

PARTE IV – L'ACQUA

1.1.1 Fiumi, torrenti, canali, fontanili, reti irrigue

La Lombardia è probabilmente la regione italiana più ricca di acque di superficie. Dalle Alpi e dalle Prealpi scendono a solcare il territorio numerosi fiumi, affluenti e subaffluenti del Po. Tra i principali: il Ticino che è il settimo fiume d'Italia per sviluppo (249 km di lunghezza); il Mincio lungo 194 km; l'Adda, quarto fiume d'Italia per lunghezza (313 km), arricchito dal Brembo e dal Serio; l'Oglio, quinto fiume d'Italia (280 km), cui tributano il Mella e il Chiese. Altri fiumi che toccano o attraversano il territorio lombardo sono: il Sesia (che segna il confine lombardo per alcuni chilometri), l'Agogna, l'Olonza, il Lambro, lo Staffora, il Secchia e altri minori che provengono dall'Appennino. Alimentati dalle precipitazioni nevose e piovose, i fiumi lombardi hanno portate consistenti e regimi relativamente costanti. I corsi d'acqua hanno subito nel corso degli anni interventi e sistemazioni idrauliche che ne hanno alterato le caratteristiche morfologiche naturali. Gli affluenti del Po (Ticino, Adda, Mincio, Chiese, Oglio) sono stati oggetto di interventi di derivazione finalizzati alla realizzazione di reti irrigue a fini prevalentemente agricoli.

L'abbondanza di acque è sempre stata un fattore determinante nell'economia regionale, grazie anche alla fitta rete di canali, alcuni dei quali navigabili, realizzati soprattutto per regolamentare le acque fluviali e irrigare le coltivazioni. Tra i principali si ricordano il Naviglio Grande e il Naviglio della Martesana, che collegano rispettivamente il Ticino e l'Adda con Milano, e il Canale Villoresi, che raccorda i due fiumi. Iniziati dalle grandi abbazie benedettine e cistercensi, come Chiaravalle e S. Polirone Po, continuati dai Comuni e dalle Signorie (come i Visconti, gli Sforza, i Gonzaga), ampliati dai vari governi succeduti dagli Spagnoli ai Francesi agli Austriaci, i canali disegnano il paesaggio sotto varie forme e differenti nomi (rogge, navigli, seriole, fossi e dugali) a seconda dell'uso e delle zone, e costituiscono una rete fittissima, di quasi 40.000 Km. L'alta e media pianura viene servita da una fitta rete secondaria di canali che spesso proseguono attraverso aree urbanizzate fino alla bassa pianura. Il proseguimento a valle dei canali dell'alta pianura è costituito dagli emissari del reticolo drenante delle città della media pianura; nella rete formata dai canali di irrigazione e di scolo della bassa pianura recapitano anche gli effluenti degli impianti di depurazione delle acque reflue.

Si stima che le portate derivate da canali irrigui nel territorio regionale siano pari a 463 m³/s, di cui il 62,5% nella sola provincia di Milano. In [Tabella 1](#) sono riportati i principali canali irrigui della Lombardia, i corpi idrici da essi derivati e le portate prelevate. Nella pianura lombarda si possono distinguere, in relazione alla portata dei canali artificiali, due aree: una ad est dell'Adda, con la presenza di numerosi canali con portata mediamente inferiore a 35 m³/s ed un'altra, tra il Ticino e l'Adda percorsa da un minor numero di corsi d'acqua artificiali con portata media abbondantemente superiore (Villoresi, Muzza, Navigli della pianura milanese e pavese).

La fascia delle risorgive

La linea che collega le risorgive o i fontanili - ovvero i punti in cui le acque sotterranee, incontrando lo strato di terra impermeabile, sono costrette a risalire in superficie - segna il confine tra alta e bassa pianura.

Le acque dei fontanili contribuiscono all'irrigazione dei campi e alla creazione delle marcite (prati in cui si fa scorrere l'acqua anche d'inverno); ciò permette di proteggere l'erba dal gelo, di poter disporre di erba fresca con un paio di mesi d'anticipo sulla stagione primaverile e di un numero maggiore di tagli annuali.

Notevole è altresì la loro rilevanza storico-culturale sia per gli aspetti tecnici, riguardanti la costruzione e la gestione di questo originale metodo di utilizzazione delle acque di falda, sia per gli aspetti giuridici.

In Lombardia sono stati censiti (dati relativi agli anni 1988-1992) 751 fontanili. Di questi, 55 sono in provincia di Pavia, 261 in provincia di Milano, 166 in provincia di Bergamo, 140 in provincia di Cremona, 119 in provincia di Brescia e 10 in provincia di Mantova. Molti di questi ambiti non hanno più alimentazione idrica naturale per il loro mancato riconoscimento nelle fasi di urbanizzazione o per gli interventi che hanno interessato la prima falda, depauperandola o intercettandola. I fontanili sono anche oggetto di prelievo a scopo irriguo, in particolare nella zona tra Milano, Paullo, San Colombano, Sannazzaro e Magenta e tra Treviglio, Lodi, Soresina, Gambara, Montichiari e Brescia.

Aree di bonifica e irrigazione

Con la L.R. 26 novembre 1984 n.59 "Riordino dei consorzi di bonifica" e sue successive modificazioni (L.R. 25 maggio 1989 n. 18, L.R. 14 gennaio 1995 n.5), la Regione Lombardia ha disciplinato la materia della bonifica e dell'irrigazione, classificando l'area di pianura e media collina della regione come territorio di bonifica e suddividendolo in comprensori, ovvero aree comprese entro un certo perimetro idrologicamente omogeneo. Ciascun comprensorio è gestito da un Consorzio di Bonifica, ente di diritto pubblico, che provvede alla esecuzione, alla manutenzione e alla gestione delle opere pubbliche di bonifica.

La più importante funzione svolta dalla bonifica consiste nell'attività di scolo delle acque in eccesso. In Lombardia questa funzione è svolta grazie all'esistenza di una rete idraulica distribuita su tutta l'area di pianura.

La superficie regionale classificata "di bonifica" è pari a 1.339.560 ettari e corrisponde a circa il 56% dell'intera regione: l'84,2% di tale superficie corrisponde a territorio di pianura, il 15,5% di collina e lo 0,3% di montagna. Ben due terzi dei comuni lombardi (1.057 su un totale di 1.546), appartenenti al territorio amministrativo di dieci province lombarde (cioè tutte escluse Sondrio) sono interessati da aree di bonifica.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- €# Regione Lombardia, *Piano Regionale di Risanamento delle Acque*.
- €# Regione Lombardia, 2000, *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Lombardia*.
- €# S.I.B.I.Te.R., 1999, *Rapporto sulla situazione della bonifica e dell'irrigazione in Lombardia*.
- €# Rivista Museo Civico Scienze Naturali "E. Caffi" Bergamo, 1992, 15.
- €# www.provincia.milano.it

Corpo idrico di derivazione	Corpo idrico derivato I	Portata (m ³ /s)	Corpo idrico derivato II	Portata (m ³ /s)
Ticino	Canale Villoresi	70	Naviglio di Bereguardo	11
	Naviglio Grande	60		
	Naviglio Pavese	10		
Adda	Canale Martesana	32		
	Canale Muzza	105		
	Canale Vacchelli	37		
	Canale Ritorto	22		
Chiese	Naviglio Grande	12		
	Bresciano	18		
	Roggia Lonata			
Oglio	Seriola Fusia	12		
	Canale Veltra di Chiari	12		
Mincio	Canale Virgilio	12		
	Fossa di Pozzolo	25		
	Naviglio di Goito	15		
Po	Canale Navarolo	10		

Tabella 1 Principali canali irrigui lombardi



1.1.2 I caratteri idrologici e geomorfologici

Il reticolo idrografico del territorio lombardo è caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua naturali e artificiali. Il reticolo naturale principale si estende per circa 1.925 km, quello secondario per 9.425 km; il reticolo artificiale, strettamente integrato ed interagente con quello naturale, si estende per 8.346 km. L'insieme dei corsi d'acqua ha subito nel corso del tempo consistenti interventi di trasformazione e di sistemazione idraulica che hanno condotto a un livello di artificializzazione piuttosto intenso alterandone le caratteristiche morfologiche ed idrauliche.

Caratteristiche del fiume Po

Il fiume Po (il cui bacino si estende per 74.970 km²) segna per 210 km il confine meridionale della regione e lo attraversa in due punti (nel Pavese e nel Mantovano).

Fino alla confluenza con il Ticino, il Po conserva ancora caratteri di tipo sostanzialmente torrentizio, con una pendenza dell'ordine di 0,35‰. La confluenza del Ticino comporta una trasformazione del regime del corso d'acqua in senso fluviale, in ragione dell'apporto idrico regolato, con un notevole contributo glaciale e assenza di trasporto solido; la pendenza media si riduce allo 0,18‰, per poi decrescere regolarmente e gradualmente verso valle. Le escursioni di livello tra le condizioni ordinarie e di piena superano in questo tratto i 10 m. Le arginature maestre, continue su entrambe le sponde, hanno tracciato molto irregolare, risentendo della loro origine frammentaria, e sono collocate a distanze che vanno da meno di 1 a oltre 4 km. L'elevata distanza delle arginature delimita lungo l'asta una grande area che svolge essenziali funzioni di laminazione (golene chiuse).

Sino alla fine del secolo scorso il sistema arginale a partire da Becca non era completamente chiuso e il Po, e più ancora i suoi affluenti, occupavano con le acque di piena la pianura circostante; il tratto terminale funzionava in sostanza più come scaricatore di un lago che non come un corso d'acqua naturale. La situazione attuale, con gli argini del Po quasi completati e con l'estensione degli stessi a numerosi affluenti, costituisce, nonostante i numerosi interventi attuati, una condizione molto più critica e di delicata gestione.

Il tratto del corso del fiume Po che ricade nel territorio lombardo è compreso tra l'immissione del fiume Sesia e l'immissione del fiume Mincio. Dal punto di vista idrologico le caratteristiche sono quelle tipiche del fiume di pianura sebbene, a causa delle immissioni di alcuni importanti affluenti, tra i quali il Ticino e l'Adda, i valori medi di portata differiscano notevolmente nei diversi punti del tratto del fiume. A titolo indicativo, la portata media del Po all'uscita della Lombardia è pari ad oltre il quadruplo di quella in entrata.

Caratteristiche dei principali corsi d'acqua

Il **Mincio** (194 km, compreso il Sarca a monte del lago), esce a Peschiera dal lago di Garda (alimentato dal Sarca nel territorio trentino), forma i laghi di Mantova e confluisce nel Po poco a monte di Ostiglia. Presenta un assetto fortemente artificializzato, essendo influenzato dalla regolazione del lago e, in corrispondenza del nodo di Mantova, da una regimazione idraulica complessa; a valle è arginato in modo continuo fino alla confluenza.

L'**Oglio** (280 km) nasce sopra Cavedale (le sue sorgenti si trovano a 2610 metri sulle pendici del corno dei Tre Signori), riceve a valle di Ponte di Legno i contributi della Val d'Avio e della Val Grande e percorre la Val Camonica immettendosi nel lago d'Iseo; dall'uscita del lago, presso Sarnico, prosegue fino alla confluenza in Po (poco a monte di Borgoforte); è arginato con continuità dalla confluenza sino a circa l'immissione del Mella. Affluenti principali, in sinistra idrografica, sono il Chiese (effluente del lago d'Idro) e il Mella.

L'**Adda** (313 km) nasce sopra Bormio, scorre tra le Alpi Retiche a nord e le Prealpi Orobie a sud in direzione sud-ovest prima, poi verso est, lungo la Valtellina, e sfocia nel lago di Como. A valle del lago scorre incassato fino a Cassano d'Adda, per poi snodarsi nella pianura con meandri fino alla confluenza in Po, presso Cremona; è arginato in modo continuo dalla SS 234 alla confluenza. Affluenti principali, in sinistra idrografica, sono il Serio e il Brembo.

Il **Lambro** e l'**Olon**a sono corsi d'acqua principali che costituiscono il reticolo di drenaggio dell'area prealpina e di pianura attorno al capoluogo lombardo; entrambi risentono della forte urbanizzazione del territorio attraversato. Il primo (130 Km) ha origine nell'area montana del Triangolo Lariano, che va da Magreglio ai laghi di Pusiano e di Alserio; successivamente attraversa i rilievi morenici della Brianza, l'area metropolitana milanese e infine la pianura del Lodigiano che va da Melegnano al Po; è arginato per un breve tratto in corrispondenza della confluenza. L'Olona (60 km) ha origine alle pendici dei monti a nord di Varese a circa 1.000 m s.l.m. e termina di fatto all'ingresso di Milano, con il Canale Scolmatore di Nord-Ovest in comune di Rho. Fino all'altezza dell'autostrada Milano-Laghi, i centri abitati sono situati in posizione sopraelevata rispetto al corso del fiume; in prossimità dell'alveo sono invece presenti numerose industrie; a valle dell'Olona, il territorio diventa pianeggiante e il fiume entra nella zona maggiormente urbanizzata, attraversando i comuni di Castellanza e Legnano.

Il **Ticino** (284 km, compresa la parte sopralacuale) ha origine in territorio svizzero, in prossimità del passo del San Gottardo e costituisce, con il fiume Toce, il principale affluente del lago Maggiore. Dallo sbarramento della Miorina (Sesto Calende) scorre in una valle a fondo piatto, incisa nella circostante pianura e ad essa raccordata per mezzo di un terrazzo principale; l'alveo è dapprima monocursale, per poi divagare formando meandri con alveo pluricursale fino alla confluenza con il Po, al ponte della Becca. È arginato per un tratto limitato, da Pavia al Po.

Il **Terdoppio** e l'**Agogna** hanno origine dal gruppo delle Prealpi compreso tra il lago Maggiore e il lago d'Orta e scorrono nella pianura novarese e lomellina compresa tra il Ticino e il Sesia in direzione sud sud-est. Il corso del Terdoppio è stato artificialmente interrotto in epoca medioevale per far luogo a derivazioni irrigue; il Terdoppio

novarese confluisce in Ticino a valle di Cerano tramite uno scolmatore artificiale; il Terdoppio lomellino termina nel Po a valle di Zinasco. Il torrente Agogna, lungo 140 Km, ha origine dal versante orientale del Mottarone; scorre in direzione Sud attraversando la pianura novarese e confluisce da sinistra nel Po poco a Sud di Sannazzaro De' Burgundi. Presso Novara è intersecato dal canale Cavour.

Caratteristiche idrologiche

I caratteri idrologici dei principali fiumi lombardi possono essere classificati in base al regime mensile di deflusso. Si possono individuare tre classi: una prima forma tipica della zona sublacuale del Ticino, Adda e Mincio caratterizzata dalla presenza di un massimo estivo ed un minimo invernale alterato, nella sua natura nivo-glaciale, dalla regolazione dei grandi laghi subalpini; una seconda, caratterizzata dalla presenza di due massimi e due minimi equivalenti in cui il deflusso mensile è uniforme rispetto al valore medio annuo e in cui non esistono le condizioni che consentano lo sviluppo di risposte idrologiche marcatamente nivo-glaciali (Brembo, Oglio); una terza, con accennato carattere pluviale caratterizzato da un massimo estivo ed un minimo invernale con nucleo di deflusso autunnale (Ticino prelacuale).

Per quanto riguarda i deflussi di magra sono molti gli indicatori che potrebbero essere utilizzati per caratterizzare il regime di magra di un corso d'acqua: vista però la complessità e la delicatezza del tema si è scelto come indicatore caratteristico la portata Q_{355} , che rappresenta la portata che viene superata 355 giorni all'anno. In [Tabella 3](#) si riporta una stima delle portate Q_{355} nelle sezioni di chiusura di alcuni ambiti di riferimento lombardi del bacino del Po e i relativi valori di contributo unitario di superficie del bacino.

Per quanto riguarda l'idrologia di piena, la Lombardia presenta corsi d'acqua con caratteristiche molto differenziate, in funzione essenzialmente dell'esposizione alle perturbazioni meteoriche, della morfologia e, in minore misura, del tipo di substrato e di copertura del suolo. E' possibile individuare tre aree a comportamento omogeneo: i bacini alpini interni, i bacini alpini pedemontani, i bacini alpini. Costituiscono una classe a parte i tratti sublacuali dei corsi d'acqua quali Ticino, Adda, Oglio, Chiese e Mincio, in cui assumono importanza l'effetto di laminazione dei colmi di piena lungo l'asta, la non contemporaneità delle piene sugli affluenti, la regolazione dei laghi. Caratteri ancora diversi presentano infine altri corsi d'acqua di pianura, il cui bacino idrografico è fortemente urbanizzato e ha profondamente modificato il regime naturale dei deflussi e il cui corso è stato inoltre profondamente artificializzato (Terdoppio, Olona e Lambro). In [Tabella 4](#) vengono riportati i valori massimi delle portate al colmo registrate presso alcune delle principali stazioni idrometriche.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- ☞ Regione Lombardia, 2000, *Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Lombardia*.
- ☞ Autorità di bacino del fiume Po, Gennaio 2001, *Progetto di Piano Stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione*.
- ☞ Autorità di bacino del fiume Po, Gennaio 2001, *Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico*.
- ☞ www.adbpo.it

Denominazione	Superficie bacino (km ²)	In territorio italiano	Di montagna	Di pianura	Portata media annua (m ³ /s)
Ticino	6.033	2.821	1.568	1.253	291.3
Adda	7.927	7.448	5.795	1.654	155
Oglio	6.358	6.358	3.421	2.937	58.5
Mincio	2.998	2.998	2.220	778	57.5

Tabella 2

Estensione territoriale dei bacini dei principali affluenti lombardi del fiume Po e portate medie annue alla confluenza in Po (Autorità di bacino del fiume Po, 2001).

Denominazione ambito	Superficie bacino sotteso (km ²)	Q ₃₅₅ (m ³ /s)	Q ₃₅₅ (l/s/km ²)
Staffora	459	0.20	0.44
Bormida	2518	5.30	2.10
Sesia inferiore	3078	6.30	2.05
Sesia superiore	985	5.00	5.08
Agogna	997	0.60	0.60
Ticino sublacuale	8162	88.60	10.86
Ticino sopralacuale	1677	20.30	12.10
Olona inferiore	1191	1.30	1.09
Olona superiore	950	1.30	1.37
Lambro inferiore	1358	1.25	0.92
Lambro superiore	811	1.25	1.54
Serio	1043	6.10	5.85
Brembo	956	9.20	9.62
Adda sublacuale	7661	84.30	12.82
Mera	757	5.80	7.66
Adda sopralacuale	2614	23.00	8.80
Chiese inferiore	1549	13.90	14.08
Chiese superiore	987	13.90	14.08
Mella	1022	3.10	3.03
Oglio sublacuale	6361	39.00	6.13
Oglio sopralacuale	1412	19.20	13.60
Mincio	3163	26.70	8.44
Sarca	1064	7.30	6.86

Tabella 3

Portate naturali o rinaturalizzate di durata 355 giorni in alcuni ambiti di riferimento del bacino del fiume Po (Autorità di bacino del fiume Po, 2001).

Denominazione stazione	Superficie bacino	Portata massima (m ³ /s)	Anno di misura	N° anni nella serie
Adda a Tirano	906	600	1960	34
Adda a Fuentes	2498	1160	1927	42
Adda a Lavello	4572	738	1965	20
Adda a Pizzighettone	7775	1460	1928	14
Lambro a Lambrugo	170	83	1963	16
Mincio a Monzambano	2350	129	1961	10
Po a Becca	36770	11250	1951	22
Po a Piacenza	42030	12800	1951	46
Po a Pontelagoscuro	70091	10300	1951	52
Ticino a Bellinzona	1515	1500	1927	31
Ticino a Miorina	6599	1927	1926	50

Tabella 4

Valori massimi delle portate al colmo registrate presso alcune tra le principali stazioni idrometriche (Autorità di bacino del fiume Po, 2001)



1.1.3 Lo stato delle reti di monitoraggio

Scopo del monitoraggio di un corso d'acqua è il rilevamento sistematico e non sistematico delle sue caratteristiche idrologiche, fisiche, chimiche, biologiche e microbiologiche. I dati rilevati nella fase di monitoraggio possono essere utilizzati per scopi diversi: l'uso prevalente è quello finalizzato alla classificazione qualitativa del corpo idrico e alla verifica del raggiungimento o del mantenimento degli obiettivi di qualità fissati. Altri utilizzi, soprattutto del monitoraggio idrometrico, sono di tipo gestionale (monitoraggio della portata di minimo deflusso vitale a valle di un invaso artificiale) e di supporto, unitamente al monitoraggio meteorologico, alla gestione delle attività di protezione civile in occasione delle piene dei corsi d'acqua.

Il monitoraggio delle caratteristiche qualitative

La localizzazione dei punti di prelievo e misura è stata scelta in modo tale da fare coincidere tali punti con quelli in cui vengono misurate le portate; i punti sono quindi ubicati, ove possibile, in corrispondenza di dispositivi già funzionanti. L'ottica è quindi quella di integrare il sistema di monitoraggio qualitativo con i dati rilevati dalle stazioni che provvedono alle misurazioni delle portate. Laddove non sussista tale coincidenza o non siano già presenti dispositivi, si operano misure dirette di portata con mezzi idonei allo scopo, nella prospettiva di poter procedere all'installazione di dispositivi fissi previe, se del caso, sistemazioni dell'alveo occorrenti a dare adeguata affidabilità ai dati raccolti.

La rete di rilevamento relativa ai corsi d'acqua in tal modo definita (Figura 1), risulta allo stato attuale costituita da 213 punti di prelievo e misura, così ripartiti:

- # 136 stazioni di campionamento relative a 63 corsi d'acqua naturali;
- # 77 stazioni di campionamento relative a 73 corsi d'acqua artificiali.

La Tabella 5 riporta il numero di stazioni sui corsi d'acqua principali.

I parametri monitorati dalla rete (Tabella 6) consentono di classificare i corsi d'acqua così come riportato nell'Allegato 1 del D.Lgs 152/99.

Fino al raggiungimento dell'obiettivo di qualità, il decreto prevede, per i parametri chimici-fisici-microbiologici e idrologici di base e per i parametri addizionali, frequenza mensile, mentre è prevista la misura con cadenza stagionale per l'IBE (Indice Biotico Estesio).

Tuttavia, considerata la realtà territoriale, la Regione ha stabilito alcune modifiche procedurali a quanto previsto dal D.lgs 152/99:

- # i corsi d'acqua artificiali che non presentano, in ragione del carico inquinante convogliato, un impatto significativo sui corpi idrici cui afferiscono sono campionati con frequenza trimestrale anziché mensile;
- # i corsi d'acqua naturali che presentano, sulla base dei dati, un livello 4 o superiore di inquinamento espresso dai macrodescrittori, nonché l'IBE inferiore a 5 sono campionati per quest'ultimo indicatore con un solo controllo annuale, fino a quando il corso d'acqua non presenterà un livello d'inquinamento da macrodescrittori inferiore a 4.

Il monitoraggio idrometrico

La conoscenza dei dati relativi alle portate di un corso d'acqua riveste importanza anche quando si devono valutare gli aspetti relativi alla qualità dello stesso: la conoscenza della sola concentrazione di un dato parametro può essere sufficiente per la classificazione del corpo idrico; la conoscenza contemporanea della portata e della concentrazione permette di valutare anche il carico inquinante convogliato. Questo aspetto giustifica il fatto per cui la rete di monitoraggio delle caratteristiche qualitative

è stata predisposta considerando l'integrazione tra il monitoraggio qualitativo e quello quantitativo.

Storicamente il monitoraggio idrometrico sul territorio regionale è stato eseguito dall'Ufficio Idrografico e Mareografico dello Stato (Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali) e dal Magistrato del Po (cfr. Paragrafo 1.4.6). L'Ufficio Idrografico e Mareografico dello Stato, in relazione ai propri compiti istituzionali, dispone di una rete diffusa di cui sono disponibili serie storiche di dati. I dati a disposizione non sempre rappresentano però serie storiche adeguate, per cui non risulta sempre possibile mettere in evidenza variazioni dei regimi di portata caratteristici dei diversi corsi d'acqua.

In termini di copertura territoriale si riscontra la carenza di dati omogenei (cfr. Paragrafo 1.4.2): le stazioni di misura si concentrano infatti nei bacini afferenti ai grandi laghi in cui sono presenti decine di stazioni utilizzate anche come supporto agli schemi ed ai modelli gestionali di regolazione degli invasi.

Riferimenti bibliografici

Regione Lombardia, 2000, *Programma per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali*.

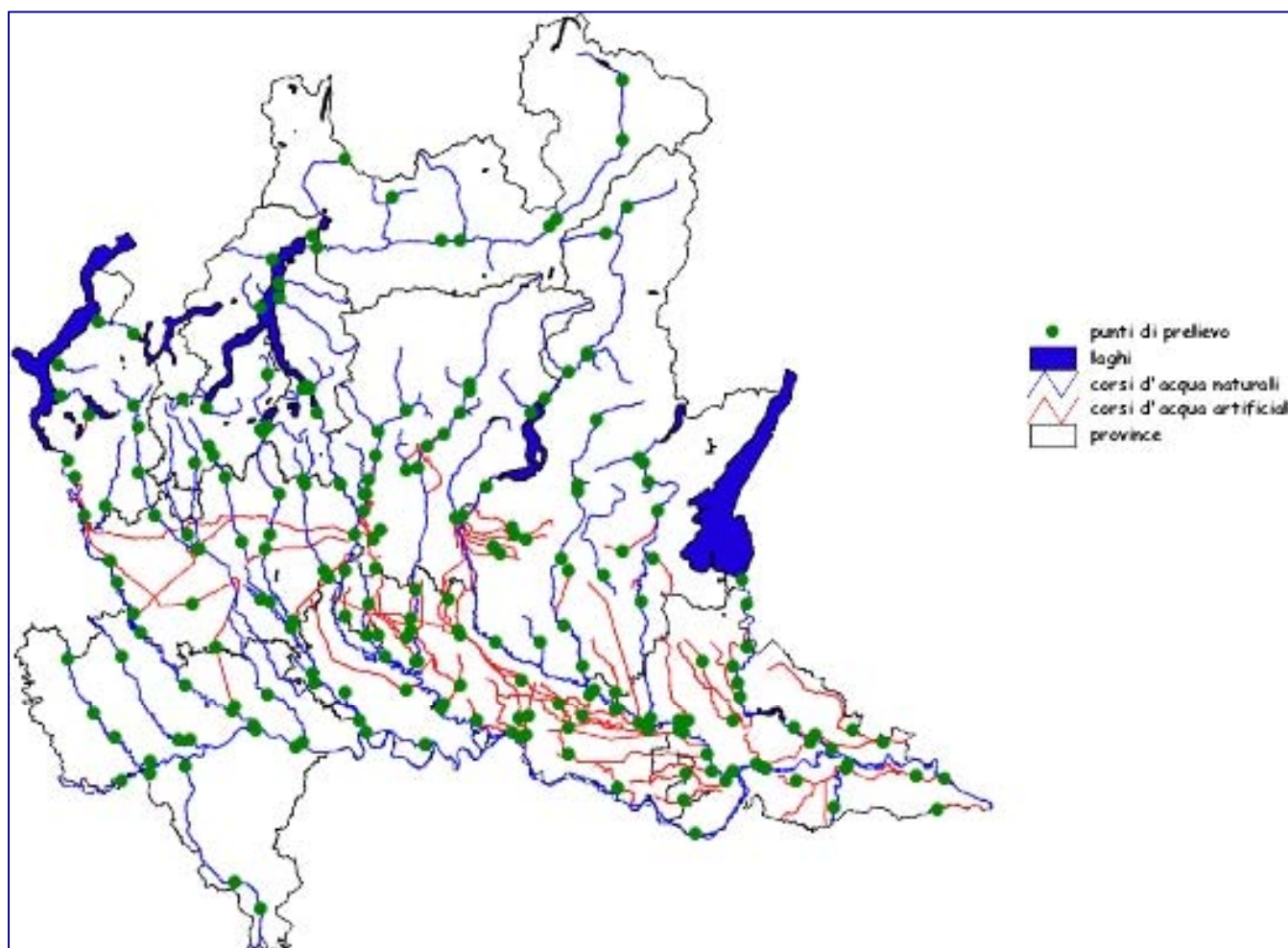


Figura 1 Ubicazione dei punti di prelievo dei campioni (*)



Corso d'acqua	Po	Ticino	Lambro	Adda	Oglio	Agogna	Secchia	Staffora	Mincio	Olona S.	Seveso
n° stazioni	9	8	7	10	9	4	1	3	6	5	4

Tabella 5 Numero di stazioni di monitoraggio sui corsi d'acqua principali. (*)

Portata (m ³ /s)	Ossigeno disciolto (mg/L)
pH	BOD ₅ (O ₂ mg/L)
Solidi sospesi (mg/L)	COD (O ₂ mg/L)
Temperatura (°C)	Ortofosfato (P mg/L)
Conducibilità (µS/cm (20°C))	Fosforo Totale (P mg/L)
Durezza (mg/L di CaCO ₃)	Cloruri (Cl ⁻ mg/L)
Azoto totale (N mg/L)	Solfati (SO ₄ ²⁻ mg/L)
Azoto ammoniacale (N mg/L)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)
Azoto nitrico (N mg/L)	

Tabella 6 Parametri monitorati (*)

(*) *Dati e rappresentazione cartografica a cura del Servizio Risorse Idriche dell'Arpa - Settore Risorse Idriche e Naturali.*

1.1.4 La qualità delle acque nei bacini idrografici

L'elevata pressione antropica (l'attività industriale, la forte urbanizzazione e l'intensa attività agricola) ha contribuito all'inquinamento dei corsi d'acqua che hanno ricevuto e ricevono tuttora notevoli quantità di inquinanti. Negli ultimi anni si è evidenziata una serie di fenomeni di inquinamento idrico la cui intensità a volte ha raggiunto e superato il livello di guardia. Le forme di inquinamento più diffuse sono quelle derivanti dagli scarichi civili non opportunamente depurati e dalle intense attività agricole. I canali artificiali, che rappresentano una cospicua parte del sistema idrografico, vengono spesso utilizzati come colatori o collettori finali di acque inquinate e possono presentare una contaminazione superiore a quella dei fiumi.

Aspetti metodologici relativi alla classificazione dei corsi d'acqua superficiali

Il riferimento normativo per la classificazione dei corsi idrici è il D. Lgs. 152/99 (come mod. dal DPR 256/2000) che indica i metodi di classificazione, i parametri analitici da considerare ed i loro limiti, la frequenza di misura. La classificazione prevede che vengano presi in considerazione i seguenti aspetti: qualità chimico-fisica e microbiologica e qualità biologica che concorrono a definire lo stato ecologico e lo stato ambientale dei fiumi come specificato nei paragrafi seguenti.

Stato Ecologico

I macrodescrittori: qualità chimico-fisica e microbiologica

I macrodescrittori (O₂, BOD₅, COD, N-NH₄, N-NO₂, P totale, *Escherichia Coli*) servono a dare una misura del carico derivante dalla presenza antropica e da attività diffuse come l'agricoltura; questi parametri, sostanzialmente, misurano il carico organico o i nutrienti per tutti i corpi idrici.

L'Indice Biotico Esteso (I.B.E): qualità biologica

L' I.B.E. è un metodo di valutazione della qualità biologica dei corsi d'acqua basato da una parte sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici, dall'altra parte sulla diversità biologica presente nella comunità dei macroinvertebrati bentonici che lo popolano. I macroinvertebrati, infatti, vivono sui fondali e avendo una

capacità di spostamento molto limitata, o quasi nulla, risentono facilmente degli effetti di un eventuale inquinamento rispondendo con una progressiva scomparsa delle specie più sensibili, a vantaggio di quelle più resistenti. Questo fatto consente di individuare la qualità biologica del corso d'acqua indagato e di classificarlo, mediante valori numerici, in classi di qualità.

L'applicazione dell'I.B.E., ora obbligatoria, consente di:

- fornire un giudizio sintetico e di facile interpretazione sulla qualità complessiva dell'ambiente fluviale;
- esprimere un giudizio complementare al controllo fisico e chimico, verificando l'effetto di insieme prodotto dalle cause inquinanti;
- individuare e quantificare gli effetti di scarichi saltuari o accidentali di sostanze inquinanti, difficilmente rilevabili con altri metodi se non si campiona al momento dello sversamento.

Per la valutazione del risultato dell'I.B.E. si considera il valore medio ottenuto dalle analisi eseguite durante il periodo di misura per la classificazione.

La classificazione dello **stato ecologico** (5 classi: classe 1 la migliore, classe 5 la peggiore), viene effettuata incrociando il dato risultante dai macrodescrittori con il risultato dell'I.B.E., attribuendo alla sezione in esame o al tratto da essa rappresentato il risultato peggiore tra quelli derivati dalle valutazioni relative ad I.B.E. e macrodescrittori.

Stato Ambientale

Al fine della attribuzione dello **stato ambientale** del corso d'acqua, i dati relativi allo stato ecologico vanno rapportati con i dati relativi alla presenza degli inquinanti chimici (i principali sono indicati nella tabella 1 dell'Allegato 1 del D. Lgs. 152/99, secondo lo schema riportato nello stesso allegato).

Se lo stato ambientale da attribuire alla sezione di corpo idrico risulta inferiore a "Buono", devono essere effettuati accertamenti successivi finalizzati alla individuazione delle cause del degrado e alla definizione delle azioni di risanamento.

Tali accertamenti, soprattutto se il risultato derivante dall'I.B.E. è significativamente peggiore della classificazione derivante dai dati dei macrodescrittori e degli eventuali parametri addizionali, devono includere analisi supplementari volte a verificare la presenza di sostanze pericolose non ricercate in precedenza ovvero l'esistenza di eventuali effetti di tipo tossico su organismi acquatici, ovvero di fenomeni di accumulo di contaminanti nei sedimenti e nel biota. L'eventuale evidenziazione di situazioni di tossicità per gli organismi testati e/o evidenze di bioaccumulo sugli stessi portano ad attribuire lo stato ambientale "Scadente".

La situazione dei fiumi lombardi

I dati utilizzati

Ad ogni punto di campionamento, per il quale sono disponibili almeno 3 misure valide nel periodo di riferimento, è stata attribuita una classe di qualità sulla base dei criteri previsti dalla normativa.

I dati utilizzati, relativi al periodo 1998 – 2000, consentono per tutti i fiumi lombardi, di attribuire una classe relativamente all'inquinamento da macrodescrittori, e, per i soli fiumi del bacino dell'Adda, relativamente allo stato ecologico e allo stato ambientale.

Inquinamento da macrodescrittori

In [Figura 2](#) viene riportata una rappresentazione del livello qualitativo dei fiumi lombardi espresso dai macrodescrittori. Per l'elaborazione dei dati è stata adottata la seguente procedura:

4# ai valori non perfettamente definiti (ad esempio, nel caso del COD, < 5 mg/l) è stato attribuito un valore diminuito del 1% (in questo caso, 4,95 mg/l);

4# nel caso di carenza del valore numerico di un parametro necessario per la classificazione, si è scelto di attribuire al parametro il livello peggiore.

Questo approccio prudenziale ha consentito di limitare la perdita di informazione.

Da una prima lettura della carta emerge l'elevato numero di punti di prelievo che rientrano nei livelli peggiori (livelli 4 e 5): su 191 punti di prelievo considerati, 53 (oltre il 25%) ricadono nei due livelli peggiori; 61 punti rientrano in livello 2, 77 in livello 3; nessun punto presenta il livello 1. Rientrano nel livello 2 la quasi totalità dei punti di prelievo dei tratti prelacuali dei corsi d'acqua. Tra i corsi d'acqua principali, ricadono nel livello 2 i punti di prelievo più a monte dei fiumi Oglio, Adda, Mera, e tutti i punti di controllo lungo i fiumi Ticino, Staffora e Serio. Ricadono nel livello 3 i punti di prelievo lungo l'asta del fiume Po. Particolarmente critico risulta essere lo stato di tutti i corsi d'acqua dell'hinterland milanese che, sia per motivi di mancata o scarsa depurazione, sia per la forte concentrazione civile, industriale e agricola presentano livelli di qualità scadenti. Critico è lo stato dei fiumi Lambro e Olona, per i quali la maggior parte dei punti sono classificabili nei livelli 4 e 5.

I canali, che rappresentano una frazione cospicua del sistema idrografico regionale, presentano in alcuni casi una contaminazione superiore a quella dei fiumi, soprattutto in quei casi in cui sono utilizzati come colatori o collettori finali di acque inquinate.

Stato ecologico

La [Figura 3](#) riporta la proposta di stato ecologico per il bacino dell'Adda considerando i dati degli anni 1998-1999-2000. Al momento attuale ci si è dovuti limitare ai corsi d'acqua di tale bacino in quanto risulta essere l'unico per il quale sono disponibili dati sulla totalità dei parametri necessari. Sul totale di 105 punti, 24 rientrano in classe 2, 45 in classe 3, 19 in classe 4, 17 in classe 5.

Qualche considerazione sui corsi d'acqua principali: i punti lungo il fiume Adda mettono in evidenza la differenza tra il tratto prelacuale, che ricade in classe 2, e quello post lacuale che ricade in classe 3; buona è la situazione del fiume Ticino, i cui punti ricadono tutti in classe 2; discreta risulta essere la situazione dell'Oglio e del Po; critica quella del Lambro, dell'Olona, di alcuni punti del Lura e del Mella. Si ricorda che lo stato ecologico si ricava considerando la classe peggiore tra i macrodescrittori e l'indice IBE.

Stato ambientale

La [Figura 4](#) riporta lo stato ambientale per i fiumi del bacino dell'Adda per il quale sono disponibili i macrodescrittori, l'I.B.E. ed alcuni parametri addizionali.

Su un totale di 50 punti classificati, 14 hanno uno stato ambientale "Buono", 10 "Sufficiente", 22 "Scadente", 4 "Pessimo". La situazione dei singoli corsi d'acqua risulta essere abbastanza differenziata e contrastante: emblematica è la situazione del fiume Adda per il quale, per il solo tratto prelacuale, coesistono punti classificabili come BUONI ed altri classificati come SUFFICIENTI e addirittura SCADENTI. Ricadono nella classe peggiore i seguenti punti di controllo: Dordo a Filago, Gerenzone a Lecco, Molgora a Carnate, Molgoretta a Lomagna.

Qualità delle acque in funzione della destinazione d'uso

Il D.Lgs 152/99 considera quattro tipi di specifica destinazione d'uso delle acque:

- # acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
- # acque destinate alla balneazione;
- # acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;
- # acque destinate alla vita dei molluschi.

Per quanto riguarda le acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, nella DGR nr. VI/47265 del 2 febbraio 1999 vengono elencate le 32 prese d'acqua classificate come adatte alla produzione di acqua potabile ai sensi del DPR 3 luglio 1982, n. 515, e la relativa categoria (A1, A2, A3). Tali prese captano prevalentemente acque lacustri; sono presenti tuttavia alcuni corsi d'acqua, in prevalenza torrenti, localizzati nelle province di Bergamo, Como, Brescia e Sondrio.

Per quanto riguarda la balneazione, secondo il DPR 470/82, la non idoneità alla balneazione è determinata prevalentemente dai parametri microbiologici (coliformi, streptococchi e salmonelle), mentre i parametri fisico-chimici (pH, colorazione, trasparenza, ossigeno disciolto) hanno minore incidenza. Nel corso degli anni vi è stato un progressivo regresso degli scostamenti dai valori limite soprattutto per quanto riguarda i parametri microbiologici (da valori percentuali intorno al 25-26 % negli anni 1989-1991 fino a valori intorno al 15-16 % negli anni 1996-1998) mentre più incostante è l'andamento degli scostamenti per i parametri fisico-chimici.

In Lombardia, i corpi idrici idonei alla balneazione sono quasi esclusivamente i laghi, salvo poche eccezioni. Per quanto riguarda il trend temporale, le caratteristiche qualitative che sono evidenziate dai controlli per la balneabilità non sono sufficienti per esprimere valutazioni in merito ad eventuali variazioni.

I corsi designati come idonei alla vita dei pesci sono elencati nelle tabelle seguenti che hanno come riferimento normativo la DGR n. VI/35529.

Acque salmonicole

Corpo idrico	Tratto interessato	Provincia
Ticino	Da Vigevano a valle Salembene, a valle della Roggia Vernavola ed in corrispondenza del ponte della Becca	PV
Adda (prelacuale)	Da Lovero Valtellino alla foce nel Lago di Como	SO

Acque ciprinicole

Corpo idrico	Tratto interessato	Provincia
Ticino	Da Vigevano a valle Salembene, a valle della Roggia Vernavola ed in corrispondenza del ponte della Becca	PV
Adda (sublacuale)	Da Comazzo a Pizzighettone	LO, CR
Serio	Da ponte Nossa a Seriate	BG
Oglio	Da Soncino – Orzinuovi a Gabbioneta – Ostiano	CR
Oglio	Da Isola Dovarese a Marcarla	MN
Mincio	Da Monzambano a Goito – Canale Sacca	MN
Mincio	Da Mantova (frazione Formigosa) a Roncoferraro (frazione Governalo)	MN

Riferimenti bibliografici

- # Regione Lombardia, Aprile 1998, *Deliberazione nr. VI/35529*.
- # Regione Lombardia, 2000, *Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Lombardia*.

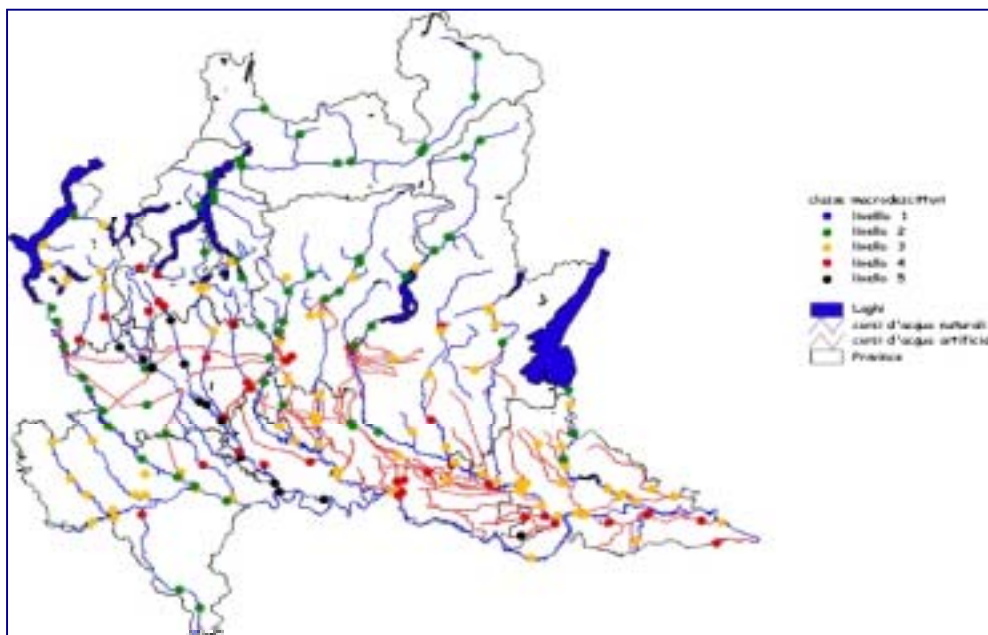


Figura 2
Livello qualitativo dei corsi d'acqua della Lombardia in base ai macro-descriptori

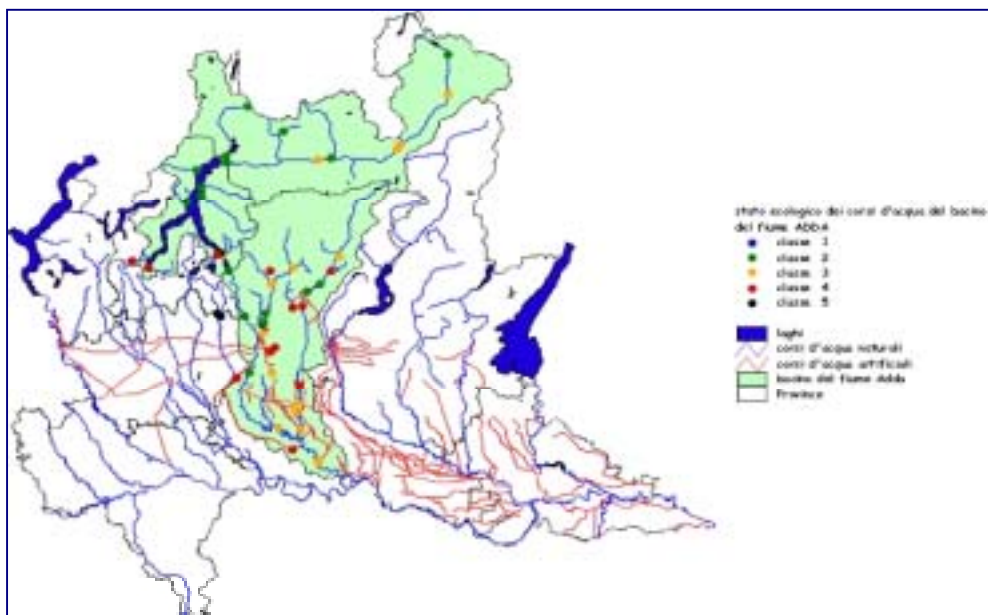


Figura 3
Stato ecologico dei corsi d'acqua del bacino dell'Adda

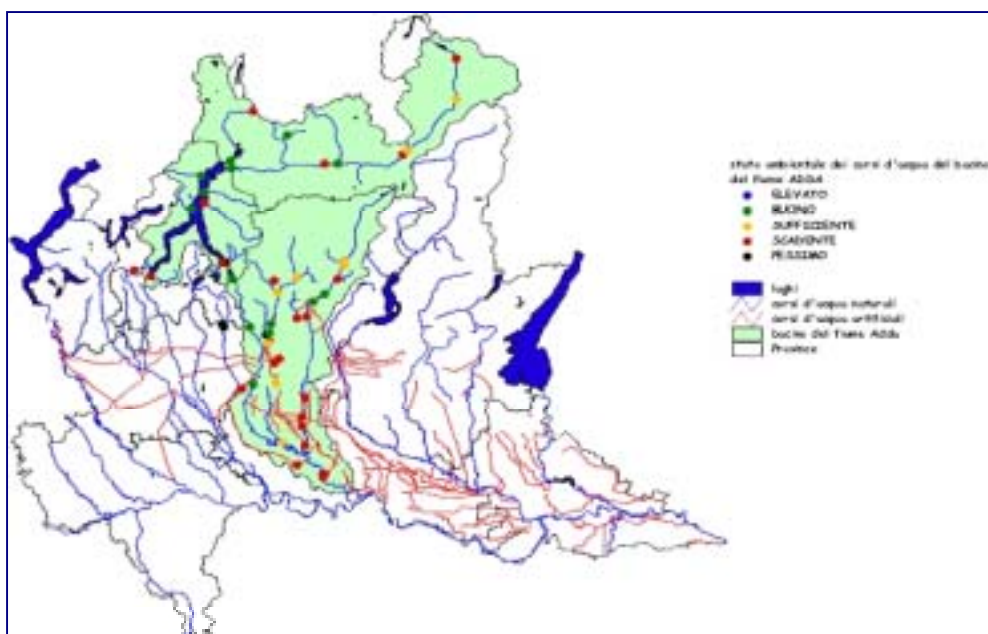


Figura 4
Stato ambientale dei corsi d'acqua del bacino dell'Adda



1.2.1 Grandi laghi, laghi minori, specchi d'acqua artificiali

La Lombardia è la regione che presenta il patrimonio lacustre più cospicuo d'Italia. Dei circa 360 laghi italiani, aventi superficie maggiore di 0,2 km², ben 68 appartengono al territorio lombardo, tra questi vi sono anche i 5 laghi più grandi della Penisola (Garda, Maggiore, Como, Iseo e Lugano). In termini quantitativi i laghi lombardi coprono circa il 60% del volume lacustre nazionale e circa il 40% della superficie.

La maggior parte dei laghi è distribuita lungo l'arco alpino e subalpino. Fanno eccezione l'Idroscalo e i laghi di Mantova, ambienti che si differenziano dai precedenti, essendo l'Idroscalo una risorgiva e i laghi di Mantova degli sbarramenti fluviali che presentano un regime idrologico di transizione tra quello lotico e quello lentic. Una consistente parte dei laghi di alta quota è artificiale e risulta creata nell'ultimo secolo principalmente per la produzione di energia idroelettrica. Anche i laghi naturali hanno un'origine relativamente recente, se si considerano i tempi delle ere geologiche. I grandi laghi subalpini, per esempio, si sono formati nell'era quaternaria ad opera dello scorrimento dei ghiacciai alpini in preesistenti valli fluviali, mentre l'origine di altri laghi è da ricercarsi addirittura in epoca storica. Il Lago di Mezzola, per esempio, sembra essersi staccato definitivamente dal Lago di Como intorno al XVI secolo e, a causa dell'intenso processo di sedimentazione a cui è sottoposto, è destinato a interrarsi nel giro di pochi secoli. I laghi sono quindi, per loro natura, ambienti effimeri e delicati, destinati a vivere un arco di tempo più o meno lungo ma comunque limitato. La delicatezza di questi ambienti è andata crescendo con l'aumentare della popolazione umana e quindi della pressione del fattore antropico, tanto che in anni recenti alcuni laghi lombardi hanno sfiorato situazioni prossime al collasso. Nonostante ciò i laghi negli ultimi tempi sono considerati da diverse organizzazioni, sia scientifiche sia umanitarie, come riserve di acqua da destinare a usi multipli (balneazione, uso potabile, agricolo, ecc.) e come rifugi di biodiversità. La destinazione d'uso dei laghi sembra quindi oscillare tra due posizioni opposte: da una parte essi risultano punti di accumulo delle sostanze di scarto (di origine metabolica e industriale), mentre dall'altra vengono considerati come riserve di una risorsa preziosa quale è l'acqua.

La gestione e la tutela degli ambienti lacustri dipende dalla possibilità di valutarne lo stato attuale e le evoluzioni recenti in termini qualitativi oltre che quantitativi, anche al fine di stimare i cambiamenti futuri. Queste informazioni al momento sono disponibili solo per un numero limitato di ambienti che coincidono in genere con i grandi laghi, per i quali esistono dettagliate serie storiche pluridecennali.

Numero di laghi in Lombardia

La stima del numero di laghi presenti sul territorio lombardo dipende fondamentalmente da cosa si intende per lago e dalle sue dimensioni. Emerge quindi il concetto di indeterminatezza del numero totale di laghi, poiché questo numero cresce con l'aumentare del dettaglio con cui si esamina il territorio e soprattutto con l'aumentare del limite censorio minimo, caratterizzato dalla superficie e dalla profondità minime secondo le quali uno specchio d'acqua rientra nella classificazione di lago. Per avere una stima della ricchezza degli ecotipi lacustri presenti in Lombardia è stata svolta una ricerca specifica nell'ambito del progetto LIMNO (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2000), applicando come limite censorio una superficie di 0,2 km² e una profondità di 1 m, che assicurano la persistenza nel tempo dello specchio lacustre. La stima è stata effettuata per via indiretta consultando la cartografia IGM (Istituto Geografico Militare) e diversi catasti di laghi disponibili per due province campione, Bergamo e Brescia, con un territorio prevalentemente montuoso. Estendendo questa stima a tutto il territorio montano della Lombardia si può valutare che, sulla base dei limiti censori stabiliti, il numero di laghi in Lombardia

è dell'ordine di 650 unità, circa un decimo di quello stimato lungo tutto l'arco alpino. Nella classificazione adottata nell'ambito del già citato progetto LIMNO, sono stati considerati gli ambienti di acqua dolce naturali o artificiali, aventi superficie maggiore o uguale a 0,2 km². Non sono stati considerati tutti gli specchi d'acqua derivanti da attività estrattive, gli ambienti di transizione, quali sbarramenti fluviali o tratti di fiume in cui la corrente rallenta fino a un tempo di ricambio inferiore a una settimana, gli ambienti che mostrano processi di interrimento avanzati (stagni e zone umide) e infine gli specchi d'acqua, come le risorgive, alimentati da acqua di falda. Applicando questi criteri sono stati selezionati 68 ambienti lacustri.

Il numero di ambienti scende a 39 (vedi [Figura 1](#)) se si considera una superficie di 0,5 km², come previsto dalla nuova normativa sulle acque, D. Lgs. 152/99. In [Tabella 1](#) sono elencati i 39 laghi lombardi appartenenti alla rete di monitoraggio regionale, suddivisi per bacino idrografico.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- €# Fondazione Lombardia per l'ambiente, a cura di G. Tartari, A. Marchetto, D. Copetti, ottobre 2000, *Qualità delle acque lacustri della Lombardia alle soglie del 2000*.
- €# Fondazione Lombardia per l'ambiente, Newsletter 11, Autunno 2000.
- €# www.iii.to.cnr.it
- €# www.flanet.org

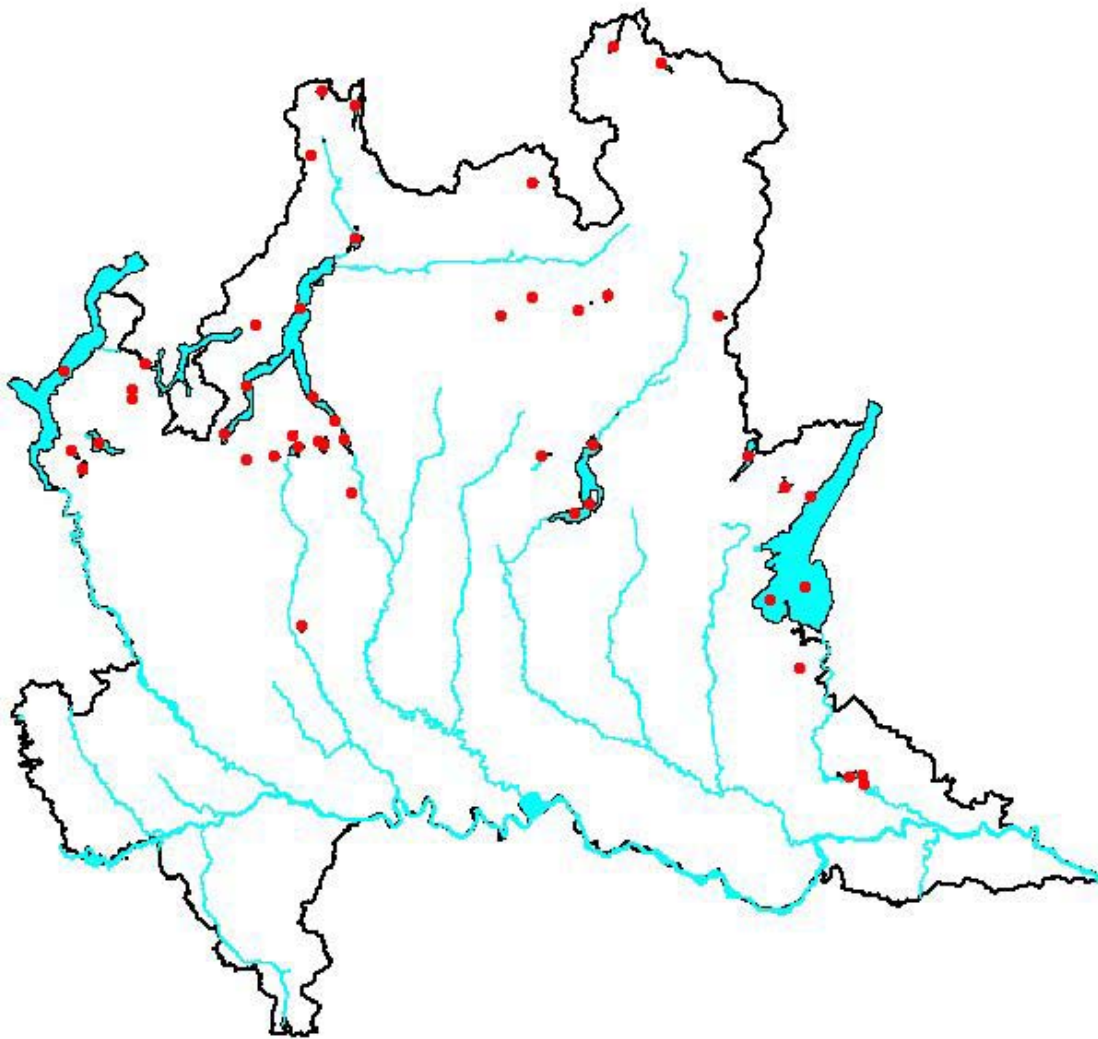


Figura 1 Laghi sottoposti a monitoraggio secondo i criteri del D. Lgs. 152/99



Tabella 1

Laghi appartenenti alla rete di monitoraggio regionale, suddivisi per bacino idrografico

1.2 ADDA	1.3 LAMBRO	1.4 MINCIO	1.5 OGLIO	1.6 RENO DI LEI	1.7 SPOL	1.8 TICINO
Annone Est	Alserio	Castellaro	D'Arno	Val di Lei	Scais	Comabbio
Annone Ovest	Ganna	Di Mezzo	D'Idro			Di Piano
Barbellino	Idroscalo	Garda	Endine			Ghirba
Belviso	Montorfano	Inferiore	Iseo			Lugano
Campo moro	Pusiano	Superiore				Maggiore
Cancano	Segrino	Valvestino				Monate
Como						Varese
Del Gallo						
Mezzola						
Truzzo						
Garlate						
Montespluga						
Publino						
Sartirana						



1.2.2 Caratteri idrologici e geomorfologici

L'informazione relativa alle dimensioni dei laghi lombardi non è sempre completa ed esistono molte incongruenze tra le diverse fonti di informazione. In questo paragrafo vengono riportate le principali informazioni in relazione all'estensione, alla quota, alla profondità, al volume e al *tempo di ricambio* dei principali laghi.

Superficie, quota, profondità, volume

La maggior parte dei laghi lombardi è di piccole dimensioni (inferiore a 0,5 km²); quelli con una superficie elevata sono di numero molto ristretto, ma caratterizzano maggiormente il territorio lombardo. Il lago di Garda è il lago più grande in Lombardia, con una superficie di 368 km²; seguono il lago Maggiore (212,5 km²), il lago di Como (145,9 km²), il lago di Iseo (61,8 km²) e quello di Lugano (48,9 km²). Gli invasi artificiali sono in genere meno estesi.

La metà dei laghi lombardi si trova al di sotto dei 1000 m s.l.m., 19 laghi si trovano tra i 1500 m e i 2000 m, 15 a quote comprese tra i 2000 e i 2500 m. Tra i laghi che si trovano sopra i 1500 m s.l.m. la maggior parte (29) sono invasi artificiali.

Per quanto riguarda la profondità, quindici laghi hanno una profondità compresa tra i 25 e i 50 metri; ventiquattro hanno una profondità maggiore di 50 metri mentre i restanti sono caratterizzati da una profondità minore di 25 metri. Il lago più profondo è il lago di Como (410 m); seguono il lago Maggiore (370 m), il lago di Garda (350 m) e quello di Lugano (322 m).

Analizzando la distribuzione dei volumi, si evidenzia che la maggior parte dei laghi (42) ha un volume inferiore ai 50 milioni di m³, mentre solo cinque superano il miliardo di m³ (Garda, Maggiore, Como, Iseo e Lugano). Il volume degli invasi artificiali è piuttosto vario, anche se risulta evidente un maggior numero di laghi con un volume compreso tra 10 e 25 milioni di m³.

Tempo di rinnovo, immissari ed emissari

Con *tempo di ricambio* si intende il tempo necessario per ricambiare completamente l'acqua del lago ed è determinato dal rapporto tra il volume del lago e la portata dell'immissario, mantenendo costante la portata dell'emissario. Il Lago di Garda è caratterizzato dal tempo di rinnovo più lungo rispetto alle altre situazioni: sono necessari 26,6 anni per il ricambio totale dell'acqua presente. Nonostante le considerevoli dimensioni, i laghi Maggiore, Como ed Iseo hanno tempi di ricambio che si aggirano sui 4 anni, mentre il lago di Lugano ricambia la sua acqua in 15 anni. L'ambiente caratterizzato da un più rapido ricambio (0,02 anni) è il lago di Garlate (o Pescarenico).

Per quanto riguarda gli affluenti, limitandosi ai laghi principali, il lago di Garda ha un solo affluente, il fiume Sarca e un emissario, il Mincio, caratterizzato da una portata piuttosto limitata rispetto a quella degli emissari degli altri grandi laghi lombardi. Il lago Maggiore ha tre affluenti principali, il Ticino, il Toce e il Tresa; il Ticino è il principale emissario con una portata media annua di 298 m³/s. Il lago di Como ha come affluenti principali il fiume Adda e il Mera. L'Adda è anche l'emissario ed ha una portata media annua di 158 m³/s. Anche il lago d'Iseo ha due affluenti, il fiume Borlezza ed il fiume Oglio, che ne è anche l'emissario. Infine, il lago di Varese ha come affluente il canale Brabbia (l'unico rilevante), mentre l'emissario è il torrente Bardello.

Caratteristiche termo – climatiche

La temperatura delle acque di un lago dipende dal suo bilancio termico, cioè dalla differenza fra gli apporti e le perdite di calore. Il ciclo termico è influenzato da fattori climatici (piovosità e ventosità) e morfologici (profondità e forma del bacino lacustre), ma dipende principalmente dalla latitudine e dall'altitudine, che influenzano direttamente la quantità e l'intensità della radiazione solare. A seconda del loro ciclo termico i laghi si possono classificare di tipo polare, sub-polare, temperato, sub-tropicale e tropicale. La gran parte dei nostri laghi alpini d'alta quota appartiene al tipo sub-polare e sono definiti monomittici, ovvero caratterizzati da un'unica circolazione completa delle acque all'anno. I grandi laghi subalpini sono di tipo sub-tropicale e sono definiti laghi oligomittici, ovvero laghi nei quali la piena circolazione non si verifica tutti gli anni, ma soltanto alla fine di inverni particolarmente rigidi e ventosi.

Nell'ambito del progetto LIMNO è stata valutata la tendenza alla variazione della temperatura negli ultimi trent'anni. Le modifiche di lungo periodo delle temperature dei laghi vengono considerate di grande interesse anche in relazione ai fenomeni di innalzamento della temperatura terrestre. I risultati dell'elaborazione, effettuata con i dati disponibili di 14 laghi hanno mostrato (vedi [Figura 2](#)), nonostante sia netta la distinzione tra i due gruppi di laghi (poco profondi e profondi), un incremento simile a quello della temperatura invernale, stimabile in circa 0,5 °C ogni 10 anni (1,5 °C nel trentennio), in buon accordo con altre osservazioni sul cambiamento climatico globale.

I laghi profondi hanno temperature invernali più alte rispetto a quelli poco profondi in quanto la maggiore massa d'acqua determina un'inerzia termica (al raffreddamento) più elevata di quella dei laghi con piccoli volumi.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- # Fondazione Lombardia per l'ambiente, a cura di G. Tartari, A. Marchetto, D. Copetti, ottobre 2000, *Qualità delle acque lacustri della Lombardia alle soglie del 2000*.

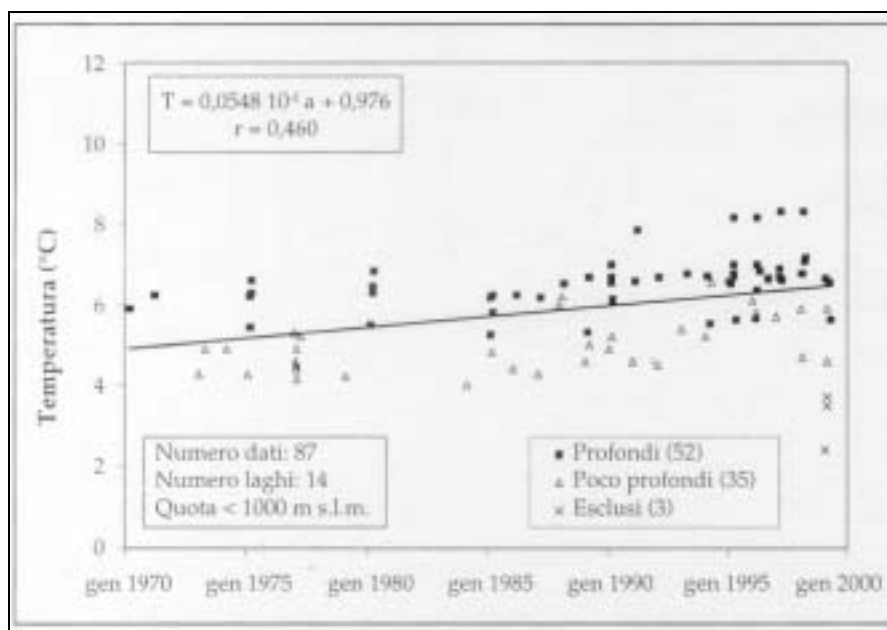


Figura 2

Incremento della temperatura dei laghi lombardi nell'ultimo trentennio (da Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2000)

1.2.3 Lo stato delle reti di monitoraggio

L'art.43, del D.Lgs 152/99 attribuisce alla Regione il compito di elaborare programmi per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali al fine di identificare per ogni corpo idrico significativo, la classe di qualità corrispondente ad una di quelle indicate nell'Allegato 1. La Legge stabilisce, tra l'altro, i criteri generali e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici naturali e artificiali. La Regione Lombardia, in attuazione della normativa, aveva disciplinato le operazioni di monitoraggio con la L.R. 32/80 (mod. con la L.R. 58/84). In ottemperanza alla normativa vigente la determinazione delle caratteristiche qualitative compete all'Arpa.

Il monitoraggio delle caratteristiche qualitative

In base alle disposizioni di legge, fanno parte della rete di rilevamento regionale tutti i grandi e medi laghi regionali ed alcuni piccoli laghi aventi i requisiti previsti nell'allegato 1 del D.lgs 152/99. La rete di monitoraggio definita dalla Regione Lombardia risulta operativa su 39 laghi, tra naturali e artificiali (vedi Figura 1), sui quali sono state fissate complessivamente 47 stazioni di prelievo (Tabella 2), di cui:

- # 34 relative a 26 laghi naturali o naturali ampliati;
- # 13 relative ad altrettanti laghi artificiali.

I parametri analizzati dalla rete di monitoraggio coincidono con gli indicatori di classificazione necessari per la determinazione dello stato ecologico (espressione della complessità degli ecosistemi acquatici e della natura fisica e chimica delle acque e dei sedimenti, delle caratteristiche del flusso idrico e della struttura fisica del corpo idrico) e chimico (presenza di sostanze chimiche pericolose) (vedi Allegato 1 del D.Lgs 152/99).

Per quanto riguarda la frequenza, il D.Lgs 152/99 prevede per i laghi due prelievi annui (frequenza semestrale) in periodi caratteristici del ciclo annuale: uno all'inizio

della primavera nel periodo di massimo rimescolamento, l'altro nel bimestre settembre – ottobre, ossia nel periodo di fine stratificazione estiva. Prevede inoltre la definizione del numero di stazioni in funzione della superficie e/o della forma del lago e stabilisce che i prelievi siano eseguiti lungo la colonna d'acqua in relazione alla profondità. A livello regionale sono state stabilite alcune deroghe a quanto previsto dal Decreto, e in particolare:

- per i laghi poco profondi (<5 m) il numero dei campionamenti lungo la verticale è ridotto a 2 (superficie e fondo);

- per i laghi artificiali, i due prelievi annui sono subordinati all'esercizio del serbatoio e comunque effettuati nei periodi di pieno invaso e di massimo svasso, i quali coincidono generalmente con la primavera e l'inizio dell'autunno;

- nel caso specifico dei laghi d'alta quota, considerate le difficoltà d'accesso e di operatività, soprattutto nei mesi invernali, nonché la presumibile assenza di inquinamenti macroscopici, si esegue un solo prelievo annuo, da effettuarsi nel punto più agevole per il campionamento, durante i mesi estivi (luglio – agosto), ossia nel periodo di massima produttività di questi ambienti.

- in caso di laghi comunicanti e di ridotte dimensioni il campionamento sarà effettuato solo sull'ambiente lacustre situato a valle, ove si ritenga che le sue caratteristiche siano rappresentative per entrambi gli ambienti.

Il database del progetto LIMNO

Le informazioni necessarie per una valutazione scientificamente completa dello stato attuale e dell'evoluzione della qualità dei laghi sono al momento disponibili solo per un numero limitato di ambienti che coincidono in genere con i grandi laghi, per i quali esistono dettagliate serie storiche pluridecennali. Nell'ambito del progetto LIMNO è stato possibile ricostruire l'evoluzione temporale solo per circa 1/6 dei 68 ambienti considerati. Nel DataBase LIMNO Lombardia sono stati archiviati dati di qualità riferiti a variabili fisiche, chimiche e biologiche: in [Figura 3](#) vengono rappresentate la distribuzione delle diverse variabili e le relative percentuali.

Le informazioni raccolte (che al momento ammontano a circa diecimila dati di qualità) sono state archiviate in un database relazionale aperto a integrazioni (nuovi dati e nuove variabili) e implementazioni, per la realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale.

Riferimenti bibliografici e siti Internet

- ## Fondazione Lombardia per l'ambiente, a cura di G. Tartari, A. Marchetto, D. Copetti, ottobre 2000, *Qualità delle acque lacustri della Lombardia alle soglie del 2000*.
- ## Regione Lombardia, 2000, *Programma per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali*.

Nome del lago	Provincia	Bacino	Tipo di lago	Quota (m s.l.m.m)	Superficie del lago (km ²)	Superficie del bacino (km ²)	Profondità massima (m)	Volume di invaso (10 ⁶ m ³)	Tempo di ricambio (anni)	Numero di stazioni
Alserio	CO	Lambro	N	260	1.23	18.3	8	6.7	0.4	1
Annone Est	LC	Adda	N	224	3.81	28.1	11	24	1.4	1
Annone Ovest	LC	Adda	N	224	1.7	14.7	10	6.8	0.8	1
Arno	BS	Oglio	I	1817	0.99	14.6	87	38	2.6	1
Barbellino Inf.	BG	Serio	I	1869	0.55	22.3	65	18.7	0.5	1
Belviso o Frera	SO	Adda	I	1485	0.97	27		50		1
Campo Moro	SO	Adda	I	1967	1.05	90.8	33	10.6	0.1	1
Cancano	SO	Adda	I	1900	2044	369	1213	123	0.6	1
Castellaro	MN	Mincio								
Comabbio	VA	Bardello	N	243	3.58	15.3	8	16.5	1.7	1
Como (5 stazioni)	CO	Adda	N	198	145	4508	410	22500	4.5	5
Endine o Spinone	BG	Cherio	N	334	2.34	36.7	9	11.9	0.3	1
Gallo o di Livigno	SO	Adda	I	1805	5.8	292		166		1
Ganna	VA	Margorabbia	N	452	0.08	9.9	4	0.1		1
Garda (3 stazioni)	BS	Mincio	N	65	368	2260	350	49030	26.6	3
Garlate	LC	Adda	N	198	4.47	4610	34	70	0.02	1
Ghirla	VA	Margorabbia	N	442	0.28	15.4	14	3	0.1	1
Idro	BS	Chiese	N	368	11.5	617	121	747	1	1
Idroscalo	MI	Lambro	I	108	0.81		8			1
Iseo	BS	Oglio	N	186	60.9	1736	258	7600	4.1	3
Montisola										
Castro Pisogne										
Predore										
Lugano	VA	Ticino	N	270	48.9	615	322	5860	15	1
Maggiore	VA	Ticino	N	194	212	6599	370	37500	4.1	1
Mantova di mezzo	MN	Mincio	N	15	0.58		4	1.2		1
Mantova Inferiore	MN	Mincio	N	15	1.27		4	2.5		1
Mantova Superiore	MN	Mincio	N	18	2.71		12	16		1
Mezzola	SO	Mera	N	199	4.93	721	62	200	0.2	1
Monate	VA	Ticino	N	266	2.5	6.3	34	45	7.9	1
Montespluga	SO	Mera	I	1902	1.57	2608	67	32.4	0.7	1
Montorfano	CO	Seveso	N	397	0.46	1.9	7	1.9	1.5	1
Moro	BS		N	389	0.17	1.5	42			1
Piano	CO	Ticino	N	276	0.63	26.1	13	4	0.1	1
Publino	SO	Adda	I	2135	0.27	22.1	26	5.1	0.1	1
Pusiano	CO	Lambro	N	259	4.95	94.3	24	69.2	0.7	1
Sartirana	LC	Adda	N	319	0.11	0.8	3			1
Scals	SO	Adda	I	1494	0.23	52.7	59	9	0.2	1
Segrino	CO	Lambro	N	374	0.38	304	9	1.2	0.4	1
Truzzo	SO	Mera	I	2080	0.66	15.5	72	21.3	1.2	1
Val di Lei	SO	Reno	I	1930	4.28	46.5	140	198		1
Valvestino	BS	Mincio	I	504	0.8	154	113	47.5	0.4	1
Varese	VA	Ticino	N	238	14.8	112	26	100	1.8	1

Tabella 2 La rete di monitoraggio lacustre della Regione Lombardia

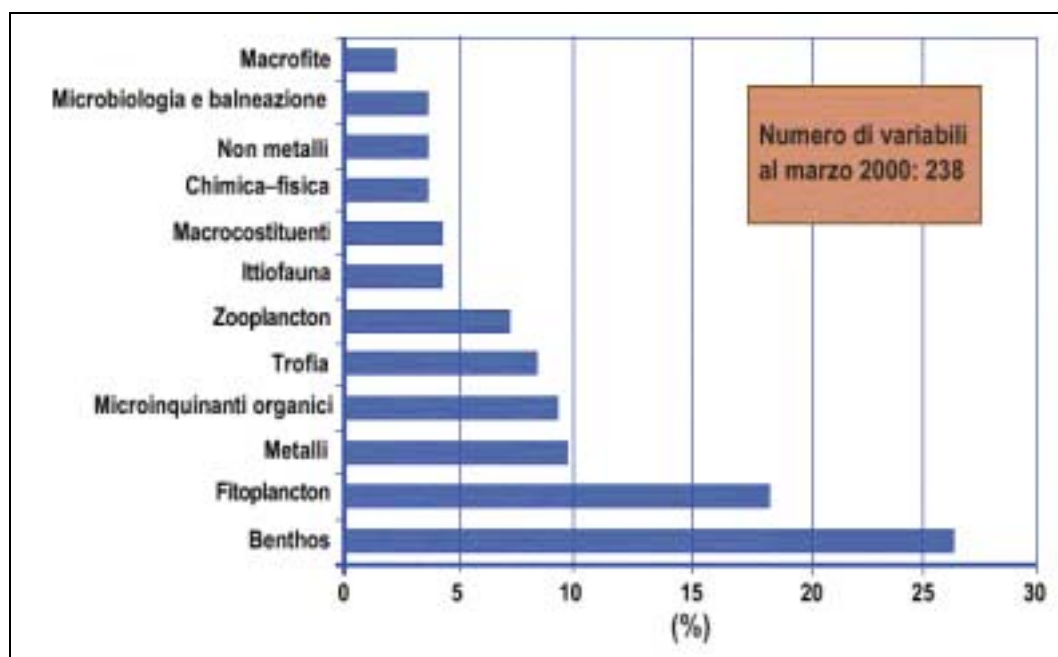


Figura 3 Variabili considerate nel Database LIMNO e loro ripartizione



1.2.4 La qualità delle acque lacustri e lo stato trofico

I laghi lombardi sono stati oggetto di numerosi studi e ricerche che hanno riguardato soprattutto lo stato trofico dei grandi laghi alpini e prealpini.

L'Arpa sta attuando il monitoraggio delle caratteristiche fisiche e di qualità dei laghi regionali che consentirà di classificare le acque lentiche, secondo quanto richiesto dalla normativa. I risultati finora ottenuti consentono di formulare alcune utili osservazioni.

La qualità trofica

L'evoluzione trofica dei laghi profondi subalpini è oggetto di studio da molti anni. In questi laghi diventa rilevante la dinamica di rimescolamento delle acque: nella maggior parte di essi il rimescolamento completo avviene a distanza di anni (laghi oligomittici) e gli studi condotti negli ultimi trent'anni non hanno registrato alcuna circolazione completa del lago d'Idro e del bacino più profondo del lago di Lugano. Una situazione particolare è quella del lago d'Iseo, dove l'ultima circolazione completa delle acque è avvenuta nel 1981. Focalizzando le considerazioni sul fosforo, in quanto fattore limitante la crescita algale, si evidenzia che la concentrazione epilimnica del fosforo totale ha avuto andamenti analoghi nei laghi Maggiore, di Como e nel bacino Nord del lago di Lugano, raggiungendo i valori massimi all'inizio degli anni 80, per poi ridursi anche del 50% circa nella seconda metà degli anni 90, soprattutto grazie alla consistente riduzione del carico di fosforo legato all'entrata in funzionamento dei depuratori e alla riduzione del contenuto del fosforo nei detersivi (Mosello et al, 1997).

La situazione descritta mostra che gli interventi gestionali degli ultimi due decenni hanno portato alla riduzione degli apporti di nutrienti e, di conseguenza, hanno inciso positivamente sulla qualità trofica.

Tali interventi si inscrivono nelle politiche definite anche in base alle indicazioni derivanti dalle diverse ricerche promosse dalla Regione Lombardia, che negli ultimi due decenni ha prodotto una serie di norme e un quadro programmatico, tra cui il Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA).

In tutti i laghi si è notato comunque un aumento della concentrazione del fosforo totale epilimnico nel 1999, a causa probabilmente della particolare situazione meteorologica che ha consentito un maggiore rimescolamento delle acque lacustri e la rimescolazione completa dei laghi Maggiore, Garda e Como, trasportando verso la superficie acque profonde più ricche di fosforo. In [Figura 4](#) vengono comparate le concentrazioni di fosforo naturali e attuali per i grandi laghi lombardi: il lago di Varese e il lago d'Iseo presentano le situazioni più critiche.

Per quanto riguarda i laghi ricompresi nella rete di monitoraggio regionale (cfr. [Tabella 3](#)), si nota una generale mesotrofizzazione delle acque evidenziata dalla diminuzione degli ambienti eutrofici (caratterizzati da elevati livelli di nutrienti algali) e di quelli oligotrofici (caratterizzati invece da bassi livelli di nutrienti).

Per quanto riguarda l'acidificazione, non si nota invece un sostanziale cambiamento della capacità tampone dei laghi lombardi e il problema dell'abbassamento del pH delle acque rimane isolato a pochi ambienti di alta quota: gli ambienti sensibili sono diciotto, quelli che hanno un adeguato potere tampone sono quarantacinque, mentre quelli su cui non è possibile dare un giudizio sono cinque.

La qualità delle acque in funzione della destinazione d'uso

Il D.Lgs. 152/99 implementa ed introduce un doppio sistema di obiettivi di qualità: uno di carattere ambientale, l'altro relativo a particolari funzioni o destinazioni d'uso a cui sono destinati specifici corpi idrici. Il D.Lgs. 152/99 considera quattro tipi di specifica destinazione delle acque: acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, acque destinate alla balneazione, acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci, acque destinate alla vita dei molluschi.

La [Tabella 4](#) elenca i laghi che la Regione ha destinato alla produzione di acqua potabile e le rispettive classi di appartenenza (Classe A1: acque sottoposte ad un trattamento fisico semplice e disinfezione; Classe A2: acque sottoposte ad un trattamento fisico e chimico normale e disinfezione). La stessa [Tabella 4](#) presenta l'indicazione dei laghi designati come idonei alla vita dei pesci (acque salmonicole).

Aspetti da approfondire

Mentre la caratterizzazione limnologica dei laghi si può ritenere soddisfacente, restano da approfondire alcuni aspetti di rilievo; tra questi, la distribuzione dei metalli e di altri microinquinanti organici nei diversi comparti acquatici, e il livello di inquinamento dei sedimenti lacustri.

Risulta da implementare anche l'informazione relativa al comparto biologico per il quale si riscontrano non solo problemi di studio legati alla complessità del sistema, ma anche problemi determinati dalla molteplicità di approcci di misura dei parametri sintetici riferiti alle popolazioni biologiche.

Riferimenti bibliografici e siti Internet

- ⌘ Fondazione Lombardia per l'ambiente, *Qualità delle acque lacustri della Lombardia alle soglie del 2000*, a cura di G. Tartari, A. Marchetto, D. Copetti, ottobre 2000.
- ⌘ Fondazione Lombardia per l'ambiente, *Newsletter N 11* Autunno 2000.
- ⌘ Mosello, R. & G. Giussani, *Evoluzione recente della qualità delle acque dei laghi profondi subalpini*. Documenta Ist. Ital Idrobiologia, 61. 228 pp., 1997.
- ⌘ Mosello, R. , A. Calderoni & R. De Bernardi, *Le indagini sull'evoluzione dei laghi profondi subalpini svolte dal CNR Ist. Ital. Idrobiologia*. Documenta Ist. Ital Idrobiologia, 61. 19-32, 1997.

Legenda

Sensibilità all'acidificazione: MS = molto sensibile; S = sensibile

Nome del lago	Stato trofico attuale	Stato trofico naturale	Sensibilità all'acidificazione	Nome del lago	Stato trofico attuale	Stato trofico naturale	Sensibilità all'acidificazione
Alserio	Eutrofia	Mesotrofia	NS	Iseo	Eutrofia	Oligotrofia	NS
Annone Est	Eutrofia	Mesotrofia	NS	Lugano	Eutrofia	Oligotrofia	NS
Annone Ovest	Mesotrofia	Mesotrofia	NS	Maggiore	Mesotrofia	Oligotrofia	NS
Arno	Mesotrofia	–	S	Mantova di mezzo	Ipertrofia	Eutrofia	NS
Barbellino	Mesotrofia	–	NS	Mantova Inferiore	Ipertrofia	Eutrofia	NS
Belviso	Oligotrofia	–	NS	Mantova Superiore	Ipertrofia	Eutrofia	NS
Campo Moro	Mesotrofia	–	NS	Mezzola	Mesotrofia	Oligotrofia	
Cancano	Oligotrofia	Oligotrofia	NS	Monate	Mesotrofia	Mesotrofia	NS
Castellaro	Ipertrofia			Montespluga	Oligotrofia	Oligotrofia	NS
Comabbio	Eutrofia	Mesotrofia	NS	Montorfano	Oligotrofia	Mesotrofia	NS
Como	Eutrofia	Oligotrofia	NS	Publino	Oligotrofia	–	NS
Del Gallo	Mesotrofia		NS	Pusiano	Eutrofia	Oligo-mesotrofia	NS
Di Piano	Mesotrofia	Mesotrofia		Sartirana	Eutrofia	Meso-eutrofia	NS
Endine	Mesotrofia	Eutrofia	NS	Scais	Mesotrofia	–	NS
Ganna	Oligotrofia		NS	Segrino	Mesotrofia	Eutrofia	NS
Garda	Mesotrofia	Oligotrofia	NS	Truzzo	Oligotrofia	–	S
Garlate	Mesotrofia	Oligo-mesotrofia	NS	Val di Lei	Oligotrofia	–	NS
Ghirla	Mesotrofia	Mesotrofia	NS	Valvestino		–	
Idro	Mesotrofia	Mesotrofia	NS	Varese	Ipertrofia	Mesotrofia	NS
Idroscalo	Oligotrofia		NS				

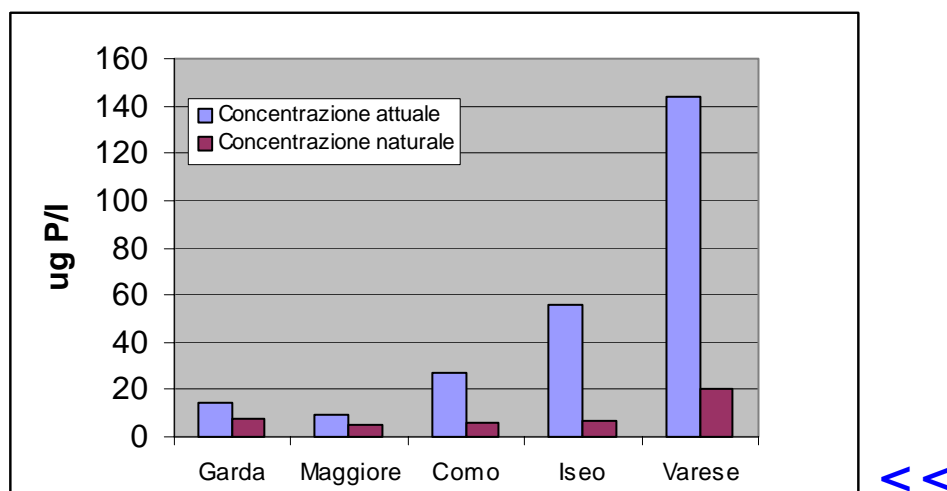
Tabella 3

Stato trofico e sensibilità all'acidificazione dei laghi lombardi compresi nella rete di monitoraggio



Destinazione d'uso	Denominazione corpo idrico	Ubicazione della presa	art. 7 D.lgs 152/99
Produzione acqua potabile	Lago di Como	Como-Ticosa	A2
Produzione acqua potabile	Lago di Como	Como-Crotto del Nino	A2
Produzione acqua potabile	Lago di Como	Pognana Lario	A2
Produzione acqua potabile	Lago di Como	Griante	A2
Produzione acqua potabile	Lago di Como	Valmadrera	A2
Produzione acqua potabile	Lago Palabione	Aprica	
Produzione acqua potabile	Lago di Garda	Desenzano del Garda - Cabina vecchia	
Produzione acqua potabile	Lago di Garda	Desenzano del Garda - Cabina nuova	A2
Produzione acqua potabile	Lago di Garda	Manerba del Garda	
Produzione acqua potabile	Lago di Garda	Moniga del Garda	A2
Produzione acqua potabile	Lago di Garda	S. Felice del Benaco	A2
Produzione acqua potabile	Lago di Garda	Sirmione	
Produzione acqua potabile	Lago d'Iseo	Monte Isola	
Produzione acqua potabile	Invaso artif. Valvestino	Gargnano	A2
Produzione acqua potabile	Lago Maggiore	Leggiano	A2
Produzione acqua potabile	Lago di Lugano	Valsolda	A2
Idonei alla vita dei pesci	Lago Maggiore	intera parte ricadente nel territorio regionale	
Idonei alla vita dei pesci	Lago di Como	Intero corpo idrico	
Idonei alla vita dei pesci	Lago d'Iseo	Intero corpo idrico	
Idonei alla vita dei pesci	Lago di Garda	intera parte ricadente nel territorio regionale	

Tabella 4 Destinazione d'uso laghi lombardi

**Figura 4**

Attuali condizioni e concentrazioni naturali di fosforo totale nei principali laghi lombardi (Dati: ARPA Lombardia)

1.2.5 La regolazione dei laghi per attività agricole e la produzione di energia elettrica

Da circa un cinquantennio i grandi laghi lombardi sono soggetti ad interventi di regolazione artificiale modificando in maniera significativa il bilancio idrologico "naturale".

La regolazione, nel prestare attenzione alle ripercussioni di carattere ittiogenico e, in senso lato, ambientale, deve garantire una mitigazione delle oscillazioni del livello dei laghi regolati anche per la tutela delle attività rivierasche operando come fattore di laminazione sulle piene del lago o del suo emissario.

Il volume regolato dei grandi laghi nei mesi estivi, secondo quanto previsto dalle fasce di oscillazione consentite dalle concessioni ministeriali che autorizzano l'attività, è di 4.826,9 milioni di m³, di cui 1.187,3 "prodotti" specificatamente con le azioni di regolazione degli Enti regolatori: questi ultimi sono definiti "acqua nuova", ovvero acqua che in assenza di regolazione non sarebbe disponibile alle utenze. I volumi di acqua nuova più cospicui si osservano negli anni in cui i deflussi naturali sono particolarmente scarsi; la regolazione, quindi, svolge un'azione insostituibile in quanto è in grado di garantire il soddisfacimento della richiesta delle utenze in periodi caratterizzati da scarsa disponibilità.

La regolazione del lago Maggiore è gestita dal Consorzio del Ticino, istituito con Regio Decreto nel 1928. L'attività ha avuto inizio nel 1942 con la costruzione della Diga della Miorina. Grazie a questa opera ogni anno vengono prodotti in media 208 milioni di m³ di acqua nuova. La fascia di oscillazione concessa varia tra 1,5 e 2 m in funzione del periodo stagionale, comportando un volume regolato, rispettivamente di 318 milioni di m³ nel periodo primavera-estate e di 424 milioni di m³ nel periodo invernale. La superficie irrigua che caratterizza il bacino del lago Maggiore è la più vasta degli altri grandi laghi lombardi (173.887 ettari), il consumo idrico è di circa 15.700 m³/Ha con una dotazione idrica pari a 1,35 l/s/Ha.

Il Consorzio dell'Oglio, istituito nel 1929, attua la regolazione per il lago d'Iseo e gestisce le concessioni rilasciate alle utenze, pari a 88.000 ettari di superficie irrigua, e sette impianti idroelettrici in grado di produrre 148 milioni di kWh all'anno. Il

compiensorio interessato ha a disposizione 0,9 l/s/ha ed è caratterizzato da un consumo pari a 7.790 m³/Ha. Il lago ha un'escursione complessiva concessa di 1,4 m .

Per il Lago d'Idro opera l'omonima Società, costituita nel 1922; le opere di sbarramento furono ultimate nel 1923. Ora opera in coordinamento d'ambito con i serbatoi dell'Alto Chiese. L'escursione ordinaria è di circa 6 metri; attualmente è in corso una sperimentazione per verificare la fattibilità della riduzione della fascia di oscillazione. La dotazione media per la superficie irrigua del lago è pari a 1,31 l/s/ha con un consumo pari a circa 14.000 m³/Ha.

La regolazione del lago di Garda è affidata al Magistrato delle acque di Venezia. Nel 1950 è stata ultimata la costruzione dello sbarramento sul Mincio e la regolazione ha avuto inizio nell'anno successivo. E' però il Consorzio del Mincio, istituito nel 1930, che ricopre la duplice veste di Consorzio di bonifica e di utilizzazione idrica. La gestione è caratterizzata da un'escursione consentita pari a 1,20 m (corrispondenti a 462 milioni di m³). L'impiego idrico prevalente è per fini irrigui ed il territorio sotteso (90.600 Ha) ha una spiccata vocazione agricola.

Per il lago di Como la gestione dell'attività è a cura del Consorzio dell'Adda, costituito nel 1938 per la costruzione della diga di Olginate che, ultimata nel 1944, ha consentito l'inizio all'effettiva regolazione nel 1946. I 170 cm della fascia di regolazione concessa permettono di immagazzinare 246,5 milioni di m³ con fini principalmente irrigui in estate ed idroelettrici in inverno. La potenza installata delle otto centrali idroelettriche utenti del consorzio è di quasi 92.000 kW, mentre la superficie irrigua è di 136.000 ettari e ha una dotazione media di 1,55 l/s/ha e un consumo per ettaro di circa 15.000 m³.

Nel grafico allegato si evidenzia l'efficacia delle azioni di regolazione sul regime del lago di Como nell'anno 2000 per le ripercussioni sulle inondazioni della città lariana. Emerge, inoltre, la particolare situazione verificatasi a partire dal mese di ottobre dove, a fronte della portata in ingresso al Lago anche superiore ai 1700 m³/s dalla diga di Olginate, a paratoie completamente abbassate, non ne potevano defluire più di 600.

Questo fenomeno, frutto anche delle significative variazioni meteorologiche verificatesi in particolare negli ultimi anni, richiede una particolare attenzione nelle azioni di pianificazione nei bacini idrografici.

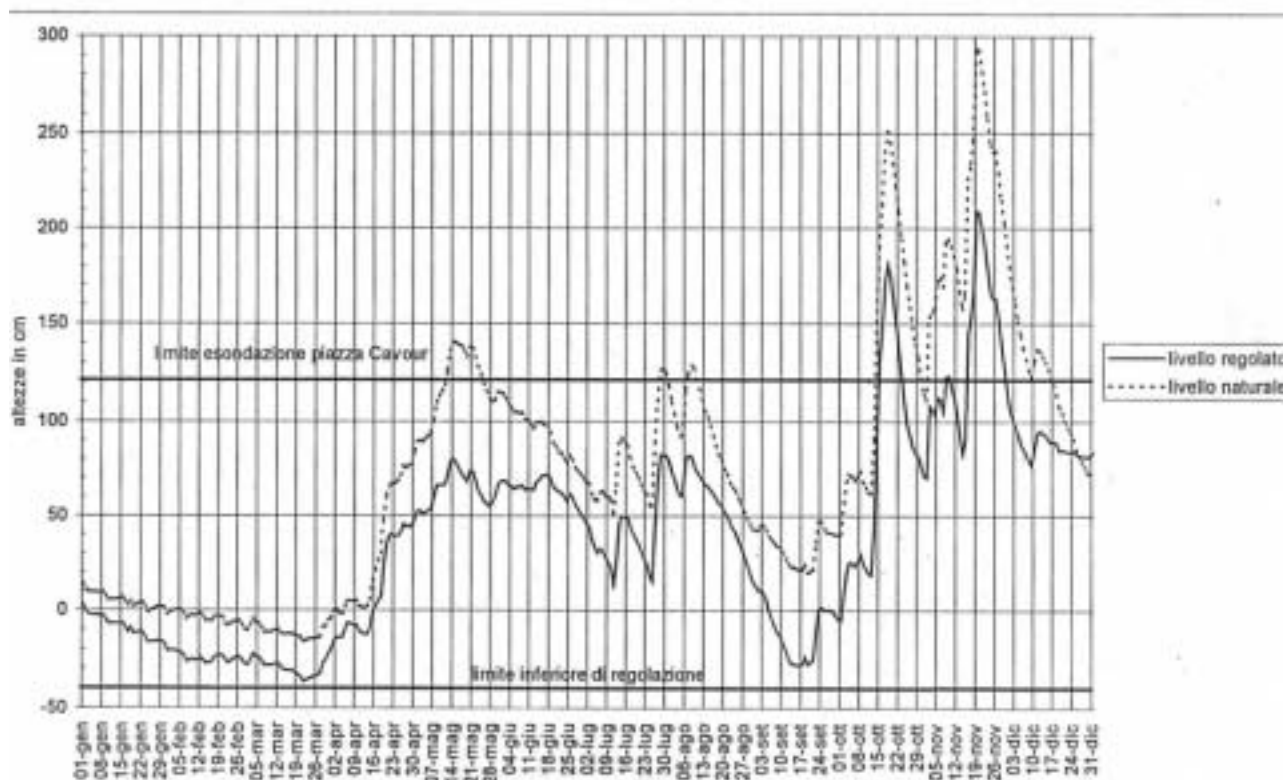
Nel dicembre 2000 gli Enti gestori dei grandi laghi hanno sottoscritto una convenzione con la Regione per integrare la rete meteorologica regionale con le informazioni acquisite dai consorzi di regolazione.

Questa prima azione sinergica potrà agevolare la definizione degli indirizzi strategici per la redazione dei piani di settore, nella loro interconnessione con i Piani di Bacino e gli Ambiti Territoriali Ottimali attuativi della L.36/94, tenendo nella dovuta considerazione la nuova problematica del Deflusso Minimo Vitale (cfr. sottoparagrafo 1.4.4).

Riferimenti bibliografici e siti internet

- # G. Barbero, L. Bertoli a cura di Guerini e Associati, 1998, *L'influenza del deflusso minimo vitale sulla regolazione dei grandi laghi prealpini*.
- # Regione Lombardia, Enti Regolatori, Maggio 1996, *La regolazione dei grandi Laghi alpini – Giornate studio*.

Idrometro di Malgrate (lago di Como) 2000



1.3.1 L'uso del territorio e la pressione antropica idroesigente

A partire dal dopoguerra l'aumento della popolazione, l'industrializzazione, l'intensificazione dell'agricoltura, hanno incrementato in modo significativo i prelievi idrici. Nell'ultimo decennio tale crescita si è arrestata, anche grazie ad una migliore strategia di gestione della risorsa: riduzione delle perdite, utilizzo più efficiente, riciclo. L'acqua prelevata, sia dalle risorse superficiali sia da quelle sotterranee, viene utilizzata per diversi scopi: domestico, igienico, irriguo, produttivo, ricreativo. Le acque provenienti dal sottosuolo sono in genere di qualità superiore rispetto a quelle superficiali, richiedono meno trattamenti e sono state e vengono tuttora utilizzate per l'approvvigionamento di acqua potabile. Le risorse idriche superficiali sono invece state utilizzate prevalentemente per scopi produttivi e soprattutto agricoli.

Risulta difficile, al momento attuale, quantificare i prelievi idrici in Lombardia. I catasti disponibili a livello regionale e sovraregionale, quali il Catasto delle Derivazioni dell'Autorità di bacino del Po, presentano infatti numerose carenze soprattutto in merito ai valori di portata concessionata e ancor più a quelli dei prelievi effettivi; a queste si aggiunge la frequente assenza di georeferenziazione dei punti di prelievo che non consente di caratterizzare in maniera esauriente ed omogenea le utenze dislocate sul territorio lombardo.

Per sopperire a queste carenze, la Regione Lombardia ha in corso di realizzazione un progetto finalizzato allo sviluppo di un catasto informatizzato delle utenze idriche sia superficiali che sotterranee. Il progetto, avviato all'inizio dell'anno 2000, si concluderà entro il 2001, mentre le attività di verifica ed aggiornamento proseguiranno fino all'estate del 2002. Sarà possibile allora avere un quadro delle utenze idriche e dell'entità effettiva dei prelievi delle acque lombarde.

In mancanza di un tale strumento, la quantificazione degli usi non può che procedere per via indiretta, utilizzando opportune metodologie di stima dei valori per le diverse categorie d'uso. L'illustrazione di tali metodologie non rientra negli scopi di una Relazione sullo Stato dell'Ambiente: in questa sede risulta invece utile fornire alcune indicazioni circa i prelievi complessivi relativi agli usi antropici.

Il volume di acqua distribuito dagli acquedotti

Il volume totale di acqua distribuito dal complesso degli acquedotti lombardi si attesta intorno a 1.200.000.000 m³/anno (Regione Lombardia, 2000) comprensivi anche degli usi diversi dal potabile. Considerando che la popolazione residente servita da acquedotti è di circa 8.700.000 abitanti (oltre il 95% del totale dei residenti), la disponibilità idrica a livello regionale è pari a circa 370 litri/abitante x giorno. Il consumo giornaliero d'acqua procapite (utenza civile) è di circa 250 litri/abitante x giorno. Il volume erogato alle utenze per le singole province della Lombardia è riportato in [Tabella 7](#).

Il prelievo idrico a scopo industriale è proporzionale alla densità delle industrie presenti e al numero di addetti, anche se i coefficienti tecnici di prelievo e di consumo sono molto variabili e fortemente influenzati dal processo produttivo.

Dal censimento intermedio dell'industria e dell'impresa risulta sul territorio regionale un numero totale di imprese pari a 636.228 e un totale di addetti alle imprese pari a 3.167.577. Si stima che siano erogati in Lombardia 2.500.000.000 di m³/anno corrispondenti al 23% dei consumi totali (Regione Lombardia, 2000). Negli ultimi anni in molte delle province lombarde sono stati registrati cali nell'attività di estrazione dell'acqua nel settore industriale dovuti al trasferimento di alcune tipologie di industrie, ai miglioramenti delle tecnologie ed ai processi di riciclo d'acqua in alcune attività.

Il settore agro-zootecnico

Sul territorio lombardo sono presenti 76.898 aziende agricole, aventi una superficie di 954.122 ettari. In media il 73% della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) è irrigato. La distribuzione per provincia della SAU vede per Varese 12.225 ha, Como-Lecco 17.614 ha, Bergamo 54.138 ha, Cremona 137.916 ha, Brescia 138.833 ha, Milano-Lodi 144.169 ha, Mantova 146.588 ha, Pavia 186.656 ha. In [Figura 8](#) viene riportata la disponibilità idrica per ciascun consorzio espressa in m³/s. Complessivamente si stima che annualmente vengano prelevati a scopo agricolo 7.400.000.000 m³ di acqua, corrispondente al 66% dei prelievi totali (Regione Lombardia, 2000): la maggior parte dei prelievi vengono effettuati dai corpi idrici superficiali.

Anche l'attività zootecnica comporta un significativo utilizzo di acqua, anche se buona parte di tale acqua viene restituita al sistema: si stima ad esempio che per ogni bovino siano prelevati 50 l/g di cui 40 vengono restituiti al sistema (Autorità di bacino del Po, SP 3.1 Bilancio delle risorse idriche).

Gli impianti idroelettrici, le dighe e i grandi trasferimenti d'acqua

Un ulteriore elemento di stress sulle acque superficiali è costituito dalla presenza di numerosi impianti idroelettrici, dighe e trasferimenti di acqua. Questi impianti provocano in genere un'alterazione delle condizioni idrologiche ed idrauliche naturali del corso d'acqua e delle sue caratteristiche biologiche ed ecosistemiche.

All'anno 2000 risultano presenti in Lombardia 300 impianti idroelettrici: in [Tabella 8](#) è riportata la distinzione di tali impianti secondo la categoria dei produttori.

Sul territorio lombardo, come risulta dall'elenco delle dighe di competenza del Servizio Nazionale Dighe pubblicato sulla G.u. n. 210 del 9 settembre 1997 (Comunicazione della Presidenza del Consiglio dei Ministri), sono ubicate 397 dighe di

cui 226 rientrano nelle competenze della L.R. 57/86; le rimanenti sono di competenza del Servizio Nazionale Dighe (78) e del Ministero LL.PP. (93).

Sono diverse le tipologie di invasi presenti sul territorio lombardo:

- š laghi naturali rialzati artificialmente con opere di sbarramento di modesta entità,
- š invasi artificiali con sbarramenti in muratura o calcestruzzo,
- š invasi artificiali con sbarramenti in terra,
- š serbatoi o vasche di carico o di compensazione - compresi i relativi canali o gallerie di derivazione,
- š traverse fluviali,
- š invasi artificiali temporanei con sbarramenti in terra, usati per la laminazione delle piene o delle acque meteoriche.

In seguito ai tragici eventi della Val di Stava (luglio 1985), la Regione Lombardia si è dotata di un corpo normativo specifico: la L.R. 57/1986 in primis, recentemente sostituita dalla nuova legge regionale del 23 marzo 1998, n. 8; essa prevede una semplificazione di procedure per quei bacini di piccole dimensioni (<5.000 m³ di invaso) che, in relazione alla loro ubicazione e caratteristiche, non costituiscono pericolo per la pubblica incolumità.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- # Regione Lombardia, 2000, *Rapporto sullo stato dell'Ambiente in Lombardia*.
- # GRTN – Gestore Rete Trasmissione Nazionale, 2000, *Dati statistici sull'energia elettrica in Italia*.
- # Regione Lombardia – Direzione Opere Pubbliche e Protezione Civile, Ottobre 1997, *Le piccole dighe in Italia: problematiche attuali e prospettive future*
- # Istat, 2001, *Annuario Statistico Regionale Lombardia 2000*.
- # Autorità di bacino del fiume Po, Gennaio 2001, *Progetto di Piano Stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione*.

	BG	BR	CO	CR	LC	LO	MN	MI	PV	SO	VA	Tot
n. comuni	244	206	163	115	90	64	70	185	190	78	141	1546
Comuni serviti	244	203	163	104	90	64	50	185	190	78	141	1512
n. acquedotti indipend.	326	407	160	118	130	53	28	179	313	154	107	1975
n. consorzi acquedotti	20	6	16	1	9	5	5	1	17	8	7	95
popol. residente	898.375	1.038.119	518.201	325.660	292.344	197.185	369.121	3.844.087	507.968	176.775	798.732	8.966.750
popol. residente servita	890.384	977.772	512.748	297.823	291.314	191.080	220.728	3.830.974	477.060	174.775	798.732	8.663.390
Volume tot. erogato (milioni m ³ /anno)	188	115	59,5	25	29,6	28,1	18,5	573,9	46,2	36,7	86,5	1170,2
Consumo giornaliero medio di acqua procapite (l ab/g)	578	322	318	230	278	403	230	410	265	575	296	370

Tabella 7

Caratteristiche del sistema acquedottistico lombardo

Fonte: elaborazione dati tratti da Regione Lombardia, 2000



Produttori	ENEL	Aziende municipalizzate	Altre imprese	Autoproduttori	Totale
Impianti (1997)	105	15	57	120	297
Impianti (1998)	105	15	59	121	300
Impianti (1999)	104	15	61	119	299

Tabella 8

Numero degli impianti idroelettrici secondo le categorie dei produttori (Gestore Rete Trasmissione Nazionale, 2000).

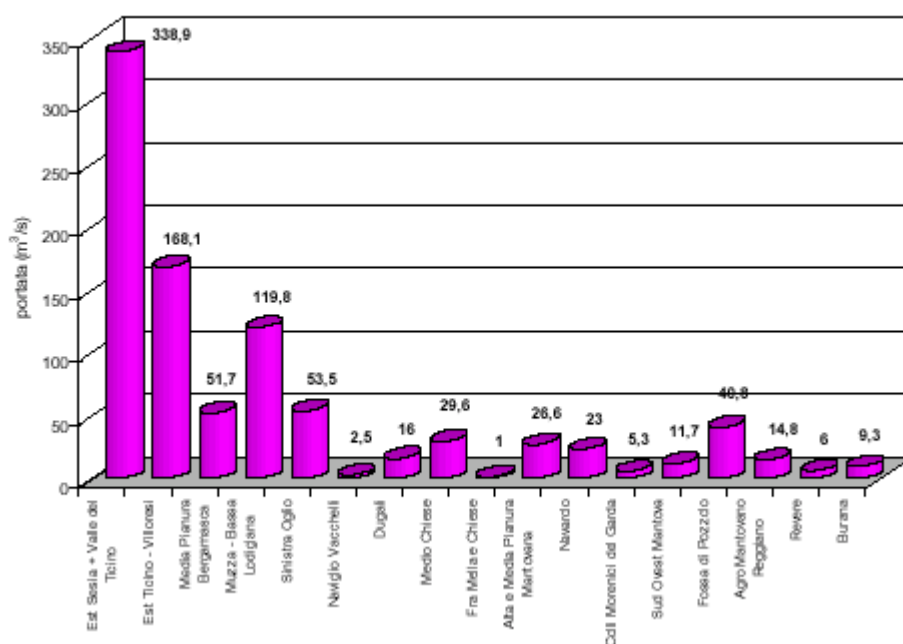


Figura 8

Acqua disponibile per l'irrigazione in ciascun consorzio (Figura estratta da Regione Lombardia Relazione sullo Stato dell'ambiente 2000)

Fonte dei dati: Regione Lombardia – D.G. Agricoltura - Rapporto sulla situazione della bonifica e dell'irrigazione in Lombardia)

1.3.2 Le fonti inquinanti

L'inquinamento di origine puntuale e diffusa

I carichi inquinanti che gravano sul sistema idrografico possono essere distinti in due categorie: carichi puntuali e carichi diffusi. I primi sono di natura prevalentemente antropica, i secondi possono essere anche dovuti a fattori naturali.

La stima dei carichi, potenziali ed effettivi, sul reticolo idrografico, risente di una serie di carenze di carattere conoscitivo. La stima dei carichi di natura puntiforme risente della mancanza di dati aggiornati ed affidabili sullo stato delle infrastrutture fognarie e depurative, sull'assetto territoriale e socio economico. Molto spesso sono carenti le informazioni sui tracciati delle reti fognarie, sul numero effettivo di abitanti serviti, sulle perdite di rete. Per quanto riguarda la stima dei carichi diffusi, la mancanza di dati sperimentali sui meccanismi di generazione e diffusione dei carichi, consente di effettuare soltanto valutazioni di massima che non tengono conto delle specificità del sistema antropico e fisico.

Considerate queste carenze informative, la stima dei carichi procede in genere attraverso una metodologia semplificata che vede la definizione delle seguenti tipologie di carico (Autorità del bacino del fiume Po, 2001): **carico potenziale**, definito come il carico prodotto dalla sorgente inquinante; **carico effettivo**, definito come il carico effettivamente sversato nel corpo idrico; **carico veicolato**, definito come il carico presente nel corpo idrico in una determinata sezione.

I carichi potenziali vengono stimati come il prodotto tra due fattori: l'unità di riferimento, vale a dire la dimensione della sorgente inquinante (numero di abitanti, numero di addetti industriali, ecc), e il fattore di carico, definito come l'intensità unitaria della sorgente inquinante (massa di inquinante/abitante/anno). Tale metodologia viene in genere applicata agli inquinanti di natura organica (azoto,

fosforo, BOD) per i quali esistono fattori di carico sufficientemente attendibili (vedi ad esempio Autorità del bacino del fiume Po, 2001).

Con riferimento ai dati del 1997, il carico potenziale totale di azoto per la Lombardia è stato stimato essere pari a circa 59.000 t/anno, mentre quello di fosforo a 8.250 t/anno. Rapportando il carico totale al numero di abitanti, risulta che il carico pro-capite di nutrienti sugli ecosistemi acquatici lombardi risulta superiore ai valori medi italiani (3,25 kg di N pro-capite) ed europei (2,80 kg di N pro-capite). Rapportando lo stesso carico totale alla superficie, espressa in ettari, risulta che il carico specifico di azoto (circa 24 kg/ha anno) è nettamente superiore alla media italiana (circa 5,6 kg/ha anno). La [Figura 11](#) mostra l'andamento del carico medio annuale sugli ecosistemi acquatici di azoto e fosforo nel periodo 1990-1997 (Regione Lombardia, 2000).

Un altro indicatore del carico inquinante è la quantità di sostanza organica emessa dalle attività umane (settori domestico, industriale e agricolo), misurata in termini di BOD: dal 1991 al 1998, considerando soltanto l'acqua di scarico civile, si è passati da 115.000 t/anno a 105.000 t/anno, corrispondente ad una riduzione di circa il 9% (Regione Lombardia, 2000).

In [Figura 10](#) si riportano i contributi di N e P in Lombardia relativi all'anno 1997 (Regione Lombardia 2000). Si nota che il maggior contributo è di gran lunga dato dai carichi di natura civile.

Un'ultima considerazione può essere fatta sui carichi veicolati alle sezioni di chiusura dei corsi d'acqua, stimati come il prodotto tra i carichi effettivi ed un coefficiente di autodepurazione del corso d'acqua. La [Tabella 13](#) riporta i carichi veicolati dai principali bacini lombardi in termini di carico annuo di azoto e fosforo (Autorità di bacino del fiume Po (2001)): i valori indicati hanno un coefficiente di errore variabile tra il 20 ed il 30%. Per quanto riguarda i contributi dei singoli sottobacini si riscontra che gli apporti di fosforo e di azoto più significativi provengono dal sistema Lambro-Olona, dall'Adda e dall'Oglio.

Zone vulnerabili ad alto carico zootecnico

La Regione Lombardia si è adeguata a quanto richiesto dalla normativa nazionale e comunitaria con la l.r. n. 37/93 "Norme per il trattamento, la maturazione e l'utilizzo dei reflui agro-zootecnici". Con tale legge si supera l'idea che si ha del refluo zootecnico quale sottoprodotto ingombrante e rifiuto da eliminare, fonte solamente di costi di smaltimento e di eventuali "guai" giudiziari per l'allevatore. Si ribadisce il concetto di refluo zootecnico quale risorsa per l'agricoltore, fonte di sostanza organica e di nutrienti per il terreno e le colture, possibile mezzo per contenere i costi produttivi (surrogando i concimi di sintesi).

Il sistema organizzativo previsto dal regolamento attuativo di questa legge è mirato a "progettare" e a "realizzare" una gestione dei liquami e del letame che tenga conto degli aspetti agronomici ed ambientali, in modo tale da favorire l'impiego agronomico dei reflui zootecnici in armonia con le esigenze aziendali e ponendo come vincolo quello dell'assorbimento di nutrienti da parte delle colture a garanzia e tutela della qualità delle acque.

Il problema di fondo è quello di stabilire se, e in che misura, le diverse pratiche agronomiche legate all'uso dei reflui zootecnici possano contribuire all'inquinamento diffuso delle acque superficiali e di falda.

La l.r. 37/93, con lo scopo precipuo di mantenere e migliorare la fertilità dei terreni e di salvaguardare le acque, individua nel territorio regionale le aree nelle quali è necessario un programma di azione più mirato: le zone ad alto carico zootecnico ([Figura 11](#)) e le zone vulnerabili per le caratteristiche geopedologiche del suolo.

Ai fini dell'applicazione della l.r. n. 37/93, la Regione richiede agli allevatori di presentare un Piano di Utilizzazione Agronomica dei reflui zootecnici (P.U.A.). Questo Piano ha le seguenti finalità:

- indirizzare l'allevatore verso un corretto utilizzo agronomico dei reflui, evitando situazioni di palese incompatibilità e in generale verso una corretta fertilizzazione;
- individuare le carenze strutturali dell'azienda riguardo la gestione dei reflui e proporre delle soluzioni opportunamente supportate da incentivi;
- analizzare le situazioni più comuni e quelle a maggior rischio ambientale, definendo le possibili soluzioni tecniche per ridurre il rischio di inquinamento;
- creare un archivio delle aziende zootecniche, con informazioni sull'allevamento e sui terreni su cui vengono distribuiti i reflui.

Occorre ricordare che, in base al D.lgs 152/99, il Ministero delle Politiche Agricole dovrà emanare degli Atti di indirizzo cui le regioni dovranno adeguarsi per disciplinare l'attività di utilizzazione agronomica.

Gli obiettivi di qualità

Le indicazioni per la definizione degli obiettivi di qualità e le modalità di controllo e di classificazione dei corpi idrici al fine del loro raggiungimento o mantenimento sono dettagliatamente contenute negli allegati 1 e 2 del d.lgs. 152/99 e successive modifiche.

Appare utile ricordare che, mentre la legge 319/76 aveva come principale finalità quella di disciplinare gli scarichi, il D.lgs.152/99 sposta l'attenzione dal controllo degli scarichi alla qualità che deve essere garantita ai corpi idrici .

In pratica non risulta più sufficiente assicurare il non superamento di determinati valori allo scarico, ma è indispensabile occuparsi della totalità degli eventi che determina la qualità del corpo idrico. Con il D.lgs. 152/99 i limiti di emissione indicati nell'allegato 5 dovranno essere modificati dalle Regioni nell'ambito della loro autonomia (art. 28 comma 2) per ogni corpo idrico al fine del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale (cfr. Paragrafi 3.4.4.). In sostanza nel piano di tutela previsto dall'art. 44 dovranno essere definite le misure da adottare per assicurare il raggiungimento o il mantenimento di tali obiettivi.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- ☞ Regione Lombardia 2000, *Rapporto sullo stato dell'Ambiente in Lombardia*.
- ☞ Autorità di bacino del fiume Po, Gennaio 2001, *Progetto di Piano Stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione*.
- ☞ Eurostat, 1999.

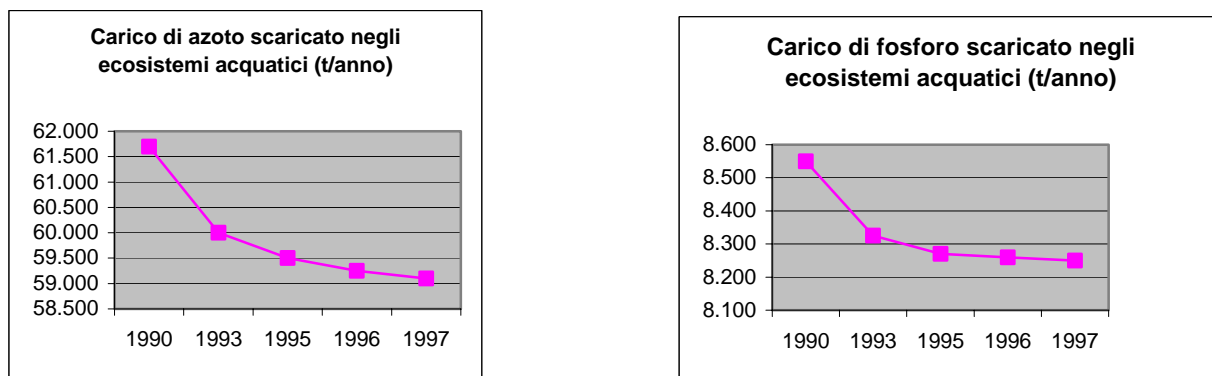


Figura 9 Stime del carico medio annuale di azoto e fosforo negli ecosistemi acquatici (t/anno). E' stato considerato solo l'apporto dal civile, dall'agricoltura (zootecnia) e il dilavamento dei suoli
Fonte: Regione Lombardia – 2000

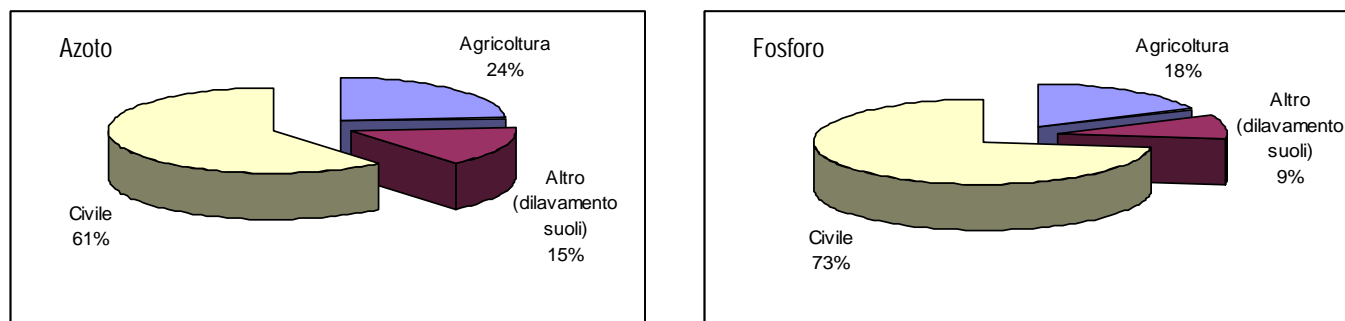


Figura 10 Contributi settoriali di N e P per la Lombardia – 1997
Fonte: Regione Lombardia, 2000).

Sottobacino	Fosforo (t/anno)	Azoto (t/anno)
Agogna	60	1000
Ticino	410	5900
Olona	420	4650
Lambro	630	7000
Adda	830	11300
Oglio	840	14000
Mincio	260	4300

Tabella 13 Carichi veicolati alla chiusura dei sottobacini dei principali affluenti lombardi del Po (Autorità di bacino del fiume Po, 2001)

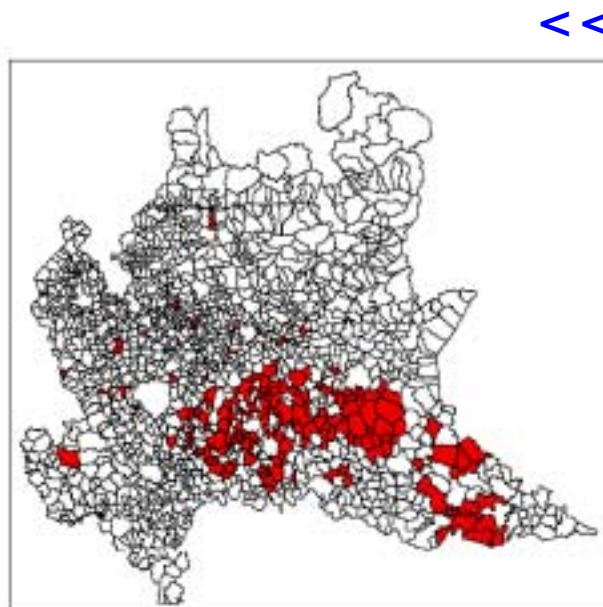


Figura 11 Comuni classificati ad alto carico zootecnico dal Regolamento Attuativo della L.R. 37/93 (Regione Lombardia – DG Agricoltura)

1.4.1 La normativa e le sue applicazioni

Lo stato di attuazione della L. 36/94 (Galli)

La Regione Lombardia ha disciplinato con la L.R. 21/1998 gli aspetti di competenza regionali attuativi della legge 36/1994.

Tale legge prevede:

- la suddivisione del territorio regionale in 12 Ambiti Territoriali Ottimali (ATO) (11 coincidenti con le province e uno con il comune di Milano);
- la Conferenza di Servizi e la Convenzione come strumenti per definire le forme relative all'esercizio coordinato delle funzioni di governo dell'ATO da parte di Provincia e Comuni;
- l'istituzione di alcuni organismi e strutture su scala regionale con specifiche competenze tecnico-organizzative per l'attivazione del servizio idrico integrato in Lombardia, regolati da alcuni atti di indirizzo tra cui:
 1. La Convenzione Tipo per la regolazione dei rapporti tra enti locali;
 2. Il Regolamento Tipo per il funzionamento della Conferenza dell'ATO;
 3. La Convenzione Tipo per la gestione del servizio idrico integrato.

Allo scadere della scorsa legislatura risultava approvata con D.G.R. del 24-02-2000 la Convenzione Tipo di cui al punto 1, mentre il Regolamento tipo era all'esame del Consiglio regionale per l'approvazione e per l'espressione del prescritto parere. Con l'avvio della nuova legislatura si è provveduto ad una revisione degli atti di cui ai punti 1 e 2, che hanno concluso l'iter per la definitiva approvazione.

Lo stato di attuazione del D.Lgs. 152/99 (modificato dal D.Lgs. 258/00)

Il D.Lgs. 152/99 (art. 44) prevede la redazione del Piano di Tutela delle Acque, quale principale strumento unitario per la pianificazione del risanamento e della prevenzione; pertanto, unisce il concetto di valore limite di emissione e di obiettivi di qualità ambientale e coniuga la gestione della quantità alla tutela qualitativa.

Il Piano, che contiene gli obiettivi e le priorità definiti dall'Autorità di bacino, dovrà essere adottato dalla Regione entro il 31 dicembre 2003 e dalla stessa approvato entro il 31 dicembre 2004 dopo le opportune verifiche di conformità.

E' stato pertanto necessario definire ed avviare la rete di monitoraggio quali-quantitativo dei corpi idrici; sarà compito dell'Arpa acquisirne e organizzarne i dati in modo informatizzato.

Lo stato di attuazione del Piano Regionale di Risanamento delle Acque

La legge Merli (L. 319/76) aveva demandato alle Regioni la disciplina degli scarichi civili e di quelli delle pubbliche fognature, da definire nell'ambito dei rispettivi Piani regionali di Risanamento delle Acque (P.R.R.A.).

La Regione Lombardia, con la L.R. 58/1984, modificativa della L.R. 32/80, ha articolato la proposta di piano in tre settori funzionali:

- pubblici servizi di collettamento e depurazione;
- pubblici servizi di acquedotto;
- pubblici servizi di fognatura

e ha delegato alle Province le attività di rilevamento delle caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici.

I piani relativi ai tre settori funzionali stanno concludendo l'iter amministrativo, già attuato da parte della Giunta regionale e in attesa di perfezionamento da parte del Consiglio.

Il Piano regionale di risanamento delle acque (PRRA), elaborato dalle province secondo i criteri e le direttive regionali, è stato approvato dalla Giunta e presentato al consiglio del quale si attende l'approvazione.

1.4.2 Efficienza ed efficacia della rete di monitoraggio

Nell'ambito del programma regionale di censimento dei corpi idrici, fino al 2000 le Province lombarde hanno fornito annualmente alla Regione una serie di dati analitici chimico – fisici e microbiologici sui principali corsi d'acqua naturali e artificiali del loro territorio.

I dati acquisiti nel tempo non sempre si presentavano omogenei e in grado di riprodurre con sufficiente attendibilità la situazione dei corpi idrici. Le informazioni disponibili erano frutto di campionamenti effettuati a cadenze non regolari da laboratori diversi.

Con la nuova rete di monitoraggio per le acque superficiali, definita in base al D.Lgs. 152/99, l'Arpa sta procedendo a un monitoraggio sistematico dell'I.B.E. e dei parametri di base (cfr. par 1.1.4). I parametri addizionali (cfr. par 1.1.4) dovranno essere individuati in relazione alle criticità conseguenti agli usi del territorio e/o particolari situazioni in atto.

Relativamente ai calendari dei campionamenti si rende necessaria un'azione coordinata all'interno di ciascun bacino idrografico principale tra i Dipartimenti ARPA interessati, indispensabile ai fini della significatività dell'indagine e quindi dei risultati. Nell'eventualità che la contemporaneità d'azione lungo le varie sezioni nell'ambito di ciascun bacino risulti per motivi contingenti impossibile, si avrà cura di assicurare quantomeno un'azione coordinata in ambito provinciale per sottobacini. Nell'ambito dello stesso corso d'acqua, è importante inoltre programmare la tempistica dei prelievi in modo tale da potere valutare correttamente la capacità autodepurativa del fiume.

Analogamente al monitoraggio delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici, anche quello idrometrico e delle portate è sufficientemente diffuso sul territorio regionale: il suo sviluppo continuo ed organico è stato comunque rallentato dalla presenza sul territorio di una matrice di competenze, statali e regionali, non sempre chiara, anche a seguito del nuovo quadro normativo circa le deleghe delle funzioni amministrative.

Nel corso degli anni sono state realizzate in tal modo diverse reti, ciascuna progettata secondo architetture e standard autonomi, pur in conformità alla domanda derivante dal quadro normativo.

Inoltre, le reti e le stazioni idrometriche esistenti sono state sviluppate principalmente con l'obiettivo specifico di controllare, assieme a quelle pluviometriche, gli eventi di piena e di fungere da supporto alle attività di previsione. Risultano quindi spesso non adatte, per localizzazione e caratteristiche, alla ricostruzione dei regimi idrologici tipici, sia di media che di magra, dei diversi bacini e corsi d'acqua.

L'interesse per la natura e la quantità dei dati rilevati ed il notevole costo di manutenzione delle numerose reti rendono peraltro indifferibile un piano di integrazione che parta dalla verifica e dal censimento dell'esistente. Il piano dovrà prevedere:

- ⌘ l'ottimizzazione dei nodi della rete;
- ⌘ l'integrazione delle stazioni che non sono di proprietà regionale e la ripartizione dei relativi oneri di gestione;
- ⌘ un sistema di regole comuni per le diverse fasi di acquisizione, validazione, trasmissione elaborazione e divulgazione dei dati.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- # Regione Lombardia, 2000, *Programma per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali*.
- # Regione Lombardia, 2000 *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Lombardia*.
- # www.protezionecivile.regione.lombardia.it

1.4.3 La pianificazione nei bacini idrografici

La Legge 183/89 (e succ. mod.) "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" definisce finalità, soggetti, strumenti e modalità dell'azione della pubblica amministrazione in materia di difesa del suolo, introducendo importanti innovazioni nella normativa previgente, fra cui la definizione dei Bacini Idrografici l'istituzione dell'Autorità di Bacino e la redazione del Piano di Bacino. Quest'ultimo è il principale strumento di pianificazione e programmazione, mediante il quale sono "pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato".

I contenuti specifici e gli obiettivi del Piano di Bacino rendono conto della molteplicità e della complessità delle materie da trattare e della portata innovativa del piano stesso.

Il legislatore ha comunque previsto una certa gradualità nella formazione del piano e la facoltà di mettere a punto anche altri strumenti più facilmente adattabili alle specifiche esigenze dei diversi ambiti territoriali e più efficaci nei confronti di problemi urgenti e prioritari.

Tali strumenti sono: le misure di salvaguardia, gli schemi previsionali e programmatici e i piani stralcio.

Il Comitato Istituzionale (organo decisionale nel quale sono rappresentati anche i Ministeri dei lavori pubblici, dell'ambiente, dei beni culturali e ambientali, delle risorse agricole, alimentari e forestali) adotta le misure di salvaguardia in attesa dell'approvazione del piano di bacino, con particolare riferimento ai bacini montani, ai torrenti di alta valle e ai corsi d'acqua di fondovalle. Tali misure sono immediatamente vincolanti e restano in vigore sino all'approvazione del piano di bacino e comunque per un periodo non superiore a tre anni.

In particolare, le misure di salvaguardia relative al rischio idrogeologico adottate dall'Autorità di bacino del fiume Po (di cui la Regione Lombardia fa parte) riguardano:

- Fiumi Tanaro, Belbo, Bormida e Po (maggio 1995 e febbraio 1996);
- Torrenti Arno, Rile e Tenore (aprile 1998);
- Fiume Olona (aprile 1998);
- Fiume Adda sopralacuale (luglio 1996).

Gli schemi previsionali e programmatici costituiscono lo strumento per l'individuazione, il coordinamento e la programmazione delle attività nel settore dell'assetto del territorio; nell'ambito di questi schemi, l'Autorità di Bacino del fiume Po ha emanato il seguente atto: "Direttiva sul contenimento dell'inquinamento provocato dagli allevamenti zootecnici" (Aprile 1996). Finalità di tale direttiva sono: la prevenzione dell'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee causato dagli effluenti degli allevamenti; il raggiungimento di una maggiore uniformità nell'applicazione della normativa comunitaria e nazionale con il concorso delle Regioni interessate e, infine, l'attivazione di programmi comuni di intervento nel settore, attraverso il coordinamento degli strumenti regionali e di bacino.

L'Autorità di Bacino del Fiume Po, sulla base dello Schema di Progetto di Piano presentato nel 1994, ha avviato le attività di studio propedeutiche che sono articolate secondo le seguenti tematiche:

- # difesa idrogeologica e della rete idrografica;
- # tutela della qualità delle acque (cfr. [Tabella 14](#));
- # bilancio delle risorse idriche;
- # uso del suolo e agricoltura;
- # monitoraggio e controllo (cfr. [Tabella 15](#));
- # sistema informativo;
- # strumenti amministrativi, economici e finanziari.

In relazione alle criticità emerse a causa dell'oggettiva complessità e vastità delle analisi da realizzare per l'elaborazione di un unico strumento di pianificazione, unitamente alle necessità di anticipare la sua operatività per alcune tematiche e ambiti territoriali particolarmente critici, la normativa successiva alla 183/89 ha previsto di giungere gradualmente alla redazione del piano di bacino attraverso l'adozione di Piani di Stralcio, atti settoriali che riguardano i seguenti settori funzionali:

- # difesa idrogeologica e della rete idrografica;
- # bilancio delle risorse idriche;
- # tutela della qualità delle acque;
- # regolamentazione dell'uso del territorio.

Alla programmazione ordinaria si è sovrapposta in misura consistente quella a carattere straordinario, conseguente agli eventi alluvionali che hanno interessato il bacino idrografico.

L'intervento più consistente a livello di Bacino del Po è stato quello conseguente alla piena del novembre 1994.

Ai sensi della legge 22/95, l'Autorità di Bacino ha approvato un apposito Piano di Stralcio (chiamato brevemente PS45) contenente la programmazione degli interventi strutturali prioritari da attuare sul bacino in relazione alla disponibilità finanziaria della stessa legge 22/95 e della legge 35/95. Unitamente agli interventi strutturali indicati, sono stati promossi interventi non strutturali di difesa, intesi soprattutto come regolamentazione dell'uso del suolo nelle aree a rischio idraulico o geologico, che hanno avuto una prima attuazione mediante l'adozione del "*Piano Stralcio delle fasce Fluviali*" (PSFF) e con l'imposizione di misure temporanee di salvaguardia nelle aree a maggior criticità, identificate per la Lombardia nei bacini del fiume Olona e dei torrenti Arno, Rile e Tenore, nonché nell'individuazione delle aree inedificabili di Valtellina, Valbrenbana e Valcamonica.

Di particolare importanza è il "*Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato*" (PS267, delibera n. 14 del 26 ottobre 1999). Il piano contiene l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato per l'incolumità delle persone e la sicurezza delle infrastrutture del patrimonio ambientale culturale a cui sono state associate misure di salvaguardia ed è diretto a rimuovere le situazioni a rischio idrogeologico per le quali è stato dichiarato lo stato di emergenza.

Il *Piano Stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione* (PSE, delibera n. 15 del 31 gennaio 2001), infine, definisce, in base a quanto stabilito dal D.Lgs. 152/99 e modif., gli obiettivi a scala di bacino e individua gli strumenti di attuazione e le priorità di interventi riferiti specificamente al controllo dell'eutrofizzazione delle acque interne e del Mare Adriatico, tenendo conto di quanto disposto dalla L. 36/94 in termini di riequilibrio dei prelievi idrici e di riutilizzo delle acque reflue.

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po ha adottato il Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P. A. I.) (cfr. Parte IV Par. 5.3.1). Il Piano,

che riguarda tutto il sistema idrografico dell'asta del Po e dei suoi affluenti, contiene la delimitazione delle fasce fluviali e della relativa normazione della restante parte del reticolo idrografico principale (non considerata nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)), assumendo in tal modo i caratteri e i contenuti di secondo P.S.F.F..

Il Piano di Tutela delle Acque, previsto dal D.lgs. 152/99 (e modif.), costituisce un Piano Stralcio di settore del Piano di bacino. L'Autorità di bacino dovrà definire entro il 31 dicembre 2001 su scala di bacino gli obiettivi e i criteri di priorità che devono qualificare tale piano.

Riferimenti bibliografici e siti internet

Sito Internet: <http://www.adbpo.it>

		Denominazione progetto	Stato	Inizio	Fine
Sottoprogetto	2.1	Inquinamento delle acque superficiali e sotterranee	in corso	13/03/96	
Sottoprogetto	2.2	Inquinamento delle acque superficiali e sotterranee – approfondimenti di campo	in appalto		
Progetto speciale	2.1.	Carta della vulnerabilità degli acquiferi	affidato		
Progetto speciale	2.5.1	Sperimentazione di una normativa per il minimo deflusso vitale	concluso	20/03/96	03/97

Tabella 14

Progetti Speciali – Area Tutela Qualità delle Acque (Autorità del Bacino del Po, 2000).



		Denominazione progetto	Stato	Inizio	Fine
Sottoprogetto	5.1.	Progetto di monitoraggio meteorologico, idrologico e della qualità	Concluso	29/11/94	7/96
Progetto speciale	5.1.1.	Studi e sperimentazione sul bacino campione del Sesia di un sistema per l'ottimizzazione delle attività di monitoraggio	in corso		
Progetto speciale	5.1.3	Studi e sperimentazione su bacini campione per l'ottimizzazione delle attività di monitoraggio	in corso		

Tabella 15

Progetti Speciali – Area Strumenti di Monitoraggio e Controllo (Autorità del Bacino del Po, 2000).

1.4.4 Definizioni e regolamentazione del deflusso minimo vitale

La Legge n. 183/89 sulla difesa del suolo all'art. 3 sotto il titolo "Le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione" recita (comma 1, punto i) che tali attività "curano in particolare la razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde, con un'efficiente rete idraulica, irrigua ed idrica, garantendo, comunque, che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso costante vitale (DMV) negli alvei sottesi, nonché la pulizia delle acque". Il DMV rappresenta, quindi, la portata minima che il concessionario deve garantire nel corso d'acqua a valle delle opere di captazione, mediante opportuna regolazione delle medesime.

Da ciò emerge che il DMV è una portata legata alle caratteristiche morfologiche ed idrauliche proprie del corso d'acqua (forma dell'alveo, larghezza, pendenza, ecc.) e alle caratteristiche biologiche dell'ecosistema interessato e dovrebbe consentire, in qualsiasi situazione idrologica si trovi il bacino idrografico, "condizioni tali, da un lato, da non compromettere il naturale sviluppo della flora e della fauna dell'ambiente fluviale e, dall'altro, da rendere accettabili le condizioni connesse alle reali o potenziali situazioni di inquinamento determinate dalla presenza antropica sul territorio".

L'importanza del DMV viene ripreso anche dalla legge 36/94 per la quale uno dei principi generali (art. 3) è l'equilibrio del bilancio idrico in base al quale nei bacini idrografici caratterizzati da consistenti prelievi o da trasferimenti, sia a valle che oltre la linea di displuvio, le derivazioni sono regolate in modo da garantire il livello di deflusso necessario alla vita negli alvei sottesi e tale da non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati.

Il D.Lgs. 152/99 ha dato alle autorità competenti per la concessione di autorizzazioni alla captazione di acque pubbliche, la possibilità di disporre prescrizioni o limitazioni temporali o quantitative, senza che ciò possa dar luogo alla corresponsione di indennizzi da parte della pubblica amministrazione (fatta salva la relativa riduzione del canone demaniale di concessione). I Piani di Tutela, previsti dal decreto, dovranno specificare anche il fondamentale dato del DMV (vedi Box Legge 152/99).

La definizione di una metodologia estimativa, e di una conseguente regola d'applicazione del DMV rientra tra gli obiettivi prioritari dell'Autorità di bacino del fiume Po e permetterà di fissare una soglia minima di riferimento rispetto cui verificare la compatibilità degli usi in atto e delle concessioni vigenti. Attualmente la normativa in merito al DMV risulta assente o, laddove esiste (Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia per il territorio della Valtellina, Provincia autonoma di Trento) si presenta eterogenea.

Il Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia riporta che, nel caso delle piccole derivazioni per le domande giacenti, per le nuove domande e per i rinnovi, in attesa delle determinazioni dell'Autorità di bacino del Fiume Po da approvarsi in sede di Piano di Bacino ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera i) della legge 183/89, per il calcolo del DMV si adotta per tutto il territorio regionale – come proposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po - la regola provvisoria definita per l'adeguamento delle concessioni esistenti in Valtellina e bacini limitrofi, in attuazione della legge 102/90. Il DMV è calcolato con la seguente espressione:

$$DMV = 1,6 \times P \times A \times Q \times N \times S$$

in funzione di una serie di fattori legati alle condizioni locali del bacino imbrifero (P ed A) e del tratto dell'alveo (Q e N), dove:

P = fattore di precipitazione;

A = fattore di altitudine;

- ⌘ Q = fattore di qualità ambientale;
- ⌘ N = fattore naturalistico;
- ⌘ S = superficie del bacino imbrifero complessivo sotteso dall'opera di presa espressa in km² (comprese le aree già interessate da derivazioni esistenti a monte della captazione prevista).

Il fattore P vale 1, 1,4, 1,8 per precipitazioni medie annue rispettivamente inferiori a 1000 mm/anno, fino a 1400 mm/anno, superiori a 1400 mm/anno.

Nella fase attuale di sperimentazione i fattori A, Q ed N sono considerati, in mancanza di elementi conoscitivi specifici, pari all'unità.

Per individuare i valori del DMV che più rispondano alle esigenze di sostenibilità del consumo idrico in territorio lombardo è necessaria una verifica degli habitat a valle degli sbarramenti, determinando alcuni valori (per esempio misura delle superfici bagnate e condizioni dell'alveo) che forniscano un quadro di riferimento in base al quale redigere le proposte di nuovi sistemi per i rilasci. Un ulteriore elemento di definizione potrebbe essere dato da sperimentazioni da attuare su diversi tratti di fiumi e torrenti.

La Regione Lombardia ha portato a termine, in coordinamento con l'Autorità di Bacino del Po, un approfondito studio teorico-sperimentale volto a precisare gli aspetti scientifici idrogeologici, ecobiologici ed idraulici attinenti la definizione del MDV.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- ⌘ Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia- Martedì 16 Gennaio 2001 – 1° Suppl. Straordinario al n. 3.
- ⌘ Regione Lombardia, Novembre 1999, Quaderni Regionali di Ricerca N. 33, *Disponibilità ed ottimizzazione nell'uso della risorsa idrica*.
- ⌘ Regione Lombardia – Direzione Generale Territorio e Urbanistica, Aprile 1999, *Parametri per lo sfruttamento idroelettrico. Ricerca scientifica per la determinazione del deflusso minimo vitale di cui alla legge n°102/90*.
- ⌘ www.istitutoponte.valtellina.net
- ⌘ www.adbpo.it

1.4.5 Le aree sensibili

La definizione delle "aree sensibili" ha come riferimento la Direttiva 91/271/CEE, relativa al trattamento delle acque reflue urbane, della quale il D.Lgs 152/1999 (e succ. mod.) costituisce il recepimento, e riguarda i corpi idrici che sono soggetti a fenomeni di eutrofizzazione o che lo possono diventare in mancanza di provvedimenti specifici.

Tra le aree sensibili prioritariamente si collocano:

- ## laghi naturali, altre acque dolci, estuari e acque del litorale già eutrofizzati, o probabilmente esposti a prossima eutrofizzazione, in assenza di interventi protettivi specifici;
- ## acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile che potrebbero contenere, in assenza di interventi, una concentrazione di nitrato superiore a 50 mg/l (stabilita conformemente alle disposizioni pertinenti della Direttiva 75/440 concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione d'acqua potabile).

Per le aree sensibili, la citata direttiva 91/271/CEE (e conseguentemente il D.Lgs. 152/99) prevede che gli scarichi in esse recapitanti subiscano, per quanto riguarda i nutrienti (fosforo e azoto), un trattamento di depurazione più spinto di quelli adottati nel resto del territorio.

L'art. 6 del D.Lgs 152/99 prevede che "sono da considerarsi in prima istanza aree sensibili i laghi situati ad un altitudine s/m inferiore a 1000 m e aventi una superficie dello specchio liquido almeno di 0,3 km²".

La Regione si è posta l'obiettivo di definire una puntuale ed esaustiva conoscenza dello stato qualitativo delle acque lacustri, della tendenza evolutiva in atto, del grado di vulnerabilità ai carichi inquinanti generati nel bacino, del rischio ad evolvere nella categoria trofica superiore e la caratterizzazione quali-quantitativa delle acque correnti del bacino drenante; conoscenza che rappresenta il primo tassello per la corretta definizione di piani e programmi d'intervento territoriali di gestione della risorsa.

Le aree sensibili della Lombardia verranno definite nel Piano di Tutela previsto dal D.Lgs. 152/99 secondo i criteri che sono stati enunciati nel Piano Stralcio per il controllo dell'Eutrofizzazione dell'Autorità di bacino del fiume Po (cfr. paragrafo 1.4.3).

In base ai criteri citati, ai fini dell'individuazione da parte della Regione delle aree sensibili e della identificazione dei bacini drenanti che contribuiscono all'inquinamento di tali aree, verrà effettuata un'analisi articolata in due fasi successive.

La prima fase riguarda la caratterizzazione del corpo idrico attraverso l'analisi dei seguenti fattori:

1. caratteristiche morfometriche e idrologiche del corpo idrico e individuazione del bacino drenante;
2. stato trofico definito sulla base di parametri descrittivi, fra i quali, la concentrazione dei nutrienti, la concentrazione di ossigeno disciolto e di altri componenti biologiche;
3. presenza di biocenosi di particolare pregio naturalistico.

La seconda fase riguarda l'individuazione, all'interno del bacino drenante, delle sorgenti di carico dei nutrienti che concorrono a determinare l'attuale condizione trofica attraverso:

1. indagine qualitativa e quantitativa dei carichi nutrienti gravanti sul corpo idrico e sul bacino drenante provenienti dalle seguenti sorgenti:
 - a. scarichi diretti di acque reflue urbane e industriali sul corpo idrico;
 - b. scarichi di acque reflue urbane e industriali nei corsi d'acqua appartenenti al bacino drenante al corpo idrico;
 - c. sorgenti diffuse gravanti sul corpo idrico;

2. la ricognizione dello stato di fatto delle opere di riduzione dei carichi e la valutazione dell'efficacia dei relativi trattamenti;
3. la correlazione del carico di nutrienti e la condizione trofica del corpo idrico.

Sulla base di tali valutazioni la Regione:

- classificherà il corpo idrico analizzato come sensibile nel caso in cui ricorrano le condizioni previste dall'Allegato 6 del D.Lgs. 152/99;
- individuerà le porzioni di territorio appartenenti al bacino drenante che concorrono maggiormente a determinare la condizione trofica attuale del corpo idrico;
- predisporrà un piano di intervento, tenuto conto dell'impegno economico e dei benefici ambientali conseguibili.

Riferimenti bibliografici e siti internet

- ⌘ Ficco P., Rifici R., Santoloci M., Novembre 1999, *La nuova tutela delle acque*.
- ⌘ Autorità di bacino del fiume Po, Gennaio 2001, *Progetto di Piano Stralcio per il controllo dell'Eutrofizzazione*.