

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO  
DIPARTIMENTO DI IGIENE E MICROBIOLOGIA

**VALUTAZIONI IGIENICO-SANITARIE  
DELLE ACQUE DI TRE INVASI ARTIFICIALI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO  
DESTINATE AL CONSUMO UMANO**

Gullotti A.                      Valentino L.                      Oliveri R.  
Marinero L.                      Casuccio A.                      Mantia L.  
   Pedalino B.                      Purpari G.  
   Tramuto F.                      Torregrossa M.V.

**Key words:** Reservoirs - Drinking waters - Sanitary conditions.

**SUMMARY** – «Physico-chemical and bacteriological evaluations of reservoir waters employed for human use in Province of Palermo».

We report the physico-chemical and bacteriological characteristics of three Sicilian reservoirs.

The aim of this study was the evaluation of the reservoirs' sanitary conditions, given that the water is also used for human consumption.

114 samples (4 locations at each lake) were collected in the period from July 1995 to June 1996.

We analysed temperature, pH, oxygen saturation, colour and parameters of water mineralization and pollution of natural or human origin. Pathogenic

---

Lavoro effettuato nell'ambito del Programma Operativo Plurifondo 1990-1993 per la Regione Siciliana (P.O.P. Sicilia), Sottoprogetto 2 - Modulo A/22.

Indirizzo/Postal Address: *Prof.ssa L. Valentino* - Dipartimento di Igiene e Microbiologia - Università degli Studi di Palermo - Via del Vespro, 133 - 90127 Palermo - Tel. 091/6553607 - Fax 091/6553641.

sta area urbana periferica e, nel 1958, all'utilizzazione a scopo potabile delle acque del serbatoio Piana degli Albanesi, realizzato negli anni venti, allo scopo di produrre energia elettrica e di impiegare l'acqua derivata dallo scarico degli impianti idroelettrici ad uso irriguo (5).

Sempre al fine di integrare la disponibilità idrica della città e per non distogliere altre acque di falda dal tradizionale uso agricolo cui erano destinate, si realizzò nel periodo 1957-'63, in territorio sito al confine tra i Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi, la costruzione dell'invaso Scanzano.

Ulteriore apporto di acque superficiali alla dotazione idrica di parte del centro abitato di Palermo e di alcuni centri della provincia, si ebbe, alla fine degli anni settanta, con l'adduzione delle acque del lago Poma, costruito negli anni 1962-68 originariamente a fini irrigui, per sbarramento del fiume Jato in territorio del Comune di Partinico.

Altra fonte di approvvigionamento è rappresentata attualmente da parte delle acque del bacino artificiale Garcia, realizzato, alla fine degli anni ottanta, per sbarramento del corso del fiume Belice sinistro e, limitatamente ad alcuni mesi dell'anno, dalle acque di alcuni fiumi a regime torrentizio.

Considerato che le acque superficiali rappresentano, allo stato attuale, una quota importante della dotazione idrica della città, nasce l'esigenza di disporre di informazioni che permettano di valutarne la qualità e di accertare l'esistenza di eventuali condizioni di inquinamento, ciò anche al fine di individuare interventi mirati alla protezione e ad una corretta gestione della risorsa idrica.

Le acque superficiali sono, infatti, spesso utilizzate anche come corpi recettori per lo smaltimento di acque reflue civili ed industriali e sono particolarmente esposte all'inquinamento legato allo sviluppo agricolo; da ciò discende una potenzialità di inquinamento sia di tipo organico che inorganico, con possibilità di reperire nelle acque microrganismi patogeni e componenti chimici tossici, alcuni dei quali a spiccata persistenza, che possono costituire pericolo per la flora e la fauna acquatica, ma anche una seria minaccia per la salute dell'uomo.

Il presente studio è stato, pertanto, condotto allo scopo di valutare la qualità igienico-sanitaria delle acque degli invasi Piana degli Albanesi, Scanzano e Poma anche in riferimento a quanto riscontrato in anni precedenti. Già in passato, infatti, sono stati eseguiti da questo Dipartimento rilevamenti sulle acque di questi bacini i cui dati, limi-

TABELLA I.  
Dati principali degli invasi artificiali (23).

		Piana degli Albanesi	Poma	Scanzano
Superficie	Km <sup>2</sup>	3.0	4.8	1.5
Perimetro	Km	13.5	15.2	8.6
Superficie bacino diretto	Km	37.6	163.6	26.6
Superficie bacino indiretto	Km	3.7	135.8	58.3
Capacità utile	Mm <sup>3</sup>	24.6	68.0	16.4
Capacità totale	Mm <sup>3</sup>	32.0	72.5	20.4
Quota fondo alveo	m s.l.m.	578.5	151.5	487.0
Quota massimo invaso	m s.l.m.	610.0	196.8	527.0
Profondità massima	m	34.0	45.6	31.0

Carta IGM:

Piana degli Albanesi:	Foglio 258 - Quadrante I - Orientamento N.O. - Piana degli Albanesi
Poma:	Foglio 258 - Quadrante I - Orientamento N.E. - Marineo
Scanzano:	Foglio 258 - Quadrante I - Orientamento S.E. - Godrano

Mm<sup>3</sup>; il fondo è costituito da una successione di tre unità tettoniche principali: argille e marne mioceniche di base, argille di colamento con inclusi sabbiosi e lapidei, calcareniti del quaternario.

Nel bacino imbrifero (163,6 Km<sup>2</sup> di superficie) ricadono i Comuni di San Giuseppe Jato (9.466 abitanti) e San Cipirello (5.179 abitanti) (19); prevalgono le coltivazioni di vite e frumento, il patrimonio zootecnico è rappresentato soprattutto da allevamenti bovini, ovini e avicoli (16).

Gli scarichi dei due Comuni giungono all'invaso convogliati attraverso il fiume Jato, principale immissario; il percorso del fiume dai centri abitati all'invaso è di circa 6 Km.

Il lago Scanzano, realizzato negli anni 1957-'62 mediante la costruzione di due dighe che sbarrano il fiume Eleuterio ed il suo affluente V.ne Rossella, ricade in località Madonna delle Grazie al confine tra i territori dei Comuni di Piana degli Albanesi e Monreale, in provincia di Palermo. Posto ad una altitudine di 487 m s.l.m., ha una capacità utile di 16,4 Mm<sup>3</sup> (Tabella 1).

Le zone circostanti il lago sono state in parte rimboschite. La superficie agricola del bacino è destinata soprattutto a seminativi e vigneti. Gli allevamenti, di piccola entità, sono costituiti soprattutto da bovini, ovini ed equini (16).

a, sono stati oggetto

sono essere destina-  
ta la valutazione di  
lori analitici rientri-  
va vigente. In Italia,  
ificiali è notoriamen-  
epito pressoché inte-  
ntificato 46 parame-  
se categorie (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>,  
potabilizzazione, ca-  
he e microbiologiche  
della Direttiva CEE  
e destinate al consu-

è il più antico serba-  
s.l.m., ha una capacità  
i argille eoceniche im-  
tato di Piana degli Al-  
o (denominato in quel  
principali dati sul lago

Comuni di Piana degli  
19 abitanti) e in piccola  
reale (17). Nel lago si  
ui del piccolo Comune  
abitato di Piana degli  
sono oggi trattati e im-

direzione dell'abitato di

fero, è destinata soprat-  
ti. Il patrimonio zootec-  
ni e bovini (16).

i 1962-1968 per sbarra-  
zzarola nel territorio di  
L'invaso, situato ad una  
acità utile di circa 78,0

biologico sono stati raccolti in bottiglie di vetro sterili e secondo le usuali norme di asepsi.

I campioni d'acqua sono stati trasportati in laboratorio opportunamente refrigerati ed al riparo dalla luce.

#### *Analisi fisico-chimiche*

Nelle acque degli invasi, al momento del prelievo, sono stati rilevati i seguenti parametri: temperatura, pH, conducibilità ed ossigeno disciolto mediante sonda multi-parametrica; trasparenza mediante disco Secchi.

In laboratorio sono stati determinati: colore, TA, TAC, durezza totale, cloruri, solfati, sodio, potassio, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, fosforo totale, ortofosfati solubili, BOD5, ossidabilità al permanganato; inoltre cadmio, cromo, ferro, manganese, nichel, piombo, rame, zinco e pesticidi clorurati ( $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC, aldrin, dieldrin, endrin, eptacloro, eptacloro epossido, lindano, *o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDT).

I parametri fisico-chimici sono stati determinati applicando le metodiche riportate nei manuali dell'A.P.H.A. (2, 3) e dell'I.R.S.A. (8).

In particolare, la ricerca di cadmio, cromo, ferro, manganese, nichel, piombo, rame e zinco è stata condotta con spettrofotometro ad assorbimento atomico Perkin Elmer mod. 3100. Lo zinco, ricercato in una prima fase dello studio con la tecnica in fiamma, è stato determinato, a partire dal mese di novembre 1995, in fornello di grafite.

La ricerca dei residui dei pesticidi clorurati è stata effettuata per via gas-cromatografica, previa estrazione in fase solida (SPE) attraverso membrane Empore C18. Le percentuali dei recuperi dei principi attivi ricercati sono state valutate saggiando l'acqua esente da pesticidi con l'aggiunta delle singole sostanze (concentrazione finale circa 2  $\mu\text{g/l}$ ).

#### *Analisi batteriologiche*

Le analisi batteriologiche sono state indirizzate alla ricerca di coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas* spp. e salmonelle, applicando la tecnica delle membrane filtranti (0,45  $\mu\text{m}$ ).

La ricerca di coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, *Pseudomonas aeruginosa* ed *Aeromonas* spp. è stata condotta, in

Le colonie sospette sono state identificate attraverso test biochimici (API System). Gli stipiti identificati come appartenenti al genere *Salmonella* sono stati tipizzati sierologicamente.

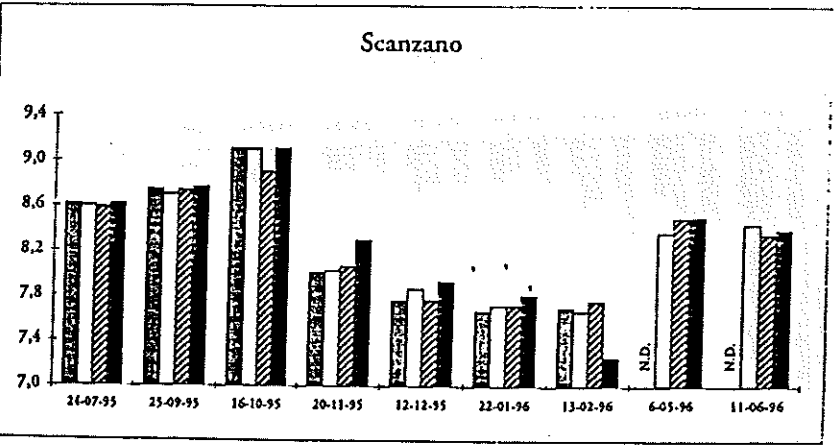
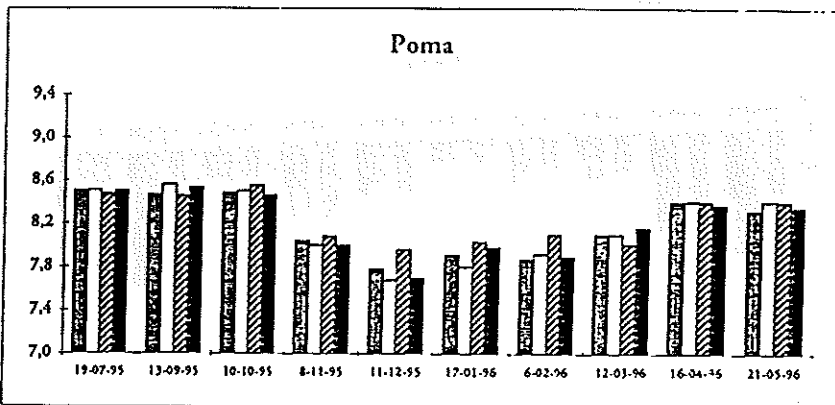
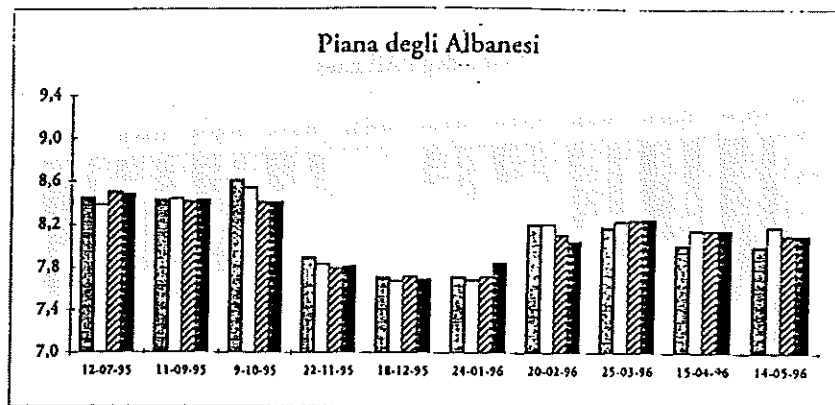
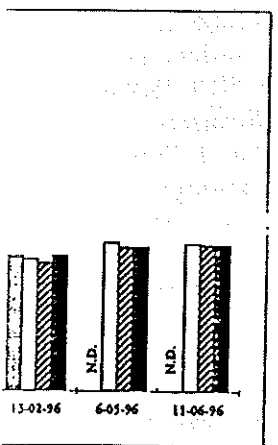
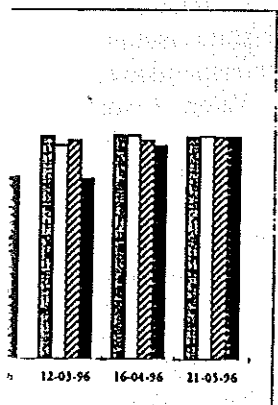
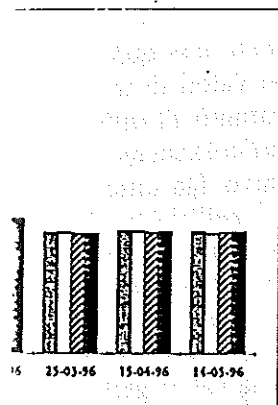
## Risultati

Le acque degli invasi artificiali in studio si caratterizzano per un tenore salino globale moderato: i valori di conducibilità (Figura 1), abbastanza sovrapponibili nelle acque dei laghi Piana degli Albanesi (340-530  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e Scanzano (370-580  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), si presentano più elevati in quelle del lago Poma (570-770  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); l'andamento di tale parametro, nelle acque degli invasi Piana degli Albanesi e Poma, mostra una tendenza alla diminuzione durante i mesi invernali, mentre nelle acque dello Scanzano si presenta più uniforme, se si eccettua il valore più elevato riscontrato a luglio '95. La riduzione osservata è attribuibile all'intensificazione nei periodi estivi dei processi fotosintetici, che portano ad una sottrazione di anidride carbonica libera ed alla conseguente precipitazione di carbonati.

Le variazioni di pH (Figura 2) nei laghi in studio non sono molto pronunciate; i valori sono generalmente più bassi nel periodo invernale rispetto ai mesi più caldi, allorché si verifica maggiore produzione algale. Nell'invaso Scanzano, in cui è stato eseguito un numero inferiore di prelievi per lo stato di piena verificatosi nel periodo marzo-aprile, si riscontrano i valori più elevati (9,1 nel mese di ottobre '95) e un range più ampio rispetto a quello degli altri invasi.

In tutti i bacini artificiali i valori più bassi di trasparenza (Figura 3) sono stati generalmente rilevati nei mesi invernali; in particolare nelle acque del Poma, i valori gradatamente diminuiscono da luglio a dicembre '95 (minimo riscontrato al centro lago 0,18 m) e risalgono nei mesi successivi, sino al maggio '96 (massimo riscontrato al centro lago 1,30 m). Nelle acque del lago Piana degli Albanesi i valori sono compresi tra 0,22 e 1,50 m, mentre quelle dello Scanzano non superano il metro (0,18-0,94 m), fatta eccezione per il prelievo eseguito nel mese di luglio '95 allorché il valore medio delle quattro stazioni è di 1,63 m.

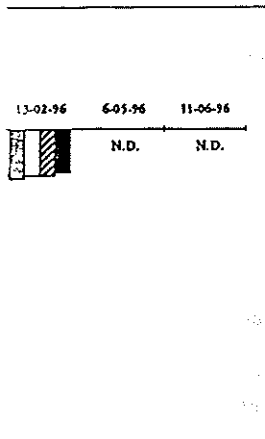
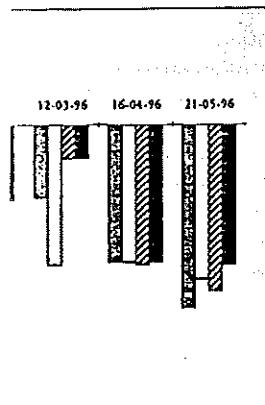
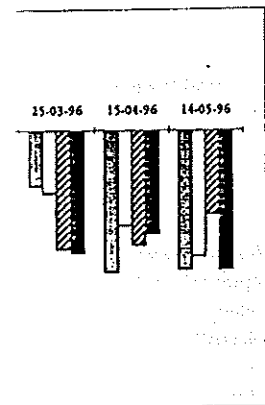
In una precedente indagine condotta sulle acque degli invasi Piana degli Albanesi e Poma (20), i valori più bassi di trasparenza furono rilevati in occasione del prelievo di giugno in corrispondenza dei livelli massimi di densità fitoplanctonica rilevati. In assenza, nel presente studio, di una valutazione della biomassa da mettere a con-



Legenda: ■ Centuo □ Presa ▨ Sponda A ■ Sponda B N.D.: Non determinato

Figura 2 - Valori di pH rilevati nelle acque degli invasi.

determinato  
li invasi.



determinato  
invasi.

fronto con quanto allora evidenziato, è ipotizzabile che la riduzione dei valori di trasparenza nel periodo invernale sia da ricondurre soprattutto all'influenza delle piogge, che nelle aree in studio sono state particolarmente copiose nei mesi di novembre, gennaio, febbraio e marzo. Da sottolineare come i range dei valori di trasparenza riscontrati nell'invaso Poma (0,18-1,30 m) siano più bassi di quelli riscontrati nello stesso lago nel 1982 (0,80-2,50 m), e i valori nelle acque di Piana di Albanesi (0,22-1,50 m) non si discostino, invece, da quelli allora registrati (0,50-1,50 m).

La determinazione del colore (Tabella 2, 3 e 4) ha messo in evidenza valori generalmente più elevati nelle acque dello Scanzano, tra 5 e 30 unità Pt/Co, che rappresenta in assoluto il valore più elevato ed è stato riscontrato, nel mese di giugno '96, nel campione prelevato in corrispondenza di una delle due sponde.

Valori di soprassaturazione di ossigeno (Figura 4) sono stati riscontrati talora in tutti i laghi e, limitatamente ai prelievi eseguiti al centro ed in corrispondenza dell'opera di presa, a luglio, ottobre, maggio e giugno nell'invaso Scanzano, a luglio e maggio nel Poma, a maggio nell'invaso Piana degli Albanesi. Il valore più basso in percentuale di saturazione (39,3%) è stato rilevato nel mese di novembre nelle acque dell'invaso Poma, in corrispondenza del centro.

I valori di durezza totale nelle acque dell'invaso Piana degli Albanesi (Tabella 2) sono compresi tra 142 e 220 ppm  $\text{CaCO}_3$ , nell'invaso Poma (Tabella 3) tra 198 e 290 ppm  $\text{CaCO}_3$  e nell'invaso Scanzano (Tabella 4) tra 128 e 210 ppm  $\text{CaCO}_3$ . Per quanto riguarda cloruri e solfati, concentrazioni più elevate si riscontrano nell'invaso Poma (58,4-78,9 ppm Cl; 90,8-150,6 ppm  $\text{SO}_4$ ) più basse nelle acque dello Scanzano (27,1-50,8 ppm Cl; 47,9-87,6 ppm  $\text{SO}_4$ ) e soprattutto in quelle di Piana degli Albanesi (18,9-32,1 ppm Cl; 48,0-84,6 ppm  $\text{SO}_4$ ). Analoga situazione si osserva per sodio e potassio; si riscontrano, infatti, valori più elevati nelle acque del Poma (30,0-68,9 ppm Na; 3,3-8,2 ppm K), e più contenuti nelle acque dello Scanzano (25,0-42,0 ppm Na; 2,6-4,6 ppm K) e nelle acque dell'invaso Piana degli Albanesi (14,5-28,6 ppm Na; 2,0-4,5 ppm K). Da sottolineare la minore concentrazione di cloruri, solfati, sodio e potassio nelle acque prelevate il 12 marzo '96 in corrispondenza della sponda B dell'invaso Poma, rispetto ai valori riscontrati negli altri siti alla stessa data.

I valori di ossidabilità al permanganato, generalmente modesti nelle acque dei tre laghi in studio, sono risultati talvolta leggermente più elevati nelle acque dello Scanzano (3,0-7,0 ppm). I valori di  $\text{BOD}_5$  sono in genere compresi tra <0,5 e 10,0 ppm.

TABELLA 3.

Range dei valori relativi ad alcune delle analisi eseguite sulle acque dell'invaso:  
Poma.

Punto di prelievo	Punto di prelievo	
	Sponda A	Sponda B
6	9-26	9-26
5.04	8,67-21,40	8,63-21,30
10	<5-15	<5-15
5.0	2,5-5,1	2,3-6,3
0.260	<0,030-0,370	<0,030-0,250
0.138	<0,020-0,015	<0,020-0,125
3.50	<0,10-3,10	<0,10-3,10
10.0	<5,0-10,0	<5,0-7,0
0	0-8,0	0-8,0
52	98-152	94-152
220.0	86,5-216,0	129,9-220,0
110.0	<50,0-100,0	<50,0-90,0
214.0	150,0-220,0	147,0-216,0
32.10	19,30-31,10	18,90-29,40
34,6	50,3-82,5	49,6-83,4
28,6	17,0-25,6	17,0-24,7
4,2	2,6-4,4	2,6-4,5
0	<1,0	<1,0
0	<1,0	<1,0
5,0	5,0-37,0	5,0-22,0
2,0	7,5-36,0	6,0-34,0
0	<5,0	<5,0
0	<2,0	<2,0
4,1	1,1-7,2	<1,0-6,0
6,1	5,0-10,0	4,0-14,0
4,0	<2,0-3,0	<2,0-6,0
10,0	<7,0-8,0	<7,0-33,0
2,0	<2,0-2,0	<2,0-12,0
16,0	<3,0-18,0	<3,0-9,0
4,0	<3,0-6,0	<3,0
4,0	<2,0-3,0	<2,0-5,0
16,0	<3,0-11,0	<3,0-5,0
2,0	<2,0	<2,0-3,0
0	<7,0	<7,0
0	<4,0	<4,0-13,0
0,0	<3,0-33,0	<3,0-13,0
0	<7,0	<7,0
0	<5,0-6,0	<5,0-11,0

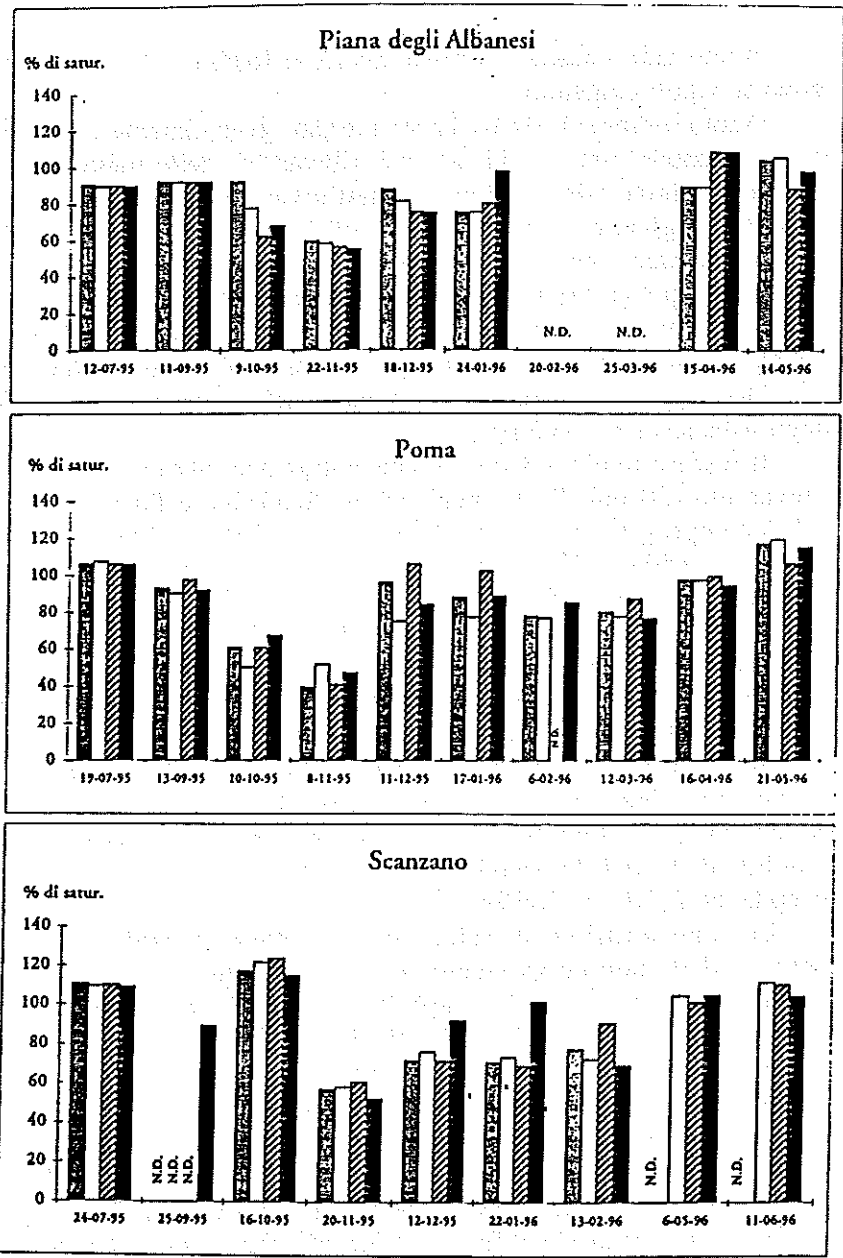
Parametro	Unità	Punto di prelievo			
		Centro	Preso	Sponda A	Sponda B
Temperatura aria	°C	13-27	13-27	13-27	13-27
Temperatura acqua	°C	10,53-27,16	10,96-26,76	10,33-27,16	10,33-27,26
Colore	Unità Pt/Co	<5-10	<5-10	5-15	<5-15
Ossidabilità	O <sub>2</sub> ppm	2,4-4,4	2,8-4,7	2,2-5,5	2,4-5,7
Ammoniaca	NH <sub>4</sub> ppm	<0,030-0,215	<0,030-0,215	<0,030-0,190	<0,030-0,245
Nitriti	NO <sub>2</sub> ppm	<0,020-0,125	<0,020-0,112	<0,020-0,118	<0,020-0,140
Nitriti	NO <sub>3</sub> ppm	<0,10-7,40	<0,10-6,50	<0,10-7,00	<0,10-6,80
BOD <sub>5</sub>	ppm	<5,0-9,0	<5,0-10,0	<5,0-10,0	<5,0-10,0
Alcalinità alla fenolfaleina (TA)	ppm	0-8,0	0-9,0	0-8,0	0-8,0
Alcalinità totale (TAC)	ppm	94-198	92-198	94-198	94-214
Fosforo totale	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppb	82,5-239,4	68,5-187,0	56,6-246,0	<50,0-276,8
Ortofosfati	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppb	<50,0-77,4	<50,0-68,6	<50,0-55,0	<50,0-63,3
Durezza totale	CaCO <sub>3</sub> ppm	198,0-283,0	198,0-289,0	198,0-290,0	198,0-288,0
Cloruri	Cl ppm	59,10-76,90	58,40-78,40	59,70-78,90	42,00-78,20
Solfati	SO <sub>4</sub> ppm	119,7-146,4	120,2-149,1	120,2-150,6	90,8-149,0
Sodio	Na ppm	53,8-67,2	53,4-68,0	54,3-68,9	33,0-67,7
Potassio	K ppm	4,8-8,2	4,7-8,0	4,9-7,9	3,3-8,1
Cadmio	Cd ppb	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cromo	Cr ppb	<1,0-1,5	<1,0-1,1	<1,0	<1,0
Ferro	Fe ppb	<5,0-41,0	<5,0-26,0	<5,0-49,0	<5,0-35,0
Manganese	Mn ppb	5,4-23,2	4,4-90,0	3,0-33,6	2,5-20,8
Nichel	Ni ppb	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Piombo	Pb ppb	<2,0	<2,0-2,0	<2,0	<2,0
Rame	Cu ppb	1,0-6,0	<1,0-2,0	1,4-5,7	1,0-8,8
Zinco	Zn ppb	5,1-22,0	3,8-34,0	3,4-32,0	5,0-20,0
α-BHC	ng/l	<2,0-10,0	<2,0-5,0	<2,0-14,0	<2,0-5,0
β-BHC	ng/l	<7,0-30,0	<7,0-30,0	<7,0-75,0	<7,0-46,0
Aldrin	ng/l	<2,0-15,0	<2,0-8,0	<2,0	<2,0-12,0
Dieldrin	ng/l	<3,0-37,0	<3,0-5,0	<3,0-12,0	<3,0-6,0
Endrin	ng/l	<3,0-4,0	<3,0-5,0	<3,0-7,0	<3,0-4,0
Eptacloro	ng/l	<2,0-6,0	<2,0-7,0	<2,0-7,0	<2,0-10,0
Eptacloro epossido	ng/l	<3,0-20,0	<3,0-11,0	<3,0	<3,0-6,0
Lindano	ng/l	<2,0-7,0	<2,0-13,0	<2,0-15,0	<2,0-11,0
o-p'-DDD	ng/l	<7,0	<7,0-9,0	<7,0	<7,0-12,0
p-p'-DDD	ng/l	<4,0	<4,0-7,0	<4,0-6,0	<4,0
p-p'-DDE	ng/l	<3,0-19,0	<3,0-41,0	<3,0-7,0	<3,0-25,0
o-p'-DDT	ng/l	<7,0	<7,0-15,0	<7,0-13,0	<7,0-18,0
p-p'-DDT	ng/l	<5,0	<5,0-5,0	<5,0-11,0	<5,0-7,0



sulle acque dell'invaso:

tipo di prelievo

	Sponda A	Sponda B
1	10-25	10-25
20	8.63-26.02	8.62-25.88
5	5-30	5-15
8	3.1-7.0	3.0-6.3
150	<0.030-0.265	<0.030-0.300
430	<0.020-0.720	<0.020-0.390
80	<0.10-8.10	<0.10-8.10
10	<5.0-10.0	<5.0-7.0
1	0-10.0	0-10.0
2	56-150	52-148
12.0	<50.0-252.0	<50.0-232.9
1	<50.0	<50.0-107.0
10.0	138.0-210.0	128.0-208.0
120	27.90-50.10	27.30-49.90
1	48.8-87.6	48.1-86.1
10	25.0-42.0	26.5-41.3
7	2.8-3.8	2.6-3.4
	<1.0	<1.0
	<1.0	<1.0-1.2
10	6.0-61.0	<5.0-78.0
0	4.5-18.0	4.0-73.0
	<5.0-6.0	<5.0
	<2.0	<2.0-3.0
7	<1.0-2.7	<1.0-4.3
0	5.0-10.3	2.0-20.0
0	<2.0	<2.0
0	<7.0	<7.0-11.0
	<2.0	<2.0-8.0
	<3.0	<3.0-6.0
	<3.0-3.0	<3.0
0	<2.0-2.0	<2.0-3.0
	<3.0	<3.0
	<2.0	<2.0-2.0
	<7.0	<7.0
0	<4.0-5.0	<4.0-12.0
0	<3.0-5.0	<3.0-7.0
	<7.0	<7.0
	<5.0	<5.0-11.0



Legenda: ■ Centro □ Presa ▨ Sponda A ▩ Sponda B N.D.: Non determinato

Figura 4 - Valori di ossigeno disciolto rilevati nelle acque degli invasi.

quelle del lago Piana degli Albanesi, mentre si attestano tra 3 e 90 ppb Mn nelle acque dell'invaso Poma.

I residui di pesticidi clorurati ricercati, nelle acque dell'invaso Piana degli Albanesi sono presenti generalmente in quantità inferiore al limite di rilevabilità, fatta eccezione per alcuni campioni e particolarmente quello prelevato in data 24 gennaio '96, in corrispondenza della sponda B; tuttavia, anche in questo caso, il valore globale, ricavato dalla somma dei residui dei singoli pesticidi ricercati, risulta dell'ordine di circa 100 ng/l, valore nettamente al di sotto del limite imperativo (0,001 mg/l) riportato dalla normativa vigente (12) per le acque classificate come categoria A<sub>1</sub>. Nelle acque dell'invaso Poma si evidenzia il maggior numero di campioni d'acqua con residui dosabili, riscontrati soprattutto nei mesi di settembre, ottobre e novembre. Nelle acque del lago Scanzano, in linea generale, i residui di pesticidi clorurati ricercati sono al di sotto dei limiti di rilevabilità.

Coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi fecali, nei bacini artificiali in studio, presentano i valori più elevati generalmente nei mesi invernali (Figura 5, 6 e 7; Tabella 5); questo andamento è più evidente nelle acque dell'invaso Poma. In esso, in linea di massima, si riscontrano le più alte cariche microbiche (coliformi totali 3-8.800 UFC/100ml; coliformi fecali 3-3.850 UFC/100ml; streptococchi fecali 0-1.650 UFC/100ml), soprattutto nei campioni prelevati in corrispondenza della sponda A.

I valori riscontrati nelle acque di Piana degli Albanesi sono compresi rispettivamente tra 1 e 1.800 UFC/100ml per quanto concerne i coliformi totali, 1-395 UFC/100ml per i coliformi fecali e 0-100 UFC/100ml per gli streptococchi fecali. I valori massimi sono stati rinvenuti nelle acque prelevate in corrispondenza delle due sponde.

Nelle acque dell'invaso Scanzano i coliformi totali presentano valori compresi tra 3 e 1.500 UFC/100ml, i coliformi fecali tra 1 e 1.350 UFC/100ml, gli streptococchi fecali tra 0 e 675 UFC/100ml: in questo invaso il maggiore carico microbico è stato riscontrato nei campioni prelevati in corrispondenza dell'opera di presa.

Da sottolineare, in ogni caso, come i valori rientrino, per tutti gli invasi, nei limiti prescritti dal D.P.R. n° 515/82 (12) per le acque superficiali classificate come categoria A<sub>2</sub> (coliformi totali = 5.000 UFC/100ml, coliformi fecali = 2.000 UFC/100ml, streptococchi fecali = 1.000 UFC/100ml), ad eccezione delle cariche di coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi fecali riscontrate a febbraio nelle acque del Poma in corrispondenza della sponda A.

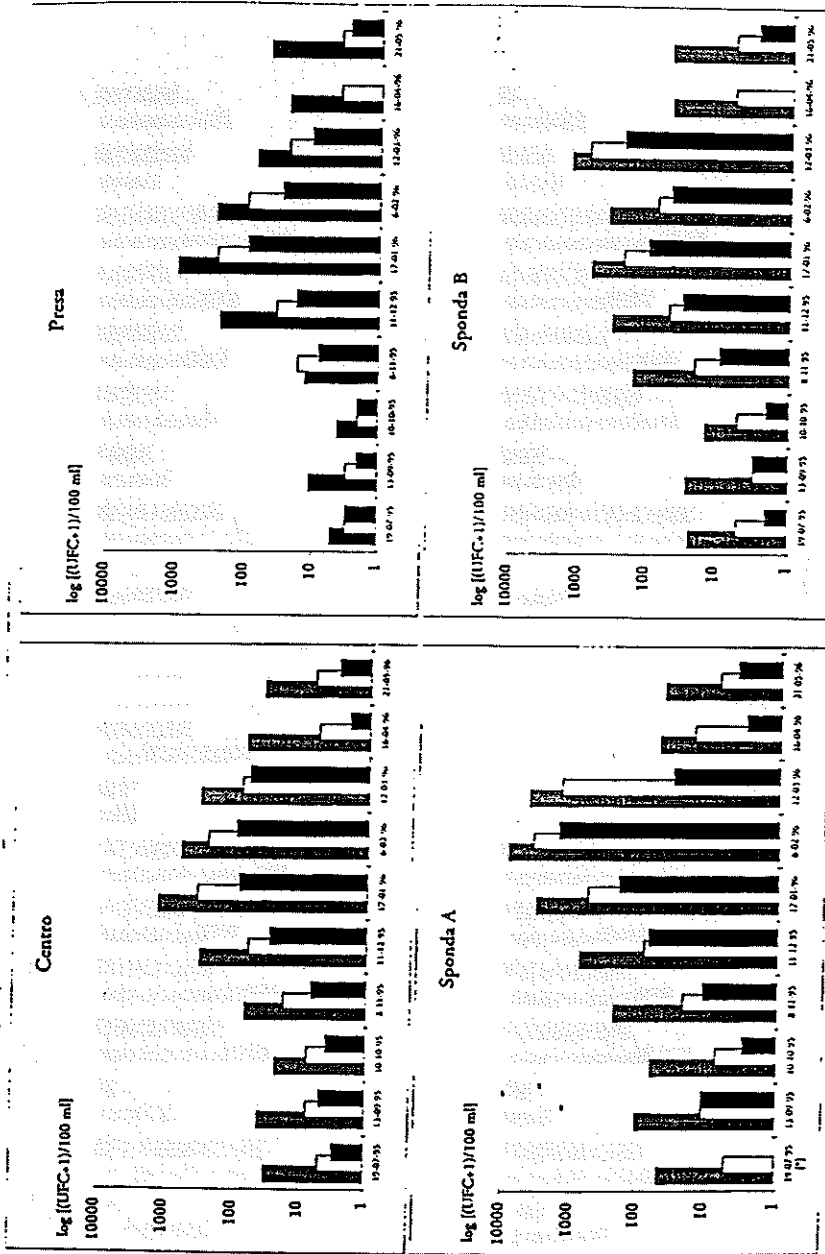
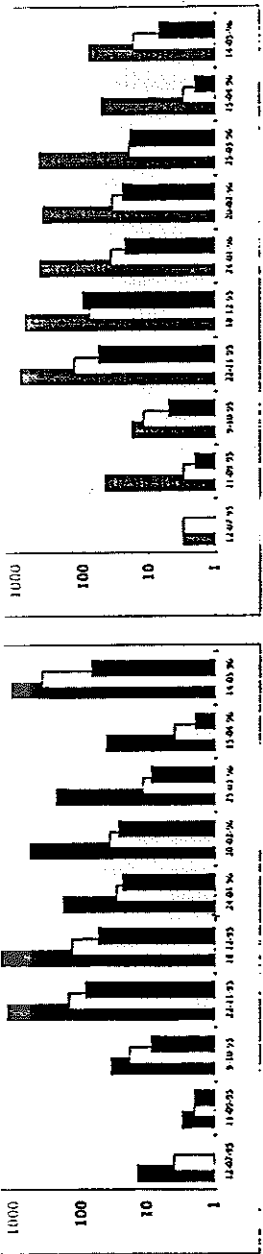


Figura 6 - Invaso Poma: caratteristiche microbiologiche.

microbiologiche.

TABELLA 5.  
Range dei valori delle analisi microbiologiche eseguite sulle acque dell'invaso:  
Piana degli Albanesi.

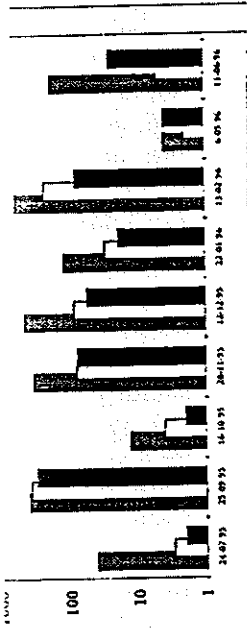
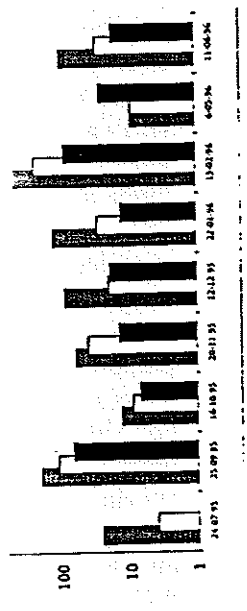
Parametro		Punto di prelievo			
		Centro	Presa	Sponda A	Sponda B
Coliformi totali	UFC/100ml	2-570	1-550	2-1800	2-875
Coliformi fecali	UFC/100ml	1-150	1-100	1-395	2-135
Streptococchi fecali	UFC/100ml	0-53	1-56	0-88	0-100
<i>Aeromonas</i> spp.	UFC/100ml	400-4500	900-7700	1200-5700	940-4900
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	UFC/100ml	0-2	0-2	0-2	0-2
Salmonelle	/1000ml	<i>S. typhimurum</i>	ASSENTI	ASSENTI	ASSENTI

Range dei valori delle analisi microbiologiche eseguite sulle acque dell'invaso:  
Poma

Parametro		Punto di prelievo			
		Centro	Presa	Sponda A	Sponda B
Coliformi totali	UFC/100ml	23-1350	3-950	43-8800	13-1350
Coliformi fecali	UFC/100ml	4-370	3-260	6-3850	2-740
Streptococchi fecali	UFC/100ml	1-102	0-95	2-1650	0-230
<i>Aeromonas</i> spp.	UFC/100ml	1700-38000	1100-23000	2500-185000	1475-41000
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	UFC/100ml	0-3	0-10	0-4	0-70
Salmonelle	/1000ml	ASSENTI	ASSENTI	<i>S. bovis</i> <i>morbificans</i>	ASSENTI

Range dei valori delle analisi microbiologiche eseguite sulle acque dell'invaso:  
Scanzano

Parametro		Punto di prelievo			
		Centro	Presa	Sponda A	Sponda B
Coliformi totali	UFC/100ml	5-587	8-1500	3-629	8-755
Coliformi fecali	UFC/100ml	4-215	3-1350	1-370	3-240
Streptococchi fecali	UFC/100ml	2-120	1-675	1-310	0-85
<i>Aeromonas</i> spp.	UFC/100ml	1200-7600	1350-27500	1300-26500	950-10600
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	UFC/100ml	0-7	0-5	0-25	0-55
Salmonelle	/1000ml	ASSENTI	ASSENTI	ASSENTI	ASSENTI



Legenda: ■ Coliformi totali | □ Coliformi fecali | ▨ Streptococchi fecali | N.D.: Non determinato

lle sono stati isolati  
campione dell'invaso  
enza della sponda A.  
go Piana degli Alba-  
denza del centro.

abella 5) ha general-  
100ml di campione  
o stati registrati nelle  
ore più elevato (70  
oma in corrisponden-  
onie sviluppatesi sul  
o microrganismo so-  
re specie del genere  
es) o al genere *Aero-*

atteri ascrivibili al ge-  
un minimo di 400  
na degli Albanesi nel  
, ad un massimo di  
all'invaso Poma nel  
a denominata A. I va-  
8.000 UFC/100ml, si  
anesi, mentre i valori  
nvaso Scanzano i va-  
27.500 UFC/100ml. I  
presenza di *Aeromo-*  
sono in contrasto con  
in cui erano le acque  
entrazioni medie di A.  
UFC/100ml) rispetto a

ue degli invasi Piana  
arre alcune considera-

registrato in superfi-  
turazione nelle acque  
no e del 30% in quelle

del Poma, rientrando pertanto nei limiti prescritti dal D.P.R. n° 515/82 (rispettivamente categoria A<sub>2</sub> e categoria A<sub>3</sub>) in tema di acque superficiali da destinare alla produzione di acqua potabile. I valori di soprassaturazione di ossigeno riscontrati nei tre laghi sono espressione, verosimilmente, di intensa attività fotosintetica algale che, tuttavia, non è stata oggetto di studio nella nostra ricerca;

- le concentrazioni di azoto ammoniacale, nitroso e nitrico e di fosforo totale, sono ampiamente entro i limiti prescritti dalla normativa vigente in tema di acque superficiali da destinare ad uso potabile; talvolta valori più elevati di azoto ammoniacale e nitroso si ritrovano nell'invaso Scanzano. L'andamento dei nitrati, con valori più elevati nel periodo invernale e più bassi durante il periodo di stratificazione, tipicamente rispecchia una più intensa attività degli organismi fotosintetici negli strati superficiali nei mesi più caldi dell'anno. Il fosforo totale è sempre presente in tutti gli invasi in concentrazione inferiore al limite di 400 ppb P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, riportato sia come valore guida dal D.P.R. n° 515/82 per le acque superficiali classificate come categoria A<sub>1</sub> sia come valore guida dal D.P.R. n° 236/88 per le acque potabili;
- sia la ricerca di metalli pesanti che di residui di pesticidi clorurati, generalmente riscontrati in concentrazione esigua o addirittura non rilevabile, non ha evidenziato situazioni particolari di inquinamento acuto in nessuno dei laghi in studio: il lago Poma si distingue per la presenza di un maggior numero di campioni con residui di pesticidi dosabili. Le caratteristiche di accumulo di questi elementi, soprattutto in sistemi a lento ricambio come gli invasi, impongono, tuttavia, un controllo continuo sulle acque e sui sedimenti. Ciò vale particolarmente per i residui di pesticidi più che per i metalli pesanti, considerando l'intensa attività agricola che caratterizza vaste aree dei bacini imbriferi dei tre invasi;
- il tenore di ferro e manganese si è mantenuto ben al di sotto dei limiti di legge consentiti, almeno per quanto attiene gli strati superficiali analizzati, e ciò è favorevole al processo di potabilizzazione cui le acque sono in parte destinate, considerando gli inconvenienti che questi elementi possono determinare se presenti in quantità eccedente;
- in tutti gli invasi la presenza degli indicatori microbici è più rilevante nel periodo invernale, probabilmente in conseguenza del dilavamento del bacino imbrifero dovuto alle piogge ed alla

rganismi di origine en-  
e dell'invaso Piana de-  
taminazione microbica  
proprio da queste sia  
ella ritrovati durante il  
di stipiti di salmonelle  
de essere attribuito alla  
nza di rinvenimento di  
con i titoli più elevati  
nfluenza di fattori fisici  
di batteri saprofiti am-  
rdanti sono riportati in  
za di salmonelle e con-  
ntaminazione fecale (6.

a dimostrato una scarsa  
e acque in studio, evi-  
di altre specie apparte-  
sere espressione di una  
le degli invasi, conside-  
rattutto presente in feci  
e specie, che rivestono  
delle sostanze chimiche.

to la diffusione di que-  
i, segnalando una mag-  
vaso Poma soprattutto  
nza di affluenti. Questo  
nfrontato con quanto ri-  
ndotte negli invasi Pia-  
nziarono una situazione  
udio. Il controllo del-  
degli Albanesi, dovuto  
nne omonimo, iniziato  
riduzione della carica di  
assenza di interventi di  
rebbe essere causa del-  
e stesse acque, se si as-  
mas quali indicatori di  
nte acquatico, come ri-

Alla luce dei dati raccolti, in conclusione, possiamo affermare che: dei tre invasi, Poma sembra subire maggiormente l'influenza di inquinamento di origine antropica, come si evince dai valori talora più bassi di ossigeno disciolto, maggiore frequenza di residui di pesticidi, presenza delle cariche più elevate riscontrate sia di coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi fecali che di *Pseudomonas aeruginosa* ed *Aeromonas* spp.; l'invaso Piana degli Albanesi, invece, sembra risentire dell'effetto positivo determinato dalla riduzione del carico inquinante, conseguente alla deviazione dei reflui del Comune di Piana degli Albanesi a valle della diga; l'invaso Scanzano, infine, si comporta come un bacino di raccolta, che, date le piccole dimensioni risente fortemente delle precipitazioni atmosferiche, che potrebbero spiegare i valori più bassi di trasparenza dei mesi invernali nonché i valori talora più elevati di sostanze organiche e azoto ammoniacale.

## Bibliografia

- 1) Ajello F., Cappadonna P., Oliveri R., Casuccio A., Genco E. (1988): *Aeromonas hydrophila-punctata* in two sicilian reservoirs: density of the organisms in relation to physico-chemical and bacteriological parameters. *Nuovi Ann. Ig. Microbiol.*, 39, 203-213.
- 2) APHA, AWWA, WEF (1992): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed., Washington, DC.
- 3) APHA, AWWA, WEF (1995): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed., Washington, DC.
- 4) Bonadonna L., Bucci G., Luppi A., Villa L., Volterra L. (1985): L'idrolisi dell'esculina, test di conferma per gli streptococchi fecali rinvenuti sul terreno di Stanetz-Bartley, *Boll. Ist. Sieroter. Milan.*, 64, 160-164.
- 5) Cefalù M., Palazzolo S., Asaro C. (1960): Potabilizzazione dell'acqua del lago artificiale di Piana degli Albanesi per l'acquedotto di Palermo. *Ingegneria San.*, 5, 3-20.
- 6) Cherry W.B., Hanks J.B., Thomason B.M., Murlin A.M., Biddle J.W., Croom J.M. (1972): Salmonellae as index of surface waters. *Appl. Microbiol.*, 24, 334-340.
- 7) Clark D.L., Milner B.B., Stewart M.H., Wolfe R.L., Olson B.H. (1991): Comparative study of commercial 4-Methylumbelliferyl- $\beta$ -D-Glucuronide preparations with the Standard Methods membrane filtration fecal coliform test for the detection of *Escherichia coli* in water samples. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57, 1528-1534.
- 8) CNR - Istituto di Ricerca Sulle Acque (1994): Metodi analitici per le acque - Quaderni 100, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- 9) Decreto Ministeriale 15 febbraio 1983. Disposizioni relative ai metodi di misurazione, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali de-

R.I. n° 84 del 26 marzo

175 concernente la qualità  
potabile negli Stati mem-  
75.

80 concernente la qualità  
unità Europee n° L229/11

EE n° 75/440 concernente  
ione di acqua potabile -

a CEE n° 80/778 concer-  
ai sensi dell'art. 15 della  
la G.U.R.I. n° 152 del 30

e R., Borrego J.J. (1991):  
eryl- $\beta$ -D-Glucuronide for  
and marine sediments. Sy-

agar: a new selective pla-  
aeruginosa. Japan. J. Mi-

cole. Fascicolo provincia-

omuni, anno 1995.

eterotrophic activity and  
chlorophenols, nitrophe-

); Relationships between  
natural waters. Wat. Res.,

e R., Calvo S. (1982): In-  
degli Albanesi e Poma.

*Pseudomonas aeruginosa*  
-332.

antitativi per la ricerca di  
1383-1394.

biente (1987): Piano re-  
fici, volume 6, Palermo.

izvio idrografico (1995):

izvio idrografico (1996):

cedure for enumeration

n. *Microbiol.*, 38, 108-

27) Rippey S.R. and Cabelli V.J. (1980): Occurrence of *Aeromonas hydrophila* in limnetic environments: relationship of the organism to trophic state. *Microb. Ecol.*, 6, 45-54.

28) Rippey S.R. and Cabelli V.J. (1989): Use of the thermotolerant *Aeromonas* group for the trophic state classification of freshwaters. *Wat. Res.*, 23, 1107-1114.

29) World Health Organization (1993): Guidelines for drinking-water quality. Recommendations., 2nd ed., volume 1, WHO - Geneva.