

## 7. CONCLUSIONI

Lo studio del quale si riferisce nel presente rapporto rappresenta la sintesi di sei anni dell'attività di ricerca promossa dalla Commissione Internazionale per la Protezione delle acque italo-svizzere (CIPAIS) a seguito del rilevamento della presenza nei sedimenti e nei pesci del Lago Maggiore di concentrazioni elevate di DDT. Le prime indagini condotte nel 1996 (Calderoni et al., 1996) avevano evidenziato livelli di concentrazione dell'insetticida indicativi di una compromissione ambientale recente. Anche se la contaminazione non aveva prodotto effetti sulla qualità delle acque lacustri tali da pregiudicarne le utenze di uso potabile e balneare, l'accertamento della presenza dell'insetticida nella fauna ittica aveva comunque indotto le Autorità sanitarie italiane e svizzere ad adottare misure restrittive, che per la parte italiana hanno riguardato il divieto di consumo alimentare umano e quindi della pesca di alcune specie (agone, bondella, lavarello, alborella e scardola), caratterizzate da concentrazioni dell'inquinante superiori ai limiti di legge, mentre in Svizzera tali misure sono state assunte unicamente per agone e salmerino.

Per affrontare la grave situazione di emergenza messa in luce dalle prime analisi, venne poi predisposto un progetto di indagini dettagliate ed allargate a varie componenti dell'ecosistema Lago Maggiore e del suo bacino imbrifero allo scopo di:

- monitorare la distribuzione del DDT nei diversi comparti funzionali biotici e abiotici del lago e dei suoi tributari;
- valutarne i meccanismi di trasferimento in lago e lungo la catena alimentare;
- riconoscere eventuali danni arrecati alla funzionalità ecosistemica e la presenza di criticità nei suoi componenti;
- identificare l'estensione spaziale della contaminazione e la sua durata nel tempo;
- accertare la presenza delle possibili fonti di inquinamento.

Tali ricerche che furono già allora seguite dalla Commissione e che si svolsero nel 1998 (CIPAIS, 1999), raggiunsero importanti conclusioni sull'origine e sulla diffusione del DDT:

- esso è principalmente derivato dal Fiume Toce e in particolare dall'insediamento industriale di Pieve Vergonte che vi recapita i propri scarichi tramite il Rio Marmazza, anche se sono emerse evidenze di una possibile contaminazione diffusa nell'intero bacino, probabilmente dovuta sia all'utilizzo in passato in agricoltura dell'insetticida, sia al suo trasporto atmosferico con successiva ricaduta sul territorio;
- la contaminazione dei sedimenti è risultata minore nella parte settentrionale del lago rispetto al bacino centrale e alla zona meridionale, mentre la contaminazione più elevata si è accertata nella Baia di Pallanza come diretta conseguenza di maggiori apporti dal Toce;
- i massimi di inquinamento nei sedimenti sono stati riscontrati negli anni '70 con una successiva diminuzione fino agli anni '90 quando tuttavia si sono evidenziati picchi di concentrazione in alcune stazioni;
- le matrici biologiche, assieme ai sedimenti, sono risultate quelle maggiormente interessate dall'inquinamento: benthos litorale (*Dreissena* e *Unio*), pesci e uova di germano reale e di Svasso maggiore si sono dimostrati utili bioindicatori, tanto è vero che i molluschi e le uova provenienti dalla Baia di Pallanza hanno presentato livelli di contaminazione assai più alti di quelli raccolti in altre zone del lago;
- la contaminazione del popolamento ittico è invece risultata generalizzata nell'intero bacino lacustre mostrando tuttavia un trend in diminuzione delle concentrazioni dei DDT dal 1996 al 1998.

Le indagini sui diversi comparti ambientali furono riprese a partire dall'aprile 2001 allo scopo di seguire l'evoluzione del DDT e di verificare la presenza e la distribuzione spazio-temporale di altri composti organo-clorurati, quali PCB, HCB, HCH, nonché di metalli potenzialmente tossici (Cd, Cu, As e Pb) oltre al mercurio nel popolamento ittico. Le analisi sono state condotte, sull'ecosistema lacustre (acqua, sedimenti, molluschi e pesci), sui suoi principali tributari (relativamente ai sedimenti) e sulle acque di pioggia raccolte in due località di pianura e in due d'alta quota. Osservazioni relative alla concentrazione di inquinanti e ai loro effetti sono stati eseguiti inoltre sulle uova di Svasso maggiore.

Per quanto riguarda il DDT e i suoi metaboliti ed isomeri, il quadro generale emerso a conclusione delle indagini che si sono svolte in questi ultimi sei anni (aprile 2001-marzo 2007), anche in confronto con la situazione accertata nel 1996 e nel 1998, è quello di un ambiente caratterizzato da una contaminazione di origine puntuale pregressa che, sebbene ormai esaurita, continua a manifestarsi non solo in conseguenza di interventi antropici nel bacino imbrifero, ma anche di eventi naturali.

In effetti l'apporto di DDT all'ecosistema lacustre non deriva solamente dal sito contaminato di Pieve Vergonte, ma anche dall'atmosfera e dal reticolo idrografico. Tale diversificazione delle fonti fa sì che il fenomeno della contaminazione sia meno puntiforme di quanto atteso, e che la dinamica temporale del trend in diminuzione finora osservato sia largamente soggetta ad una serie di fattori che, nel loro insieme, sono causa di forte instabilità e vulnerabilità del sistema. Un esempio tipico di tale instabilità è rappresentato dall'aumento di contaminanti osservato in quasi tutti i comparti dell'ecosistema in occasione delle piene. Se il tempo necessario per il ritorno alle condizioni precedenti l'evento di piena è piuttosto breve per il comparto acquoso, altrettanto non può dirsi per gli altri comparti, caratterizzati da un più lento turnover. Se nel passato l'area industriale di Pieve Vergonte era il principale emettitore, oggi la molteplicità delle fonti di contaminazione è la causa più probabile delle oscillazioni sovrapposte al trend pluriennale in diminuzione. L'ecosistema lacustre appare dunque ancora lontano dal raggiungimento di condizioni di equilibrio. A questo va ancora aggiunto che la circolazione interna al lago del DDT e di altri microinquinanti è indotta anche dalla risospensione dei sedimenti superficiali nella fascia litorale soprattutto durante gli eventi alluvionali.

Comune a tutti i comparti dell'ecosistema è la prevalenza del pp'DDE e, in subordine del pp'DDD rispetto al composto parentale pp'DDT la cui presenza nell'acqua risulta inferiore al limite di rilevabilità del metodo analitico a partire dal novembre 2006, mentre la distribuzione lungo la colonna d'acqua dei composti di degradazione appare disomogenea per la presenza occasionale di picchi di concentrazione in corrispondenza del termoclinio o in prossimità del fondo in concomitanza con i valori più bassi di ossigeno disciolto.

Per quanto riguarda i sedimenti lacustri, le indagini hanno messo in evidenza che DDT e suoi metaboliti ed isomeri sono presenti in concentrazioni significative soprattutto nel Bacino di Pallanza, fatto che a nostro avviso è indice di una contaminazione strettamente legata al trasferimento in questa zona del lago di particelle inquinanti dilavate dai suoli del sito industriale di Pieve Vergonte. A conferma della correttezza di tale interpretazione è il legame esistente tra le portate medie del Fiume Toce e le concentrazioni totali di DDT: picchi di contaminazione nei sedimenti sono stati infatti osservati nei mesi successivi alle piene degli anni 2000, 2002 e 2004. In particolare, l'aumento nelle concentrazioni è stato messo in luce in tutte le stazioni in occasione della piena del 2000, tra le tre quella di maggior importanza. Gli effetti delle piene del 2002 e del 2004 sono invece stati osservati solamente nelle stazioni di Baveno e Pallanza.

In merito alla distribuzione spaziale del DDT nei sedimenti raccolti lungo l'asse longitudinale del lago, le diverse indagini hanno dimostrato che in quelli profondi i contenuti più elevati corrispondono agli anni 70', con massimi relativi nella prima metà degli anni '90,

mentre nei sedimenti superficiali e più recenti (primi 0-2 cm) le concentrazioni risultano significativamente più basse, anche se gli eventi di piena precedentemente ricordati tendono ad interrompere il trend in diminuzione. In ogni caso la contaminazione è minore nella parte settentrionale del lago rispetto alla zona centrale e meridionale con un progressivo arricchimento delle concentrazioni di DDT totale da nord a sud pari a 26 → 46 → 63 ng g<sup>-1</sup> probabilmente da imputare al trasporto di materiale particolato dall'area centrale del lago verso l'emissario.

La presenza di altri insetticidi organoclorurati risulta trascurabile mentre quella di PCB è avvertibile, ma limitata essendo inferiore a 15 ng g<sup>-1</sup>. Anche nel caso dei metalli si osserva la prevalenza di una minore contaminazione nella zona nord rispetto a quella meridionale, sebbene le concentrazioni di cadmio e arsenico non siano comunque irrilevanti anche nella zona nord del lago. Da un confronto con gli strati più profondi, e quindi più antichi, delle carote non si osserva un andamento univoco per tutti gli elementi metallici e per le diverse zone del lago. Il cadmio risulta in diminuzione nel bacino nord, ove sono invece costanti i valori di concentrazione di rame e mercurio, e in quello centrale, mentre tende ad aumentare, unitamente ad arsenico e rame, nel bacino meridionale, nel quale il mercurio è più basso.

Analogamente a quanto osservato per i composti organici, significative modificazioni del trend pluriennale della concentrazione dei metalli pesanti nei sedimenti sembrano essere indotte da importanti eventi inerenti il regime idrologico del Toce. L'andamento del mercurio mostra l'esistenza di importanti differenze areali di concentrazione conseguenti all'occorrenza degli eventi di piena, con valori più elevati nel bacino centrale e in quello meridionale, e differenze proporzionali all'entità dell'evento e alla tessitura e alla composizione del materiale sedimentato su cui si adsorbe e si lega in via preferenziale. Più contenute risultano le variazioni temporali nelle concentrazioni di mercurio del bacino settentrionale; i valori osservati in questa parte del lago, sembrano suggerire una contaminazione diffusa legata principalmente alle modalità di trasporto del mercurio e alle sue proprietà chimico-fisiche.

Per quanto concerne i tributari, gli andamenti riportati per i sei anni di campionamento evidenziano per i PCB alcuni anni caratterizzati da un maggiore apporto (2001-02, 2004-05 e 2005-06) per quasi tutti i fiumi, mentre per il DDT l'andamento è variabile di fiume in fiume e l'unico evidente apporto è quello relativo al Fiume Toce, soprattutto nel periodo successivo alla piena dell'ottobre 2000. Molto variabile nel tempo è risultato l'andamento del Ticino emissario che è anche il fiume che mostra le variazioni più ampie.

L'analisi delle deposizioni atmosferiche dei sei anni di campionamenti eseguiti nelle quattro stazioni considerate evidenziano andamenti differenti tra stazione e stazione e da anno e anno; per DDT e HCH si evidenziano andamenti di carico in diminuzione negli ultimi tre anni, mentre per i PCB è evidente un contemporaneo periodo di arricchimento nei carichi delle stazioni a più alta quota, soprattutto a Robiei.

Dai risultati delle analisi effettuate sui tessuti dei pesci si rileva che solamente l'agone, notoriamente ricco di grassi, presenta livelli di DDT che, pur essendo marcatamente inferiori a quelli del 2001, sono ancora di gran lunga superiori a quelli fissati come limite massimo per la commerciabilità dalla normativa italiana (0,10 mg kg<sup>-1</sup> per valori percentuali di grasso compresi tra 5-20). Per le altre specie ittiche, pur con qualche eccezione legata alla taglia o all'habitat (ad esempio, la scardola nel marzo 2006, tinca, bondella) le attuali concentrazioni risultano inferiori o molto prossime ai limiti fissati della normativa vigente (0,05 mg kg<sup>-1</sup>, per valori percentuali di grassi <5%). Anche i tenori di mercurio e PCBs, pur essendo indicativi di una contaminazione avvertibile, restano nella norma.

Di particolare interesse sono, a nostro avviso, i risultati relativi agli aspetti più propriamente eco-fisiologici dello studio dei quali riteniamo utile dare un breve cenno. Confrontando i picchi di concentrazione nell'acqua della frazione biodisponibile di DDT con quelli misurati nei tessuti di due specie ittiche di particolare significato economico, il

coregone bondella e l'agone, si osserva come non vi sia tra i due una immediata corrispondenza temporale e che nei pesci il picco di concentrazione venga puntualmente osservato con un certo ritardo rispetto alla frazione acquosa. Quest'ultima sembrerebbe a sua volta rispondere soprattutto ad eventi di piena verificatisi qualche mese prima.

Interessante è, a tale proposito, l'analisi dei tempi di ritardo nella risposta della componente ittica rispetto all'occorrenza della piena: ad esempio, i picchi di pp'DDT, pp'DDE e pp'DDD osservati sia nel coregone bondella sia negli agoni nella primavera 2003 e nell'ottobre-novembre 2004, sembrano dipendere dagli apporti delle piene del novembre 2002. D'altra parte si è anche notato un incremento primaverile nel coregone bondella non associabile né a piogge intense né ad esondazioni. Verosimilmente, ragioni fisiologiche, oltre a quelle ambientali, contribuiscono a determinare gli incrementi osservati, sovrapponendosi al generale trend in diminuzione della contaminazione. Inoltre, la velocità della diminuzione sembra diversa per i diversi composti: essa risulta infatti molto più evidente per il composto parentale pp'DDT piuttosto che per i suoi due metaboliti, pp'DDE e pp'DDD. Le fluttuazioni nelle concentrazioni del pp'DDE sono maggiormente evidenti rispetto a quelle degli altri composti, in quanto questo composto è un metabolita che può essere prodotto sia nell'ambiente sia nel pesce stesso a partire dal pp'DDT fino a quando quest'ultimo è presente nei tessuti del pesce. In ogni caso, risulta chiaro che la fase di lenta ma progressiva diminuzione di concentrazione dell'insetticida nei pesci è ancora in corso.

Qualora la contaminazione da pp'DDE nell'acqua dovesse stabilizzarsi attorno a valori di concentrazione di  $0,04 \text{ ng l}^{-1}$ , quali quelli misurati nell'ultimo campionamento, è possibile prevedere, in base ai modelli di bioaccumulo, il raggiungimento a breve termine di concentrazioni nella parte edibile che rendano stabilmente accettabili il consumo umano non solo di lavarello e bondella ma anche dell'agone. A titolo prudenziale tuttavia, occorre osservare come i modelli sinora adottati prevedano situazioni di equilibrio stazionario tra acqua e organismo e non tengano conto della "memoria" della contaminazione pregressa. I dati in nostro possesso, al contrario, evidenziano come tale equilibrio non sia ancora stato raggiunto e come vi sia in generale un effetto memoria apprezzabile da parte della componente ittica. In altre parole, i pesci che superano il primo anno di età hanno ancora nei loro tessuti i pesticidi accumulati nel periodo pregresso, e questi ultimi vengono rilasciati molto lentamente. Sembrerebbe essere questa la principale causa del ritardo nella risposta delle popolazioni dei pesci del lago alle modificazioni messe in luce nel comparto acquoso, nel quale si osserva una più pronta risposta alla diminuzione dei carichi inquinanti.

Alla diagnosi di non raggiunte condizioni di stabilità del sistema si giunge anche a partire dai risultati relativi ai molluschi, a carico dei quali si osservano evidenti oscillazioni annuali delle concentrazioni nei tessuti dovute a cause diverse. Si è più volte scritto nei singoli capitoli che gli eventi meteorologici influenzano fortemente l'accumulo degli inquinanti nel sistema, ed in particolar modo nel comparto dei sedimenti: a risentire degli effetti negativi sono innanzitutto quegli organismi che vivono a diretto contatto con essi. Se si esclude dalla valutazione dei risultati complessivi l'occorrenza di questi eventi particolari, risulta evidente che la contaminazione da DDT nei molluschi, nei pesci e nelle uova di svasso, è oggi prevalentemente rappresentata dai suoi composti omologhi, pp'DDE, pp'DDD. Tale prevalenza sta ad indicare che la contaminazione ha cause antiche, ma è anche il risultato di una più elevata persistenza nell'ambiente di questi composti rispetto al composto parentale. Essa è dunque indice della necessità di monitorare il sistema per qualche anno ancora. Tale necessità sembrerebbe ancora più evidente qualora si consideri l'elevato errore analitico associato alla determinazione in matrici organiche biologiche di pesticidi e, in misura inferiore di metalli, errore che può essere ridotto sensibilmente attraverso l'aumento del numero di campioni analizzati. L'elevata variabilità di questo dato, infatti, non permette ad

oggi di trarre conclusioni certe sulle possibili conseguenze ambientali della contaminazione e sui suoi effetti sul metabolismo dei molluschi.

Le stesse cautele valgono a maggior ragione per le indagini relative alle uova di Svasso. La difficoltà negli anni scorsi nel reperire un numero sufficiente di uova ha fatto sì che a partire dal 2005 lo studio venisse modificato, sì da indirizzarlo verso aspetti tossicologici, quali quello degli effetti di DDT e PCB sul metabolismo che regola lo spessore dei gusci e sulla produzione di ormoni sessuali. Dai primi risultati si può concludere che esistono indicazioni di un possibile effetto negativo della contaminazione sulle popolazioni di svasso, ma che tali effetti non possono essere attribuiti unicamente alla contaminazione da DDT e dei suoi metaboliti. In effetti la comparazione con campioni raccolti in altri siti meno contaminati sembrerebbe indicare che la presenza di PCB e di DDE si traducano rispettivamente in un assottigliamento dei gusci delle uova e in una possibile inibizione della produzione di testosterone.

A conclusioni analoghe si è giunti attraverso studi specifici sul comportamento riproduttivo e sulla maturazione delle cellule sessuali (gameti) mediante analisi istologiche sul mollusco *Dreissena polymorpha*: esemplari prelevati nel sito più contaminato presentavano un generale ritardo nella maturazione dei gameti ed un rilascio dei gameti maschili posticipato di ben due mesi rispetto a quello dei gameti femminili, nonché effetti degenerativi degli oociti.

Lo studio sui molluschi ha altresì messo in rilievo un peggioramento del livello di contaminazione della zona centrale del lago (Ghiffa, Suna e Belgirate) rispetto a quello del Bacino di Pallanza. Tale risultato, unitamente a quello relativo ai sedimenti sia lacustri che dei tributari, starebbe ad indicare una diffusione dell'inquinamento anche da metalli, ad aree del lago, quali quella settentrionale, che in passato erano risultate molto meno contaminate. Evidentemente, sono gli apporti dai tributari, le correnti lacustri e quelli dalle acque meteoriche i principali responsabili dell'ampliamento della contaminazione osservato (i campioni di pioggia prelevati nelle stazioni d'alta quota hanno livelli di inquinanti pari, se non più elevati, rispetto a quelli di pianura).

In conclusione, i numerosi e diversificati risultati ottenuti dal 2001 al 2007, se per il DDT da un lato hanno chiarito molti aspetti inerenti la distribuzione, il livello di contaminazione e l'origine degli inquinanti, dall'altro riferiscono di un ecosistema in continua evoluzione, ed il cui destino finale non è affatto facilmente prevedibile. In questa lunga fase di transizione, durante la quale il composto parentale presenta una lenta degradazione verso i metaboliti DDE e DDD, giocano un ruolo fondamentale le variabili meteorologiche. Infatti, come abbiamo visto, a determinare l'incertezza delle previsioni sono gli eventi di piena e le precipitazioni intense, fattori spesso decisivi nella diffusione e nella contaminazione dell'ambiente attraverso il dilavamento dei terreni inquinati e l'apporto di sostanze tossiche dall'atmosfera.

In effetti, oltre a quanto già menzionato per agone e coregoni nel 2002 e 2003, si è evidenziata nell'estate del 2001 una forte impennata delle concentrazioni del DDT totale nei sedimenti superficiali e nelle diverse matrici biologiche. Essa era una probabile conseguenza degli eventi alluvionali dell'autunno del 2000 e, come tale, indicava un'ulteriore via di rifornimento al lago, vale a dire quella associata agli episodi di piena dei tributari con mobilitazione e successivo trasporto di DDT ed altri contaminanti storicamente accumulatisi nel corso di molti decenni sul terreno e nei suoli.

Anche alla luce di quanto sopra evidenziato, va ancora ricordato che il rifornimento di inquinanti al lago rischia di incrementarsi ulteriormente nella fase realizzativa dei previsti interventi di sistemazione idraulica del T. Marmazza e di spostamento dell'alveo nella sua sede originaria a monte dell'insediamento industriale di Pieve Vergonte, nonché durante i prossimi lavori di bonifica dei suoli in tutto l'areale storicamente interessato da smaltimenti e confinamenti dei diversi reflui e rifiuti aziendali.

In tale prospettiva le ricerche già programmate dalla CIP AIS dal 2008 al 2012 assumono un ruolo irrinunciabile non solo per monitorare la presenza del DDT e di altri contaminanti nei vari comparti indagati, ma anche per verificare l'efficacia degli interventi di bonifica in funzione dei loro possibili effetti sull'ecosistema lacustre.

### ***Bibliografia***

- Calderoni, A., A. Caprioglio & R. de Bernardi. 1996. *Sintesi dell'attività svolta. Risultati ottenuti e programmi di studio ed intervento*. Comitato tecnico-scientifico interministeriale ed interregionale "Emergenza DDT nel Lago Maggiore": 61 pp.
- CIP AIS. 1999. *Ricerche sulla distribuzione e gli effetti del DDT nell'ecosistema Lago Maggiore. Rapporto finale sui risultati delle indagini*. Ed. Commissione internazionale per la protezione acque italo-svizzere: 81 pp.

## 8. GLOSSARIO

- ANOVA (analisi della varianza): tecnica statistica che permette di confrontare due o più gruppi di dati comparando la variabilità *interna* a questi gruppi con la variabilità *tra* i gruppi.
- Bacino imbrifero: è quella parte di territorio che circonda il lago e che, a causa della sua pendenza, fa da imbuto di raccolta delle acque piovane. Lo spartiacque è la parte più alta del bacino imbrifero per cui le precipitazioni atmosferiche che cadono oltre lo spartiacque non scendono superficialmente verso il lago.
- Bioaccumulo: processo attraverso cui sostanze tossiche (per esempio il DDT) si accumulano all'interno di un organismo in concentrazioni crescenti man mano che si sale di livello trofico.
- Biocenosi: è l'insieme di flora e fauna che vive in un ecosistema.
- Bivalvi: molluschi appartenenti al *Phylum* dei Mollusca. Sono caratterizzati da un corpo protetto da una conchiglia formata da due parti, dette valve.
- Biotrasformazione: conversione di una sostanza in altri composti da parte di organismi; comprende la biodegradazione.
- Condizione riducente: in riferimento a determinate condizioni dell'acqua e del sedimento di un corpo d'acqua in cui l'ossigeno è assente o molto scarso.
- DDD (diclorodifenildicloroetano): della famiglia degli organoclorurati (OC). Prodotto di degradazione del DDT con proprietà chimico-fisiche simili.
- DDE (diclorodifenildicloroetilene): della famiglia degli organoclorurati. Prodotto di degradazione del DDT con proprietà chimico-fisiche simili.
- DDT (diclorodifeniltricloroetano): della famiglia degli organoclorurati. E' una sostanza incolore altamente idrofobica usata come potente antiparassitario.
- Diatomee: microalghe unicellulari provviste di una parete silicea formata da due gusci dette teche o valve.
- Dreissena polymorpha*: mollusco bivalve d'acqua dolce. Organismo originario del Mar Nero e della zona del Mar Caspio; specie tra le più invasive comunemente ritrovabile nei corpi d'acqua dell'Europa centrale, America del nord e in molti laghi italiani (es. Como, Garda).
- Epilimnio: è lo strato d'acqua superiore di un lago termicamente stratificato; è situato sopra il termoclinio (vedi termoclinio) o metalimnio, che lo separa dagli strati profondi (vedi ipolimnio).
- Esaclorobenzene: vedi HCB.
- Esaclorocicloesano: vedi HCH.
- Fingerprint*: si riferisce a sostanze o elementi; indicatore specifico di inquinamento.
- Gamete: cellula riproduttiva o germinale matura.
- Gas-cromatografia: analisi che si basa sulla diversa ripartizione di sostanze tra una fase stazionaria ed una fase mobile, in funzione dell'affinità di ogni sostanza con la fase mobile, costituita da un gas inerte.
- HCB (esaclorobenzene): della famiglia degli organoclorurati. Idrocarburo polialogenato, tossico.
- HCH (esaclorocicloesano): della famiglia degli organoclorurati. Idrocarburo polialogenato, tossico.
- Ipolimnio: la parte più profonda di un lago stratificato termicamente, che non subisce l'azione del vento (vedi anche epilimnio).
- Isomero: sono detti isomeri due composti aventi stessa formula bruta e stessa composizione percentuale di atomi, ma aventi proprietà fisiche, e spesso anche comportamento chimico, differenti.

Lindano: insetticida appartenente alla stessa famiglia chimica del DDT.

Lipide: della famiglia dei grassi, molecole organiche, presenti in natura, raggruppate sulla base delle loro proprietà comuni di solubilità: sono insolubili in acqua (idrofobici).

Livello o stato trofico: è lo stato di un lago in cui a seconda delle concentrazioni di nutrienti, di ossigeno, di trasparenza e di produzione biologica può essere classificato in oligotrofo (poco produttivo), mesotrofo (mediamente produttivo ed eutrofo (molto produttivo)).

Mediana: termine statistico che sta ad indicare una media di posizione e rappresenta il valore centrale della distribuzione quando i dati sono ordinati. La mediana non è influenzata dai valori estremi della distribuzione ed inoltre, se la distribuzione è molto asimmetrica, il valore mediano è più appropriato della media aritmetica per esprimere un valore sintetico della distribuzione di valori.

Metabolita: ogni molecola che partecipa attivamente al metabolismo. Anche di sostanza derivata da un'altra.

Oocita: è la cellula uovo che fondendosi con lo spermatozoo dà luogo all'embrione durante la fecondazione.

Organoclorurati: famiglia di composti organici formati per reazione con il cloro. Possono essere prodotti direttamente o indirettamente dall'uomo, tra questi si annoverano le diossine, i furani, il DDT e i PCB. Per contro, i processi naturali formano un numero molto limitato di composti organoclorurati e in quantità trascurabili.

PCB (policlorobifenili): della famiglia degli organoclorurati. Classe di composti organici considerati inquinanti persistenti dalla tossicità paragonabile a quella della diossina.

Stratificazione termica: fenomeno che si manifesta nei laghi con lo sviluppo di due strati discreti di acqua a temperatura diversa fra loro ma relativamente omogenea all'interno dello strato.

Suscettività magnetica: misura il grado di magnetizzazione di un materiale (es. sedimento lacustre) in corrispondenza di un campo magnetico. È molto elevata in minerali ferromagnetici trasportati dai fiumi e soprattutto in rocce vulcaniche.

TEC (*Threshold Effect Concentration*): livello soglia di concentrazione oltre al quale si ha un effetto sul metabolismo degli organismi.

TEF (*Toxic Equivalent Factor*): indice che consente di confrontare la tossicità relativa fra differenti composti (il TEF è relativo alla diossina più pericolosa la TCDD, 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina).

Torbida (o torbidite): l'insieme dei materiali minuti, come argille e sabbia, trasportati in sospensione dalla corrente, e sedimentati sul fondo dei laghi.

Termoclinio o metalimnio: quella regione della colonna d'acqua in cui si ha un gradiente di temperatura maggiore di 1 °C per metro. È situato tra epilimnio e ipolimnio.