

## **4. Le conoscenze disponibili per la montagna e le proposte**

### **4.1 Criteri generali**

La ricorrenza degli eventi siccitosi negli ultimi quindici anni e l'esperienza dell'anno 2017, indicano come sia necessario affrontare questo fenomeno naturale non solo come un'emergenza, ma come una caratteristica climatica.

Come è motivo di studio per specialisti, le siccità ricorrenti sono il prodotto di una mutazione del regime delle precipitazioni, che alternano fasi di abbondanza a quelle di assenza, in ciò sovrapponendosi al ciclo astronomico delle stagioni.

Per la formazione di politiche regionali di adattamento, è quindi necessario disporre di dati territoriali per

- sostenere le politiche di ottimizzazione del rapporto tra i fabbisogni del settore irriguo (più esigente) e di quello idropotabile, all'insegna di una differenziazione delle fonti di approvvigionamento e di una razionalizzazione degli utilizzi
- affrontare il fenomeno alla scala di bacino e di sistema pianura-montagna
- disporre di monitoraggi per l'allertamento precoce (e non solo nella stretta dell'emergenza), basato su indicatori idro-meteorologici e idrogeologici, da mettere a sistema a formare una rete integrata e da integrare ai monitoraggi già in essere in ambito regionale.

A tale fine viene presentata una sintesi delle conoscenze disponibili presso il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, per le quali è in corso di aggiornamento il sito internet dedicato (anche nell'ambito dei progetti di Direzione). Seguono alcune proposte, che vogliono essere anche lo spunto per le collaborazioni tra i Servizi regionali e gli Enti con competenze nel settore.

Il punto di vista è quello delle conoscenze geologiche applicate allo studio applicativo delle risorse idriche sotterranee dell'Appennino emiliano-romagnolo.

### **4.2 Conoscenze per la montagna**

La montagna è il contesto da cui origina la risorsa idrica disponibile in pianura. Di seguito sono sinteticamente descritti i dati disponibili o in corso di formazione presso il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente.

#### Sorgenti e acquiferi

Il Piano di Tutela delle Acque, approvato nel 2005, vedeva, come unica base dati disponibile sulle acque sotterranee dell'Appennino emiliano-romagnolo, una cartografia degli acquiferi montani a scala 1:250.000, tratta da una pubblicazione del Servizio Geologico regionale (Viel, De Nardo e Montaguti, 2003, Schema Direttore della Pericolosità Geoambientale).

Grazie al contributo conoscitivo dato, su richiesta, alla pianificazione territoriale di ambito provinciale e sovraregionale (Piani di Gestione di Distretto Idrografico) negli ultimi dieci anni, per il settore montano regionale si dispone di:

- oltre seimila segnalazioni sulla localizzazione delle sorgenti captate, libere (ove l'informazione è disponibile)
- censimenti delle sorgenti e delle risorgive di pianura storicamente documentate
- cartografie sugli acquiferi montani di ambito provinciale, a scala 1:10.000 a corredo dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale
- cartografie dei Corpi Idrici Sotterranei confrontabili con quelle delle regioni limitrofe, per i Piani di Gestione di Distretto ed in attuazione della Direttiva Quadro sulle Acque

Queste basi dati sono schematizzate in figura 4.2.1.

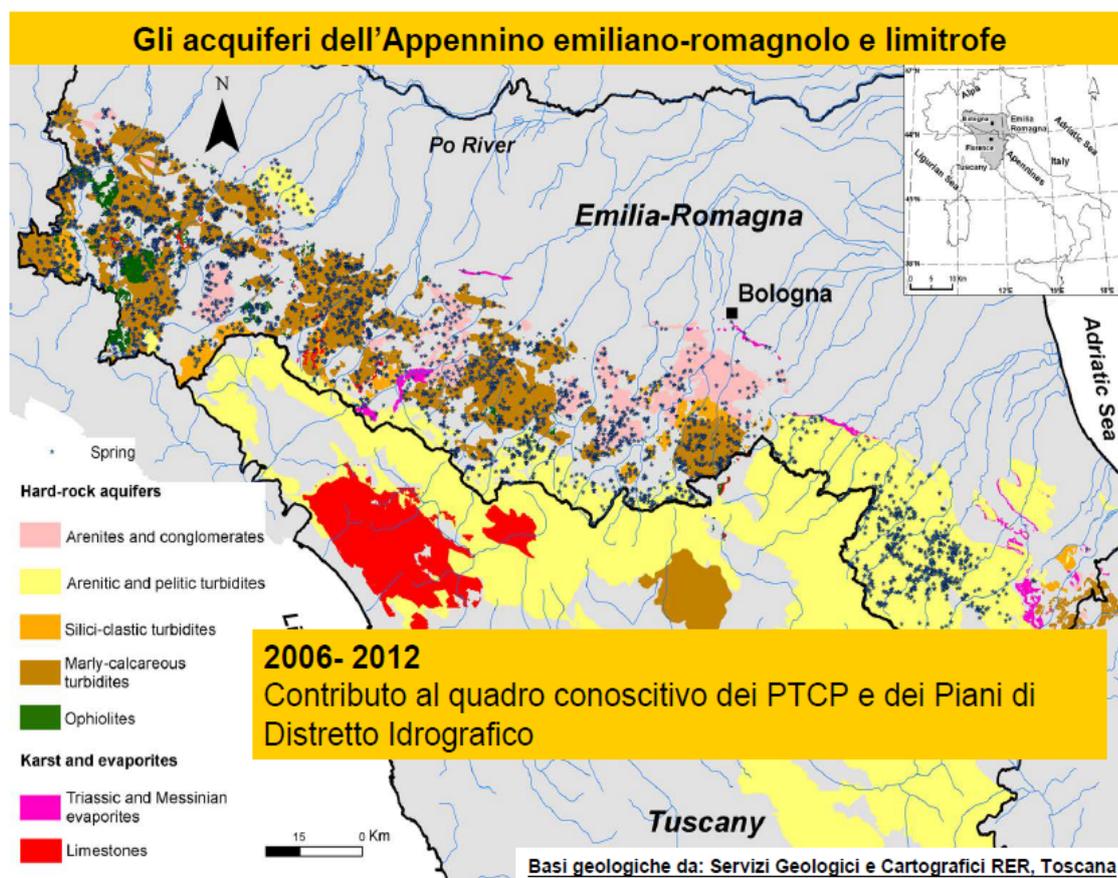


Figura 4.2.1 - Gli acquiferi dell'Appennino, tra Emilia-Romagna e Toscana, classificati su base geologica. I punti indicano le sorgenti captate da acquedotto

Gli acquiferi montani sono ospitati negli ammassi rocciosi, permeabili per fratturazione. In determinati contesti, sono di interesse anche gli accumuli detritici di spessore importante (es. i depositi di origine morenica). Le coperture di versante (tra cui i corpi di frana) possono ospitare sorgenti che, quando non effimere, sono indicative di una connessione con il substrato roccioso.

Nel settore emiliano e nell'alto Appennino forlivese e riminese, i corpi idrici sotterranei montani sono delimitati da confini corrispondenti a limiti di permeabilità di significato regionale.

L'approvvigionamento idropotabile è comunemente garantito da sorgenti, numerose e in genere di piccola magnitudo (inferiore ad 1 l/s in magra); solo in settori specifici e geologicamente non

“casuali”, esistono sorgenti con portate di alcune unità oppure (più raramente) dell’ordine della decina di litri al secondo, strategiche per l’approvvigionamento di più Comuni.

Solo ove possibile, in occasione di crisi idriche stagionali i prelievi da sorgente sono integrati da quelli dei pozzi, localizzati nei depositi alluvionali di fondovalle. Questi ultimi ospitano acquiferi connessi alle acque superficiali e a tutt’oggi non studiati approfonditamente.

A partire dal quadro generale sopra descritto, negli ultimi tre anni di attività del Servizio le conoscenze sono state implementate attraverso l’elaborazione di cartografie di dettaglio provinciale o sovracomunale, frutto di numerose collaborazioni con gli Enti. Si citano i principali:

- carta dei complessi idrogeologici dell'Appennino parmense, contributo al quadro conoscitivo per l'aggiornamento del Piano Infraregionale delle Attività Estrattive. Collaborazione con il Servizio Difesa del Suolo della Costa e Bonifica, Provincia di Parma (Figura 4.2.2).

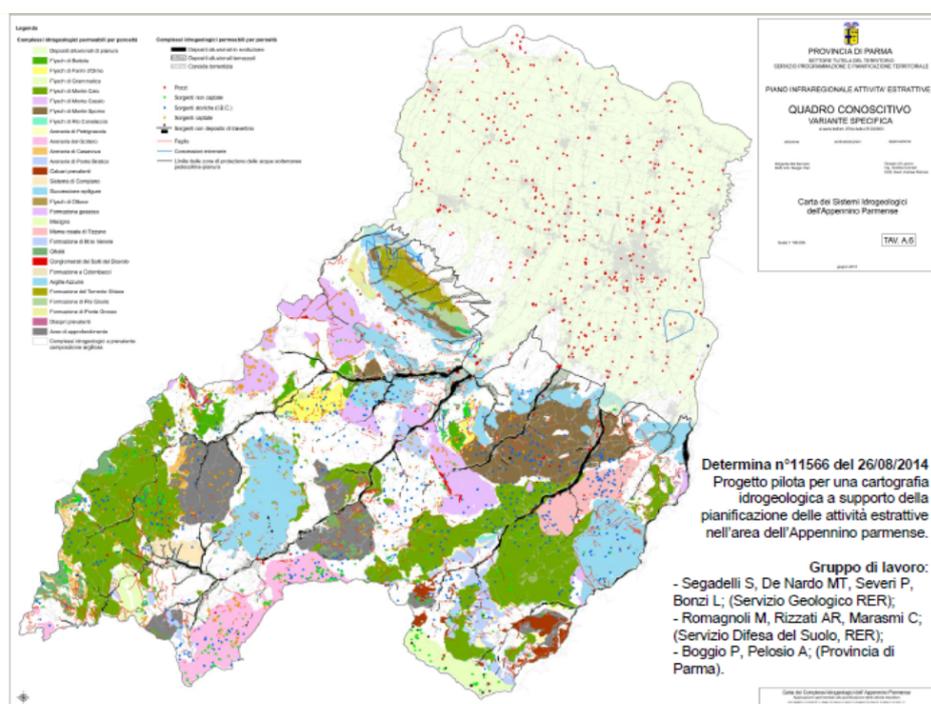


Figura 4.2.2 - Carta dei complessi idrogeologici dell’Appennino parmense. Tratta da: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/divulgazione/convegni-e-seminari/convegno-valore-appennino/risorse-naturali-montagna-2/view>

- Cartografie ad uso di UNCEM per l’attuazione della DGR 933/2012, sulla quota-parte della tariffa del Servizio Idrico Integrato, per il finanziamento di interventi di difesa del suolo nelle aree di ricarica delle sorgenti captate
- Cartografie sugli acquiferi e le sorgenti delle aree naturali protette gestite dalla Macroarea dell’Emilia-Centrale nell’Appennino modenese
- Caratterizzazione di acquiferi in ofioliti, in provincia di Parma (Monte Penna, Monte Prinzerà, Monte Zirone, e Firenze (Sasso di Castro). Collaborazioni con le Università di Parma e Bologna
- Studio di sorgenti cosiddette “pietrificanti”, accompagnate da importanti depositi di travertino (es. S. Cristoforo di Labante, Appennino bolognese), oggetto di tutela in base alla direttiva Habitat 92/43/CEE. Collaborazioni con l’Università e la Provincia di Bologna
- Studi sugli aspetti ecologici delle acque sorgive, in 16 contesti rappresentativi delle situazioni idrogeologiche dell’Appennino emiliano-romagnolo (Progetto Exploring

Biodiversity of Emilia Romagna springs, EBERs). Collaborazione con il Museo di Scienze naturali di Trento

Studi idrogeologici di dettaglio

Sono stati svolti e sono in corso di svolgimento studi idrogeologici di dettaglio su singoli acquiferi in ofioliti: è il caso del Monte Prinzerà e del Monte Zirone nel medio Appennino parmense.

Con lo studio del Monte Prinzerà (2010-2013) è stata messa a punto una metodologia di analisi basata sul rilevamento geologico-strutturale, il monitoraggio delle portate e di parametri chimico-fisici delle sorgenti, il campionamento per analisi chimiche e degli isotopi.

Ne è risultata la carta idrogeologica di figura 4.2.3, dove sono rappresentate le linee di flusso sotterraneo (freccie) che alimentano le sorgenti rilevate; tale cartografia è propedeutica alla delimitazione delle zone di rispetto delle sorgenti captate con criterio idrogeologico anziché geometrico (“raggio dei 200 metri”, in origine nel DPR 236/88)

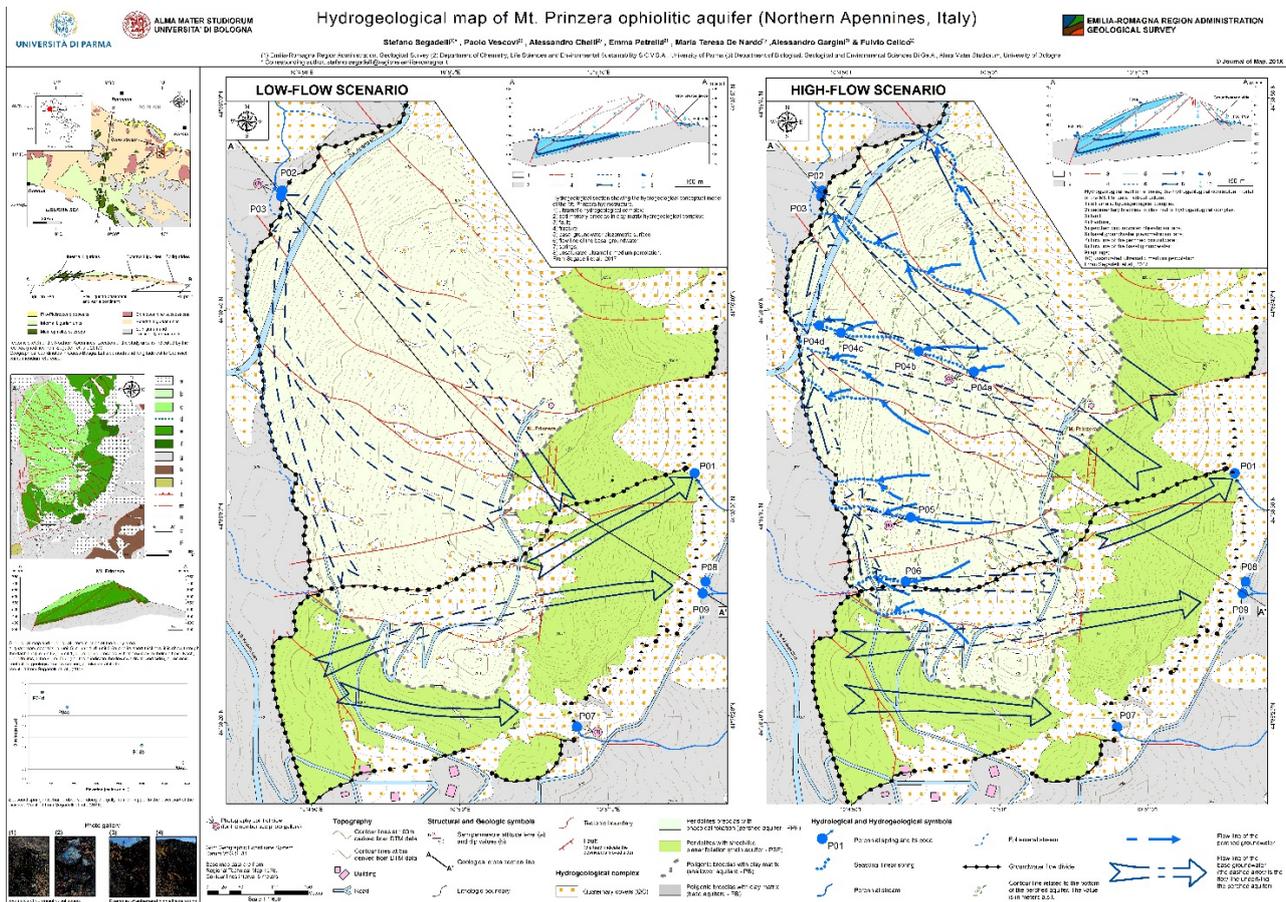


Figura 4.2.3 – Carta idrogeologica del Monte Prinzerà

Il rilevamento geologico-strutturale ha evidenziato che il mezzo ofiolitico di Monte Prinzerà, un acquifero eterogeneo multifalda, con una falda sospesa stagionale, a deflusso sub-corticale e una falda basale, a deflusso più prolungato e profondo (figura 4.2.4);

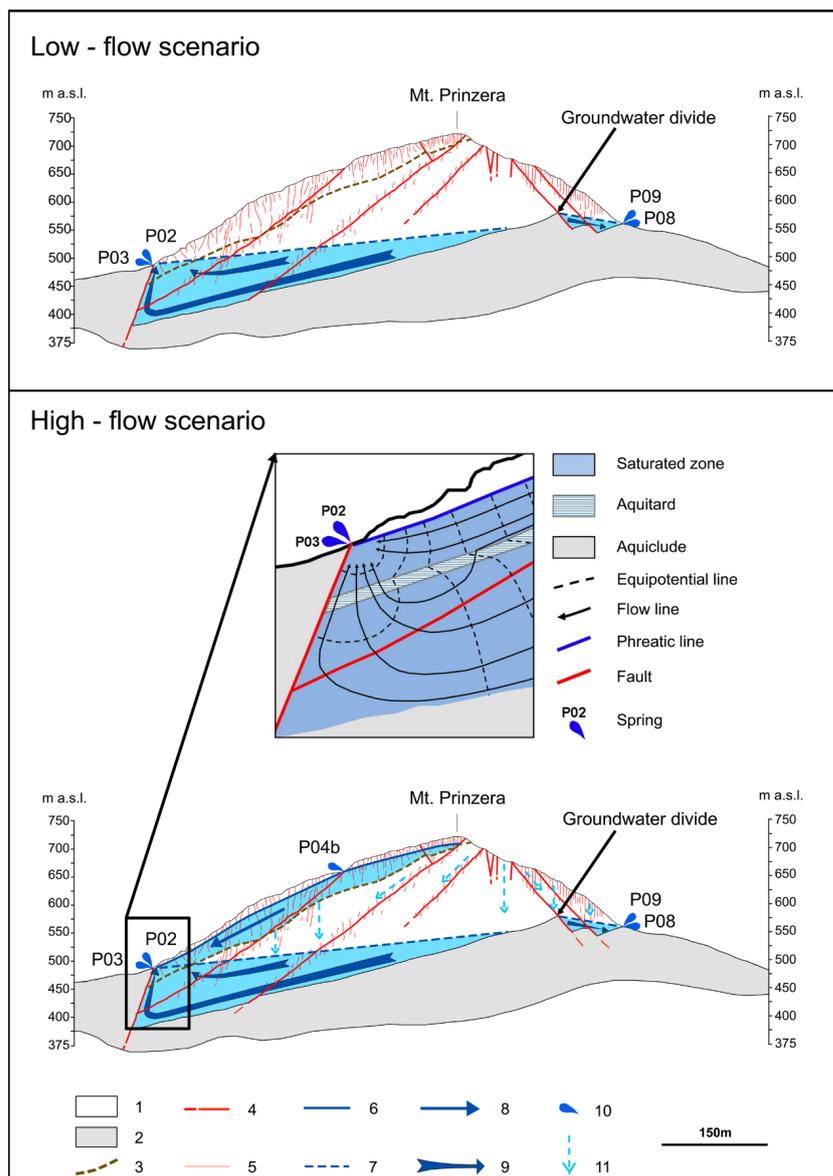


Figura 4.2.4 – Modello idrogeologico concettuale del Monte Prinzerza ricavato su base sperimentale. Le peridotiti fratturate ospitano due falde, di cui una basale, persistente nei periodi di riduzione degli afflussi (“low flow”) e una sospesa, presente in regime di morbida (“high flow”).

Dai risultati dei monitoraggi, svolti per la durata di un anno idrologico, deriva una notevole diversificazione dei caratteri idrochimici delle sorgenti locali, indizio di una compartimentazione dell'idrostruttura. Ciò è spiegabile con la combinazione di due fattori:

- il motivo strutturale di sovrapposizione delle rocce permeabili (peridotiti) su unità argillitiche a bassa permeabilità, che condiziona l'idrodinamica sotterranea basale
- la presenza di elementi di eterogeneità verticale, che inducono la frammentazione dei recapiti sorgivi

Il modello idrogeologico concettuale, individuato per il Monte Prinzerza su base sperimentale, ha permesso la messa a punto di un approccio metodologico multidisciplinare per la caratterizzazione degli acquiferi ofiolitici.

Per chiarire come questo modello si possa estendere a situazioni simili nelle unità ofiolitiche appenniniche, con la collaborazione dell'Università di Parma è stato svolto lo studio idrogeologico

dell'acquifero del Monte Zirone, limitrofo al Prinzera e importante per la presenza di: sorgenti captate da acquedotto, una concessione di acque minerali, una cava di pietrisco la cui l'attività estrattiva è stata sospesa.

Nel corso di un anno idrologico (da maggio 2016 a maggio 2017) sono state monitorate 10 sorgenti e due piezometri. Con cadenza settimanale, per ciascuno sono stati monitorati: portata (o soggiacenza, nel caso dei piezometri) e parametri chimo-fisici "volatili". È stato eseguito mensilmente il campionamento delle acque sorgive per le analisi isotopiche, per la stima dell'età delle acque e quindi del tempo di residenza delle stesse. Queste analisi sono a carico dell'Università di Parma ed i loro risultati contribuiranno alla caratterizzazione degli acquiferi, differenziando quelli con una circolazione "veloce" rispetto a quelli a cinematica lenta ed acque più vecchie.

In generale, considerando non solo gli studi di dettaglio in acquiferi ofiolitici, ma **tutte le esperienze di approfondimento** condotte dal Servizio negli ultimi tre anni, si evidenziano le seguenti ricadute applicative:

- metodologie per l'individuazione dei settori idrogeologicamente produttivi, di interesse per l'approvvigionamento idropotabile in ambito sovracomunale. In figura 4.2.5 è rappresentato uno dei modelli geologici interpretativi a cui sono riconducibili tali settori, ove si abbia la sovrapposizione di rocce a comportamento fragile (sede di acquiferi) su unità plastiche.

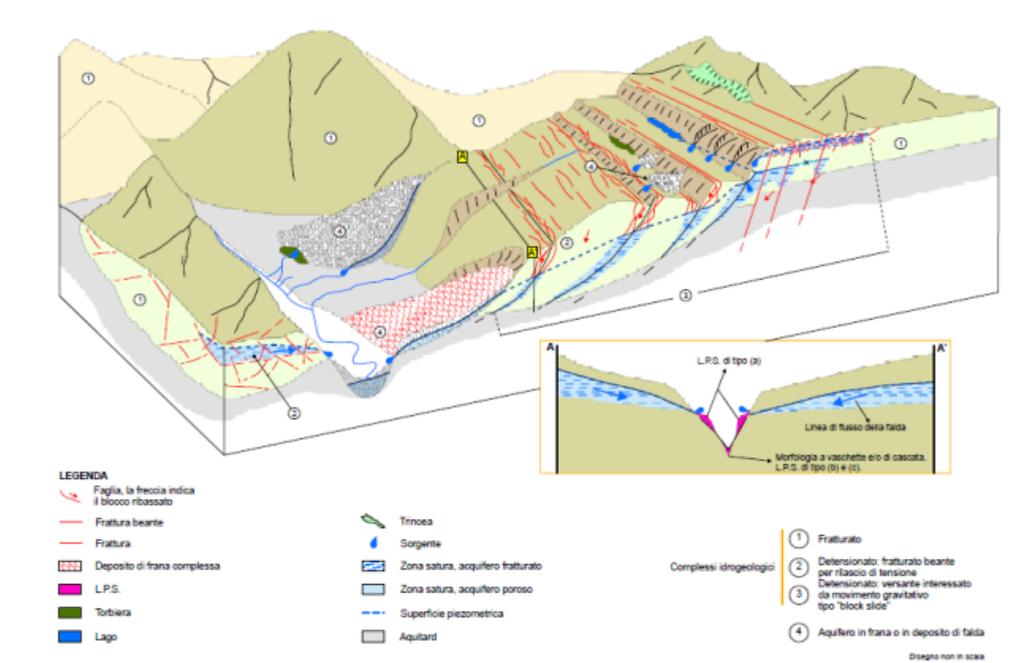


Figura 4.2.5 – Modello geologico che contraddistingue alcuni dei settori maggiormente produttivi dell'Appennino emiliano, in termini di disponibilità di risorse idriche sotterranee, ove si abbia una sovrapposizione tra acquiferi in roccia fratturata e un substrato meno permeabile, a comportamento plastico.

- L'analisi delle portate delle sorgenti monitorate negli acquiferi del Monte Prinzera (PR), Monte Zirone (PR), Monte Penna (PR), Sasso di Castro (BO-FI) e Labante (BO), ha permesso di evidenziare un rapporto tra ricarica diretta (in mm) e precipitazione totale (in mm) che varia da un minimo pari a 0,22 (Labante) a un massimo di 0,46 (Monte Prinzera).
- Questi dati permettono di considerare tali acquiferi come mediamente permeabili, sede di risorse idriche sotterranee non trascurabili per il contesto dell'Appennino emiliano-romagnolo

### **4.3 Mitigare la vulnerabilità alla siccità, con il contributo della Geologia: proposte per il settore montano**

Vengono proposti, articolandoli per punti, i seguenti temi di approfondimento, attraverso i quali il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli può fornire un contributo di settore alla formazione di un quadro conoscitivo regionale sugli effetti delle siccità ricorrenti, per le politiche di mitigazione.

Le conoscenze geologiche e idrogeologiche utili sono disponibili, o in corso di predisposizione; l'attuazione delle ricerche applicate proposte comporta anche l'attivazione di collaborazioni con i Servizi regionali e gli Enti con competenze nel settore delle risorse idriche.

L'interesse è focalizzato sul **settore montano** e sulle **acque sotterranee** in particolare, nell'ottica di:

- studiare l'esposizione al fenomeno delle siccità ricorrenti
- disporre di monitoraggi per l'allertamento precoce (e non solo nella stretta dell'emergenza), basato su indicatori meteo, idrologici e idrogeologici da mettere a sistema, per l'ambito montagna-pianura
- contribuire alla formazione di politiche regionali di mitigazione della vulnerabilità alle siccità ricorrenti
- disporre di conoscenze che sostengano la programmazione di interventi (piccoli invasi, ricarica artificiale delle falde in conoide o altro) secondo una scala di bacino e di sistema montagna-pianura

Questi obiettivi dovranno quindi inquadrarsi in un contesto più generale di politiche regionali sugli utilizzi della risorsa acqua. Tra queste: l'ottimizzazione del rapporto tra i fabbisogni del più esigente settore irriguo con quelli (prioritari) dell'idropotabile, attraverso il risparmio e l'orientamento a coltivazioni resilienti; la differenziazione delle fonti di approvvigionamento, privilegiando interventi idonei (per impegno) ad essere "agili" ed operativi in tempi ragionevoli, nel modo flessibile richiesto da un contesto climatico in evoluzione.

#### **A. Conoscere l'aspetto quantitativo delle sorgenti**

1. Completare il quadro conoscitivo regionale sulle sorgenti con dati sulle portate naturali e captate
2. Classificare le sorgenti in base alla portata di magra (deflusso di base) e captata, evidenziando quelle di importanza sovracomunale, da caratterizzare dal punto di vista geologico e idrogeologico in quanto strategiche
3. Incrementare la ricerca di nuove risorse idriche sotterranee e rivalutare le esistenti, non captate o di uso temporaneo o con captazioni da adeguare
4. Classificare i corpi idrici sotterranei in termini di produttività e bilancio idrologico

#### **B. Conoscere per differenziare le fonti di approvvigionamento idropotabile**

1. Acquisire dati sui pozzi di subalveo, con particolare riferimento a quelli che integrano i prelievi da sorgente attraverso la rete acquedottistica;

2. Individuare i settori dei depositi alluvionali intravallivi di interesse per studi idrogeologici di dettaglio, in relazione alle potenzialità per la perforazione di nuovi pozzi, l'efficientamento di quelli esistenti, gli interventi di ricarica delle falde
3. Formare quadri conoscitivi sulle risorse esistenti e complementari a quelle di uso prevalente o esclusivo, rendendo i comuni interessati meno dipendenti da queste ultime, almeno in periodi dell'anno ove ciò sia attuabile.

### **C. Approfondire le relazioni tra reti acquedottistiche e corpi idrici sotterranei.**

1. Confrontare (con criterio idrogeologico) le reti acquedottistiche, le sorgenti ed i corpi idrici sotterranei da cui si approvvigionano; differenziare le situazioni idrogeologiche oggetto di prelievi da subalveo, tipiche dei depositi alluvionali intravallivi.
2. Classificare le sorgenti in base al comportamento in occasione degli anni maggiormente siccitosi es. 1998, 2003, 2006, 2007, 2012, 2017
3. Recuperare i dati sulle sorgenti storicamente documentate e/o dismesse per motivi gestionali, da indicare per una successiva verifica delle potenzialità di recupero
4. Cartografare le criticità legate agli interventi in occasione di eventi passati di diversa "magnitudo" (siccità *versus* crisi idriche stagionali e ricorrenti);

**Risultati A+B+C:** individuazione dei corpi idrici sotterranei (e dei loro settori) particolarmente produttivi e strategici per l'approvvigionamento idropotabile in ambito sovracomunale; classificazione dei settori maggiormente vulnerabili alla siccità dell'Appennino emiliano-romagnolo, differenziandone le cause.

### **D. Formazione di una rete di allertamento precoce della siccità, in grado di monitorare il fenomeno dalle origini e nella sua evoluzione**

Dalle azioni A+B+C si ottengono dati utili alla formazione di un quadro conoscitivo per la messa a sistema dei monitoraggi di sorgenti strategiche, da integrare con i dati della rete idro-meteo regionale esistente e consolidata.

### **E. Contributo conoscitivo sui Servizi Ecosistemici nel settore montano**

Al pregio quali-quantitativo delle risorse idriche montane è attribuibile un valore, trattandosi di un servizio ecosistemico (secondo la classificazione del 2005 del *Millennium Ecosystem Assessment*) di cui beneficiano popolazioni anche lontane dai luoghi in cui ha origine la risorse. La collocazione in aree naturali protette rappresenta un ulteriore valore aggiunto. I pagamenti per tali servizi potranno concretizzarsi in azioni per il mantenimento dell'integrità quali-quantitativa delle acque, utili anche alla locale mitigazione del rischio siccità.

**Risultati attesi e applicazioni:** è possibile differenziare cartograficamente i settori montani sede di risorse idriche sotterranee di naturale pregio quali-quantitativo, assimilabili a servizi ecosistemici di fornitura ed approvvigionamento.

### **Siti internet di interesse**

Acque sotterranee dell'Appennino emiliano-romagnolo, conoscenze generali

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/acque/acqua-dalle-rocce-una-ricchezza-della-montagna>

[http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia-en/archivio\\_pdf/water-resources-1/flowpath-2012-poster/view](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia-en/archivio_pdf/water-resources-1/flowpath-2012-poster/view)

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/divulgazione/convegni-e-seminari/convegno-valore-appennino/risorse-naturali-montagna-2/view>

Sorgenti “pietrificanti” e travertini

[http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/pubblicazioni/articoli-su-riviste-specialistiche/Cantonati\\_etal\\_2016\\_GlobalreviewLPS\\_STOTEN.pdf/view](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/pubblicazioni/articoli-su-riviste-specialistiche/Cantonati_etal_2016_GlobalreviewLPS_STOTEN.pdf/view)

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/acque/le-sorgenti-associate-a-depositi-di-carbonato-di-calcio>

[http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia-en/archivio\\_pdf/water-resources-1/Field\\_trip\\_2012.pdf/view](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia-en/archivio_pdf/water-resources-1/Field_trip_2012.pdf/view)

Studi idrogeologici applicativi di dettaglio, acquiferi in roccia

[http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia-en/archivio\\_pdf/water-resources-1/hydrogeological-mapping-heterogeneous-multi-layered-ophiolitic-aquifers](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia-en/archivio_pdf/water-resources-1/hydrogeological-mapping-heterogeneous-multi-layered-ophiolitic-aquifers)

[http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia-en/archivio\\_pdf/water-resources-1/large-scale-geomorphological-mapping-as-a-tool-to-detect-structural-features-the-case-of-mt-prinzera-ophiolite-rock-mass-northern-apennines-italy/view](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia-en/archivio_pdf/water-resources-1/large-scale-geomorphological-mapping-as-a-tool-to-detect-structural-features-the-case-of-mt-prinzera-ophiolite-rock-mass-northern-apennines-italy/view)