

2.3. Apporti chimici dai tributari

2.3.1. Caratteristiche chimiche e chimico fisiche

In merito alle caratteristiche chimiche di base riscontrate mensilmente alla foce dei 14 corsi d'acqua oggetto d'indagine e sul Ticino emissario (Tab. 2.3.1), i valori medi annuali più bassi di pH, alcalinità totale e conducibilità a 20°C riguardano i bacini fluviali impostati prevalentemente in rocce ignee (Cannobino, Verzasca, Maggia, S. Giovanni, S. Bernardino, Strona, Erno e Giona). Tali valori risultano rispettivamente compresi tra 7,0 e 7,7 unità di pH, 0,2 e 0,5 meq l⁻¹ e tra 45 e 122 µS cm⁻¹. Sui tributari che drenano areali in gran parte costituiti da rocce sedimentarie, nel caso di Vevera, Bardello e Tresa si sono misurati pH leggermente più alti (intorno a 8,0) e tenori significativamente più elevati di alcalinità totale (1,9–3,3 meq l⁻¹) e conducibilità (211–406 µS cm⁻¹); per il Boesio, recettore di scarichi industriali ad alto tenore di bicarbonati e di sali, si sono registrati i massimi delle medie annuali (5,6 meq l⁻¹ e 695 µS cm⁻¹). Toce (bacino Ossola) e Ticino immissario presentano valori intermedi, con pH di 7,5 e 7,7 nonché di alcalinità pari a 0,9 e 1,1 meq l⁻¹ e conducibilità di 190 e 273 µS cm⁻¹.

Su scala stagionale, le principali variazioni riguardano il pH delle acque emissarie, quali quelle del Ticino emissario e del Tresa, con massimi estivi e minimi invernali, andamento che si avverte in misura assai più contenuta sul Bardello (Fig. 2.3.1a).

Tab. 2.3.1. Valori medi annuali delle principali variabili chimiche e chimico-fisiche sui tributari e sull'emissario del Lago Maggiore campionati nel 2005.

	sigla	pH	T.A. meq l ⁻¹	Cond. µS cm ⁻¹	N-NH ₄ mg N l ⁻¹	N-NO ₃ mg N l ⁻¹	N _{org} mg N l ⁻¹	TN mg N l ⁻¹	TP µg P l ⁻¹	RSi mg Si l ⁻¹
Tributari lombardi										
Boesio	(BOE)	8,04	5,55	695	0,30	3,16	0,71	4,17	396	2,8
Bardello	(BAR)	7,99	3,25	406	0,31	1,91	0,65	2,87	468	1,9
Tresa (a)	(TRE)	8,05	1,94	218	0,10	1,10	0,27	1,47	42	0,7
Giona	(GIO)	7,65	0,44	93	0,02	1,40	0,13	1,56	55	3,7
Tributari piemontesi										
Vevera	(VEV)	7,82	1,80	231	0,06	2,88	0,23	3,16	43	5,0
Strona	(STR)	7,54	0,47	112	0,02	1,45	0,16	1,63	19	2,9
Toce Ossola	(TOC)	7,53	0,85	190	0,06	0,67	0,12	0,85	20	2,4
San Giovanni	(SGI)	7,41	0,28	64	0,01	1,35	0,16	1,52	15	4,1
Erno	(ERN)	7,47	0,37	122	0,03	1,69	0,17	1,90	36	4,2
San Bernardino	(SBE)	7,60	0,34	62	0,01	1,18	0,12	1,32	78	3,0
Cannobino	(CAN)	7,38	0,24	45	0,01	0,77	0,12	0,90	8	3,1
Tributari svizzeri										
Maggia	(MAG)	7,71	0,46	69	0,01	0,89	0,11	1,01	9	3,0
Ticino immissario	(TIM)	7,80	1,07	273	0,03	0,82	0,11	0,96	8	2,4
Verzasca	(VER)	6,98	0,25	47	0,02	0,86	0,12	0,99	7	2,7
Emissario										
Ticino emissario	(TEM)	8,20	0,83	146	0,02	0,70	0,16	0,87	13	0,7

(a) - Comprensivo delle acque emissarie del Lago di Lugano e del T. Margorabbia

Anche per il 2005 vengono quindi confermate sia la dipendenza di alcalinità e conducibilità e, in misura inferiore del pH, dalle caratteristiche litologiche dei bacini versanti, sia una sostanziale stabilità del chimismo di base di ciascun corso d'acqua

messa in luce dalla identità tra i valori medi annuali osservati nell'anno in studio e quelli medi del quinquennio precedente (Fig. 2.3.1b).

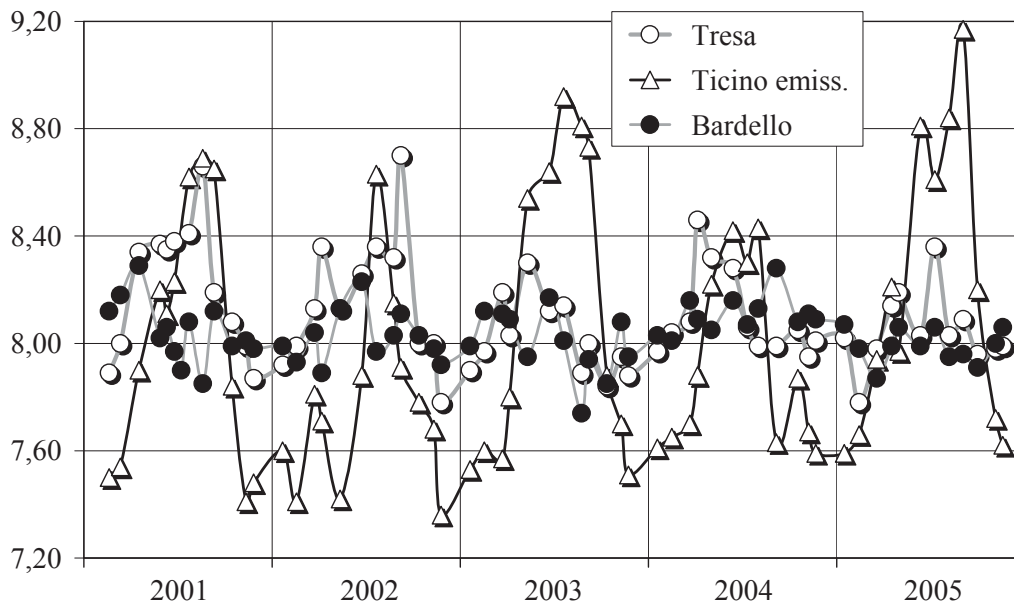


Fig. 2.3.1a. Valori di pH riscontrati nel quinquennio 2001-2005 nelle acque emissarie dei laghi di Lugano (Tresa), Varese (Bardello) e Maggiore (Ticino emissario).

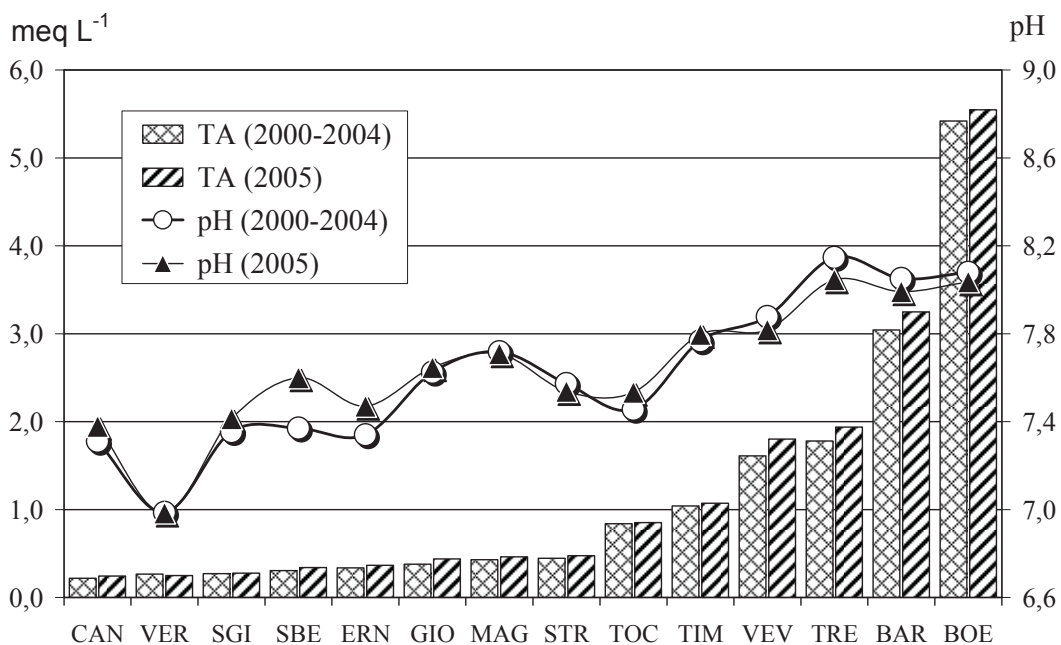


Fig. 2.3.1b. Tributari del Lago Maggiore: valori medi annuali di pH e alcalinità totale relativi al 2005 in confronto con le medie del quinquennio precedente (2000-2004).

I modesti scostamenti osservabili nel grafico sono dovuti quasi esclusivamente alla variabilità idrologica interannuale. Di fatto essa ha avuto un ruolo importante in questi ultimi sei anni durante i quali si sono susseguiti eventi estremi, quali le piene del 2000 e del 2002, ed anni caldi e siccitosi come il 2003 ed il 2005, caratterizzati da afflussi sull'intero bacino imbrifero del Lago Maggiore rispettivamente pari ad appena 1043 e 991 mm, vale a dire i due minimi storici registrati dal 1978 ad oggi. In termini generali, la situazione del 2005 è quindi stata favorevole all'aumento delle concentrazioni e, come si vedrà nel successivo capitolo, ad una riduzione dei carichi veicolati a lago. Tuttavia i livelli di inquinamento, definiti attraverso la presenza di nutrienti quali i composti di fosforo e azoto, appaiono del tutto simili a quelli già registrati nel passato.

Bardello e Boesio continuano a presentare una situazione di pesante degrado ecologico messa in luce da concentrazioni medie annuali (Tab. 2.3.1 e Fig. 2.3.1c) molto elevate di fosforo totale (rispettivamente 468 e 396 $\mu\text{g P l}^{-1}$), azoto ammoniacale (0,31 e 0,30 mg N l^{-1}), organico (0,65 e 0,71 mg N l^{-1}) e totale (2,87 e 4,17 mg N l^{-1}).

Nel caso del Bardello, i tenori medi di azoto sono inferiori o analoghi a quelli dell'anno precedente, ma le concentrazioni di fosforo risultano fortemente aumentate tanto da collocarsi sui livelli massimi riscontrati nel 2003 (Fig. 2.3.1d). Questo fatto, essendo ormai cessati gli interventi di sifonamento di acque ipolimniche dal Lago di Varese, non sembra imputabile soltanto alle condizioni idrologiche più siccitose rispetto all'anno precedente, ma è da mettere in relazione con un incremento di apporti di reflui civili e/o industriali scarsamente depurati.

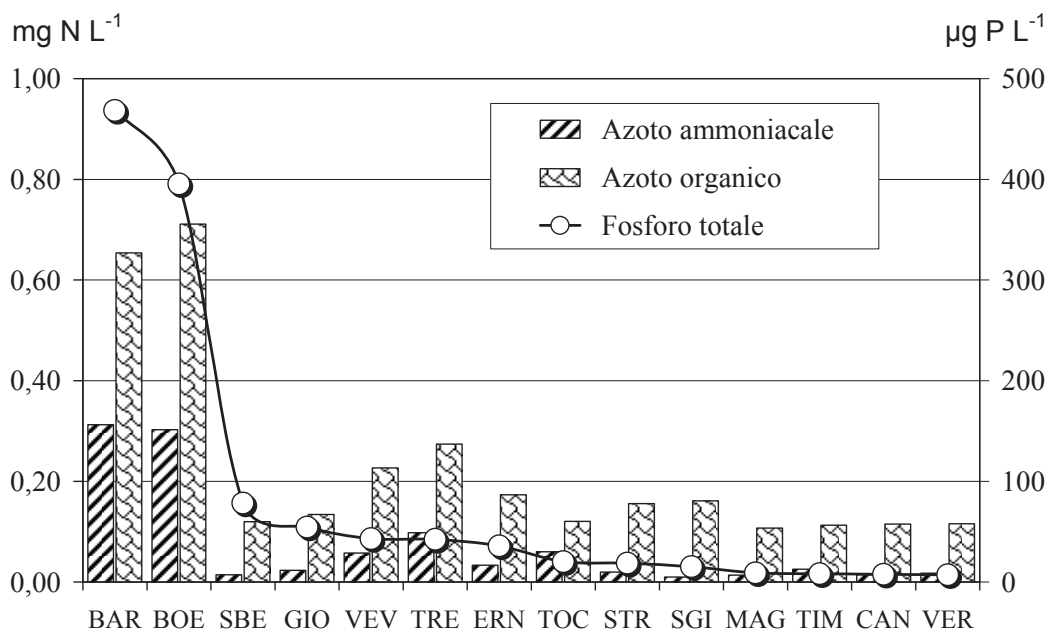


Fig. 2.3.1c. Concentrazioni medie annuali di fosforo totale e d'azoto ammoniacale ed organico misurate nel 2005 sui principali tributari del Lago Maggiore.

Dall'esame della figura 2.3.1e emerge che cinque tributari (Verzasca, Cannobino, Ticino immissario, Maggia, San Giovanni) presentano medie annuali di fosforo comprese tra 7 e 15 $\mu\text{g P l}^{-1}$, mentre i valori medi di Strona e Toce risultano rispettivamente pari a 19 e 20 $\mu\text{g P l}^{-1}$, vale a dire concentrazioni che rientrano nell'obiettivo di qualità da rispettare per il mantenimento dello stato oligotrofico delle

acque lacustri. Le condizioni di questi corsi d'acqua variano dunque da uno stato ottimale fino a livelli decisamente buoni o quantomeno accettabili. Del resto una conferma è data anche dai loro contenuti medi di azoto ammoniacale ed organico, sempre inferiori a 0,06 e 0,16 mg N l⁻¹ (Tab. 2.3.1 e Fig. 2.3.1c).

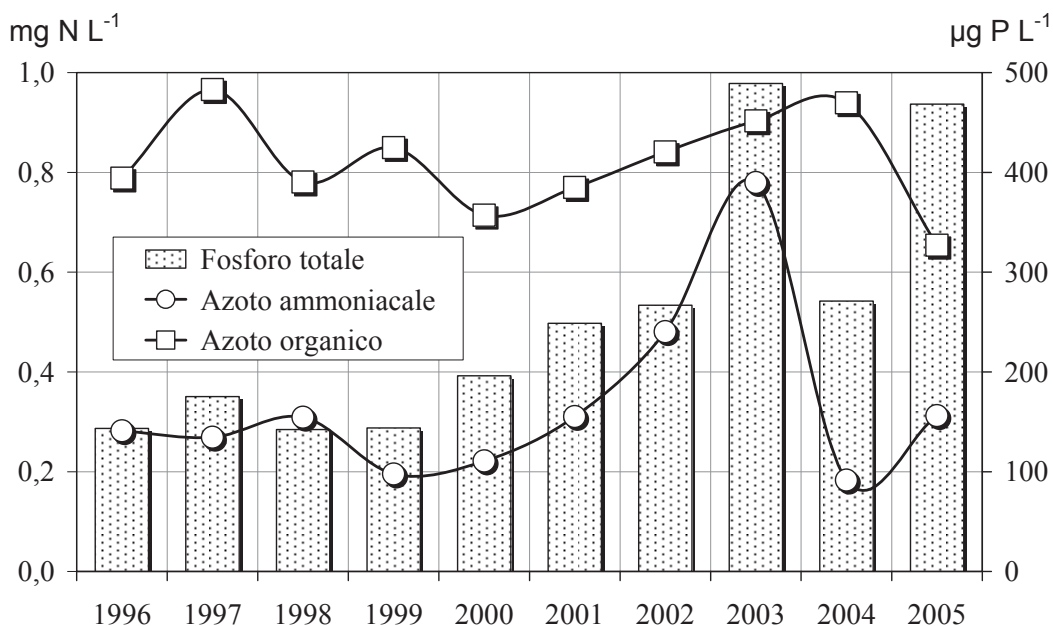


Fig. 2.3.1d. Concentrazioni medie annuali di fosforo totale e d'azoto ammoniacale ed organico misurate dal 1996 al 2005 alla foce del Fiume Bardello.

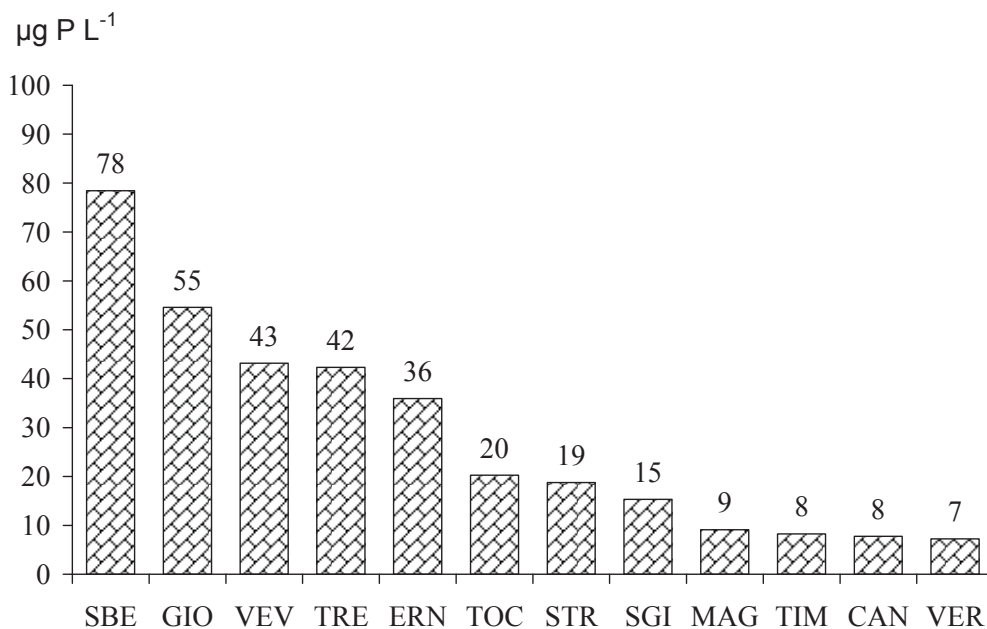


Fig. 2.3.1e. Concentrazioni medie annuali di fosforo totale misurate nel 2005 sui corsi d'acqua campionati ad esclusione di Boesio e Bardello.

Situazioni più compromesse e preoccupanti, dovute alla presenza nei bacini drenanti di scarichi non sufficientemente depurati, riguardano nell'ordine Giona, Vevera, Tresa ed Erno che mostrano medie annuali di fosforo ancora troppo elevate, rispettivamente decrescenti da 55 a 36 $\mu\text{g P l}^{-1}$ (Fig. 2.3.1e), anche se l'ambito di variazione delle concentrazioni di azoto ammoniacale (0,02 e 0,06 mg N l^{-1}) ed organico (0,13 e 0,27 mg N l^{-1}) indica come esse siano assai meno rischiose per l'ambiente lacustre (Tab. 2.3.1).

Infine va segnalato che, rispetto al 2004, si è drasticamente modificata la situazione del San Bernardino. Nell'anno in studio si sono infatti riscontrate alla sua foce concentrazioni di fosforo totale elevatissime ed anomale in due campionamenti: il 3 Ottobre 2005 con 771 $\mu\text{g P l}^{-1}$ (110 $\mu\text{g P l}^{-1}$ di fosforo reattivo) e il 7 Novembre con 93 $\mu\text{g P l}^{-1}$ (56 $\mu\text{g P l}^{-1}$ di fosforo reattivo). Tale situazione è stata subito riferita alla Provincia e ai responsabili dell'ARPA locale affinché si attivassero per individuarne le cause, ma i sopralluoghi effettuati non hanno evidenziato anomalie degli scarichi civili e degli sfioratori esistenti. Molto probabilmente i due eventi sono invece da associare a qualche immissione improvvisa di sostanze fosforate in tombinature che recapitano le acque bianche urbane in prossimità del tratto terminale del torrente. Del resto, la sporadicità di tali eventi sembra confermata anche da un campionamento di controllo in data 11 Ottobre che ha evidenziato tenori di fosforo totale del tutto normali (4 $\mu\text{g P l}^{-1}$), nonchè dal fatto che gli elevati valori riscontrati non erano accompagnati da concentrazioni anomale dei composti dell'azoto e risultano difficilmente inquadrabili sia all'interno degli altri 9 campionamenti mensili (concentrazioni comprese tra 3 e 18 $\mu\text{g P l}^{-1}$), sia dei valori misurati in tutti i campionamenti dell'ultimo quinquennio (media di 8 con un massimo di 43 $\mu\text{g P l}^{-1}$).

Il quadro della distribuzione geografica della qualità delle acque tributarie in termini di apporti eutrofizzanti mette in rilievo condizioni eccellenti nell'areale ticinese, accettabili in quello piemontese e alterate nella zona lombarda. In effetti, nell'ultimo decennio (1996-2005), le concentrazioni medie areali annuali continuano a mostrare rapporti ben diversi tra Cantone Ticino, Piemonte e Lombardia: mediamente 1,0 : 4,2 : 11,5 per l'azoto ammoniacale (Fig. 2.3.1f); 1,0 : 1,4 : 3,4 per l'azoto organico (Fig. 2.3.1g); 1,0 : 3,1 : 9,9 per il fosforo totale (Fig. 2.3.1h).

Infine, le concentrazioni medie di fosforo totale e di azoto ammoniacale relative al 2005 degli afflussi complessivi al lago dai tributari hanno presentato un andamento diverso (Fig. 2.3.1i): le prime, pari a 32 $\mu\text{g P l}^{-1}$, si sono incrementate fino ad avvicinare i livelli del 2003 (35 $\mu\text{g P l}^{-1}$); le seconde sono rimaste praticamente invariate rispetto all'anno precedente, attestandosi a 0,05 mg N l^{-1} , cioè sul valore medio dell'ultimo decennio che è stato sensibilmente superato soltanto nel 2003 (0,09 mg N l^{-1}).

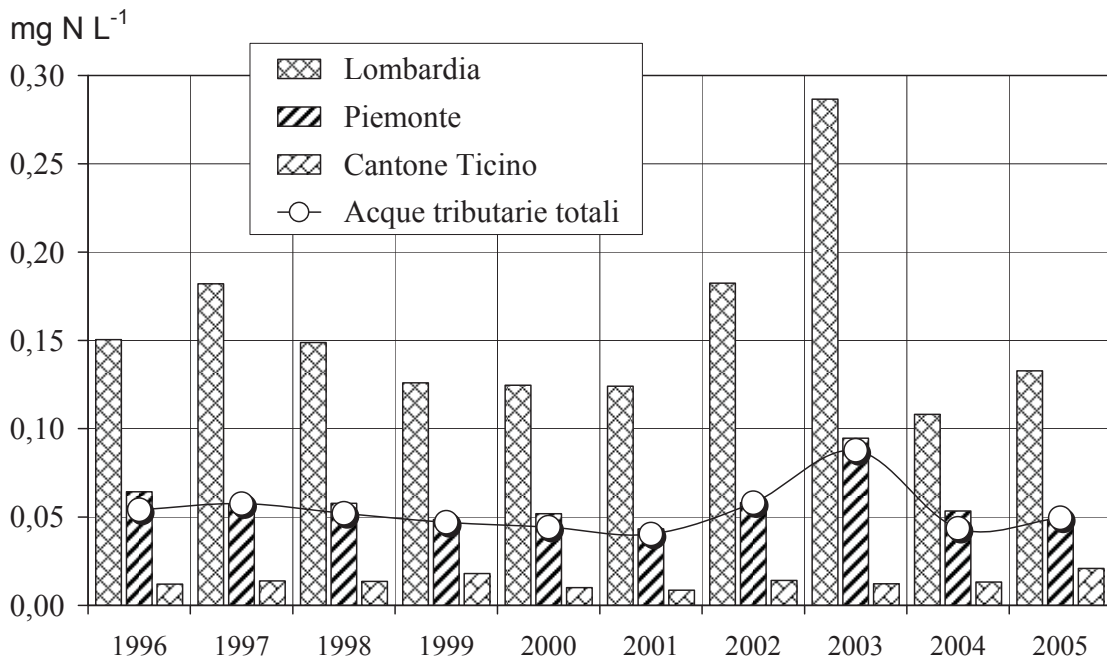


Fig. 2.3.1f. Lago Maggiore. Concentrazioni medie areali annuali di azoto ammoniacale nel decennio 1996-2005 nelle acque tributarie totali e in quelle campionate in Lombardia (compresi gli apporti derivanti dal Lago di Lugano attraverso il Tresa), Piemonte, Cantone Ticino.

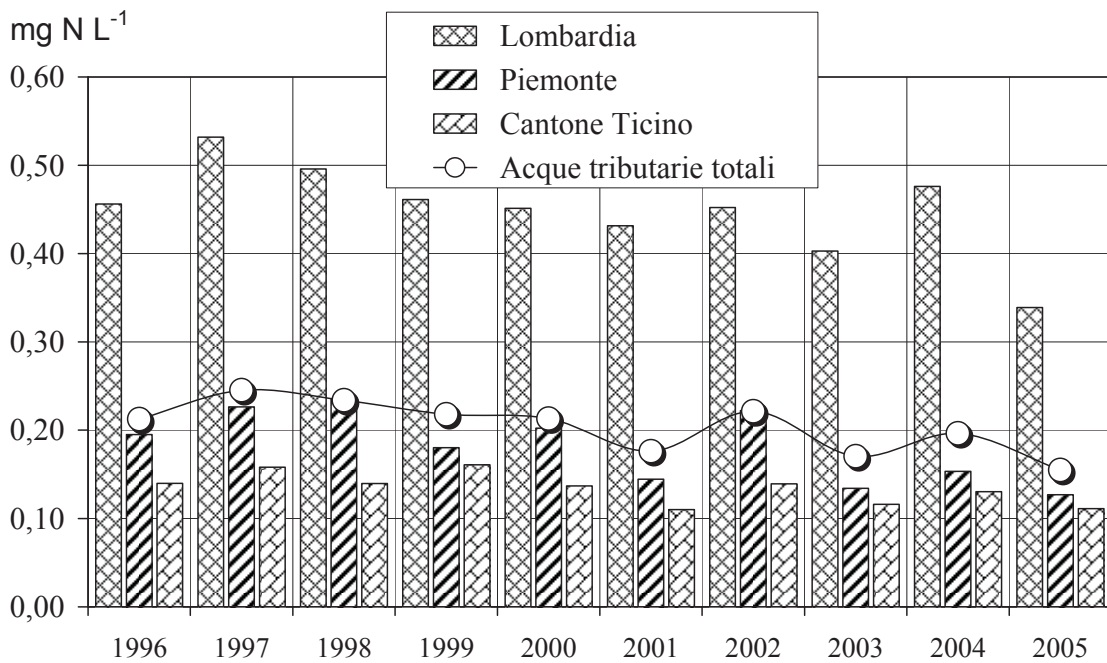


Fig. 2.3.1g. Lago Maggiore. Concentrazioni medie areali annuali di azoto organico nel decennio 1996-2005 nelle acque tributarie totali e in quelle campionate in Lombardia (compresi gli apporti derivanti dal Lago di Lugano attraverso il Tresa), Piemonte e Cantone Ticino.

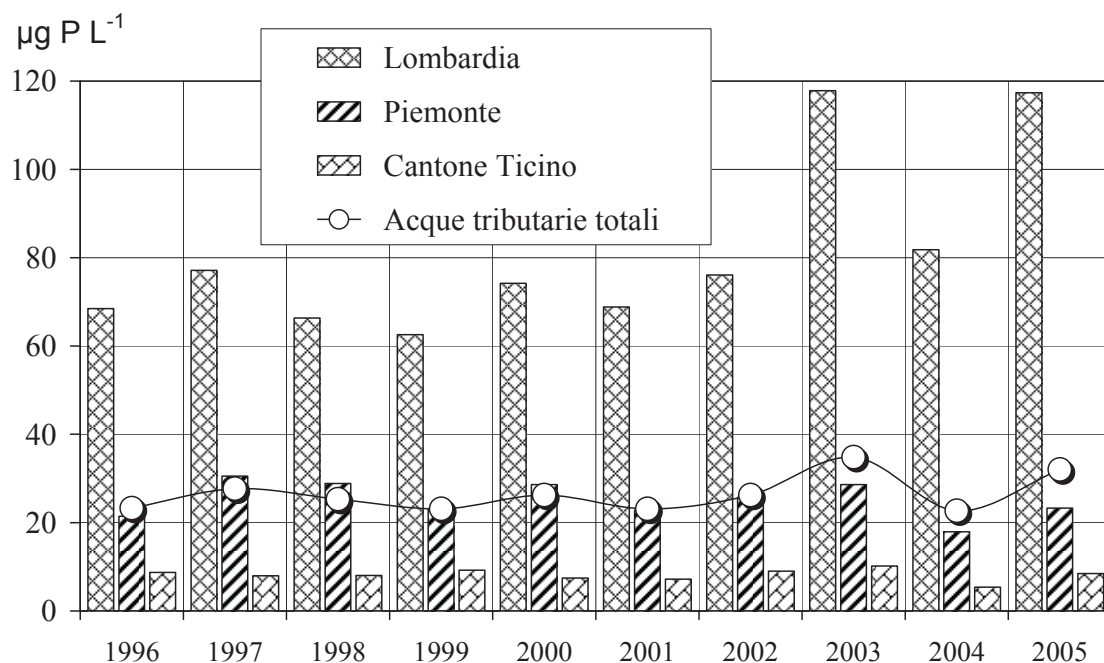


Fig. 2.3.1h. Lago Maggiore. Concentrazioni medie areali annuali di fosforo totale nel decennio 1996-2005 nelle acque tributarie totali e in quelle campionate in Lombardia (compresi gli apporti derivanti dal Lago di Lugano attraverso il Tresa), Piemonte e Cantone Ticino.

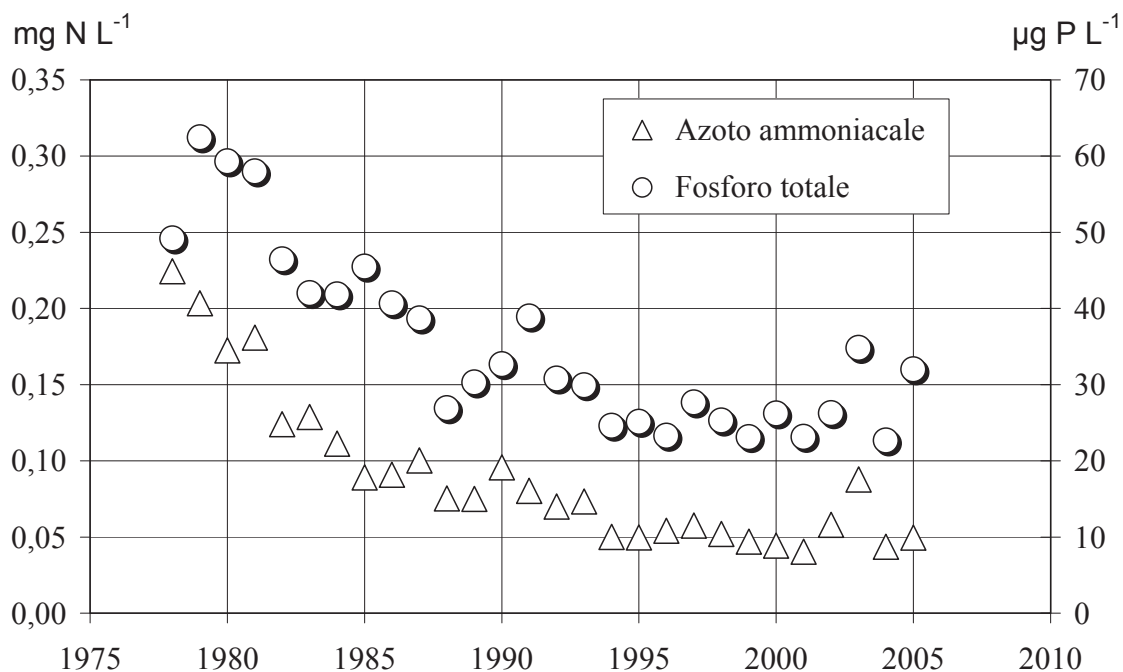


Fig. 2.3.1i. Lago Maggiore. Evoluzione delle concentrazioni medie annuali di fosforo totale e azoto ammoniacale negli afflussi totali al lago (valori ponderati dalle concentrazioni areali dei singoli tributari).