

USO, RIUSO E SOVRASFRUTTAMENTO DELLA RISORSA ACQUA NEL TERRITORIO SALENTINO

Nicola Sicolo

1. PREMESSA

Il 16 dicembre 2004 l'Autore discuteva presso il Politecnico di Bari una Tesi di Laurea dal titolo "La qualità della risorsa idrica nell'interazione fra suolo, sottosuolo e vegetazione", quale atto finale del percorso di Laurea in Ingegneria Civile. Il lavoro di tesi era svolto nell'ambito delle discipline "Idrogeologia Applicata" e "Bonifica ed Irrigazione", ed aveva come relatori i docenti delle predette discipline, rispettivamente la Prof.ssa M. Dolores Fidelibus ed il Prof. Ing. Umberto Fratino. La Tesi, presentata alla prima edizione del Premio di Laurea "Camillo Reina – Geologo" (13 novembre 2005), risultava seconda classificata.

Nell'articolo che segue s'intendono illustrare alcuni aspetti del tema affrontato nella prospettiva che costituiscano occasione di riflessione per quanti coinvolti nella gestione delle risorse idriche del territorio pugliese.

2. OBIETTIVO DELLA TESI

Lo studio condotto intendeva portare un contributo al tema della gestione sostenibile delle risorse idriche nella Regione Puglia: tale tema, dipendendo necessariamente da un gran numero di fattori che definiscono la peculiarità del contesto ambientale ed economico di ogni regione, non è risolvibile attraverso generalizzazioni semplicistiche.

Nella nostra Regione, una rilevante parte del prodotto interno lordo è prodotta tradizionalmente dal comparto agricolo e dal suo indotto. L'agricoltura irrigua occupa una posizione sempre più rilevante negli scenari di sviluppo della Regione: se tuttavia il suo trend

di crescita è indubbiamente positivo dal punto di vista economico, nello stesso tempo implica l'aumento continuo della domanda d'acqua con attuali e futuri risvolti negativi sull'ambiente. Questa domanda va, infatti, a collocarsi in uno scenario di complessiva scarsità di risorse. Laddove poi, per carenza di altre fonti ed anche per indubbia efficacia dell'approvvigionamento diretto e disponibile all'emergenza, sono le acque sotterranee a soddisfare la domanda, spesso si assiste ad uno sfruttamento incontrollato: la pratica degli emungimenti, condotti non solo sotto controllo dai consorzi, ma soprattutto da una miriade di pozzi privati spesso abusivi, ha innescato negli acquiferi costieri pugliesi preoccupanti processi di salinizzazione delle acque dolci di cui non si osserva alcuna tendenza all'inversione nell'ultimo trentennio.

Alla luce della criticità della risorsa acqua, in termini sia di scarsità che di bassa qualità della risorsa, almeno per quanto riguarda la sua salinità, tra i tanti possibili strumenti di mitigazione del problema, il riuso rappresenta un elemento positivo di non trascurabile valore.

La possibilità di riutilizzare le acque reflue civili ed industriali, previo trattamento di depurazione e recupero della qualità è definita dal D.M. 185 del 12 giugno 2003. L'azione di recupero e riuso delle acque depurate, oltre a produrre risorse idriche non-convenzionali, costituisce il principale sistema di riduzione degli scarichi inquinanti: il riuso quindi va perseguito, ove possibile, non solo quale risorsa idrica aggiuntiva ma anche in quanto il "non scarico" rappresenta un reale beneficio ambientale.

A partire da queste considerazioni, la Tesi si prefiggeva di valutare l'efficacia dell'utilizzo

d'acque recuperate in un'area della Regione Puglia che, per condizioni geografiche, ambientali e colturali, manifestava un'alta criticità, nel contempo mantenendo un carattere di rappresentatività a scala regionale delle problematiche trattate.

Tale area, individuata all'interno del bacino imbrifero del canale dell'Asso, in provincia di Lecce, presentava le seguenti caratteristiche:

- presenza di una falda costiera carsica soggetta a sovrasfruttamento con conseguenti vistosi processi di salinizzazione;
- vicinanza dei comprensori irrigui del Consorzio di Bonifica dell'Arneo che rendevano possibile la progettazione di irrigazione da una fonte concentrata con un minimo impatto dei sistemi di distribuzione;
- presenza nell'area di 5 depuratori che scaricano nel canale dell'Asso, e di un sesto depuratore collocato in un'area prossima a quella di studio e scaricante in mare, con una portata complessiva di acque soggette a depurazione tale da costituire fonte idrica potenziale per l'irrigazione dei comprensori limitrofi;
- presenza di una vora naturale (vora Colucci), che svolge il ruolo di recapito finale parziale delle acque drenate dal bacino dell'Asso con evidenti ricadute sulla qualità delle acque sotterranee nella zona (lo scarico in vora è di fatto uno sversamento diretto in falda di reflui, procedura che la legge non consente);
- accumulo di nutrienti nel canale, risultanti in evidenti problemi ambientali legati allo sviluppo di flora e fauna relativamente al canale dell'Asso, ma anche alle zone più prossime al canale;
- sversamenti in falda ed in mare, direttamente o indirettamente collegati al canale stesso, con una negativa ricaduta sul mantenimento dello stato di salute del parco marino di Porto Cesareo, punto terminale del canale dell'Asso.

A parte gli indubbi benefici ambientali derivanti dall'interruzione di sversamenti diretti ed indiretti, il principale aspetto di inte-

resse per l'adozione del riuso nell'area è quello della potenziale mitigazione degli effetti di salinizzazione attraverso la riduzione degli emungimenti diretti dalla falda carsica.

3. PROGRESSIONE DEI PROCESSI DI SALINIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE DEL SALENTO

E' da tempo noto che le acque dolci della falda carsica del Salento sono soggette a processi di salinizzazione (Cotecchia et al., 1991, Tulipano e Fidelibus, 1988, Fidelibus e Tulipano, 1996).

Dal punto di vista dell'utilizzabilità di tale risorsa, la sua salinizzazione può essere riguardata come inquinamento: la salinizzazione rappresenta, infatti, un fattore limitante rispetto all'uso, sia in agricoltura sia a maggior ragione per il potabile, molto più preoccupante dell'inquinamento s.s. prodotto dalle attività antropiche. I processi di salinizzazione nella penisola sono causati dall'alto tasso di sfruttamento, che può essere definito sovrasfruttamento in quanto la salinità delle acque dolci è in costante aumento. Dal punto di vista idrogeologico la comunità scientifica è tuttora impegnata, sicuramente per gli acquiferi costieri, nella definizione del prelievo sostenibile ("safe yield"), in quanto non definibile sulla base del solo bilancio idrogeologico (Tulipano, 2002).

In un acquifero costiero lo sfruttamento produce, infatti, non solo la riduzione volumetrica delle risorse idriche dolci, ma anche la loro salinizzazione: quando lo sfruttamento è eccessivo, il trasporto dei sali (dal basso o lateralmente, con coinvolgimento di acque salate sotterranee anche antiche o di mare attuali) verso il corpo d'acqua dolce procede peraltro senza che siano registrate apprezzabili variazioni della superficie piezometrica, il che implica a sua volta la necessità di peculiari tecniche di monitoraggio (Tulipano e Fidelibus, 2002).

Per inquadrare la condizione qualitativa della falda nella zona di studio, si è ritenuto importante, oltre che definire una rappresen-

tazione all'attualità, ricostruire un'immagine dinamica riferita ad una prospettiva storica considerando le variazioni nel tempo della condizione stessa.

La base-dati utile per la ricostruzione di tali variazioni, con particolare riferimento alla salinità delle acque, è stata quindi costruita attraverso l'esame di lavori scientifici pubblicati in argomento, relazioni tecniche degli archivi del Consorzio Arneo e dati rivenienti dalla rete di monitoraggio regionale del 1995-96.

La condizione attuale è stata invece verificata attraverso l'analisi chimica di alcuni campioni prelevati in condizioni dinamiche da pozzi privati ricadenti nell'area in studio verso la fine della stagione irrigua 2004: i risultati ottenuti hanno confermato quanto ricostruito storicamente.

I risultati di una prima campagna d'indagini sulla qualità delle acque sotterranee nell'area del Consorzio Arneo sono riportati in Tadolini et al. (1977). Tale campagna interessò l'area costiera del Consorzio Arneo tra Avetrana e Nardò, comportando il campionamento sia in condizioni statiche che dinamiche da numerosi pozzi (Fig. 1). Per ottenere una informazione raffrontabile con quella di altre campagne d'indagine e di quella effettuata nel 2004, si è ricostruito l'andamento della concentrazione dei cloruri sulla base dei dati relativi ai soli campiona-

menti in condizioni dinamiche. Tale andamento ha il vantaggio di rappresentare la reale condizione qualitativa delle acque drenate ed utilizzate per scopi agricoli.

La Fig. 2 indica che già all'epoca concentrazioni di cloruro superiori ai 1000 mg/l interessavano la zona costiera di Porto Cesareo, mentre acque con concentrazioni inferiori ai 100 mg/l erano presenti solo nelle zone più interne. Secondo il DM 185/2003, il valore massimo di concentrazione dei cloruri per le acque in uscita dall'impianto di recupero è di 500 mg/l: tale limite è rappresentato in Fig. 2 in giallo: è da notare come, sin dal 1977, le aree aventi una qualità inferiore (cloruri > 500 mg/l) al requisito imposto dal DM fossero di ampiezza non trascurabile.

Una seconda campagna di prelievi (in condizioni dinamiche), comprensiva di dati riguardanti lo stato d'inquinamento, fu condotta nella stessa area nel 1982: una prima elaborazione dei dati è riportata in Tadolini et al. (1982). Il lavoro era principalmente finalizzato alla ricostruzione delle caratteristiche geochemiche delle acque sotterranee in rapporto all'evoluzione dei fenomeni carsici in acque sottoposte a salinizzazione: lo studio portava al riconoscimento d'aree a differente grado di permeabilità e conseguentemente a differente grado di comunicabilità con il mare. Sulla base degli stessi dati Tulipano et



Figura 1 - Pozzi campionati nel 1977

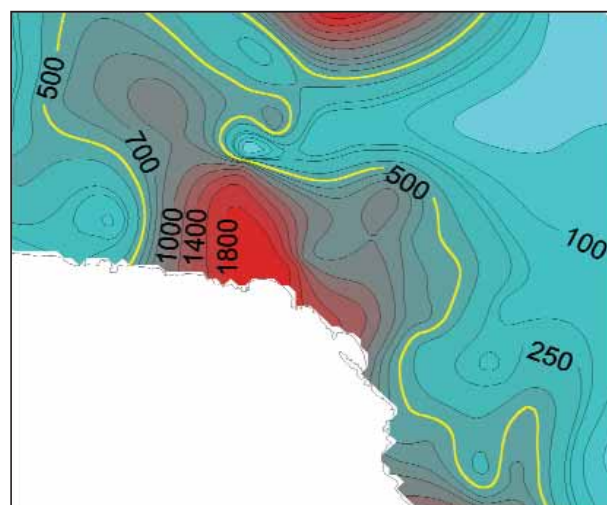


Figura 2 - Linee di egual concentrazione dei cloruri (mg/l) - (1977)

al. (1982) elaborarono successivamente ulteriori conclusioni in merito allo stato d'inquinamento.

Le ubicazioni dei pozzi considerati dalla campagna del 1982 sono riportate in Fig. 3.

La Fig. 4 riporta la distribuzione nelle acque sotterranee delle concentrazioni dei cloruri (mg/l). Confrontando la distribuzione dei cloruri relativa al 1977 con quella ricostruita per il 1982, è possibile notare come, a distanza di soli cinque anni, nella parte più costiera, specie quella ad occidente della zona in esame, la salinizzazione delle acque sotterranee risulti peggiorata ed interessi un'area più estesa.

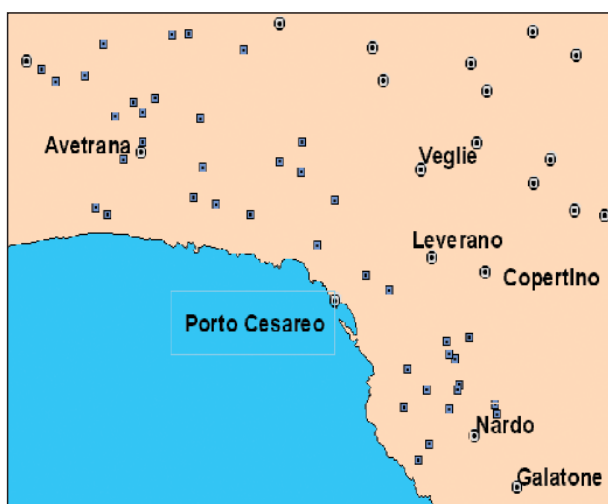


Figura 3 - Pozzi campionati nel 1982 (da Tadolini et al., 1982, modificato)

Le Figg. 5 e 6 riportano rispettivamente la distribuzione del Fe^{3+} (mg/l) e del Cr^{6+} ($\mu g/l$) relativamente alla stessa campagna di indagine. Il limite di 2 mg/l in Fig.5 corrisponde, secondo il DM 185/2003, alla concentrazione massima consentita per le acque in uscita da impianti di recupero: le zone caratterizzate da $Fe^{3+} > 2$ mg/l, rappresentanti quindi acque di qualità inferiore rispetto a quella di acque recuperate, occupavano all'epoca una significativa porzione dell'area più costiera.

Per quanto riguarda lo ione Cr^{6+} , le aree interne alla linea gialla (che individua il limite massimo per le acque in uscita dall'impianto di recupero secondo il DM 185/2003, pari a 5

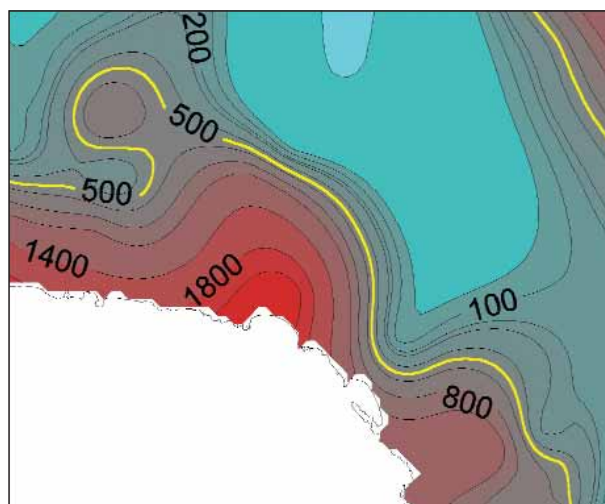


Figura 4 - Linee di equal concentrazione dei cloruri (mg/l) - (1982)

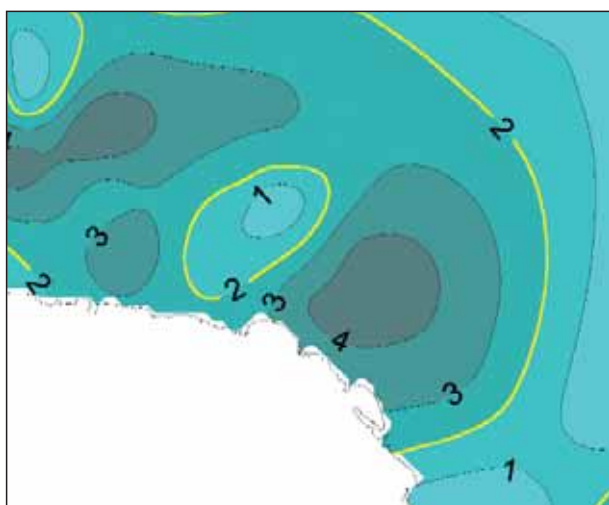


Figura 5 - Linee di equal concentrazione del Fe^{+++} (mg/l) - (1982)

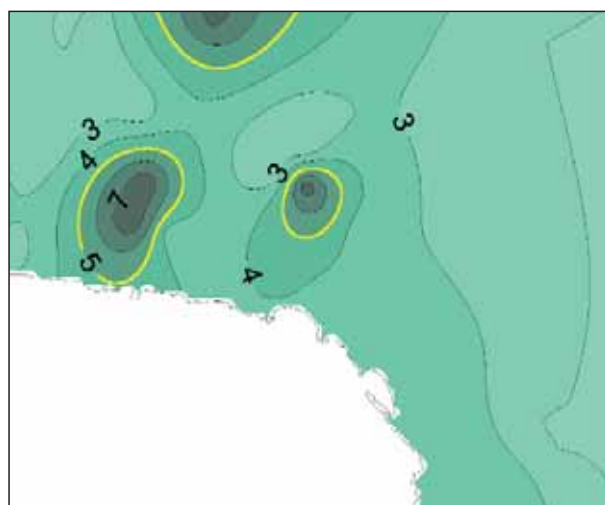


Figura 6 - Linee di equal concentrazione del Cr^{6+} ($\mu g/l$) - (1982)

µg/l) sono relativamente poco estese. Tuttavia, pur se a concentrazioni inferiori, la presenza del Cr⁶⁺ nelle acque sotterranee testimonia come, già venti anni fa, l'area in studio fosse soggetta ad inquinamento da metalli. Gli altri metalli analizzati (nichel, manganese, rame, piombo e zinco) presentavano invece concentrazioni inferiori ai limiti definiti dal predetto decreto.

Buona parte della superficie dei comprensori irrigui del Consorzio Arneo considerati nello studio di tesi quali aree pilota per un progetto di utilizzo di acque recuperate rientra all'interno dell'area delimitata in Fig. 4 dall'isocloro 500 mg/l: ciò significa che, già nel 1982, tali superfici erano irrigate con acque provenienti dalla falda sotterranea di qualità inferiore, per quanto attiene ai cloruri, ai requisiti di un refluo recuperato.

Altri dati storici utili a ricostruire la condizione della falda, relativi al periodo 1970-1988, sono stati forniti dal Consorzio di Bonifica dell'Arneo. Tali dati, riferiti a pozzi appartenenti al Consorzio stesso, sono insufficienti per la ricostruzione areale della distribuzione del contenuto salino: essi tuttavia si sono rivelati utili per evidenziare a scala puntuale la variazione di salinità delle acque sotterranee nel tempo (Fig. 7). Nel periodo di riferimento la salinità aumenta mediamente del 44% (2.3 % su base annua). I dati di salinità relativi a

singoli punti di prelievo indicano, come le precedenti ricostruzioni del TDS riferite all'intera area del Golfo dell'Arneo, che la salinizzazione delle acque sotterranee, a partire dai primi anni '70, è stata costantemente in aumento.

Alla fine del 1994, sotto l'egida della Regione Puglia, l'ente Irrigazione mise in condizioni di operatività una rete di monitoraggio delle acque sotterranee. La rete, costituita da più di 100 pozzi opportunamente strumentati, interessava tutto il territorio regionale. Su tutti i pozzi (in quiete) ricadenti nella rete furono effettuati, tra la fine del 1994 e gli inizi del 1997 e con cadenza grossomodo quadrimestrale, profili della conducibilità elettrica (µS/cm, trasformati in profili di contenuto salino attraverso l'opportuna taratura), della temperatura (°C), del pH, dell'ossigeno disciolto (mg/l) e del potenziale redox (mV).

Per gli scopi dello studio in parola furono selezionati i profili del contenuto salino relativi al periodo tra Novembre '95 e Gennaio '96 ricadenti nella parte centrale della Penisola Salentina: tali dati, interpolati su sezioni orizzontali a diversa profondità sotto il l.m.m., consentivano la ricostruzione dell'andamento della salinità relativamente al periodo predetto. La Fig. 8 mostra tre ricostruzioni della salinità della falda rispettivamente a 5, 50 e 100 m sotto il livello medio mare relative alla stessa area delle ricostruzioni precedenti (1997 e 1982).

L'analisi delle sezioni evidenzia che gli spessori delle porzioni d'acquifero in cui circolano acque dolci sono molto bassi: già ad una profondità di 50 m sotto il l.m.m. tutta l'area del Golfo dell'Arneo è occupata da acque a salinità superiore ai 3 g/l. Alla profondità di 100 m sotto il l.m.m. tutta l'area è occupata da acque salate. La zona esaminata è quindi estremamente fragile rispetto alla salinizzazione: di fatto, in tale zona, in cui i carichi idraulici sono naturalmente bassi, e quindi naturalmente limitati gli spessori delle acque dolci, l'intensa attività agricola ed i conseguenti massicci prelievi non potevano che portare negli anni al peggioramento della condizione qualitativa della falda.

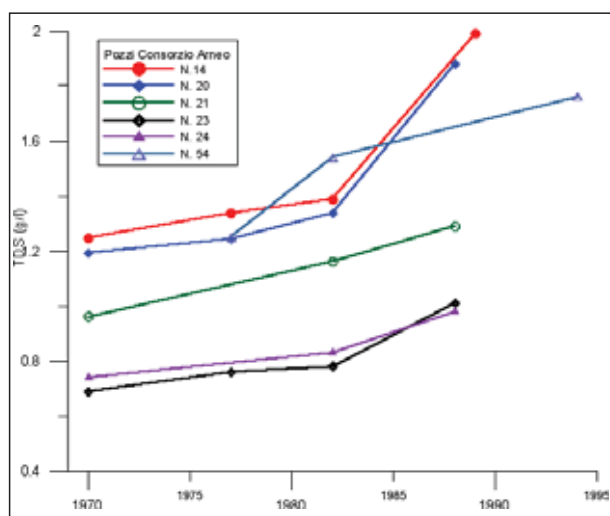


Figura 7 - Andamento del contenuto salino (g/l) nel periodo 1970-1995 in alcuni pozzi appartenenti al Consorzio Arneo

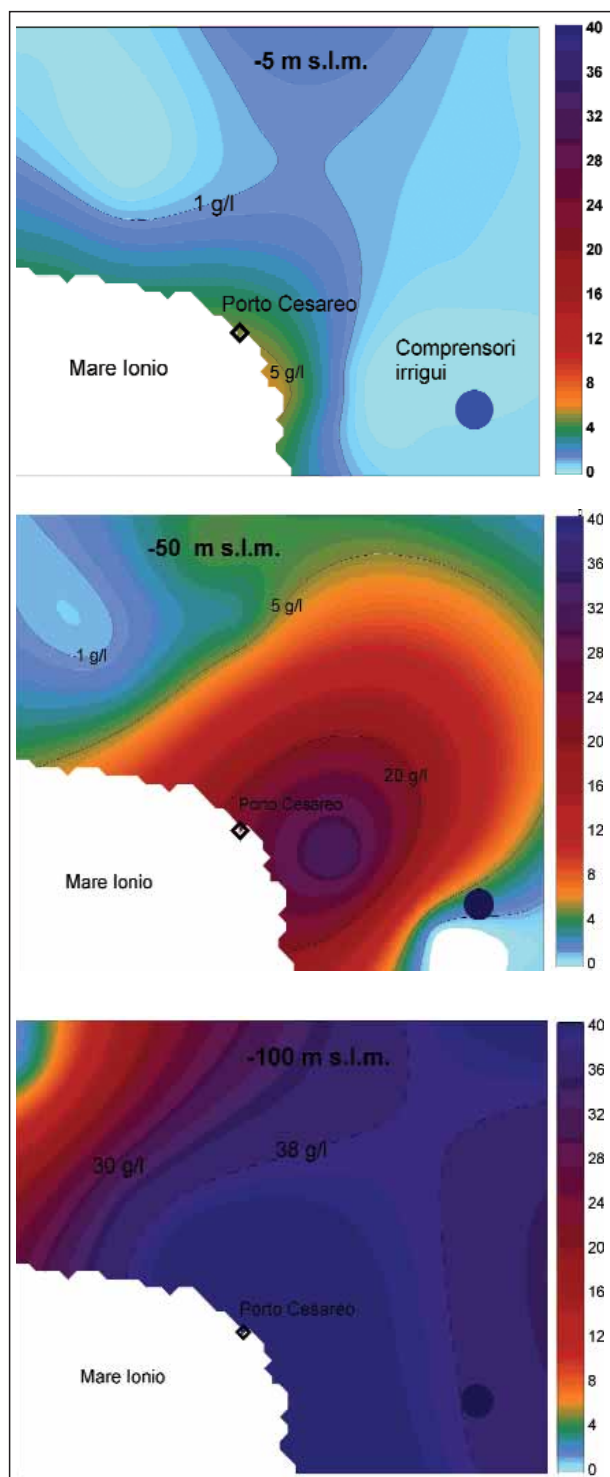


Figura 8 - Ricostruzione della distribuzione del contenuto salino delle acque sotterranee nel territorio dell'Arneo prospiciente il Mar Ionio, rispettivamente a -5, -50 e -100 m s.l.m.

Ricostruzioni della temperatura e della salinità a scala maggiore evidenziano un importante apporto idrico sotterraneo d'acque dolci che va dalla zona sud orientale della Murgia

verso l'acquifero salentino: tale flusso ha origine dall'area di prevalente alimentazione ubicata grosso modo tra Gioia del Colle e Martina Franca e gli effetti di tale travaso si manifestano sino al centro del Salento. Questo travaso giustifica come, nonostante l'alta densità di prelievi e le sfavorevoli condizioni idrogeologiche naturali, nella zona centrale del Salento siano ancora presenti riserve d'acqua dolce.

Lo stato di sofferenza del sistema idrogeologico salentino nei confronti del processo di salinizzazione indotto dallo stato di sovrassfruttamento, di cui le condizioni nella zona del Golfo dell'Arneo sono in gran parte rappresentative, è più che evidente da quanto sino ad ora descritto.

Un modo per quantificare gli effetti dello sfruttamento della falda profonda deriva dalle osservazioni svolte nel passato nei pozzi-spia. Attraverso lo studio delle variazioni di parametri in grado di quantificare il disequilibrio tra acque dolci e salate, si è giunti a delle drammatiche proiezioni per il futuro (Fidelibus e Tulipano, 2004): se non saranno presi provvedimenti idonei nei confronti dei prelievi incontrollati in pochi anni le acque della parte centrale della penisola potrebbero risultare totalmente inutilizzabili.

4. RIUSO IRRIGUO: IPOTESI DI APPLICAZIONE ALLA ZONA IN ESAME

Ulteriori elementi di studio sono stati i quattro compensori irrigui attrezzati, di nome: Nanni e Fachechi (I, II e III lotto), presenti nella zona oggetto di studio, presi in esame soprattutto perché ubicati con una minima distanza tra loro e dai punti di sversamento dei reflui nel canale dell'Asso. Per tali aree, di superficie totale pari a 894 ha, ci si è sforzati di stimare quanta parte potesse essere irrigata riutilizzando i reflui che attualmente sversano nel canale dell'Asso, provenienti dagli impianti di depurazione dei comuni di: Aradeo, Maglie, Galatone, Copertino, Nardò e Zona Industriale di Nardò. Allo scopo si sono studiate le attuali colture ivi

presenti e si sono proiettati al futuro i relativi fabbisogni irrigui. Il risultato di tale stima ha evidenziato la possibilità di irrigare una superficie maggiore dell'insieme dei tre comprensori succitati, in particolare per il solo mese di luglio, mese con maggiore idroesigenza, la stima ha portato ad una superficie potenzialmente irrigabile pari a 1100 ha.

Insieme a tale scenario lo studio ha previsto una soluzione progettuale più complessa, composta da diversi punti, che vengono di seguito elencati:

1. adeguamento dei depuratori di Aradeo, Maglie, Galatone, zona industriale di Nardò e Copertino tale da portare i requisiti dei reflui in uscita alla tabella 4 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/06, ex tabella 4 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/1999;
2. trasformazione dell'impianto di depurazione comunale di Nardò, che attualmente scarica in mare, in impianto di recupero; tale posizione implica che oltre a recuperare i propri reflui l'impianto sia in grado di portare i reflui dei depuratori del punto precedente dalla tabella 4 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/06 alla tabella in allegato al DM 185/2003;
3. realizzazione di un collettore che convogli tutte le portate in uscita dai depuratori suddetti verso l'impianto di recupero di Nardò.

La realizzazione di questo collettore è necessaria per una serie di motivi:

- diminuire la portata di deflusso nel canale dell'Asso, per la quale risulta attualmente non strutturato;
- evitare la contaminazione della falda acquifera sia attraverso il fondo dello stesso canale, quando non rivestito, che attraverso la vora Colucci, punto terminale di parte dello stesso canale;
- salvaguardare il Parco Marino di Porto Cesareo, recapito finale del canale scolmatore del torrente dell'Asso;
- rendere il canale più controllato allo scopo di evitare scarichi abusivi; a tal fine si è pensato di inserire il collettore sotto una pista ciclabile che segua grossomodo l'an-

damento del canale, questa soluzione dovrebbe rendere il canale più frequentato e quindi indirettamente più controllato.

5. CONCLUSIONI

Il riuso irriguo d'acque provenienti da impianti di recupero riveste all'attualità gran rilevanza. Ciò è particolarmente vero per regioni quali la Puglia, che, come buona parte dei territori carsici che si affacciano sul Mediterraneo, manca di risorse idriche superficiali e, anche in ragione dei cambi climatici, soffre di cronica penuria di risorse idriche necessarie per lo sviluppo delle attività economiche.

Tale processo risulta convenientemente perseguibile, vista la minima spesa ed il massimo rendimento in termini di:

- miglioramento agrario, in quanto riuso irriguo vuol dire sia avere una risorsa in più disponibile per l'irrigazione, sia ridurre parzialmente le spese di fertilizzazione chimica per la presenza di azoto e fosforo nella risorsa riutilizzata;
- miglioramento in generale dell'ambiente dovuto sia alla non immissione nel ciclo ambientale di ulteriori fertilizzanti chimici, sia all'ulteriore spinta del processo di purificazione delle acque;
- miglioramento della falda idrica in termini di quantità, per la riduzione di prelievi per l'irrigazione, che in una regione come la Puglia si traduce in termini di qualità per la salinizzazione che consegue ad un sovrasfruttamento della risorsa idrica sotterranea.

Le considerazioni precedenti hanno maggior valore se riportate al caso studio di una realtà territoriale locale, come quella affrontata del bacino imbrifero del canale dell'Asso, che oltre a presentare le pecuniarie problematiche già elencate, risulta essere parte importante del territorio salentino, soggetto a noti problemi di salinizzazione della risorsa idrica sotterranea.

La soluzione progettuale proposta è ovviamente fattibile durante la sola stagione

irrigua, per la stagione invernale sono invece previsti due scenari:

- **Scenario A:** essendo la qualità attuale della falda nella zona Asso per alcuni parametri inferiore ai requisiti qualitativi della tabella del D.M. n. 185 del 12 giugno 2003, risulta da prendere seriamente in considerazione l'ipotesi di effettuare una ricarica artificiale della falda della zona con acque che rispettino la tabella D.M. n. 185 del 12 giugno 2003. Tale eventualità può solo migliorare la qualità del corpo idrico ricettore (anche tenendo conto dei forti prelievi attuali e del problema conseguente principale: la salinizzazione).
- **Scenario B:** nel pieno rispetto dei dettami legislativi, non utilizzare l'impianto di recupero nella stagione non irrigua, con evidente risparmio energetico, facendo scaricare in mare l'intera portata uscente dagli impianti di depurazione e comunque rispettanti la tabella 4 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/06, ex tabella 4 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/1999. Anche quest'alternativa rappresenta comunque un miglioramento all'ambiente rispetto alla attuale situazione specie per la presenza nella zona del Parco marino di Porto Cesareo.

La necessità di una gestione integrata di tutte le risorse è evidentemente un'esigenza espressa già all'attualità anche nei documenti ufficiali di programmazione, ma i dati esposti indicano che, al di là delle parole, esistono delle realtà ben più drammatiche di quanto anche gli addetti ai lavori paventino. Tale consapevolezza porta a considerare molto importante sin da oggi la pianificazione del riuso, e non solo alla scala del sito sottoposto a studio. Tutto ciò che si è detto in relazione al canale Asso, può essere infatti ritenuto applicabile, tenendo evidentemente in conto i possibili diversi contesti naturali ed antropici, all'intera regione Puglia, laddove esistano impianti utilizzabili per il recupero.

Non si può fare a meno di notare che a

distanza di circa due anni dalla ultimazione del lavoro di tesi sembra purtroppo nulla essere cambiato in relazione soprattutto all'uso indiscriminato della risorsa idrica sotterranea. Anche in questi ultimi due anni sembra che nulla è stato fatto per arginare quella catastrofe annunciata da diverso tempo dagli addetti ai lavori. Si assiste, invece, ancora oggi a scelte gestionali indolori per la comunità, come la recente notizia della scelta degli amministratori regionali di aprire ulteriori 3 pozzi in territorio salentino per far fronte alla crisi idrica dovuta ai maggiori prelievi per uso irriguo (www.sudnews.it, 2006), oppure si legge la denuncia di chi sostiene che ci sia troppo dispendio burocratico per l'ottenimento di autorizzazioni per l'apertura di nuovi pozzi (Mangano, 2006).

L'intento di chi ha scritto è di portare alla attenzione di un numero più alto possibile di addetti ai lavori e non il delicato problema, con la speranza che il cambio dell'attuale tendenza auspicato non avvenga troppo tardi, a valle di un vero e proprio processo di desertificazione del territorio salentino ormai già in atto.

BIBLIOGRAFIA

COTECCHIA V., FIDELIBUS M. D., TULIPANO L. (1991) - *Phenomenologies connected with the variation of equilibria between fresh and salt water in the coastal karst carbonate aquifer of the Salento Peninsula (Southern Italy)*. In W. De Breuck (Ed), Hydrogeology of Salt Water Intrusion, A Selection of SWIM Papers, A Report of The Commission of Hydrogeology of Salt Water Intrusion, IAH, Int. Contr. to Hydrog., Hannover: Heise, 1991, 11: 9-16.

FIDELIBUS M. D., TULIPANO L. (1996) - *Regional flow of intruding sea water in the carbonate aquifers of Apulia (Southern Italy)*. 14th SWIM, Malmo, Sweden, 1996, in Rapporter och meddelanden, Geological Survey of Sweden, Uppsala, 87: 230-240.

FIDELIBUS M.D, TULIPANO L. (2004) - *Inquinamento salino ed antropico degli acquiferi*

costieri della Murgia e del Salento: azioni di salvaguardia. Convegno "Uso e tutela dei corpi idrici sotterranei pugliesi", Bari, 21 giugno 2002. *Geologi e Territorio*, Suppl. al n. 1/2004.

MANGANO M. (2006) - *Emergenza idrica piaga dei campi*. *Gazzetta del Mezzogiorno* del 06/09/2006.

TADOLINI T., TITTOZZI P., TULIPANO L. (1977) - *Valutazione dello stato di inquinamento delle acque sotterranee mediante l'analisi comparata di alcuni significativi parametri in una zona del versante ionico della Penisola Salentina*. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, vol. XII, Bari.

TADOLINI T., TULIPANO L., FIDELIBUS M.D. (1982) - *Significativi aspetti del chimismo delle acque sotterranee circolanti nell'acquifero carsico della Penisola Salentina (Italia Meridionale)*. In Zezza F.(Ed), *Atti del II Int. Symp. on the "Utilisation of Karst Areas"*, Bari, 20-22 Maggio 1982, *Geol. Appl. e Idrogeol.*, 1983, Vol. XVII, p.II: 411-425.

TULIPANO L., TADOLINI T., FIDELIBUS M. D. (1982) - *Pollution of groundwater in a carbonatic and karstic aquifer due to urban effluent and agricultural activities*. *Proc. of the XVIth Congress of the IAH Int. Symp. "Impact of*

Agricultural Activities on Ground Water", Prague (Czechoslovakia), 1982, Vrba J. (Ed.), I.A.H. Memoires, Vol. XVI, Part. I: 395-411.

TULIPANO L., FIDELIBUS M. D. (1988) - *Temperature of groundwaters in coastal aquifers: some aspects concerning saltwater intrusion*. *Proc. of the 10th SWIM, 1988, Gent (Belgium)*, in W. De Breuck (Ed.), *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 70: 308-316.

TULIPANO L. (2002) - *Overexploitation consequences and management criteria in coastal karstic aquifers*. In Lopez Geta J.A. & al. (Eds.) *Proc. of TIAC 2003, Tecnologia de la intrusion de agua de mar en acuíferos costeros: países mediterráneos*. Alicante (Spain). Tomo II: 79 – 111, IGME, Madrid, Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas n. 8), ISBN 84-7840-471-6.

TULIPANO L., FIDELIBUS M. D. (2002) - *Mechanisms of groundwater salinisation in a coastal karstic aquifer subject to over-exploitation*. In Boekelman R H & al (Eds), *Procs. 17th SWIM, Delft (The Netherlands)*, ISBN 90-800089-8-2, 262-272.

www.sudnews.it (luglio 2006). *Acqua nell'arco ionico salentino: 3 pozzi in più e maggior afflusso dal Sinni*.