

LA DISPONIBILITÀ DI ACQUE SOTTERRANEE IN PUGLIA NEGLI ULTIMI 80 ANNI

POLEMIO MAURIZIO¹, DRAGONE VITTORIA¹, LIMONI PIER PAOLO¹

¹CNR IRPI, Bari, Italia, m.polemio@ba.irpi.cnr.it

RIASSUNTO

La prevalente natura carsica del territorio limita la disponibilità di risorse idriche superficiali e conferisce valore particolare alle acque sotterranee della Puglia. Pregevoli per qualità, le acque sotterranee degli acquiferi carbonatici sono state prelevate in misura crescente dai primi decenni del secolo scorso. L'incremento è stato particolarmente rilevante durante e a seguito dei recenti e anomali periodi di siccità. L'andamento dei trend piezometrici e delle portate delle sorgenti evidenziano una drastica riduzione della disponibilità negli ultimi 80 anni. Tale calo è solo in parte giustificato dalle modificazioni climatiche.

Parole chiave: acquifero costiero, depauperamento acque sotterranee, serie temporali idrogeologiche

INTRODUZIONE

Le acque sotterranee in Puglia costituiscono una risorsa molto importante in termini di sviluppo regionale, data l'estrema scarsità delle acque superficiali, disponibili solo nel Tavoliere (Fig. 1). Si consideri che sin dall'epoca storica la disponibilità di acque sotterranee facilmente estraibili ha condizionato l'ubicazione di importanti villaggi, oggi prosperose città, in particolare lontano dalla costa.

Le modificazioni climatiche, osservate in particolare dal 1980 in poi in tutta l'Italia meridionale, hanno comportato un potenziale calo della ricarica che, sovrapposto al crescente utilizzo delle risorse, possono determinare condizioni di sovrasfruttamento (Polemio e Casarano 2008, Polemio et al. 2010). I rischi di degradazione quantitativa comportano rischi di degradazione qualitativa per gli acquiferi costieri. L'incremento della salinità delle acque sotterranee pugliesi, a causa dell'intrusione marina è un fenomeno ben conosciuto e accuratamente studiato (Cotecchia 1977).

Nonostante le conoscenze scientifiche acquisite, ad oggi i criteri di gestione applicati non hanno impedito una progressiva degradazione qualitativa (Polemio et al. 2009b). In questa situazione, il contributo discute le modificazioni della disponibilità di risorse idriche sotterranee negli ultimi 80 anni e il ruolo svolto su queste dal clima.

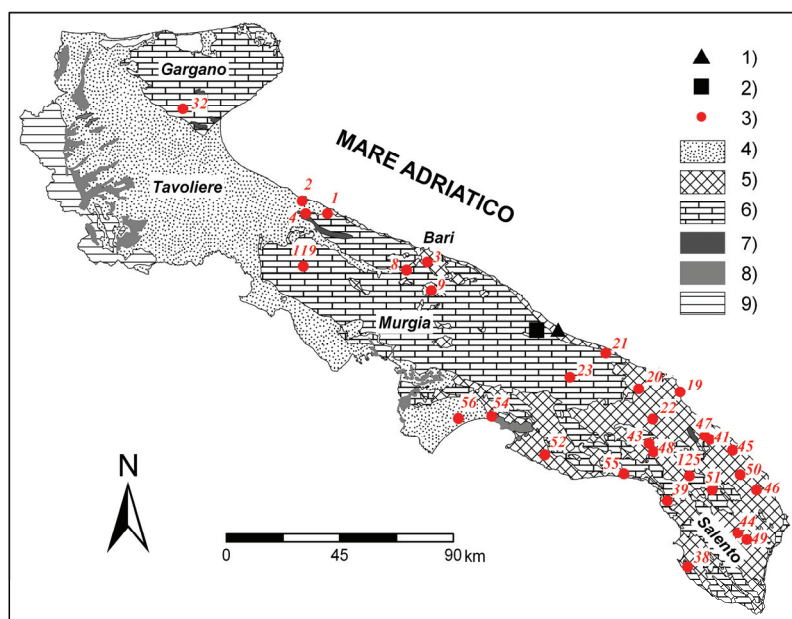


Figura 1 – Carta geologico-tecnica schematica della Puglia ed ubicazione dei punti di monitoraggio. Legenda: 1) sorgente; 2) stazione pluviometrica; 3) pozzi; 4) Argille sabbiose, sabbie argillose, sabbie e ghiaie; 5) Sabbie, limi, calcareniti, calcari e dolomie; 6) Calcari e dolomie; 7) Calcareniti ed arenarie; 8) Argille marnose; 9) Alternanze di sedimenti calcareo-marnosi.

AREA DI STUDIO

In Puglia si possono distinguere quattro principali strutture idrogeologiche (SI): Gargano, Tavoliere, Murgia e Salento (Figura 1). Il Tavoliere si sostanzia in un acquifero poroso superficiale in cui la circolazione idrica sotterranea, a letto limitata da una formazione argillosa potente centinaia di metri, avviene in condizioni freatiche nell'interno del

territorio e in pressione più a valle fino alla costa (Polemio 2005). La qualità delle acque sotterranee in genere non consente l'uso potabile (Polemio et al. 2006).

Risorse idriche sotterranee di alta qualità, si rinvencono in potenti e profondi acquiferi carbonatici costieri, quali il Gargano (trattato marginalmente nell'articolo per la minore disponibilità di dati), la Murgia e il Salento. Essi hanno in comune alcuni aspetti (Cotecchia et al. 2005, Polemio 2005). Sono caratterizzate da ampi e potenti acquiferi con sede nelle rocce calcaree e/o calcareo-dolomitiche del Mesozoico. La permeabilità, per il disomogeneo e anisotropo effetto del carsismo e della fratturazione, a luoghi è elevata. La circolazione idrica sotterranea è in pressione, eccetto lungo una ristretta fascia costiera. Le tre SI carbonatiche, con effetti molto diversi, sono interessate dal fenomeno dell'intrusione marina (Polemio et al. 2009).

DATI E ANALISI

Lo studio si basa principalmente su l'analisi di serie temporali piezometriche e di portata sorgiva, integrati da dati termo-pluviometrici. I dati provengono da ricerche storiche, da reti di monitoraggio (Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori pubblici, Ente per lo Sviluppo dell'Irrigazione, Protezione Civile della Regione Puglia) e da rilievi in sito svolti direttamente dall'IRPI dal 2003. Per l'analisi delle serie temporali piezometriche sono stati selezionati circa trenta pozzi, o stazioni piezometriche, tra un gruppo di sessantatre pozzi considerati da Polemio et al. (2009a) (Figura 1). Le serie storiche piezometriche sono disponibili nel periodo 1965-2010, sia pure con diverse lacune (Tabella 1).

Il trend di ogni serie piezometrica è stato quantificato mediante il coefficiente angolare (CA) della retta di regressione e statisticamente validato mediante il test di Mann-Kendall (livello di significatività 95%). La

tendenza piezometrica è risultata generalmente negativa. Vi è quindi una diffusa tendenza, anche se in alcuni casi molto lenta, al decremento piezometrico o il calo della disponibilità della risorsa (Tabella 1). Il calo piezometrico tendenziale appare grave per Murgia, Salento e Tavoliere.

Con il fine di approfondire e passare dalla conoscenza puntuale a quella areale, si è selezionato il Salento per applicare un approccio spaziale multitemporale (per il Tavoliere si consideri Polemio et al. 1999 e Polemio et al. 2005). Il Salento infatti presenta una criticità rilevante in quanto è la SI più esposta ai rischi di degradazione qualitativa per intrusione marina. A questo scopo si è ricostruita la superficie piezometrica dell'acquifero profondo del Salento negli anni: 1930, 1976, 1996, 2003 e 2010. Nel 1930 il numero di pozzi esistenti era molto basso: quindi tale superficie si può ritenere alquanto naturale. La Figura 2 rappresenta le variazioni piezometriche riferite al 1930. Le aree nelle quali si assiste ad un decremento piezometrico tendono ad aumentare, anche se tale incremento conosce delle pause, come nel

Tabella - 1 Principali valori statistici delle serie storiche piezometriche e CA (coefficiente angolare del trend)

Pozzo	Periodo		Valori statistici (m slm)			CA (m/anno)
	da	a	Min	Media	Max	
1	Sep-73	Dec-09	0,81	1,45	1,64	-0,0007
2	Sep-73	Dec-09	3,81	5,98	6,58	-0,0045
3	Dec-65	Dec-09	-1,61	0,82	2,02	-0,0017
4	Jun-75	Dec-09	4,95	29,60	63,54	-0,1004
8	Jun-75	Dec-09	42,79	47,22	54,36	0,0039
9	May-75	Dec-09	31,87	44,64	50,99	-0,0083
19	Sep-73	Sep-03	1,51	1,99	2,20	-0,0120
20	Oct-73	Sep-03	1,95	2,30	6,02	0,0300
21	Oct-73	Sep-03	0,45	1,42	1,79	-0,0132
22	Sep-73	Sep-03	0,99	2,07	2,40	-0,0192
23	Sep-73	Sep-03	24,55	27,45	28,18	-0,0492
32	Oct-75	Feb-10	1,23	4,78	9,27	-0,0035
38	Sep-73	Sep-03	-0,11	1,68	2,93	-0,0180
39	Sep-73	Feb-10	-0,65	0,13	0,92	-0,0003
41	Oct-73	Jan-10	-6,40	1,42	1,85	-0,0044
43	Sep-73	Jan-10	1,10	2,21	2,94	-0,0035
44	Sep-73	Mar-10	1,44	3,26	3,73	-0,0041
45	Oct-73	Mar-10	1,01	2,12	2,41	-0,0023
46	Oct-73	Mar-10	3,38	4,63	5,17	-0,0026
47	Jan-78	Jan-10	0,18	1,11	1,99	-0,003
48	Jul-68	Jan-10	1,17	2,24	2,61	-0,002
49	Jun-75	Nov-96	4,46	4,84	5,58	0,023
50	Oct-73	Feb-10	2,21	3,19	3,62	-0,001
51	Jul-75	Feb-10	1,52	2,80	3,56	-0,003
52	Sep-73	Feb-10	7,40	14,72	16,03	-0,019
54	Mar-73	Feb-10	2,82	4,87	6,56	-0,003
55	Sep-73	Feb-10	1,13	2,28	2,68	-0,002
56	Sep-73	Nov-09	2,36	6,36	8,70	-0,012
119	May-75	Mar-10	17,94	23,50	38,31	0,010
125	Jan-65	Feb-10	1,00	1,99	3,24	-0,001

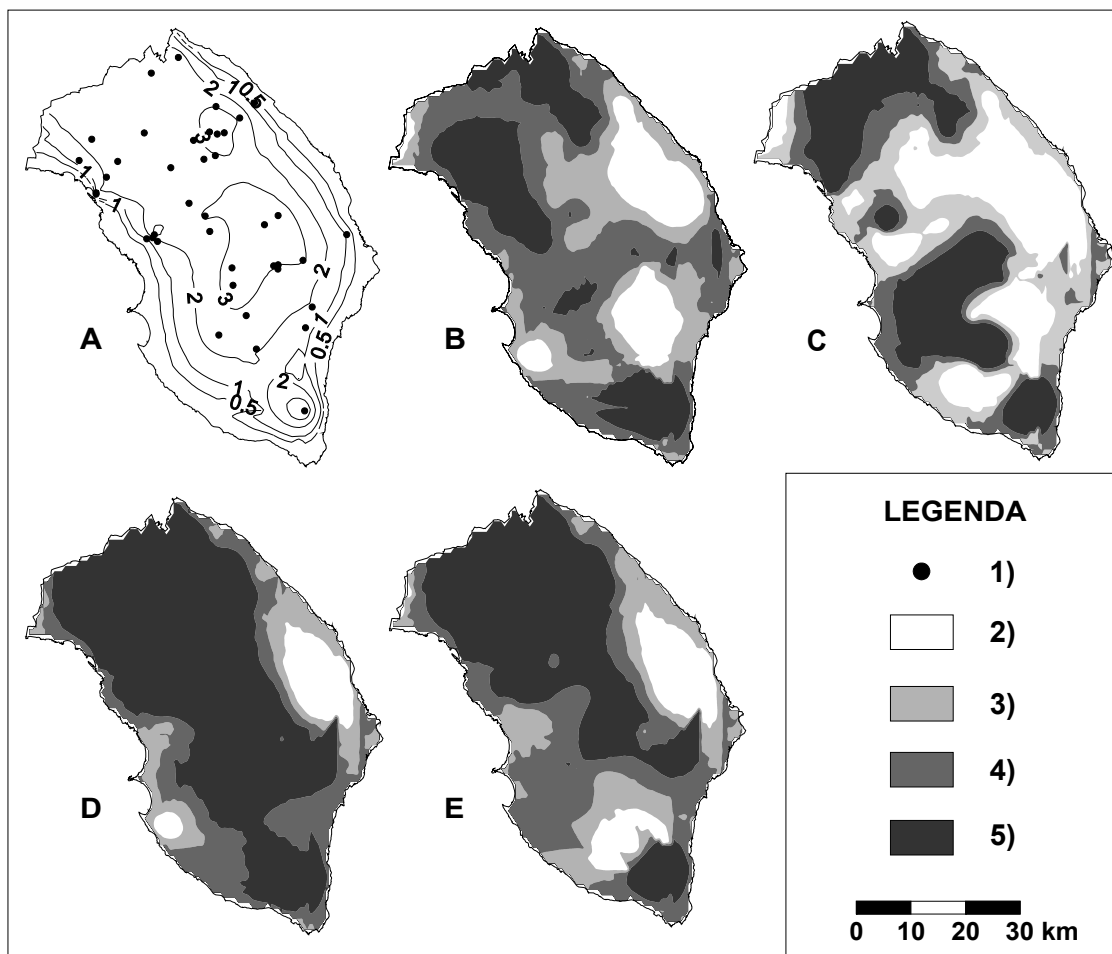


Figura 2 – Variazioni piezometriche storiche del Salento. (A) superficie piezometrica di riferimento (1930, m slm); variazioni piezometriche (VP, m) del 1976 (B), del 1996 (C), del 2003 (D) e del 2010 (E).
 Legenda: 1) pozzi; 2) $VP > 0,5m$; 3) $0,5m < VP < 0m$; 4) $0m < VP < -0,5m$, 5) $VP > -0,5m$.

1996 e, secondariamente, nel 2010. Si consideri che il 1996 è corrisposto a un periodo particolarmente piovoso nell'ambito di una anomala successione di periodi siccitosi osservati dal 1980 (Polemio e Casarano 2008). Calcolato il volume fittizio racchiuso tra ciascuna superficie delle variazioni piezometriche e il livello del mare, è stata calcolata l'altezza media relativa a tale volume per tutto il Salento o, in altre parole, la variazione piezometrica media per ciascun intervallo temporale riferito al 1930. Il calo medio è risultato: 0,165m nel 1976, 0,020 m nel 1996, 0,876 m nel 2003 e 0,397 m nel 2010. Le sorgenti costiere rappresentano il recapito finale della circolazione idrica sotterranea. Le variazioni della portata di una sorgente dipende dalla variabilità climatica come dalla variabilità dei prelievi in un'ampia porzione di acquifero. Considerando la disponibilità di dati storici, è stata selezionata una tra le più significative sorgenti costiere, la sorgente Fiume Grande (Figura 1). La portata è stata misurata nel periodo 1926-1951 dal Servizio Idrografico Italiano (LL.PP. 1953) e dagli autori dal 2008 in poi (Polemio et al. 2009a). La serie storica consiste di 43 misure disponibili da ottobre 1926 a novembre 2010. La portata misurata varia tra 124 (settembre 2008) e 1132 L/s (agosto 1935), con un valore medio di 574 L/s (Figura 3). Tramite il calcolo della regressione lineare si evidenzia che la portata nel periodo di osservazione ha manifestato un decremento pari a 4,43 L/s per anno. Contestualmente anche il trend delle piogge misurate nella stazione pluviometrica di Fasano (Figura 1) ha mostrato un blando andamento decrescente pari a 0,10 mm per anno. Sia si consideri tale trend locale della piovosità effettiva sia si consideri il trend della piovosità efficace a scala regionale (Polemio e Casarano 2008), il trend negativo della portata sorgiva non può essere spiegato solo in termini di variazioni climatiche ma richiede che si considerino come rilevanti gli effetti dei crescenti prelievi. Se l'entità della ricarica si è drasticamente ridotta a partire dal 1980, per le modificazioni climatiche (Polemio e Casarano 2008), vistosi cali di

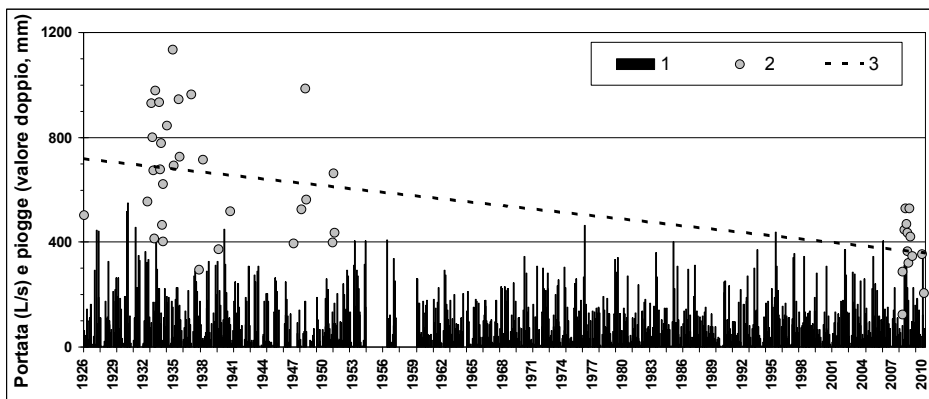


Figura 3 - Portata della sorgente Fiume Grande e piovosità nella stazione di monte dal 1926 al 2010. 1) Piogge mensili (x 2), 2) portata sorgente (L/s); 3) retta di regressione delle portate.

disponibilità erano già evidenti prima, come effetto del crescente emungimento da pozzi che si è via via incrementato a partire dal 1950.

CONCLUSIONI

L'andamento dei trend della quota piezometrica e della portata sorgiva evidenzia, nel complesso, una drastica

riduzione della disponibilità delle acque sotterranee nei principali acquiferi pugliesi. Questi effetti sono più rilevanti, in valore assoluto, in alcune aree interne della Murgia e nel Tavoliere.

L'abbassamento piezometrico nella penisola salentina è lento, ma particolarmente rischioso poiché, sostanzialmente a causa delle minori e basse quote piezometriche che sono tipiche della SI anche in condizioni naturali (Figura 2), è particolarmente esposta ai rischi di degradazione qualitativa per intrusione marina. Lo studio condotto sta ad indicare in ogni suo aspetto che è in atto nell'intero territorio pugliese la tendenza ad un progressivo impoverimento della disponibilità di risorse idriche sotterranee di alta qualità dovuto ad un deficit di ricarica sia per le modificazioni climatiche occorse negli ultimi anni ma anche per un dissennato incremento dell'emungimento da pozzi. D'altra parte, durante le più recenti siccità sia soggetti pubblici che privati hanno fatto ricorso all'incremento dei prelievi dalle falde idriche sotterranee mediante la realizzazione dei nuovi pozzi. Perdurando le attuali tendenze climatiche non si potrà prescindere da una politica gestionale che punti su scelte oculate di medio-lungo periodo e ridimensioni così le ragioni di "urgenza" che spingono a scelte dannose per il patrimonio idrico regionale.

BIBLIOGRAFIA

- Cotecchia, V., (1977). *Studi e ricerche sulle acque sotterranee e sull'intrusione marina in Puglia (Penisola Salentina)*. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, 20, 1-466.
- Cotecchia, V., Grassi, D. & Polemio, M. (2005). Carbonate aquifers in Apulia and seawater intrusion. *Giornale di Geologia Applicata* 1, 219-231.
- LL.PP (1953) *Le sorgenti italiane. elenco e descrizione (Regione Pugliese)*. Ministero dei Lavori Pubblici, Vol. I, Rome, Italy.
- Polemio, M. (2005) Seawater intrusion and groundwater quality in the Southern Italy region of Apulia: a multi-methodological approach to the protection. UNESCO, IHP 77, 171-178, Paris.
- Polemio, M. & Casarano, D. (2008) Climate change, drought and groundwater availability in southern Italy. In: *Climate Change and Groundwater* (ed. by W. Dragoni), 39-51. Special Publications, 288, Geological Society, London, UK.
- Polemio M., Casarano D., Limoni P.P. (2010) Apulian coastal aquifers and management criteria, SWIM 21 - 21st Salt Water Intrusion Meeting, Azores, 203-206.
- Polemio, M., Dragone, V. & Di Cagno, M. (1999) Effetti antropici e naturali sul degrado quantitativo delle acque sotterranee del Tavoliere. *Quaderni di Geologia Applicata* 4, 143-152.
- Polemio, M., Dragone, V. & Limoni, P. P. (2005) Groundwater as main resources of a wide semiarid region: the case of Apulian region (southern Italy). In: *Proceedings of AVR05-Aquifer Vulnerability and Risk 2nd Int. Workshop, 4th Congress on the Protection and Management of Groundwater*. Parma, Italy.
- Polemio M., Dragone V., Limoni P.P. (2009a). The piezometric stress in the coastal aquifers of a karstic region, Apulia, Italy. Proc. of Symposium "Trends and Sustainability of Groundwater in Highly Stressed Aquifers", IAHS & IAH Convention, Hyderabad, India, September 2009. IAHS Publ.329, pp.138-144.
- Polemio M., Dragone V., Limoni, P.P. (2009b) Monitoring and methods to analyse the groundwater quality degradation risk in coastal karstic aquifers (apulia, southern italy), *Environ. Geol.*, 58, 299-312.
- Polemio, M., Limoni, P. P., Mitolo, D. & Virga, R. (2006). Il degrado qualitativo delle acque sotterranee pugliesi. *Giornale di Geologia Applicata* 3, 25-31.