli isotopi stabili dell'idrogeno e dell'ossigeno. Inoltre, per supportare una corretta definizione delle zone e dei processi di ricarica, sono mensilmente analizzati gli isotopi stabili dell'idrogeno e dell'ossigeno di acqua meteorica campionata in 4 pluviometri localizzati a diverse quote altimetriche

nei pressi delle sorgenti. L'insieme di tali dati, consentirà quindi di definire compiutamente l'attuale vulnerabilità fisica qualitativa e quantitativa di tali sorgenti per mezzo del calcolo dell'indice Vespa. Per la previsione della vulnerabilità, ovvero per analizzare come i cambiamenti climatici e di uso del suolo potranno far variare l'indice Vespa, ci si baserà invece su modelli numerici (software Feflow, Dhi-Wasi) atti a simulare gli attuali processi di ricarica e di rilascio dei corpi idrici nelle tre sorgenti. Tali modelli, una volta tarati sui dati attuali, saranno in grado di restituire differenti idrogrammi delle portate delle tre sorgenti come risposta alla combinazione dei diversi futuri scenari climatici e di uso del suolo e, da essi, sarà possibile calcolare gli indici di variabilità delle portate attese che sono alla base del calcolo dell'indice Vespa. Inoltre, su tale base sarà possibile fornire indicazioni sull'effetto, in termini di variabilità di portate, di servizi ecosistemici legati all'uso del suolo, in particolare quello boschivo. Per la costruzione di tali modelli numerici sono in corso rilevamenti idrogeologici di dettaglio, la caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi finalizzata alla stima della permeabilità con prove di permeabilità in sito. Inoltre, dall'analisi di foto aeree multi-temporali e dal database Corine Land Cover è stata cartografata l'evoluzione dell'uso del suolo dal 1954 a oggi nelle aree circostanti le sorgenti. Per la stima della ricarica meteorica attuale è attivo sui tre siti il monitoraggio

delle precipitazioni e delle temperature, mentre altri parametri tra i quali umidità dell'aria, velocità del vento e radiazione solare sono reperiti oppure stimati per interpolazione, partendo dai dati delle stazioni della rete di monitoraggio Arpa prossime ai siti di studio.

Concludendo, le attività svolte a scala locale all'interno del progetto Cc-Ware, concorrono a definire i processi di ricarica e di rilascio, la vulnerabilità attuale quantitativa e qualitativa della risorsa idrica in zone di montagna caratterizzate dall'affioramento di rocce fratturate e fessurate, che costituiscono la quasi totalità dei corpi idrici montani nell'Appennino settentrionale. Esse permetteranno di stimare la vulnerabilità di tali risorse idriche rispetto a futuri scenari di cambiamento climatico e di porre le basi per la definizione di linee guida per una corretta gestione dell'uso del suolo nelle aree di ricarica delle sorgenti, con particolare riguardo agli usi boschivi in grado di fornire servizi ecosistemici.

Francesco Ronchetti¹, Alessandro Corsini¹, Federico Cervi², Mircea-Margarit Nistor¹, Francesca Petronici², Demetrio Errigo³, Marco Marcaccio³

1. Dipartimento di Scienze chimiche e geologiche, Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

2. Dipartimento di Ingegneria civile, chimica, ambientale e dei materiali, Università degli studi di Bologna

3. Direzione tecnica, Arpa Emilia-Romagna

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Galleani L., Vigna B., Banzato C., Lo Russo S., 2011, "Validation of a Vulnerability Estimator for Spring Protection Areas: The VESPA index", *Journal of Hydrology*, 396, 233-245.

Regione Emilia-Romagna, 2010, Delibera di giunta n. 350, <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/acque/temi/piani%20di%20gestione>