

## ATO 6 ALESSANDRINO

### STUDIO SUGLI ACQUIFERI PROFONDI NEL TERRITORIO DELL'ATO 6

#### PROFILO SINTETICO DELLO STUDIO

Il presente documento sintetizza gli elementi costitutivi, le metodologie e i risultati ottenuti dallo studio in oggetto, svoltosi nel periodo gennaio-dicembre 2018.

Oggetto dello studio è stato l'approfondimento dello stato delle conoscenze e la revisione a scala di dettaglio provinciale delle Zone di Protezione degli acquiferi profondi utilizzati a fini idropotabili, relativamente alle due fattispecie disciplinate dalle Norme di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte, Luglio 2018:

- Aree di ricarica degli acquiferi profondi (Art. 24, Comma 2.a)
- Proposta di revisione delle RISE – zone di riserva degli acquiferi profondi (Art. 24, Comma 2.b)

I capitoli principali dello studio (omettendo per brevità 1-premesse, 2-strumenti e soluzioni tecniche) riguardano:

#### Capitolo 3 - Analisi del sistema di pressioni-stato-impatti-risposte

- Per quanto concerne le **PRESSIONI**, previa ricognizione sistematica presso i competenti uffici provinciali, sono stati elaborati i dati relativi a 263 pozzi autorizzati, il 62% dei quali terebrati tra 100 – 200 metri di profondità da p.c., per visualizzare la densità di prelievo e le portate erogate, il completamento dei filtri (misto o selettivo), le percentuali di depositi fini presenti tra 50-100 metri e tra 100-200 metri, condizionanti la continuità o il grado di isolamento tra acquifero superficiale e profondo.
- Sono stati aggiornati i dati relativi ai fattori di pressione riconducibili a fonti puntuali, lineari (tra i quali: Linea III valico, cave e discariche associate, impianti di trattamento e gestione dei rifiuti, aziende RIR, siti compresi nei piani di bonifica nazionale e regionale, siti oggetto di decommissioning nucleare).
- Sono stati analizzati i fattori diffusi in grado di determinare variazioni dell'entità della ricarica riconducibili distintamente agli usi del suolo in atto e programmati (impermeabilizzazione, consumo di suolo) oppure alle "forzanti idrologiche" (ovvero gli scarti dalla media pluriennale degli afflussi e dei deflussi nei bacini alimentanti il sistema acquifero di pianura).
- Per quanto concerne l'analisi dello **STATO**, si è provveduto a verificare l'evoluzione dello stato qualitativo e si sono forniti criteri di valutazione dell'evoluzione dello stato quantitativo.
- Per quanto concerne l'analisi degli **IMPATTI**, si sono utilizzati i dati di monitoraggio qualitativo della rete ARPA Piemonte in falda profonda per verificare le condizioni di riduzione, stabilità o incremento delle concentrazioni di nitrati, conseguenti anche all'introduzione del Piano di Azione, riconoscendo circa un 50% di situazioni in aumento della contaminazione diffusa; si è inoltre valutato l'impatto da fonti diffuse prevalentemente urbane riconducibile ai trend di concentrazione dei cloruri, riconoscendo un 45% di situazioni in aumento. La verifica dell'andamento pluriennale delle concentrazioni di cromo e cromo VI in 9 situazioni non ha evidenziato trend in aumento, suggerendo piuttosto fenomeni di rilascio naturale dalla matrice dell'acquifero con impronta di rocce ofiolitiche.

- La previsione degli impatti di tipo quantitativo è stata ipotizzata mediante un'analisi tendenziale delle serie piezometriche pluriennali in falda freatica, condizionanti con un certo ritardo anche la disponibilità di ricarica verso gli acquiferi profondi. L'analisi estesa alle 10 serie più significative ha evidenziato la presenza di cicli indicativamente quinquennali, attualmente negativi dal 2016.
- Le **RISPOSTE** hanno considerato gli elementi di indirizzo specifico riconducibili ai piani di settore approvati dai vari Enti territoriali preposti, dal livello distrettuale sovra-regionale sino ai piani di infrastrutturazione di ATO6, passando per l'aggiornamento del PTA della Regione Piemonte 2018.

#### Capitolo 4 – Modello idrogeologico concettuale

- Preliminarmente allo sviluppo del modello matematico di simulazione dei processi di flusso e trasporto in falda profonda, è stato valorizzato il **modello sedimentologico-petrofisico e geoidrologico**, avvalendosi dei dati sull'Idrostratigrafia Profonda della Pianura Padana forniti da CNR e della relativa schematizzazione del sottosuolo in unità stratigrafiche (sintemi) e gruppi acquiferi. Convenzionalmente sono stati ritenuti di maggiore interesse in termini di densità di informazioni e grado di utilizzo i c.d. "acquiferi profondi tradizionali" presenti nell'intervallo di profondità 80 - 300 metri da piano-campagna.
- Avvalendosi di ulteriori elementi provenienti da un **data-base geografico** di oltre 260 stratigrafie e schemi di completamento, sono state predisposte cartografie tematiche e vari strati informativi in ambiente GIS relativi alle profondità di indagine, alle percentuali di depositi fini tra 50-100, 100-200 da p.c., alla distribuzione del carico idraulico statico e dinamico, ai livelli-guida costituiti dal tetto dei depositi fossiliferi, dei depositi litoidi, alle portate specifiche, ai gradienti idraulici verticali, fornendo tutti gli elementi di ingresso per la discretizzazione orizzontale e verticale del modello numerico di simulazione del sistema acquifero profondo nel bacino alessandrino avente depocentro nell'area alessandrina, a sud dell'alto strutturale dei depositi terziari "Tortona-Montecastello".
- Il **modello FEFLOW di simulazione numerica tridimensionale del flusso** nell'intero bacino idrogeologico suddetto, sviluppato in stato stazionario, include iniziali 6 "slice" di significato stratigrafico (superfici basali dei gruppi acquiferi) per un totale di 9 strati di calcolo separati da 10 "slice" finali (inserite per infittire opportunamente la discretizzazione verticale). Le dimensioni massime sui due assi del modello regionale sono di 34.6 \* 43.5 km, il dislivello totale sull'asse verticale è 453 m, la griglia di calcolo comprende 61164 celle triangolari e 35420 nodi. I parametri idrodinamici (trasmissività-conducibilità idraulica) negli strati sono di tipo distribuito (arealmente e verticalmente), e sono desunti per interpolazione in funzione dei dati di portata specifica riferiti ai tratti filtrati, o spazializzati in termini di valori medi per gli intervalli di profondità con minore disponibilità di dati puntuali, guidati dai dati GIS delle pubblicazioni CNR-Regione Piemonte-UNITO all'uopo acquisiti. Le condizioni al contorno del bacino idrogeologico sono del 1° tipo a carico costante imposto in punti a carico noto (Dirichlet), del 3° tipo (Cauchy) lungo corsi d'acqua rilevanti, oppure a flusso nullo o con ricarica verticale nota. I valori di carico piezometrico iniziale sono assegnati per interpolazione areale di un set di punti noti selettivamente riferiti a pozzi completati a partire da profondità superiori ad 80 metri da p.c. La calibrazione del modello di flusso regionale ha preso in considerazione circa 20 punti di osservazione, ottenendo uno scarto finale medio tra i livelli calcolati e quelli osservati di circa 1.2 metri, con elevata concordanza soprattutto nelle aree di maggiore interesse per gli affinamenti dello studio (Molinetto, Predosa), anche per quanto riscontrato sperimentalmente con i dati piezometrici dei gestori del SII (differenze di 20 cm al Molinetto).

- Per l'individuazione delle RISE, in accordo con il contesto normativo di riferimento internazionale e con le prassi consolidate a livello nazionale e regionale, si è inteso individuare le zone di protezione "esterna" ad ipotetiche zone di futuro prelievo da pozzi, in una prospettiva temporale congruente con i piani di infrastrutturazione di ATO6, delimitate sulla base dei tempi di arrivo alle future linee di pozzi, calcolati dal modello di trasporto in falda con flusso advettivo-dispersivo, assumendo i 25 anni come scenario di riferimento. Tale dimensione temporale è assunta conformemente ai più elevati e cautelativi standard europei (olandesi); US EPA identifica per le zone di protezione esterna di campi-pozzi intervalli tempi sino a 10 anni; a livello italiano precedenti valutazioni sui campi-pozzi SMAT dell'areale torinese proposte da Autori con qualifica accademica raggiungono i 5 anni. Per le finalità suddette il modello di flusso regionale è stato fortemente infittito nel dominio di calcolo in un ampio intorno delle RISE, sino a raggiungere celle di dimensioni decametriche, di un ordine di grandezza più fini rispetto a quelle del modello regionale (con invarianza di condizioni al contorno idrauliche di quest'ultimo), raggiungendo una potenza di calcolo espressa da 1.674.477 celle e 931.810 nodi. Gli scenari di potenziamento dei prelievi nelle due RISE di Predosa e del Molinetto sono fissati sino a 0.3 mc/s nel primo caso, 0.4 mc/s nel secondo, ovvero teorici 22 Mmc/anno per il soddisfacimento di un fabbisogno idropotabile futuro di oltre 240.000 abitanti (con dotazione 250 l/ab/g), pari a circa l'80% della popolazione attualmente residente nell'ATO6 (306.000 unità). Per il campo pozzi di Predosa si è identificato un futuro spostamento baricentrico verso Est rispetto ai pozzi attuali, in considerazione della presenza di un'infrastruttura primaria, oggi adiacente (A26).
- Il modello di simulazione è stato altresì utilizzato in abbinamento ai dati geologici di superficie per delimitare le aree di ricarica degli acquiferi profondi strategici a fini idropotabili, considerando ivi ricomprese le porzioni territoriali con valori di flusso (discendente) caratteristici (convenzionalmente sino a  $2.5 \times 10^{-5}$  m/s,  $> 2$  m/g); sono stati inoltre applicati per la ri-definizione delle aree di ricarica (prima definite nel PTA) i criteri escludenti dei settori con gradiente idraulico positivo (flusso ascendente verso la superficie topografica – incremento di carico idraulico con la profondità) o con fenomeni di artesianesimo.

## Capitolo 5 – Indagini in sito e analisi dei dati

L'aggiornamento e l'integrazione dello stato delle conoscenze pregresse sugli acquiferi profondi del settore di ATO6 Alessandrino si è basato su una copiosa e sistematica acquisizione di nuovi elementi, di tipo quantitativo (piezometria), geochimico, isotopico, e relativi alla datazione delle acque sotterranee.

Nelle fasi iniziali dello studio, completata l'acquisizione dei dati stratigrafici e degli schemi di completamento dei pozzi, è stata avviata un'attività ricognitiva con i gestori del S.I.I. sotto la regia di ATO6, per identificare e materializzare in campo una rete di pozzi rappresentativi per l'elevata profondità dei filtri e in parte accessibili per misure di livello statico-dinamico, nonché per prelevare campioni a testa-pozzo per analisi di laboratorio, svolte presso Università degli Studi di Torino, ISO4, IT2 Isotope Tracer Technologies Europe, e con la collaborazione metodologico-scientifica dell'Università di Pavia.

- Tutti i punti di controllo della rete di monitoraggio delle falde profonde sono stati schedati in appositi allegati riportandone la stratigrafia, l'ubicazione e riprese fotografiche. Tra di essi, 22 sono stati attivati nella prima campagna di misure in fase di morbida tardo-invernali, 24 nella seconda di misure estive in regime di esaurimento (giugno-luglio); parallelamente ai pozzi in falda profonda sono state campionate 7 sezioni idrometriche della rete ARPA Piemonte. Complessivamente sono quindi state eseguite determinazioni comprendenti 53 misure in sito con sonda multiparametrica e

analisi in laboratorio su anioni-cationi di base, metalli, refertate dal Laboratorio di Idrochimica del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino, elaborando cartografie tematiche idrochimiche relative ai principali parametri descrittivi, dalle quali risulta ben riconoscibile la distribuzione delle varie facies idrochimiche nei diversi distretti di alimentazione del sistema di falde profonde, riconducibile ai diversi corsi d'acqua.

- Parallelamente, è stata allestita ad hoc una rete di campionatori di isotopi ubicati presso altrettante stazioni meteorologiche distribuite a quote differenti tra Acqui Terme, Ponzzone Bric Berton e il Monte Beigua, per seguire con cadenza mensile il frazionamento degli isotopi stabili della molecola dell'acqua nelle precipitazioni (nevose, piovose), e definire una retta isotopica sperimentale locale, risultata di elevata affidabilità rispetto ad altre rette della letteratura nord-italiana per la stima della quota di infiltrazione/di ricarica degli acquiferi di pianura, mediante confronto con i dati isotopici dei pozzi in falda profonda, anch'essi oggetto di doppio campionamento tardo-invernale ed estivo per complessivi 60 campioni (tra pozzi e fiumi) e 18 campioni (afflussi meteorici). L'utilizzo dei dati isotopici è risultato determinante per confermare la posizione altimetrica delle aree di ricarica degli acquiferi profondi, oltre che per valutare il grado di confinamento degli stessi (o del grado di contatto con le falde più superficiali).
- Tra le prime applicazioni in Regione Piemonte, sono state inoltre eseguite determinazioni con metodiche di campionamento innovative, orientate alla determinazione dell'età delle acque di falda profonda, con due diverse tecniche complementari tra loro, per un totale di 10 campioni, 5 dei quali di acque più "fresche" in quanto prossime a zone di ricarica, con misura della concentrazione di gas CFC disciolti e SF<sub>6</sub> (Cloro-Fluoro-Carburi, tracciante antropogenico disponibile dopo il 1950), 5 dei quali di acque più "antiche" in quanto provenienti da pozzi in falde confinate profonde, con misura sperimentale del radiocarbonio o C-14 (corretta per il C-13). I risultati di queste datazioni hanno fornito elementi che confermano la prossimità delle acque "fresche" alle zone di ricarica (datazioni tra 26 e 67 anni), e, al contrario, la presenza di circuiti di flusso lunghi e profondi intercettati da alcuni pozzi in pressione, in grado di richiamare acque Pleistoceniche (età da 2.400 a 18.900 anni dal presente). L'insieme delle datazioni concorre a fornire un quadro particolarmente affidabile in ordine alla stratificazione del sistema di flusso idrico profondo regionale, e ai meccanismi di miscelazione tra gruppi acquiferi sovrapposti.

## Capitolo 6 – Revisione delle aree di ricarica e proposta di zone di riserva

- Le superfici relative alla nuova proposta di perimetrazione delle aree di ricarica degli acquiferi profondi (cfr. cap.4-5) raggiungono complessivamente 394.43 kmq, dei quali 347.33 kmq riferibili alle aree di tipo "A" e "B" - di ricarica diretta o indiretta sotto coperture permeabili, ed ulteriori 47.10 kmq riferibili alle aree di tipo "C" - per drenanza dalla falda superficiale. Per confronto con le aree di ricarica attualmente designate dal PTA l'incremento complessivo relativo alle aree di tipo "A" e di tipo "B" è pari a + 7.1 %. In linea generale, le aree di ricarica ora aggiornate, supportate da una pluralità di elementi quantitativi raccolti nel corso del presente studio, vengono a posizionarsi alquanto più a monte rispetto a quelle precedentemente proposte nel PTA, nel quale non erano stati applicati i criteri escludenti, per dichiarata insufficienza di dati locali.
- Le superfici relative alle proposte di RISE del Molinetto e di Predosa risultano rispettivamente di 2.5 e 8.3 kmq, e riguardano rispettivamente porzioni di sottosuolo comprese tra 80-190 metri di profondità nel primo caso e da 70 a 140 metri nel secondo. Le RISE vanno intese come aree suscettibili di adozione prioritaria del Piano di Azione del P.T.A., orientata alla disciplina di alcune modalità di uso del suolo atte a preservare nel tempo la disponibilità e la qualità delle R.I.S., con

specifico riferimento alle attività agro-zootecniche, estrattive, industriali e di gestione dei rifiuti, di impermeabilizzazione dei suoli, riorganizzando le reti fognarie e gli scarichi al suolo.

- La scelta di tutela normativa “distinta e complementare” delle Zone di Protezione degli acquiferi profondi (aree di ricarica, RISE) risponde nella letteratura scientifica internazionale di settore a un duplice obiettivo: *disciplina delle aree di ricarica* - laddove prevale la componente di flusso discendente “veloce”, dalla superficie topografica verso il sistema acquifero sottostante; *disciplina delle zone di riserva* esterne ai campi-pozzi, esistenti o di prevista realizzazione - laddove prevale la componente di flusso laterale sub-orizzontale “lenta”, identificando le aree situate entro intervalli di tempo congruenti con ragionevoli previsioni di utilizzo futuro dell’acquifero in pressione. L’Agenzia Ambientale Anglo-Gallese specifica che – nella norma – le zone di ricarica degli acquiferi in pressione possono trovarsi anche a distanze significative dalle zone di riserva, esterne ai campi-pozzi.
- Altra opzione (estranea alle situazioni di Predosa e Molinetto) riguarderebbe la tutela normativa “senza soluzione di continuità” estesa dalla zona di ricarica ai campi-pozzi (esistenti, di futura realizzazione) approfonditi in acquifero freatico. Poiché nelle due RISE suddette sono identificati acquiferi con tipologia idraulica in pressione, tale tutela normativa non è applicabile.







