

Vincenzo Cotecchia, Gianfranco Boari, Giuseppe Lozupone, Gioacchino Maselli

Piano per la salvaguardia ed utilizzo
programmato delle risorse idriche
nella Regione Puglia

*Estratto dalla rivista
Acqua & Aria
N.º 10 Dicembre 1983*

Piano per la salvaguardia ed utilizzo programmato delle risorse idriche nella Regione Puglia

Vincenzo Cotecchia

Ordinario di Geologia Applicata e Geotecnica - Università di Bari

Gianfranco Boari

Associato di Chimica e Tecnologia delle Acque - Università di Bari

Giuseppe Lozupone

Assessorato alla Programmazione Ufficio Acque ed Energia - Regione Puglia

Gioacchino Maselli

Assessorato Agricoltura - Regione Puglia

Il Piano per la salvaguardia e l'utilizzo programmato delle risorse idriche nella Regione Puglia, redatto in attuazione delle leggi 319 e 650, è stato approvato dal Consiglio Regionale in data 10/5/83.

Il Piano si articola su una parte generale riguardante la demografia, gli elementi idrologici e idrogeologici del territorio. Una seconda parte riporta i dati sul censimento dei corpi idrici, il carico inquinante di tipo organico derivante dalle varie attività produttive e civili, lo stato di fatto dei servizi di igiene ambientale. La parte propositiva riguarda infine la pianificazione degli interventi sulle reti e sui presidi depurativi, con particolare riguardo al trattamento centralizzato delle acque di vegetazione ed alla tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento da sostanze organiche e dai fenomeni d'intrusione marina. Sulla base delle approfondite ricerche condotte per un lungo periodo dall'Istituto di Geologia Applicata e Geotecnica dell'Università di Bari, le acque di falda sono state classificate in funzione del loro uso prevalente con l'obiettivo di ridurre i fenomeni di salificazione attraverso una corretta gestione e processi di ricarica artificiale.

The Regional Plan for environmental protection and waters optimal use was approved by Apulia Regional Council on the 10.5.83. The present environmental situation of the region is described in the first part of the plan, which deals with demographic, hydrological and hydrogeological aspects. In the second one the environmental quality of surface and ground waters, the polluting organic loads, the existing water distribution and treatment systems are surveyed.

The third part is devoted to the proposals related to the solution of peculiar environmental problems of the Apulia region: the treatment and disposal of highly polluted waste waters discharged by olive oil mills and protection and restoration of water table quality following pollution by organic wastes and sea water intrusion.

The Apulian groundwaters have been classified according to their potability. The first aim of the researches carried out over many years by the Applied Geology and Geotechnics Institute of Bari University is the reduction of salification phenomena of said groundwaters, through a correct management and the use of artificial recharges.

Premessa

L'Amministrazione regionale pugliese, in attuazione dei contenuti delle leggi 10/5/76 n° 319 e 24/11/79 n° 650, ha promosso, tramite l'Assessorato alla Programmazione delegato ai proble-

mi di tutela ed uso razionale delle risorse idriche, un dettagliato progetto di attuazione del Piano Regionale di Risanamento delle Acque.

L'Assessorato alla Programmazione si è avvalso, per la intera fase di elaborazione del progetto,

degli estensori di questa memoria per il coordinamento tecnico-scientifico, dell'apporto di Enti strumentali (E.A.A.P., Ente Irrigazione, Istituto provinciale di Bari di Biologia marina, Laboratori provinciali di igiene e profi-lassi) e di Società (GEO srl) ope-

ranti a livello regionale nella specifica materia delle risorse idriche.

Una tale scelta operativa ha consentito la formazione, in seno agli uffici regionali, del personale tecnico occorrente alla gestione del Piano.

Il Piano di Risanamento, dopo la fase di elaborazione che è durata più di due anni, è stato adottato dalla Giunta Regionale in data 29/3/82 e, dopo le consultazioni con gli Enti locali, è stato approvato alla unanimità dal Consiglio Regionale in data 10/5/83.

Il Piano è formato da otto volumi e da 1400 elaborati grafici e può riassumersi in tre comparti:

- una parte generale;
- una parte metodologica - conoscitiva;
- una parte propositiva - operativa.

1. Generalità

La parte generale si sofferma sulla demografia, sugli elementi idrologici (pluviometria, idrometria, idrografia), ed idrogeologici del territorio.

In merito alla demografia il Piano, per gli scopi che si prefigge, assume come più attendibili i risultati delle proiezioni demografiche ottenuti in base all'ipotesi di espansione media della popolazione, ovvero in ipotesi di mortalità e fertilità costanti. In base a tale ipotesi la popolazione residente raggiungerà nel 1986 4.134.000 abitanti e nel 2000 4.642.000.

Le proiezioni demografiche sono state elaborate per ambito provinciale ed ambito comunale.

In ordine alle risorse idriche proprie del territorio si è rilevato che l'idrografia è estremamente modesta a motivo di alcuni fattori concomitanti: caratteristiche geomorfologiche e di permeabilità dei terreni e clima della Regione.

La prima circostanza, caratterizzata da una natura dei terreni pugliesi fondamentalmente calcarea, è una quasi diffusa sensibile permeabilità, per cui nessun corso d'acqua riesce a stabiliz-

zarsi, ad eccezione che nella zona pedegarganica e nel Tavoliere ove, per una accentuata minore permeabilità, si formano diversi corsi d'acqua.

La seconda circostanza, che concorre a detta povertà di corsi d'acqua, è la scarsa piovosità che appunto caratterizza il clima mediterraneo, predominante in Puglia. In più l'irregolare piovosità nel corso dell'anno, con alcune punte nei mesi di Febbraio-Marzo, comporta per i pochi fiumi presenti nella Regione il carattere di regime torrentizio in detti mesi e quello di magra, se non addirittura di siccità, nel periodo estivo. Di converso le precipitazioni meteoriche, seppure modeste rispetto alla media nazionale, per la diffusa permeabilità suddetta alimentano le acque sotterranee di cui la Puglia è ricca, formando consistenti falde con caratteristiche idrogeologiche assai variabili da zona a zona.

I corsi d'acqua di un certo rilievo, caratterizzati in linea di massima, come detto, da un regime torrentizio, hanno origine nella parte nord-occidentale del territorio pugliese ai confini con il Molise, la Campania e la Basilicata; essi si sviluppano prevalentemente nel Tavoliere.

Si citano a proposito, da nord verso sud, il fiume Fortore, i torrenti Candelaro, Cervaro, Carapelle ed il fiume Ofanto; quest'ultimo è indubbiamente il più importante corso d'acqua della regione.

Nella parte centro-meridionale della Puglia non si può parlare di una vera e propria rete idrografica superficiale, bensì di una successione monotona di bacini endoreici, di "lame" e di "gravine"; queste ultime rappresentano canali scolanti e drenanti naturali in rocce carbonatiche prevalentemente carsificate. Raramente si incontrano aste fluviali propriamente dette, fatta eccezione per quelle del fiume Lato e, più modesta, del Gravina, che si sviluppano ad ovest di Taranto, al confine con la Lucania.

I laghi presenti sul territorio pugliese sono quelli di Lesina,

Varano e gli Alimini. I primi due, siti alle falde nord-occidentali del promontorio del Gargano, hanno caratteristiche lagunari, essendo comunicanti più o meno direttamente con il mare Adriatico.

I laghi Alimini, poco distanti dalla costa settentrionale Adriatico-Leccese, risultano essere influenzati direttamente dall'invasione marina a carattere evolutivo delle rocce del continente e dalla sovrastante falda acquifera, che emerge al margine ed al fondo dei laghi.

2. Indagini conoscitive

La parte metodologico-conoscitiva esamina dettagliatamente:

- il censimento qualitativo dei corpi idrici;
- l'inquinamento del territorio;
- lo stato di fatto dei servizi di igiene ambientale.

Relativamente al censimento dei corpi idrici la prima indagine, condotta nel 1980, ha evidenziato una situazione di inquinamento fecale preoccupante dei fiumi, dei torrenti e delle aree costiere urbanizzate, mentre per le acque di falda è stato ulteriormente evidenziato un inquinamento peculiare della Regione Puglia, principalmente legato ai fenomeni di intrusione marina.

In assenza di rilevazioni storiche e periodiche sugli agenti inquinanti e sui corpi idrici ricettori, il Piano perviene ad una prima stima analitica dell'inquinamento di tipo organico attraverso la valutazione dei carichi inquinanti che potenzialmente possono derivare dai comparti civile, industriale, agricolo e zootecnico.

Con riferimento alle attività economiche si può rilevare dai dati riportati nella Tabella 1 che del carico totale inquinante il 22% attiene all'industria, il 45% all'attività frantoiana, il 15% alla zootecnia, mentre solo il restante 18% è prodotto dal comparto civile.

Con l'analisi dello stato di fatto delle infrastrutture di igiene ambientale, si è pervenuti per la prima volta in Puglia ad una conoscenza di dettaglio del patri-

monio di infrastrutture (reti idriche, reti fognanti, presidi depurativi) esistenti e sul loro stato di conservazione, come riportato in Tabella 2

L'indagine è stata articolata in tre fasi: indagini di campo, analisi dei programmi di attuazione delle reti fognanti redatti dai Comuni, definizione degli indicatori di servizio. Per quest'ultima fase sono stati messi a punto appositi modelli che hanno permesso di individuare, per ambiti comunali, la popolazione servita, la lunghezza di rete per abitante residente, e l'indice di servizio, inteso quale rapporto tra la popolazione servita e quella residente.

L'esame dei risultati riscontrati e la lettura della Tabella 2 evidenziano le carenze delle infrastrutture di igiene ambientale sul territorio pugliese.

Il grado di servizio delle fognere risulta mediamente per la Regione del 59% circa, con una distribuzione provinciale variamente articolata che presenta la Provincia di Foggia in testa con l'82% circa e la Provincia di Lecce in coda con il 30% circa. I Comuni sprovvisti di reti di fognatura nera sono circa 70, di cui 65 in Provincia di Lecce.

Più confortanti sono i dati che riguardano le reti idriche, per le quali il grado di servizio medio per la Regione risulta del 78% circa. In questo caso, non si avvertono forti differenze a livello territoriale.

I presidi depurativi esistenti consentono di trattare solo il 54% circa del carico inquinante di origine civile con 127 impianti; di questi 84 risultano insufficienti per le esigenze attuali.

Va sottolineato in questa sede la quasi totale assenza di fognatura pluviale, con una consistenza a livello regionale di solo il 14% circa del fabbisogno stimato.

3. Programmazione degli interventi

La parte propositiva-operativa focalizza le strategie di pianificazione per perseguire il miglioramento del grado di servizio delle infrastrutture.

Tab. 1 - Inquinamento potenziale, in ambito regionale, per corpi ricettori

Recapiti	Mare				Acque Superficiali				Acque sotterranee				Totali				
	BOD ₅ t/a	Azoto t/a	Fosforo t/a	Volume 10 ³ ·xm ³ /a	BOD ₅ t/a	Azoto t/a	Fosforo t/a	Volume 10 ³ ·xm ³ /a	BOD ₅ t/a	Azoto t/a	Fosforo t/a	Volume 10 ³ ·xm ³ /a	BOD ₅ t/a	Azoto t/a	Fosforo t/a	Volume 10 ³ ·xm ³ /a	
CIVILE	85,4	17	2,6	222,6	88,7	17,7	2,7	124,4	78,6	15,6	2,4	94,3	252,7	18	7,7	56	445,3
INDUSTRIALE	74,6	4,3	0,3	547,1	63,7	3,5	0,2	65,4	158,8	3,1	0,2	194,5	297,1	22	0,7	5	80,7
FRANTOIANA	77,4	0,7	0,3	—	226,9	2,3	1,2	—	307,2	3,1	1,6	—	611,5	45	3,1	22	—
AGRICOLTURA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51,4	1,8	—	—	—	—	—	—
ZOOTECNICA	—	—	—	—	—	—	—	—	207,4	7,8	0,6	—	207,4	15	7,8	4	—
TOTALI	237,4	22	3,2	773,7	379,3	23,5	4,1	189,8	752	81	6,6	288,8	368,7	126,5	13,9	—	1252,3
%	17	17	23	62	28	19	30	15	55	64	17	23	100	100	100	100	100

Tab. 2 - Stato di fatto delle infrastrutture di igiene ambientale

Provincia	Reti idriche		Reti fognatura nera		Reti fognatura pluviale		Impianti di depurazione	
	Esistenti Km.	Da sostituire e da realizzare Km.	Esistenti Km.	Da sostituire e da realizzare Km.	Esistenti Km.	Da realizzare Km.	Carico trattabile t BOD ₅	Carico da trattare t BOD ₅
BARI	1428,1	321,1	1095,4	265,1	195,2	185,9	139,4	55,9
BRINDISI	534,7	123,8	292,6	82,5	35,2	78,9	31,2	28,1
FOGGIA	871,6	320,4	652,1	148,6	53,7	136,7	66,1	10
LECCE	1657,4	461,4	328,7	219,7	66,9	378,5	13,5	44,2
TARANTO	585,7	140,2	256,4	60,3	44,5	86,3	34,1	29,9
TOTALE	5077,6	1366,9	2625,5	776,2	395,6	866,3	284,3	168,1

Circa le reti idriche e fognanti il Piano viene a connotarsi quale piano-progetto in quanto definisce per ciascun intervento le caratteristiche strutturali, tecniche ed economiche delle opere da realizzare.

È questo un aspetto peculiare del Piano pugliese giacché gli Enti locali, soggetti attuatori della legge, hanno affrontato tali problemi solo marginalmente per la presenza dell'Ente Autonomo Acquedotto Pugliese. In questo particolare contesto, l'ottica del piano-progetto ha consentito di recuperare il patrimonio progettuale razionalizzandolo e potenziandolo, assicurando così una base certa per le autonomie locali interessate alla fase di attuazione del Piano.

Questa impostazione ha consentito di valutare in maniera organica gli interventi sugli impianti a rete, il cui fabbisogno all'orizzonte temporale del 1986 è stimato in:

- 2750 km di reti idriche interne agli abitati, di cui il 27% per ammodernamenti;
- 2850 km di reti di fognature, di cui il 14% per ammodernamenti;
- 1260 km di reti di fognature pluviali.

Il problema del risanamento idrico passa anche attraverso la definizione degli interventi di depurazione delle acque reflue, in funzione della ricettività dei corpi recipienti. A questa logica si ispira l'analisi condotta dal Piano per la definizione degli interventi che è stata indirizzata ad un recupero funzionale di tutto il patrimonio impiantistico esistente attraverso una verifica idraulica e di processo dei singoli presidi depurativi e l'utilizzazione di un modello di ottimizzazione che considera le diverse variabili del territorio e tutti i costi effettivi.

Il Piano prevede che il carico inquinante prodotto dall'utenza civile e da quella industriale allacciata o allacciabile alla rete pubblica sia trattato su 180 impianti, utilizzando 122 di quelli esistenti, dei quali 84 da potenziare, e 58 di nuova costruzione.

Gli impianti da dismettere so-

no 5 e ciò a testimonianza della considerazione accordata alle infrastrutture esistenti.

Va sottolineato l'aspetto relativo al trattamento degli scarichi industriali impostato nell'ottica della centralizzazione della depurazione, in linea con gli obiettivi della legge "Merli", che certamente punta al risanamento dei corpi idrici e non già ad una diffusione degli impianti di depurazione.

È stato così affrontato il problema del trattamento delle acque di vegetazione provenienti dall'attività frantoiana e, per quanto riguarda la ricettività ambientale, una particolare attenzione è stata dedicata all'uso della falda sia come corpo recipiente di acque reflue trattate che come fonte di approvvigionamento idrico a scopi multipli.

Vista la rilevanza che queste tematiche hanno avuto sulla programmazione degli interventi di risanamento, se ne riportano qui gli aspetti più significativi.

3.1 Trattamento centralizzato delle acque di vegetazione

La produzione pugliese di olio di oliva al 1977 ammontava a 1963 q.li, pari al 33,27% del totale nazionale.

Il carico organico delle acque di vegetazione, sottoprodotto di tale lavorazione, può stimarsi, in base alle ricerche condotte dall'IRSA-CNR e dall'Istituto di Ricerche Breda per conto della Cassa per il Mezzogiorno, sui 45 ÷ 50 kg. di BOD₅/t di olive lavorate.

Dalla Tabella 1, ove sono riportati i carichi organici ed i volumi degli scarichi nei diversi corpi recipienti, si può rilevare che, durante la campagna olearia della durata media di 100 gg., l'inquinamento potenziale, associato alle acque di vegetazione non trattate, ammonta al 45% del totale (611,5 t/g di BOD₅ contro le 1368,7 totali).

Dopo un'approfondita analisi tecnico-economica che ha tenuto conto della possibilità di trattamento presso i 1984 oleifici della Regione, dei quali soltanto 361 cooperativi, le scelte progettuali, anche in ossequio alle direttive

emanate dal Comitato dei Ministri ai sensi dell'art. 17 della legge 24/12/79 n. 650, sono state orientate verso la raccolta controllata delle acque di vegetazione ed il loro trattamento centralizzato presso presidi depurativi, all'uopo attrezzati, attraverso le seguenti azioni tra loro coordinate:

1) accettazione delle acque di vegetazione nella pubblica fognatura quando l'entità del sovraccarico organico sia inferiore al 20% del carico organico massimo trattabile dal presidio depurativo;

2) normalizzazione del carico delle acque di vegetazione attraverso la realizzazione, presso i presidi depurativi, di vasche di equalizzazione, quando il carico organico ad esse associato non superi del 50% il carico massimo trattabile dall'impianto depurativo;

3) normalizzazione del carico delle acque di vegetazione in un arco di tempo superiore ai 100 gg lavorativi, fino ad un massimo di 300 gg., attraverso la realizzazione di vasche di accumulo di volume adeguato al tempo di trattamento previsto; il 10% di tale capacità di accumulo verrà realizzato presso presidio depurativo per assicurarne il regolare esercizio ed il restante 90% su terreni agricoli a cura e spese degli utenti frantoiani, singoli od associati;

4) realizzazione di piattaforme di depurazione centralizzate, a servizio di più Comuni consorziati, presso le quali le acque di vegetazione verranno trattate secondo le modalità precedenti.

Sono state previste piattaforme con:

a) trattamenti biologici aerobici a fanghi attivi o a filtri percolatori; in particolare si segnalano le piattaforme di San Severo, Andria e Bitonto già realizzate od in corso di realizzazione.

L'esercizio dell'impianto di Bitonto ha dimostrato la fattibilità del processo proposto quando le acque di vegetazione vengono appositamente diluite con le acque urbane. Sono previsti consumi di energia elettrica di 27 kwh/t di olive lavorate in parte recupera-

bile con la stabilizzazione anaerobica dei fanghi di supero per l'utilizzo in agricoltura;

b) trattamenti di concentrazione per evaporazione con recuperi energetici o di sottoprodotti; tali piattaforme verranno realizzate nella provincia di Lecce per accelerare i tempi della loro realizzazione, dato che tale Provincia è pressoché priva non solo di impianti di trattamento biologico delle acque di origine civile, bensì anche di gran parte delle fognature;

c) trattamenti biologici anaerobici con recupero energetico. È prevista la realizzazione di una piattaforma dimostrativa a Palo del Colle, su un processo a letto fluidizzato messo a punto, in scala pilota, presso i Laboratori IRSA di Bari, insieme alla realizzazione di un centro di ricerca finanziato dalla Cassa per il Mezzogiorno.

La fase dimostrativa servirà a verificare, su scala adeguata, i vantaggi del processo di pretrattamento anaerobico che si possono così sintetizzare:

- Produzione specifica di fanghi di supero, già stabilizzati, pari a 1/3 rispetto ai processi aerobici;
- Produzione netta di energia, sotto forma di biogas, anziché consumo di energia elettrica;
- Volumi specifici del reattore biologico nettamente inferiori rispetto ai trattamenti aerobici, fa-

Tab. 3 - Trattamento delle acque di vegetazione, per ambito provinciale, nelle piattaforme e negli impianti singoli.

Parametri	Bari	Brindisi	Foggia	Lecce	Taranto
Olive lavorate t/anno	448.660	217.670	113.850	362.730	115.620
t BOD ₅ prodotti	22.428	9.990	5.226	17.279	5.306
Piattaforme N°	6	4	5	6	6
t BOD ₅ trattati	16.490	4.994	2.976	16.649	2.370
BOD ₅ tratt. BOD ₅ prod. %	73.52	50.0	56.9	100	44.6
t BOD ₅ /anno da trattare su imp. singoli	5.938	4.996	2.250	0	2.936

cendo però ricorso a tecnologie più sofisticate.

La fase dimostrativa permetterà un confronto tecnico-economico tra i due processi biologici e l'utilizzo delle tecnologie più appropriate nella piena attuazione del Piano di Risanamento.

Nella Tabella 3, sono riportate le potenzialità di trattamento delle piattaforme di depurazione, per ambiti provinciali, insieme a quelle degli impianti singoli.

Come si può rilevare, il trattamento di acque di vegetazione, nelle 27 piattaforme previste dal Piano, sarà in ambito Regionale pari al 70% del totale (43.500 t/anno di BOD₅ contro un totale di 60.000 t/anno).

3.2 Uso delle acque sotterranee

La Regione Puglia conta sulle acque sotterranee come prevalente risorsa idrica disponibile in loco.

L'insieme delle caratteristiche geologiche, morfologico-strutturali, idrologiche ed idrogeologiche hanno portato alla ripartizione del territorio in 4 unità idrogeologiche: Gargano, Tavoliere, Murgia e Salento.

Le acque sotterranee, circolanti nei calcari e calcari dolomitici cretaci in gran parte della Regione, galleggiano sull'acqua marina di invasione continentale per effetto della differente densità fra acqua dolce e acqua marina. Esempificazione classica è quella schematizzata in Fig. 1.

Occorre però specificare che il passaggio dall'acqua dolce a quella salata avviene con un aumento graduale della salinità in una fascia detta di "transizione", come si nota dai diagrammi della salinità con la profondità riferentisi a pozzi posti a diversa distanza dalla linea di spiaggia, riportati in Fig. 2.

Approfondite indagini, attraverso "pozzi spia" attestanti in acqua di mare di invasione continentale, hanno consentito di rilevare nel tempo gli spostamenti verticali della zona di transizione e le variazioni di salinità delle acque sotterranee in relazione ai ravvenamenti da precipitazioni meteoriche ed agli emungimenti, per la maggior parte incontrollati, che hanno già provocato pericolosi turbamenti del naturale equilibrio tra l'acqua dolce e la sottostante acqua marina.

Infatti, il pompaggio di una portata Q provoca un innalzamento dell'interfaccia si da provocare un "cono rovescio" che, per valori crescenti della portata, può giungere a penetrare sin

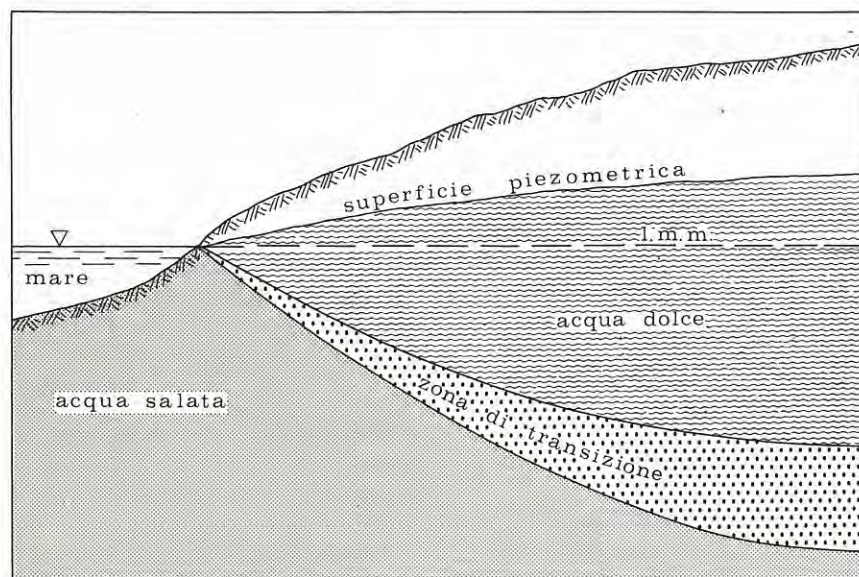


Fig. 1 - Falda di acqua dolce galleggiante su acqua marina.

alla base del pozzo con conseguente emungimento di acqua salmastra, vedi Fig. 3.

Il tempo necessario al ripristino, dopo l'irruzione di acqua salata nella falda di acqua dolce, delle condizioni di equilibrio "statico" preesistente al funzionamento del pozzo, è in genere assai lungo.

Ciò che invece bisogna assolutamente cercare di evitare è il sollevamento della "interfaccia"

prodotto su una vasta estensione ed un eccessivo abbassamento della superficie piezometrica della falda in conseguenza di contemporaneo emungimento incontrollato da numerosi pozzi. Il ritorno della interfaccia alla sua posizione primitiva avviene, in tal caso, dopo un lungo periodo di anni, nel quale occorre sospendere del tutto la utilizzazione dei pozzi della zona. È quindi di enorme interesse disciplinare nel

loro complesso e con visione unitaria l'insieme degli emungimenti per evitare l'esaurimento delle risorse disponibili e non essere costretti a ridurre o annullare del tutto, con evidenti gravissime conseguenze socio-economiche, gli impieghi sui quali in un primo tempo si era creduto di poter contare.

La salsificazione della falda profonda è già avvenuta su larghe zone della fascia litoranea pugliese ed anche in alcune zone dell'entroterra. La perforazione di un pozzo per la centrale ENEL di Bari è un esempio eclatante di tali circostanze. In detto pozzo la superficie piezometrica si è ritrovata ad appena 0,8 m slm anziché, come era da attendersi, a 2-2,5 m slm; già alla profondità di 18 m dal piano campagna l'acqua rivela un contenuto salino di 20 g/l, mentre alla profondità di 30 m la salinità sale a 28-30 g/l, tenore salino che si mantiene pressoché costante nel pozzo fino alla profondità di 150 m. La falda ha ivi subito un'enorme involuzione, essendosi completamente salsificata. Il diagramma di fig. 4 ne dà una esauriente illustrazione.

La bassa permeabilità di insieme dell'acquifero murgiano è attestata dai valori della portata specifica, di norma inferiori a 10 l/s \times m ma spesso inferiori a 2. In altre parole i pozzi, che talvolta hanno superato i 500 m di profondità dal livello mare, forniscono alcune decine di litri al secondo con depressioni di svariati metri.

Nel Salento di norma pozzi penetranti in falda pochi metri sono in grado di erogare portate specifiche intorno ai 30 l/s \times m.

La configurazione della superficie freatica costituisce una ulteriore riprova del diverso comportamento idrogeologico delle due unità. Carichi alti e cadenti intorno al 2‰ sono normali nella Murgia, mentre nel Salento raramente superano i m 3 s.l.m. e le cadenti sono dell'ordine dello 0,2‰.

La caratteristica comune alle due unità è data dalla circolazione idrica esplicantesi per vie di

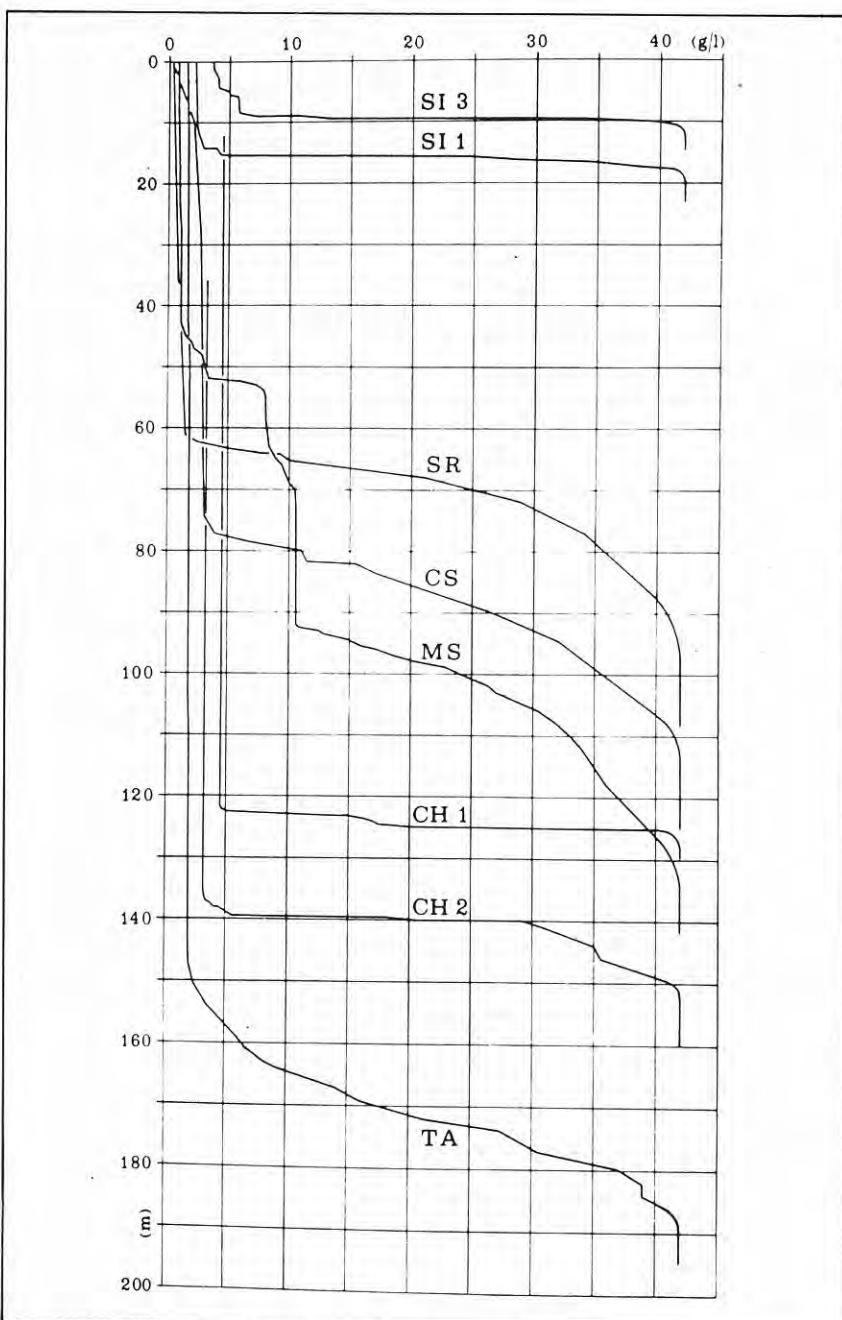


Fig. 2 - Andamento medio della salinità (g/l) con le profondità (m), riferite al livello freatico (o piezometrico).

preferenziale deflusso, tipica delle aree carsiche. In Murgia seguono per lo più percorsi appenninici, ossia subparalleli alla costa; mentre nel Salento esse sono più orientate verso le zone di drenaggio costiere.

Nel Salento sono presenti lungo la costa vasti fronti sorgentizi (sorgenti salmastre); più limitate sono le scaturigini costiere e di tipo concentrato sul litorale murgiano.

La configurazione della superficie freatica fornisce più indicazioni circa la profondità dell'acqua salata, ben confortate da dati sperimentali. In Murgia la falda assume spessori veramente notevoli; un pozzo perforato a Canosa per ricerche petrolifere rinveniva a 1500 m sotto il l.m. l'acqua salata a letto della falda. Altrove si è perforato anche fino a 1000 m di profondità, incontrando acque a contenuto salino di soli $0,3 \div 0,4$ g/l. Naturalmente, nelle zone più costiere ove i carichi diminuiscono, l'influenza dell'acqua di mare sulle acque di falda diventa notevole.

Il Salento rappresenta una tipica situazione peninsulare: vi è una presenza continua, dal mare Adriatico al mare Ionio, di acqua di mare di invasione continentale. Nei punti di maggior spessore della falda, la zona di transizione si rinviene a soli $100 \div 200$ m di profondità dal livello medio marino. È questo uno dei motivi che rende la falda salentina particolarmente vulnerabile ai fenomeni di contaminazione salina indotti dagli attingimenti.

Per quanto sopra detto, di particolare interesse per il Piano di Risanamento sono le problematiche riguardanti l'uso della falda intesa sia come fonte di approvvigionamento idrico potabile, irriguo ed industriale, sia come possibile recipiente delle acque reflue trattate.

La falda idrica sotterranea pugliese è da sempre stata considerata come la fondamentale risorsa idrica disponibile, in gran parte del territorio, ma solo nel dopoguerra, con lo svilupparsi delle tecniche di perforazione, si è fatto ricorso alle acque sotterra-

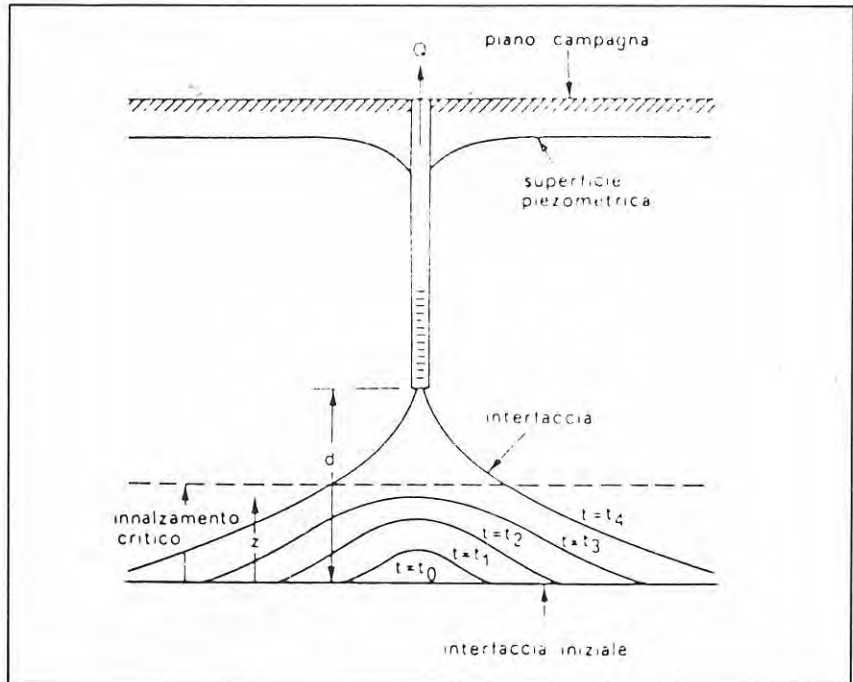


Fig. 3 - Risalita dell'acqua salata in un pozzo sottoposto a forte pompaggio (da Tadolini - Tulipano, 1970).

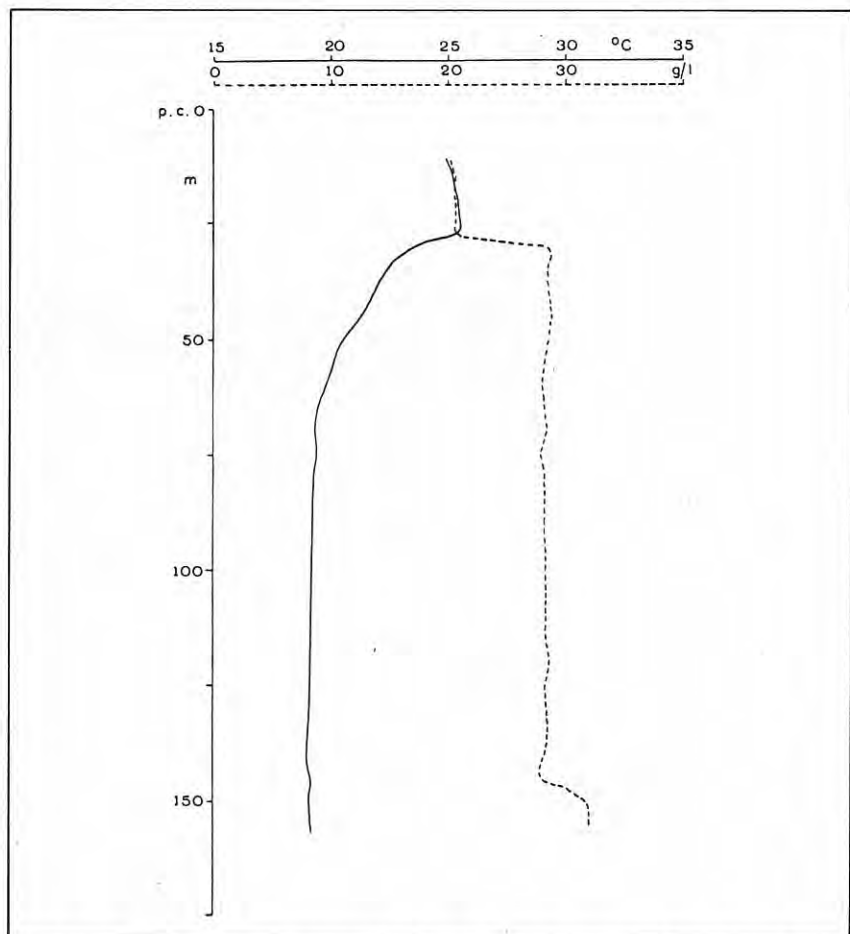


Fig. 4 - Carotaggi termosalinometrici effettuati dopo la conclusione della prova di portata con perforo a m 155.

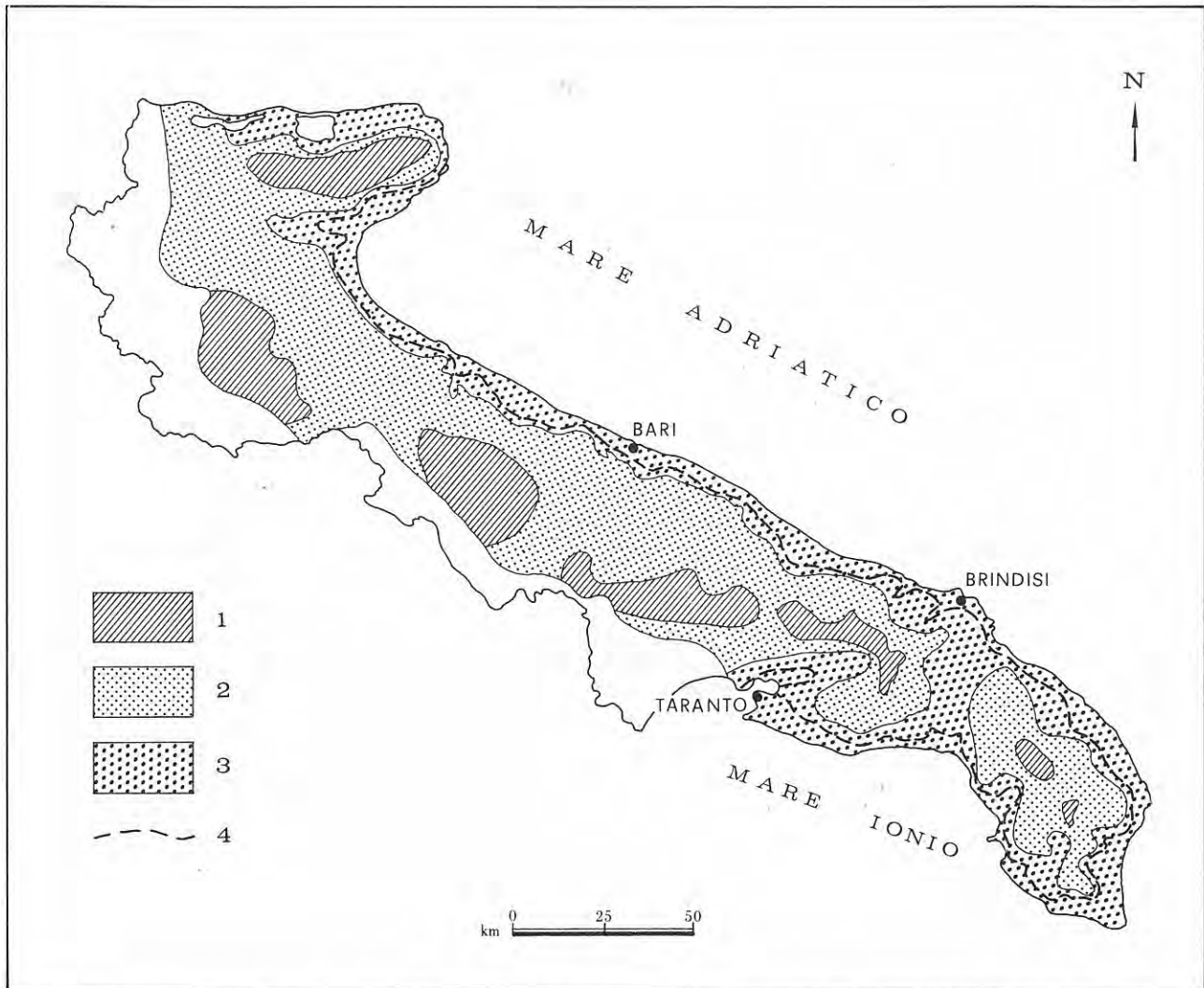


Fig. 5 - Distribuzione areale dell'utilizzazione della falda sotterranea. 1) Acque riservate a prevalente uso potabile (aree interne all'isoalina 0,5 g/l); 2) Acque riservate prevalentemente ad uso irriguo ed industriale (aree comprese tra le isoaline 0,5 g/l e 3 g/l); 3) Acquiferi da cui è vietato qualunque attingimento e da recuperare ad usi produttivi attraverso interventi di ricarica artificiale (aree esterne alla isoalina 3 g/l), 4) Aree di salvaguardia.

Tab. 4 - Approvvigionamento idrico della Regione Puglia negli anni 78/79 (Valori in Mmc x anno).

Uso	Tipologia	Fonti di approvvigionamento						Totale
		Acquedotto (1)	%	Acque superficiali	%	Falda	%	
POTABILE	Consumi domestici	125,7	100					125,7
	Consumi collettivi	37,3	100					37,3
	TOTALE			143	87,7	29	12,3	163
AGRICOLO	Compensori irrigui pubblici			93,3	74,7	31,7	25,3	125
	Compensori irrigui privati					70(3)	100	70
	TOTALE			143	47,8	101,7	52,2	195
INDUSTRIALE	Industrie idroesigenti	33,1	16	101,4	49	72,5	35	207
	altre industrie	4,8 (2)	26,7			13,2	73,3	18
	TOTALE			139,3	61,9	85,7	38,1	225
TOTALE CONSUMATO				375,6	64,4	207,4	35,6	583
Tot. distribuito (com. perdite in rete)				504	69	225,9	31	729,9

(1) al netto delle dispersioni nelle reti primarie e secondarie stimate al 41%

(2) Consumo delle industrie non idroesigenti e delle attività commerciali

(3) Valore fortemente sottostimato, in quanto basato sull'estensione del comprensorio irriguo privato reso noto.

nee in maniera massiccia, realizzando un insieme di alcune migliaia di pozzi attingenti alla falda.

La Tabella 4 evidenzia che la falda partecipa, attualmente, all'approvvigionamento totale idrico della Regione nella misura del 31%. Tale valore deve ritenersi però fortemente sottostimato, per la presenza di notevolissimi

attingimenti non controllati soprattutto a scopo irriguo da parte dei privati. Questo attingimento, basandosi sulla estensione dell'irrigazione privata, viene ritenuto in prima approssimazione di circa 70 milioni di mc/anno; valore probabilmente ancora sottostimato rispetto ad una realtà non adeguatamente nota.

Occorre peraltro considerare

che il prelievo dalla falda, essendo in gran parte utilizzato per uso irriguo, viene effettuato in un arco di tempo massimo di 6 mesi, con una punta accentuata nel periodo estivo, pregiudicando il precario equilibrio della falda.

Dalla Tabella 5, in cui sono riportate le fonti di approvvigionamento a scopo potabile riservate alla Puglia dal P.R.G.A., si può rilevare che le stesse sono in gran parte extra-regionali e quasi completamente utilizzate. Ciò significa che ulteriori aumenti della dotazione idrica effettiva per l'uso potabile deriveranno soltanto dalla riduzione delle notevoli perdite delle reti e da una oculata politica di salvaguardia ed uso della falda.

La situazione relativa allo stato di contaminazione salina relativa a tutto il territorio Pugliese è chiaramente evidenziata dalla Fig. 5, ove sono tracciate le curve di equal contenuto salino di acque estratte dalla falda nel corso di prove di portata condotte su una numerosissima serie di pozzi trivellati, limitatamente alle isoaline 0,5 e 3 g/l (*).

(*) In merito all'elaborazione dei presenti dati, va ricordato il contributo offerto nella redazione del Piano di Risanamento, cui si fa riferimento, dai prof. ing. T. Tadolini e prof. geol. L. Tulipano, dell'Istituto di Geologia Applicata e Geotecnica dell'Università di Bari. In proposito si rimanda anche ai lavori di V. Cotecchia, T. Tadolini e L. Tulipano, dell'8th Salt Water Intrusion Meeting — 25/29 maggio 1983 — Bari.

Tab. 5 - Elenco delle acque riservate alla Puglia per gli usi civili ai sensi dell'art. 3 della legge 4/2/63 n° 129 e dati di esercizio 1978.

Denominaz. della risorsa e Comune di ubicazione	Previsioni PRGA			Dati di esercizio 1978	
	Quota presa m.s.l.m.	Portata da riserv. l/s.	Vol. annui 10 ⁶ mc	Portate medie derivate l/sec	10 ⁶ mc/anno
Sorgente Caposele Caposele (Avellino)	430	Q max 6750 Q med 4000 Q min 3000			
Sorg. Cassano Irpino Cassano Irpino (Av)	480	Q max 4000 Q med 2300 Q min 1400	198.5	6000	189
Inv. Conza sul F. Ofanto Conza di Camp. (Av)	415	Q max 2000 Q med 800	25.2	—	—
Inv. di Atella (aff. Ofanto) Atella (Potenza)	406	Q max 1000 Q med 400	12.6	—	—
Inv. sul Temete (aff. Sele) Laviano (Salerno)	285	Q med 630	20.0	—	—
Inv. Occhito (F. Fortore) Carlantino (Foggia)	150	Q max 2000 Q med 1200	41.0	1105	34.8
Inv. Pietra D. Pertusillo Spinoso (Potenza)	488	Q max 4500 Q med 3500	110.1	3317	104.5
Falda Capitanata Fl. in Dir. Mare Adriatico		Q med 500	15.7		
Falda del Salento		Q med 1400	44.1	1225	38.5
			467.1	11674	366.80

Tab. 6 - Criteri di accettabilità degli scarichi di origine civile

Corpo recipiente	PARAMETRI					
	BOD ₅ ppm	NH ₄ (come N) ppm	NO ₃ (come N) ppm	PO ₄ (come P) ppm	Sostanze toss. o bioaccumulabili - All. 1 Direttiva 30/10/80	Altri parametri
Acque superficiali e di mare (esclusi laghi naturali o artificiali)	TAB. A. (L. 319 mod. da L. 650)	TAB. A	60	20	TAB. A	TAB. A
Acque sotterranee ad uso Agricolo ed Industriale	≤ 200 ppm ≤ 500 kg/d (per i quantitativi maggiori Tab. A)	60	TAB. C	20	TAB. A	TAB. C
Acque salmastre sotterranee da recuperare con ricarica	TAB. C	TAB. C	TAB. C	20	TAB. A	TAB. C
Acque sotterranee destinate all'uso potabile	divieto di scarica sul suolo o nel sottosuolo					

Questi limiti hanno consentito di classificare le acque sotterranee in funzione degli usi prevalenti, individuando le seguenti tre classi, come riportato in Fig. 5:

1) Acque riservate a prevalente uso potabile (aree interne all'isoalina 0,5 g/l)

2) Acque riservate prevalentemente ad uso irriguo ed industriale (aree comprese tra le isoaline 0,5 g/l e 3 g/l)

3) Acquiferi da cui è vietato qualunque attingimento e da recuperare ad usi produttivi attraverso interventi di ricarica artificiale (aree esterne alla isoalina 3 g/l).

Sono state inoltre indicate con linea tratteggiata le aree in cui principalmente è indispensabile un'azione di salvaguardia e monitoraggio, onde seguire l'evolversi della contaminazione salina delle acque di falda per estenderne o ridurne eventualmente l'uso, in special modo per quello destinato al consumo potabile.

La classificazione delle acque di falda o di quelle superficiali in funzione degli usi prevalenti ha consentito di definire i criteri di

accettabilità degli scarichi (Tabella 6) in attuazione delle direttive di cui all'art. 17 della legge 650/79, essendo gli stessi basati sulla verifica dell'accettabilità ambientale anziché sui limiti di concentrazione.

Gli aspetti evidenziati permetteranno, attraverso gli interventi e le azioni previste dal Piano, il perseguimento di politiche ambientali regionali tese a:

1) migliorare la qualità delle acque costiere al fine di pervenire ad una maggiore funzione delle stesse per scopi ricreazionali e produttivi;

2) recupero degli acquiferi salinizzati attraverso interventi di alimentazione artificiale ed elaborazione dei Piani di Riordino;

3) gradualità degli interventi di depurazione in funzione di verifiche puntuali sull'impatto ambientale.

5. Conclusione

Le approfondite indagini sulla ricettività delle acque con particolare riguardo a quelle sotterranee e sul loro uso hanno permes-

so di mettere a punto, nella parte propositiva del Piano, interventi di risanamento volti non solo alla tutela dell'ambiente ma anche ad un utilizzo programmato delle risorse idriche proprie della Regione, e cioè delle acque di falda e delle acque reflue opportunamente trattate.

Queste ultime sono state considerate quali risorse per il riutilizzo nell'industria e nell'agricoltura direttamente o attraverso processi di ricarica artificiale delle falde.

L'attuazione programmata delle azioni di risanamento risulta condizione indispensabile allo sviluppo socio-economico della Regione Puglia, notevolmente condizionato dalla maggiore disponibilità di risorse idriche.

Ricevuto il 13 Agosto 1983
