

Commissione Internazionale
per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere

Ecomorfologia rive delle acque comuni

Programma quinquennale 2008 - 2012

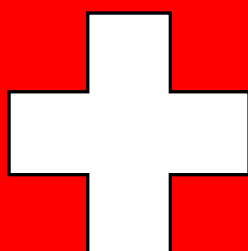
Campagna 2011

Monitoraggio delle componenti biologiche
del lago Maggiore: macrofite e macrobenthos

a cura di Valeria Roella, Francesco Elvio

Agenzia Regionale per la Protezione dell' Ambiente
della Lombardia

Dipartimento di Varese



Commissione Internazionale
per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere

Ecomorfologia rive delle acque comuni

Programma quinquennale 2008 - 2012
Campagna 2011
Monitoraggio delle componenti biologiche
del lago Maggiore: macrofite e macrobenthos

a cura di Valeria Roella, Francesco Elvio

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia
Dipartimento di Varese

I dati riportati nel presente volume possono essere utilizzati purché se ne citi la fonte come segue:
ARPA della Lombardia. Dipartimento di Varese. 2012. *Ecomorfologia rive delle acque comuni. Programma quinquennale 2008-2012. Campagna 2011. Monitoraggio delle componenti biologiche del lago Maggiore: macrofite e macrobenthos*. Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere (Ed.): 30 pp.

INDICE

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
2. PROGETTO.....	8
3. METODI.....	10
3.1 MACROFITE.....	10
3.2 MACROBENTHOS.....	10
4. SVOLGIMENTO.....	14
4.1 MACROFITE.....	14
4.2 MACROBENTHOS.....	18
5. RISULTATI.....	22
5.1 MACROFITE.....	22
5.2 MACROBENTHOS.....	24
 BIBLIOGRAFIA.....	 25
 APPENDICE A.....	 27

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il lago Maggiore, o lago Verbano, è situato ad un'altitudine di 193,8 metri s.l.m. e occupa una superficie di 212 km² con una lunghezza della linea di costa di circa 170 km. Politicamente appartiene sia all'Italia, con le regioni del Piemonte e della Lombardia, che alla Svizzera, dove interessa il Canton Ticino, con uno sviluppo totale del suo bacino imbrifero di 6600 km². L'80% della superficie lacustre si trova comunque in territorio italiano ed in particolare si estende tra le province di Varese, Novara e del Verbano-Cusio-Ossola (fig. 1.1).



**Fig. 1.1 Lago Maggiore, inquadramento territoriale.

Nel bacino imbrifero del lago Maggiore risiedono oltre 600.000 abitanti e a questi si devono aggiungere più di 12 milioni di turisti/anno pressoché interamente concentrati nell'area rivierasca. Questa importante risorsa idrica lacustre deve soddisfare ad una molteplicità di utenze tra cui la pesca professionale e sportiva, la balneazione, la navigazione, l'approvvigionamento idropotabile, l'irrigazione e la produzione di energia elettrica.[*].

Quanto all'origine del lago Maggiore si può accettare la teoria dell'escavazione glaciale (del wurm) ma solo per successivo allargamento e affondamento della precedente valle fluviale; infatti il vero profilo del lago Maggiore non è ad U (tipico di una valle glaciale) ma a V (rappresentativo di una valle fluviale).

Il principale sviluppo del lago in direzione nord-sud fa sì che il territorio interessato dal bacino sia altamente diversificato a livello morfologico. La parte sud, quasi completamente pianeggiante in corrispondenza dei comuni di Sesto Calende, Castelletto sopra Ticino e Dormelletto Ticino, risulta molto sviluppata per quanto riguarda le attività turistiche ed in particolare si registra un'elevata presenza di campeggi, cantieri nautici e aree adibite ad attività balneari. Spostandosi verso nord il territorio diventa collinare ed è caratterizzato da una maggior pendenza delle rive del lago e da un differente uso del territorio circostante che si riflette perciò in una diversa pressione antropica sul lago rispetto alla parte sud. Dai comuni di Laveno in Lombardia e Verbania in Piemonte e procedendo verso nord fino in territorio svizzero tali caratteristiche risultano ancora più accentuate e comportano la presenza di aree costiere totalmente inaccessibili in cui la riva è costituita da tratti di roccia a lago praticamente verticale. Tale tipologia di riva è tuttavia riscontrabile anche in alcune zone della parte sud del lago, come ad esempio nel comune di Leggiuno dove è presente un costone roccioso (conosciuto per la presenza dell'eremo di Santa Caterina del Sasso) che si sviluppa per circa due chilometri di lunghezza. Un'altra presenza morfologica importante è costituita dai numerosi delta fluviali dei principali immissari del lago (fig. 1.2) sui quali si sono sviluppati centri abitati piuttosto consistenti (tra i quali Maccagno, Cannobio, Cannero, Locarno e Ascona).



Fig. 1.2 Ortofoto dei centri abitati di Maccagno, a sinistra, e Cannero.

Di particolare rilevanza sono le due piane che si sviluppano in corrispondenza dei due immissari maggiori, Ticino e Toce, che oltre a rappresentare aree di importanza naturalistica molto elevata, risultano essere tra le più frequentate a livello turistico per la presenza di numerosi campeggi.

La maggior parte dei 44 comuni che si affacciano sul Verbano presenta una vocazione altamente turistica che si traduce in un forte sviluppo dell'agglomerato urbano a ridosso della fascia costiera

con la presenza di passeggiate pedonali, aree portuali, alberghi e attività commerciali che comportano, soprattutto nella stagione estiva, una pressione antropica decisamente elevata. Altro fattore caratteristico del Maggiore è la consistente presenza di ville private (quasi sempre accompagnate da giardini che si sviluppano fino all'acqua e che impediscono così l'utilizzo pubblico della riva) che sorgono lungo tutto il perimetro del lago indipendentemente dalla morfologia della costa.

In tabella 1.1 sono riportate le principali caratteristiche morfometriche del lago Maggiore.

***Tab. 1.1 Caratteristiche morfometriche del lago Maggiore.

Quota media del lago	194 m s.l.m.
Area	212,5 km ²
Perimetro	170 km
Volume	37,502 km ³
Profondità massima	370 m
Profondità media	176,5 m
Lunghezza del thalweg	66 km
Larghezza media	3,9 km
Larghezza massima	10 km
Indice di sinuosità	3,07
Tempo teorico di rinnovo delle acque	circa 4 anni

*tratto da: www.CISPP.org - R. de Bernardi & A. Calderoni. 2005. "Problemi di qualità nelle acque lacustri italiane con particolare riferimento all'analisi a lungo termine di alcune problematiche ambientali nei grandi laghi subalpini" Atti del Convegno "Giornata dell'Acqua 2005". Accademia dei Lincei. Roma, 22.03.05

**tratta da: <http://commons.wikimedia.org>

***tratta da: CIP AIS, Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore - Aspetti limnologici Programma quinquennale 2003 – 2007, Campagna 2004. A cura di Roberto Bertoni.

2. PROGETTO

Da oltre 20 anni la Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere promuove i programmi di ricerca sui laghi Maggiore e Lugano, al fine di valutare gli effetti sulla qualità delle acque delle opere di risanamento intraprese nei due Paesi confinanti.

I risultati raccolti in questi anni evidenziano una progressiva riduzione degli apporti di nutrienti ed un certo miglioramento degli aspetti idrobiologici, tanto da poter affermare chiaramente che gli effetti del risanamento si stanno manifestando in modo chiaro e inequivocabile. E' possibile affermare che gli obiettivi fissati dagli Stati, per quanto riguarda il lago Maggiore, sono per lo più conseguiti e permangono solo localmente alcune criticità legate probabilmente a problemi di collettamento o depurazione delle acque.

E' da notare che negli ultimi anni (a livello europeo e nazionale), è aumentata la sensibilità e di conseguenza la richiesta di una maggiore conoscenza, non solo verso gli ambienti lacustri, ma anche verso l'ambiente che li circonda: la fascia perilacuale nonché l'intero bacino imbrifero. La stessa Direttiva Quadro europea sulle acque richiede di analizzare le pressioni esistenti nel bacino imbrifero, di caratterizzare la qualità di rive e corpi idrici e di correlare la qualità delle acque con le pressioni esistenti nel bacino. Inoltre, per rispondere a direttive comunitarie e a normative nazionali, sono state negli ultimi anni sviluppate e portate avanti da organismi pubblici (quali le ARPA ed i laboratori cantonali) alcune attività di monitoraggio chimico, fisico e biologico dei corpi idrici.

Alla luce di queste considerazioni, riguardanti da un lato l'istituzione di nuovi organismi competenti in materia ambientale e delle competenze maturate in seno agli stessi e dall'altro l'indicazione contenuta nella Direttiva europea sulle acque (Dir. 2000/60/CE), in particolare per quanto concerne la gestione dei corpi idrici internazionali, si è ritenuto opportuno, all'interno del programma di ricerche limnologico classico, estendere lo spettro delle possibili ricerche da svolgere, andando a valutare e analizzare ambiti finora poco studiati, ma utili a fornire un ulteriore contributo per definire lo stato dei corpi idrici comuni, nonché dare utili informazioni per il loro miglioramento.

Da questa esigenza nasce la proposta di ricerca della durata di 5 anni denominata "ECOMORFOLOGIA DELLE ACQUE COMUNI", che ha lo scopo di estendere i comparti biologici oggetto dell'indagine della Commissione, aggiungendo analisi di benthos e macrofite, essenziali per contribuire a definire le condizioni strutturali e funzionali di un ecosistema acquatico, nonché ad analizzare aspetti "nuovi", come la funzionalità delle rive lacustri e il loro grado di accessibilità e fruibilità per il pubblico.

Il progetto previsto per il biennio 2011/2012, che rientra nel programma di ricerche 2008-2012 "Ecomorfologia rive delle acque comuni" della Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere, si propone di ampliare il numero di componenti biologiche monitorate del lago Maggiore al fine di pervenire a una caratterizzazione maggiore di questo comparto ambientale e dare informazioni aggiuntive circa l'effettivo stato di salute del corpo idrico.

A tal fine verranno effettuate valutazioni su macrofite e benthos:

- Macrofite: La ricerca verterà sull'individuazione, identificazione e classificazione della struttura del popolamento macrofitico.

- Benthos: I macroinvertebrati possiedono le caratteristiche per fungere da indicatori biologici, a causa della sensibilità alle sostanze inquinanti, dell'ubiquità e della scarsa mobilità. La ricerca si prefigge di individuare gli areali in cui valutare il popolamento bentonico e propone di identificare e classificare la struttura del popolamento stesso.

I dati raccolti saranno inoltre utilizzati per la valutazione e presentazione dello stato ecologico del lago Maggiore secondo le classi di qualità previste dall'applicazione degli indici biologici in base a quanto richiesto dalla Water Framework Directive 2000/60 (recepita in Italia dal D. Lgs. 152/2006). Di seguito viene elencato il programma di lavoro come previsto dal progetto.

Fase I: Sviluppo delle metodologie (secondo semestre 2010)

Raccolta bibliografica e valutazione dei lavori pregressi effettuati sul Verbano inerenti le due componenti biologiche oggetto di studio nel progetto. Definizione delle metodologie da seguire e delle tempistiche con cui effettuare i monitoraggi.

Fase II: Applicazione delle metodologie e redazione rapporti intermedi (2011 - 2012)

Applicazione della metodologia sul campo, lavoro di laboratorio e redazione di rapporti intermedi riportanti lo stato di avanzamento della ricerca.

In particolare per l'anno 2011 è stata effettuata la valutazione sul campo delle aree omogenee di vegetazione e il campionamento dei macroinvertebrati bentonici. Per l'anno 2012 è prevista l'analisi approfondita delle macrofite lungo transetti posizionati secondo i siti di vegetazione omogenea valutati l'anno precedente e il riconoscimento e la classificazione dei macroinvertebrati bentonici campionati.

Fase III: Analisi dei risultati (secondo semestre 2012)

Analisi dei risultati ottenuti al fine di arrivare ad una valutazione dello stato delle popolazioni macrobentoniche e macrofitiche in base a quanto richiesto dal progetto. Confronto e valutazione dell'evoluzione delle due componenti biologiche rispetto alle informazioni raccolte da lavori di ricerca precedenti.

Fase IV: Creazione e redazione del rapporto finale (2012)

Redazione del rapporto finale relativo a quanto fatto nell'anno 2011 (consegna a maggio 2012) e relazione conclusiva del biennio di progetto.

3. METODI

In data 15 aprile 2010 si è tenuta presso la sede ARPA Lombardia di Milano una riunione tra i rappresentanti di parte italiana e di parte svizzera interessati al progetto ECORIVE al fine di valutare l'adozione dei medesimi metodi di campionamento delle popolazioni bentoniche e macrofite sia per il lago Verbano (affidato ad ARPA Lombardia) che per il Ceresio (affidato al Canton Ticino). In particolare per il campionamento delle macrofite è stato deciso di seguire il "protocollo di campionamento di macrofite acquatiche in ambiente lacustre" mentre per il campionamento dei macroinvertebrati bentonici si è scelto di seguire il "protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati negli ambienti lacustri". Entrambi i metodi sono raccolti nel manuale APAT 2007 "Metodi biologici per le acque – Parte I".

Di seguito vengono presentate più nello specifico, separatamente per le due comunità biologiche indagate, le fasi di lavoro necessarie all'applicazione delle due metodiche per il lago Maggiore.

3.1 Macrofite

Lo studio delle macrofite del lago Maggiore prevede 5 diverse attività:

1. raccolta e studio della bibliografia disponibile;
2. individuazione dei siti omogenei;
3. posizionamento dei transetti all'interno delle aree omogenee di vegetazione;
4. esecuzione delle osservazioni e dei campionamenti lungo i transetti;
5. analisi dei risultati e stesura della relazione finale.

Per quanto riguarda lo studio del popolamento macrofitico del Verbano è stato deciso di suddividere il lavoro di campo nelle due stagioni estive disponibili nel biennio di progetto. Nell'anno 2011 sono stati valutati i siti di vegetazione omogenea attraverso osservazione diretta in campo lungo la fascia litorale dell'intero perimetro lacustre sulla base di una suddivisione preliminare morfologica delle aree litorali del Maggiore effettuata a livello cartografico e in relazione alle informazioni di carattere morfologico-naturalistico raccolte nei primi tre anni di progetto. Tale attività ha consentito la suddivisione del bacino in siti omogenei entro i quali posizionare i transetti lungo i quali poter effettuare, nella primavera-estate 2012, le osservazioni e la raccolta delle specie presenti.

È importante ricordare la definizione esatta di SITO riportata nel manuale APAT "Metodi biologici per le acque – Parte I": *porzione continua di riva, di ampiezza variabile, al cui interno è possibile individuare una comunità macrofitica omogenea in termini di composizione specifica e che si estende fino ad una profondità costante.*

Per le modalità di svolgimento del lavoro di campo e il successivo lavoro di laboratorio si rimanda al successivo capitolo e al protocollo di campionamento presente sul Report CNR-ISE 03.11 "INDICI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ ECOLOGICA DEI LAGHI" aggiornamento al manuale APAT "Metodi biologici per le acque – Parte I".

3.2 Macrobenthos

Per lo studio della popolazione macrobentonica del lago Maggiore sono previste 5 diverse attività:

1. raccolta e studio della bibliografia disponibile;
2. determinazione del numero transetti e del loro posizionamento lungo la linea di costa, determinazione delle stazioni per ogni transetto e della loro profondità;
3. uscita in campo per la raccolta dei campioni;
4. analisi quali-quantitativa dei campioni raccolti;
5. analisi dei risultati e stesura della relazione finale.

Il lavoro di campo per la parte relativa allo studio delle popolazioni macrobentoniche è stato portato a termine nel corso del 2011 con un campionamento in regime di completa circolazione delle acque

del lago, marzo, e l'altro in periodo di stratificazione termica, ottobre, secondo quando riportato dal metodo scelto. Il lavoro di laboratorio (analisi quali-quantitativa dei campioni raccolti) e l'elaborazione e valutazione dei dati raccolti sarà effettuata nel secondo anno di progetto.

In data 25 gennaio 2011 è stato organizzato un incontro con il Prof. Bruno Rossaro dell'Università Statale di Milano, esperto in macroinvertebrati bentonici nonché coautore del metodo di lavoro scelto e dei relativi indici a supporto, per valutare insieme a lui la scelta delle stazioni di campionamento a livello areale e batimetrico. Il Professor Rossaro sarà inoltre a disposizione nel corso del progetto per un supporto nel riconoscimento specifico degli individui campionati.

La metodica di campionamento prevede, per laghi con superficie superiore a $6,6 \text{ km}^2$, un numero minimo di 4 transetti disposti in maniera tale da essere rappresentativi dei diversi sottobacini presenti e delle diverse situazioni morfologiche riscontrabili. In base a queste direttive è stato deciso di lavorare su 10 transetti (fig. 3.1).

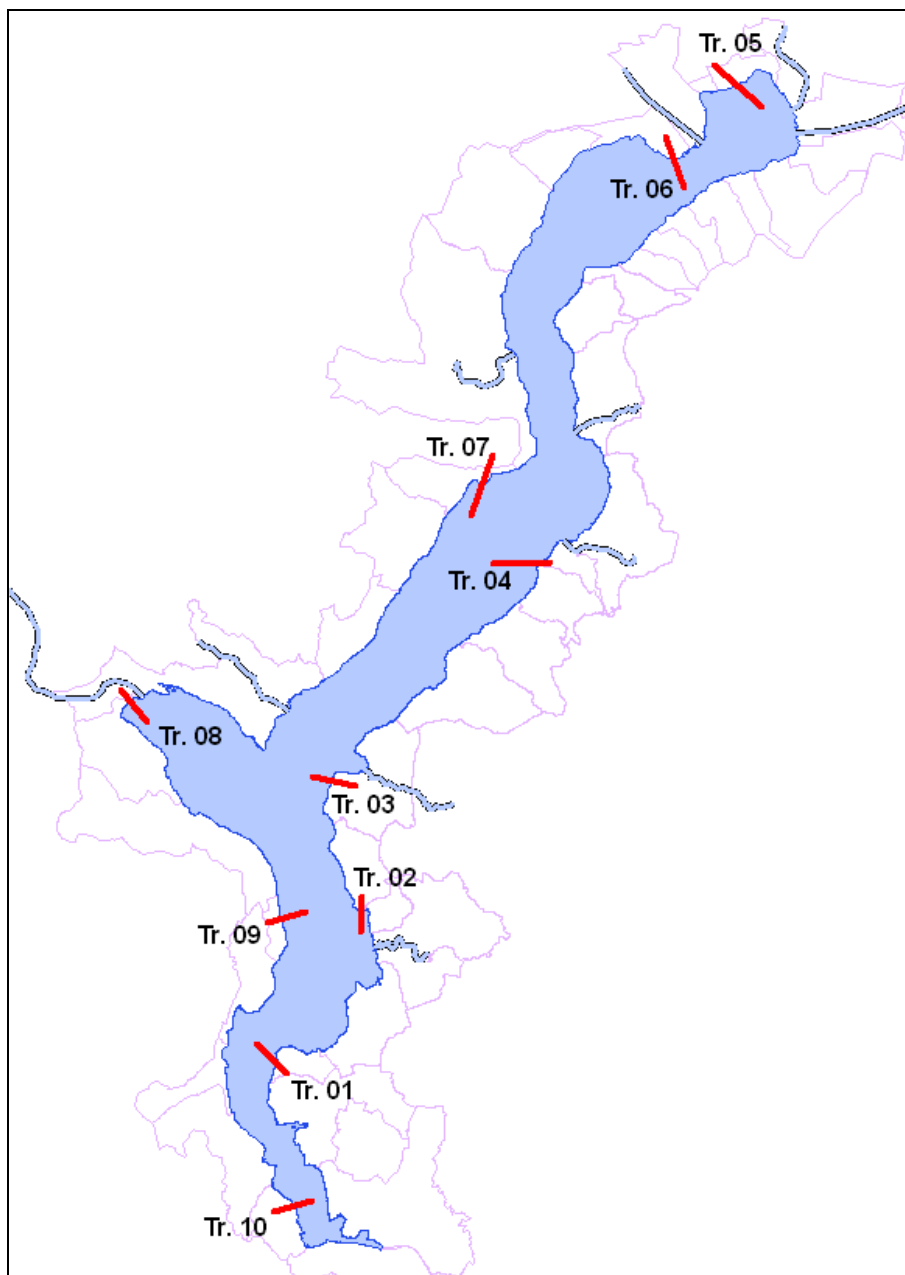


Fig. 3.1 Transetti per il campionamento dei macroinvertebrati bentonici sul lago Maggiore.

I criteri per il posizionamento dei transetti sono stati, nell'ordine, i seguenti:

1. omogeneità-rappresentatività spaziale, divisione in 3 sottobacini (nord – centro – sud);
2. morfologia, pendenza e struttura del sedimento dell'area litorale in base ai dati raccolti nei tre anni di progetto precedenti;
3. rappresentatività dell'uso del suolo a ridosso della linea di costa e delle pressioni presenti nell'area litorale;
4. presenza di aree di particolare interesse (Fondotoce, transetto 8);
5. confrontabilità con studi precedenti (Anna Maria Nocentini "Strutture differenziali della fauna macrobentonica litorale del lago Maggiore" Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 16: 189 - 274. 1963.).

Per ogni transetto sarebbero previste tre stazioni di campionamento, in zona litorale, sublitorale e in zona profonda. Dopo un confronto con il professor Rossaro è stato deciso che per il Lago Maggiore un campionamento su dieci transetti in zona profonda richiederebbe uno sforzo di campo troppo elevato rispetto agli obiettivi del progetto e si è pertanto deciso di focalizzare l'attenzione sulle popolazioni di invertebrati bentonici presenti in area litorale e sublitorale. In particolare, in accordo con quanto previsto dal progetto ECORIVE ovvero lo studio approfondito dell'ecomorfologia della fascia costiera (litorale e di sponda) del lago Maggiore, è stato deciso di valutare la variazione dei popolamenti macrobentonici tra la zona litorale e quella sublitorale campionando, lungo il transetto e quindi perpendicolarmente alla riva, alle profondità di 5, 15 e 25 metri (fig. 3.2).

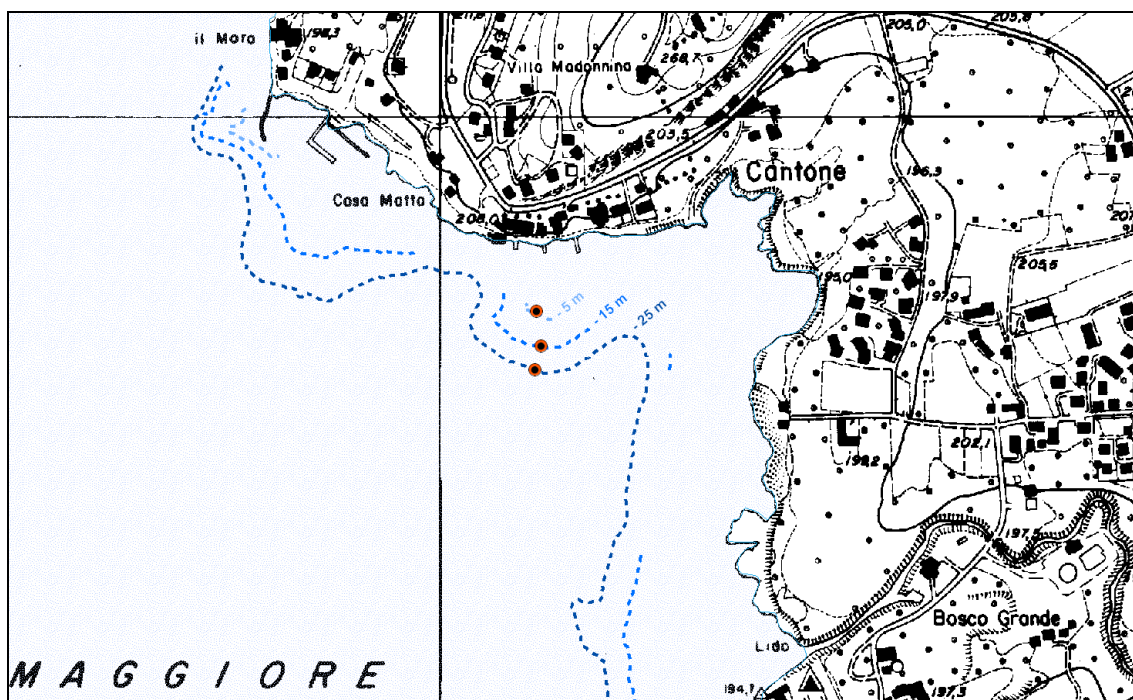


Fig. 3.2 Individuazione delle stazioni di campionamento per il transetto 02 mediante l'utilizzo della carta batimetrica.

In tal modo sarà possibile valutare, oltre alle risposte legate alla trofia delle acque, anche gli effetti dell'impatto idromorfologico e antropico sulla componente biologica in esame.

In totale sono state quindi campionate 30 stazioni (tab 3.1) per ognuna delle quali sono state effettuate 3 diverse repliche di prelievo. Dopo una prima vagliatura in campo per eliminare il materiale più fine, i campioni sono stati trasportati in laboratorio. Alla fine del campionamento di ogni transetto è stata eseguita una raccolta di exuvie con l'ausilio di un retino da plancton a partire dal punto di prelievo a 25 m di profondità e muovendosi perpendicolarmente verso riva.

In laboratorio si è preceduto al primo smistamento della fauna bentonica previa vagliatura del campione raccolto attraverso una serie di setacci a maglie diverse sia per la valutazione delle

granulometrie del raccolto che per una maggiore facilità di separazione dei singoli individui dal sedimento. Gli individui raccolti sono stati poi conservati in formaldeide per il successivo riconoscimento diretto o previo montaggio su vetrini (solo per alcuni gruppi tassonomici).

Per le modalità specifiche di prelievo del sedimento e il successivo lavoro di laboratorio si rimanda al successivo capitolo e al protocollo di campionamento presente sul manuale APAT “Metodi biologici per le acque – Parte I”.

Tab. 3.1 Localizzazione geografica delle stazioni di campionamento.

Comune	Transetto	Stazione	Coord. E UTM-WGS84	Coord. N UTM-WGS84
Ranco	1	105	466436	5071303
	1	115	466390	5071336
	1	125	466322	5071400
Monvalle	2	205	470106	5077714
	2	215	470112	5077667
	2	225	470103	5077633
Laveno	3	305	468810	5083401
	3	315	468754	5083421
	3	325	468722	5083422
Brezzo	4	405	477592	5092804
	4	415	477566	5092805
	4	425	477531	5092802
Minusio	5	505	486269	5113398
	5	515	486295	5113384
	5	525	486311	5113361
Ascona	6	605	483530	5110173
	6	615	483543	5110143
	6	625	483555	5110112
Cannero	7	705	475272	5096132
	7	715	475267	5096120
	7	725	475262	5096107
Baveno	8	805	460237	5086756
	8	815	460281	5086710
	8	825	460298	5086691
Belgirate	9	905	466680	5077485
	9	915	466694	5077480
	9	925	466723	5077496
Dormelletto	10	1005	467364	5065168
	10	1015	467446	5065212
	10	1025	467902	5065340

4. SVOLGIMENTO

4.1 Macrofite

La fase iniziale del lavoro inerente lo studio delle macrofite del Lago Maggiore ha previsto la valutazione dei possibili siti omogenei a livello cartografico in base alla morfologia della linea di costa, alla composizione granulometrica del sedimento e alle informazioni raccolte nei sopralluoghi effettuati nei tre anni di progetto precedenti. Il lavoro è proseguito con un monitoraggio diretto in campo di tutto il perimetro del lago, isole comprese, per valutare l'effettiva presenza di vegetazione acquatica nonché la composizione specifica dei popolamenti trovati al fine di suddividere l'area litorale del Maggiore in siti omogenei dove effettuare nell'anno successivo (2012) un'indagine approfondita lungo transetti, come previsto dal protocollo di campionamento. Il lavoro di campo ha avuto inizio nel mese di giugno ed è terminato alla fine del mese di settembre.

Per lo svolgimento del lavoro di campo si è adottata la seguente strumentazione:

- imbarcazione;
- carta topografica del lago in scala 1:10000;
- GPS;
- batiscopio;
- telecamera subacquea e relativo video;
- disco di Secchi per la misura della trasparenza dell'acqua;
- corda metrata per la misurazione della profondità;
- rastrello per la raccolta della vegetazione;
- schede di campagna;
- buste di plastica per la conservazione degli esemplari non immediatamente determinabili;
- borsa frigorifera per la conservazione dei campioni.

Il personale necessario per questo tipo di lavoro richiede la presenza di almeno tre operatori come elencato di seguito:

- 1 – operatore dedicato esclusivamente alla guida dell'imbarcazione, operazione piuttosto complessa in quanto si lavora sotto costa con presenza di secche, scogli e boe e soprattutto, per un lago di grosse dimensioni come il Verbano, con correnti abbastanza intense anche in periodi di acqua calma;
- 2 – operatore dedicato alla gestione della telecamera subacquea, intesa come semplice movimentazione di quest'ultima, ma soprattutto esperto nel riconoscimento a video della vegetazione incontrata, operazione piuttosto complessa con telecamera in movimento;
- 3 – operatore dedicato alla gestione della cartografia e del GPS, annota sulla carta topografica le informazioni raccolte dal secondo operatore e si occupa di georeferenziare su GPS i limiti dei siti omogenei e di tutte le altre informazioni necessarie. Misura la profondità con la corda metrata e raccoglie con il rastrello, quando necessario, i campioni di vegetazione da determinare.

Operativamente il monitoraggio delle macrofite del Verbano ha richiesto la valutazione visiva attraverso telecamera subacquea dell'intera area litorale ovvero della fascia compresa tra le profondità di 0 e circa 10 metri o comunque fino alla profondità di scomparsa della vegetazione. La telecamera è stata calata fino a circa 50 cm o al massimo 1 metro di distanza dal fondo (in base alla torbidità dell'acqua e alla tipologia di fondale) e, con l'imbarcazione in moto alla velocità minima, si è proceduto lungo la linea di costa triangolando tra la riva e verso centro lago fino a raggiungere con la telecamera la profondità di circa 10 metri, per poi tornare di nuovo verso la linea di costa. In figura 4.1 è riportato lo schema di monitoraggio sopra descritto dove in rosso è indicata la linea seguita dall'imbarcazione tra la costa e l'isobata di -10 metri. È evidente che l'ampiezza delle triangolazioni e quindi la distanza raggiunta dalla barca verso centro lago varia secondo la pendenza della riva sommersa e la presenza o meno di vegetazione.

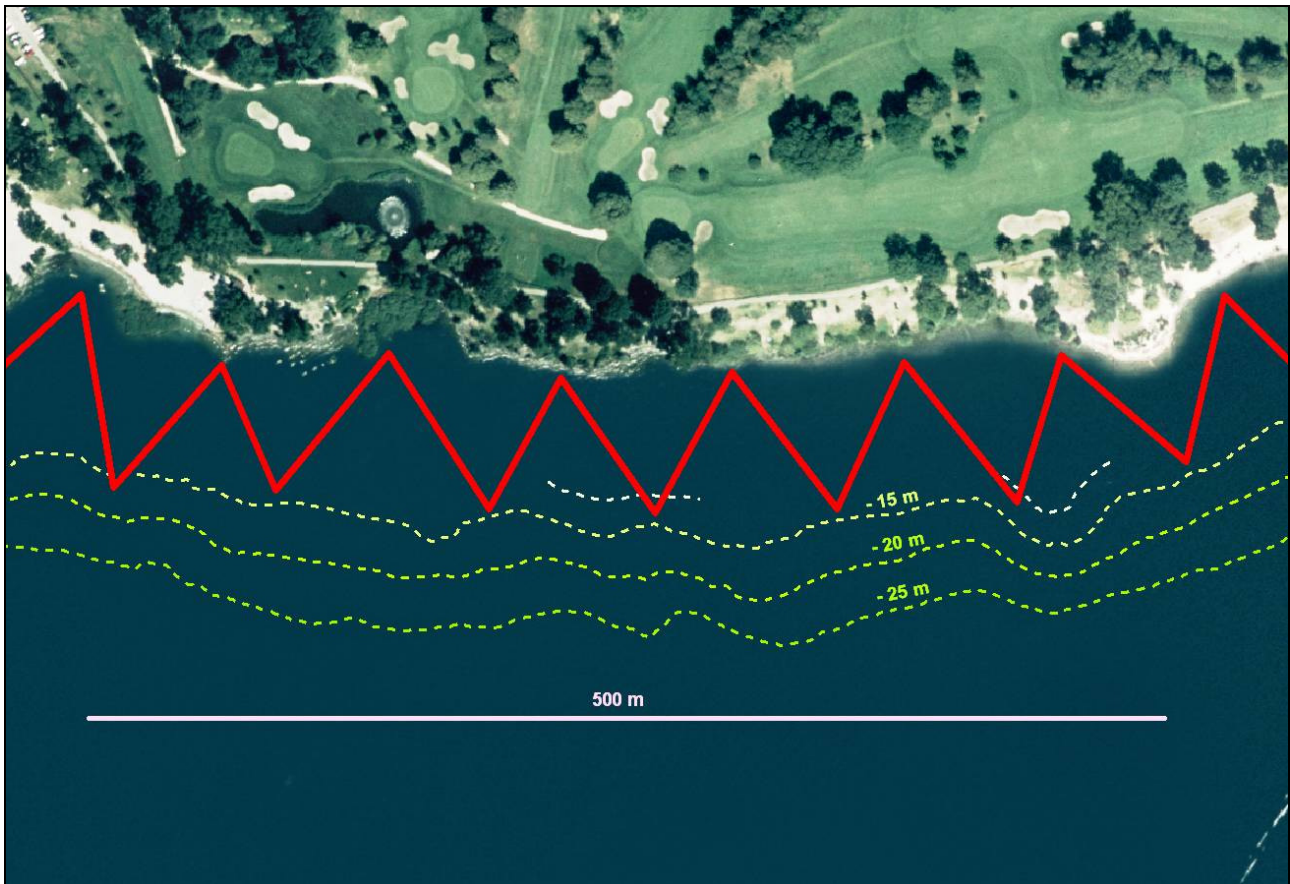


Fig. 4.1 Schema di monitoraggio della vegetazione acquatica, in rosso è evidenziato il percorso seguito dall'imbarcazione.

In aree a bassa pendenza con fondo sabbioso e in quelle aree dove la presenza di macrofite era già stata segnalata in precedenti studi, le triangolazioni sono state intensificate in modo da coprire in maniera più ampia possibile l'intera fascia litorale. Viceversa, i tratti di costa a forte pendenza e con substrato roccioso, presenti soprattutto nella parte centrosettentrionale del lago, sono stati monitorati in maniera non continua ma calando la telecamera e facendo delle piccole triangolazioni a intervalli costanti.

Il lavoro di campo ha permesso di riconoscere i siti omogenei di vegetazione e di raccogliere informazioni circa la loro ubicazione all'interno del lago. Questi dati, una volta rientrati in laboratorio, hanno consentito di creare un primo database qualitativo inerente la presenza e distribuzione delle specie macrofite del Verbano.

Utilizzando il programma ArcView GIS 9.X è stato creato un file grafico-tabellare georeferenziato contenente tutte le informazioni raccolte in campo (fig. 4.2). I siti omogenei sono stati rappresentati con linee spezzate, una per ogni sito (fig. 4.3), che seguono l'intero profilo di costa del lago, isole comprese. Ogni elemento creato (sito omogeneo) contiene al suo interno i seguenti attributi:

- ID Numero identificativo progressivo di tre cifre.
- LUNGHEZZA Lunghezza del tratto di costa a cui fa riferimento l'area omogenea.
- VEGETAZIONE Presenza o meno di vegetazione (Y = presente, N = assente).
- SP_1 Codice della specie più abbondante rilevata nel tratto omogeneo.
- SP_2 Codice della seconda specie più abbondante rilevata nel tratto omogeneo.
-
- SP_11 Codice della specie meno abbondante rilevata nel sito.

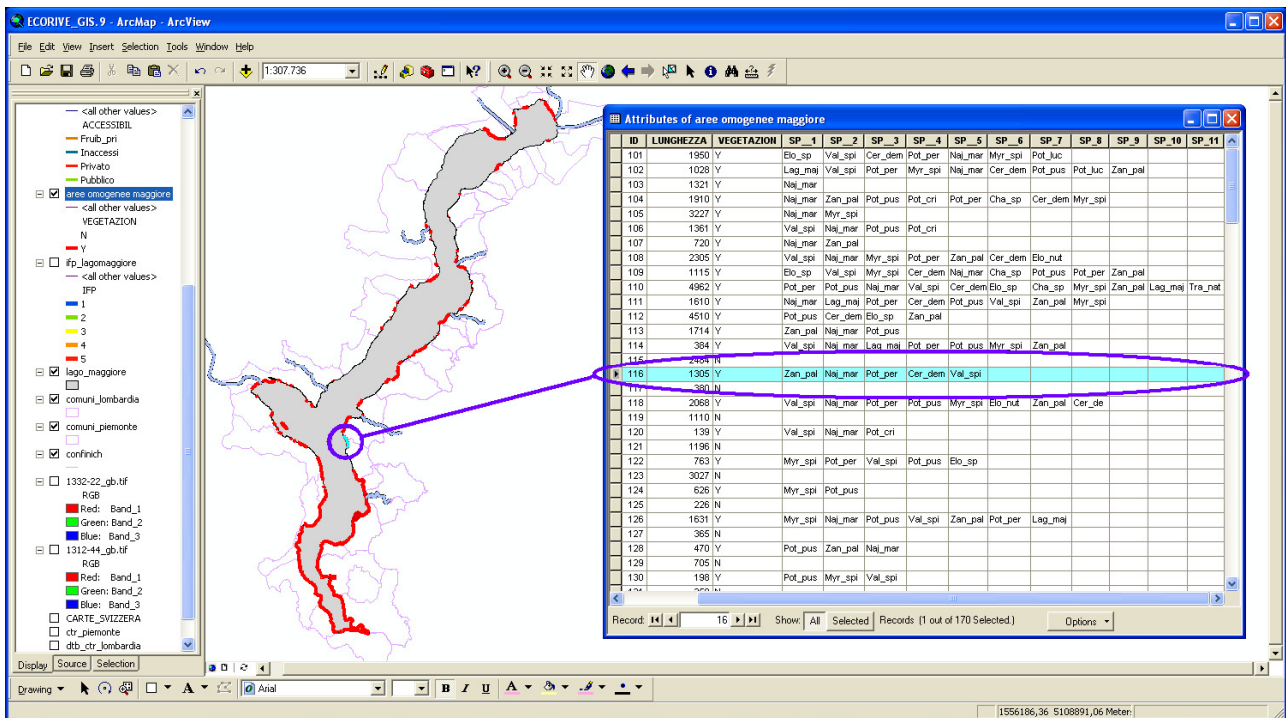


Fig. 4.2 Database ArcView GIS contenente le informazioni relative ai singoli siti omogenei.

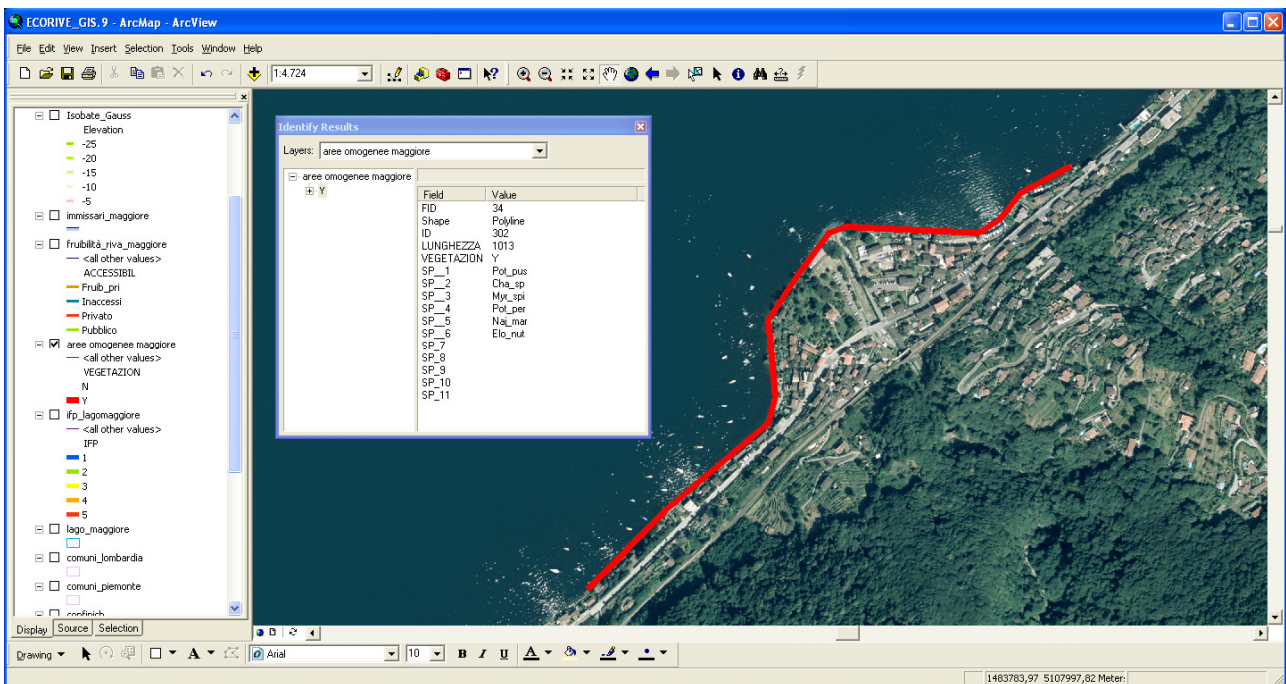


Fig. 4.3 Visualizzazione GIS del sito omogeneo 302 con relativi attributi.

Per l'archiviazione nel programma GIS i nomi delle specie di macrofite censite sono stati codificati come mostrato in tabella 4.1. Per gli individui dei generi *Chara* ed *Elodea* è stato previsto un ulteriore codice per i casi in cui non è stato possibile determinare con sicurezza la specie di appartenenza; tali dati verranno valutati e aggiornati nel corso del monitoraggio dei transetti nel secondo anno di progetto.

Tab. 4.1 Elenco delle specie inserite nel database con relativo codice identificativo.

SPECIE	Codice ArcView	
Ceratophyllum demersum	Cer_dem	
Chara globularis	Cha_glo	Cha_sp
Chara delicatula	Cha_del	Cha_sp
Elatine hydropiper	Ela_hyd	
Elodea canadensis	Elo_can	Elo_sp
Elodea nuttallii	Elo_nut	Elo_sp
Lagarosiphon major	Lag_maj	
Myriophyllum spicatum	Myr_spi	
Najas marina	Naj_mar	
Najas minor	Naj_min	
Potamogeton crispus	Pot_cri	
Potamogeton lucens	Pot_luc	
Potamogeton pectinatus	Pot_pec	
Potamogeton perfoliatus	Pot_per	
Potamogeton pusillus	Pot_pus	
Potamogeton trichoides	Pot_tri	
Trapa natans	Tra_nat	
Vallisneria spiralis	Val_spi	
Zannichellia palustris	Zan_pal	

4.2 Macrobenthos

La prima operazione effettuata per lo studio dei macroinvertebrati lacustri è stata la scelta dei periodi di campionamento (il primo in regime di circolazione delle acque e il secondo in regime di stratificazione termica) osservando i dati di temperatura relativi alla colonna d'acqua del lago Maggiore raccolti nelle campagne di monitoraggio dell'anno 2010 da parte del dipartimento di Varese di ARPA Lombardia (Fig. 4.4).

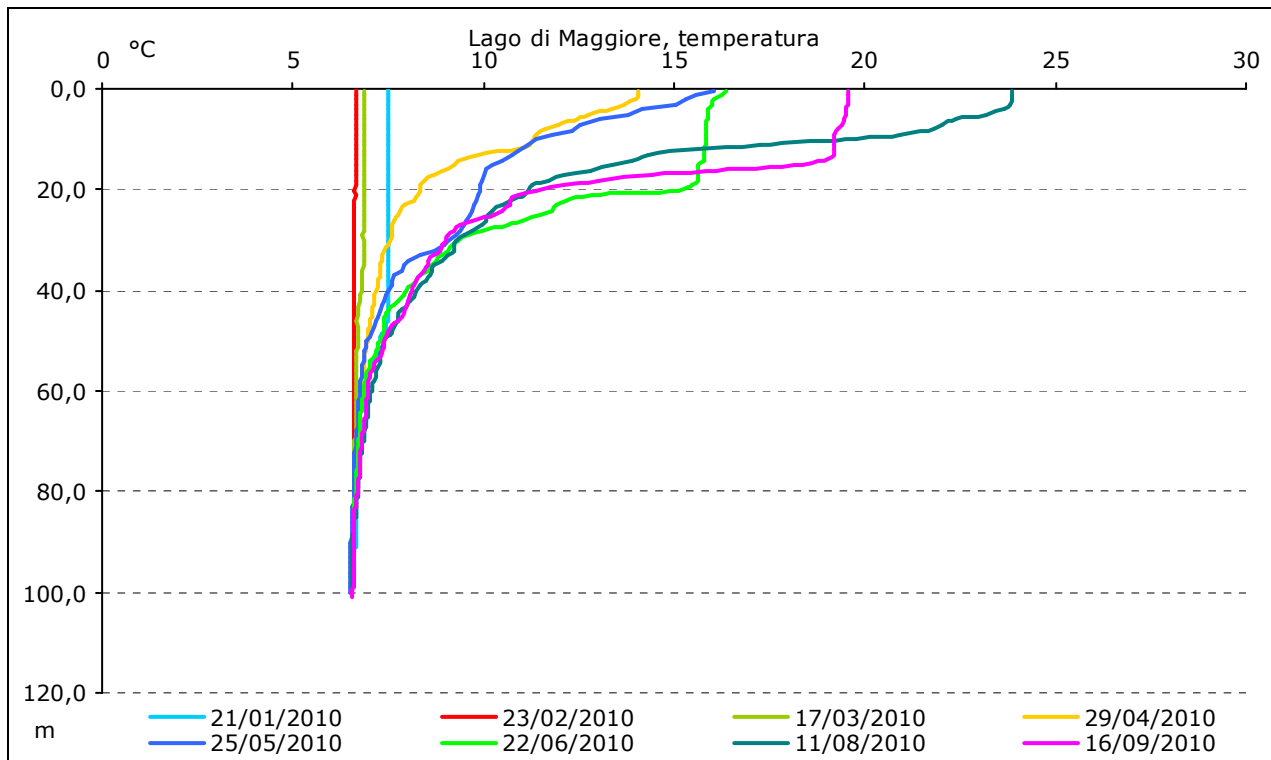


Fig. 4.4 Lago Maggiore. Profili di temperatura relativi alla colonna d'acqua per l'anno 2010.

Il primo ciclo di campionamento previsto nel periodo di circolazione delle acque è stato portato a termine nel mese di marzo 2011, con un totale di 10 transetti e 30 stazioni campionate con 3 repliche ognuna. Il secondo ciclo di campionamenti è stato invece effettuato nel mese di ottobre 2011 al termine del periodo di stratificazione termica delle acque.

Per effettuare questo tipo di campionamento si è adottata la seguente strumentazione:

- imbarcazione;
- carta topografica del lago in scala 1:10000;
- GPS;
- sonda multiparametrica per la misura dei parametri fisici delle acque;
- disco di Secchi per la misura della trasparenza dell'acqua;
- draga di Ekman per la raccolta dei campioni di sedimento da analizzare;
- schede di campagna;
- setaccio per l'eliminazione del materiale più fine, limo, presente nel campione prelevato;
- buste di plastica per la conservazione dei campioni da esaminare in laboratorio;
- borsa frigorifera per la conservazione dei campioni.

Il lavoro di campo ha previsto i seguenti passaggi:

- raggiungimento della singola stazione di campionamento (5, 15, 25 m) con l'ausilio dell'imbarcazione in dotazione al dipartimento ARPA di Varese, utilizzando il GPS su cui sono state salvate le coordinate provvisorie valutate a livello cartografico;
- controllo della profondità esatta e relativo spostamento nel caso in cui non corrispondente alla batimetria necessaria, georeferenziazione del nuovo punto di campionamento;
- prelievo di sedimento con l'ausilio della draga di Ekman (3 repliche);
- valutazione visiva della granulometria del sedimento prelevato;
- vagliatura del campione per l'eliminazione del materiale più fine;
- stoccaggio del campione per il trasporto in laboratorio;

- nella stazione più profonda è stata calata la sonda multiparametrica per la raccolta dei dati chimico-fisici relativi al transetto (Ossigeno, temperatura, pH, conducibilità) e valutata la trasparenza con disco di Secchi;
- raccolta delle exuvie lungo il transetto, dalla stazione più profonda fino a riva con l'ausilio del retino da plancton;
- compilazione delle schede di campionamento per ogni stazione (fig. 4.5).

Scheda di campionamento sedimento lacustre								
Lago (toponimo)	<u>MAGGIORE</u>				Classe	<u>E</u>		
Località	_____				N.° Verbale	_____		
Transetto	_____							
Tipologia lago	<u>NATURALE</u>							
Data	_____							
Ora	_____							
Meteo	_____							
Operatori	_____							
Disco di Secchi	<u>m</u>							
Strumento di prelievo	<u>DRAGA DI EKMAN</u>				Granulometria	_____		
Maglie setaccio	<u>500 µm</u>							
Stazione	N. repliche	Coord. N (Gauss-Boaga)	Coord. E (Gauss-Boaga)	Prof. (m)	Temp (°C)	pH	O2 (%)	Cond (µS/cm 20°C)

Fig. 4.5 Scheda di campionamento compilata per ogni singola stazione campionata

Il successivo lavoro di laboratorio ha previsto:

- vagliatura dei singoli campioni di sedimento prelevato in una serie di setacci con maglie di diversa misura;
- esame ad occhio nudo e con stereomicroscopio dei campioni setacciati e prima suddivisione in gruppi tassonomici degli individui raccolti;
- stoccaggio degli individui in formaldeide per la loro conservazione;
- montaggio su vetrino degli individui appartenenti al gruppo dei Ditteri Chironomidi e degli Oligocheti (tale attività si protrarrà per tutto l'anno 2012).
- riconoscimento e classificazione dei singoli individui.

I dati di profondità, granulometria del sedimento, ossigeno e temperatura dell'acqua relativi ai singoli campionamenti effettuati sono riportati in tabella 4.2 (marzo 2011) e 4.3 (ottobre 2011).

Tab. 4.2 Campionamento macroinvertebrati bentonici del Lago Maggiore. Dati di campo. Campagna Marzo 2011.

Comune Data	Tr.	Stazione	MARZO 2011				
			Profondità (m)	Granulometria	O ₂ %	O ₂ Mg/l	T °C
Ranco 02/03/2011	1	105	5	Sabbia (80%) Organico (20%)	90,3	10,9	6,9
	1	115	15	Sabbia (20%) Limo (50%) Organico (30%)	90,3	10,9	6,9
	1	125	25	Sabbia (20%) Limo (50%) Organico (30%)	86,6	10,5	6,9
Monvalle 09/03/2011	2	205	5	Sabbia (80%) Limo (20%)	92,1	11,1	7,1
	2	215	15	Sabbia (10%) Limo (90%)	85,4	10,3	6,9
	2	225	25	Limo (100%)	82,4	10,0	6,9
Laveno 10/03/2011	3	305	5	Sabbia (90%) Limo (10%)	89,5	10,8	7,0
	3	315	15	Sabbia (30%) Limo (70%)	89,5	10,8	6,9
	3	325	25	Sabbia (20%) Limo (80%)	88,2	10,7	6,8
Brezzo 18/03/2011	4	405	5	Sabbia (30%) Limo (70%)	.	.	7,0
	4	415	15	Sabbia (20%) Limo (80%)	.	.	7,0
	4	425	25	Sabbia (20%) Limo (10%) Ghiaia (70%)	.	.	6,9
Minusio 22/03/2011	5	505	5	Sabbia (40%) Limo (10%) Organico (50%)	95,1	11,3	7,5
	5	515	15	Sabbia (20%) Limo (70%) Organico (10%)	90,2	11,0	6,7
	5	525	25	Limo (100%)	86,7	10,6	6,6
Ascona 22/03/2011	6	605	5	Sabbia (70%) Limo (30%)	96,4	11,6	7,3
	6	615	15	Limo (100%)	90,9	11,0	6,8
	6	625	25	Limo (100%)	85,7	10,4	6,6
Cannero 18/03/2011	7	705	7	Sabbia (70%) Limo (20%) Organico (10%)	.	.	7,0
	7	715	15	Sabbia (20%) Limo (10%) Organico (70%)	.	.	7,0
	7	725	25	Sabbia (20%) Limo (10%) Organico (70%)	.	.	6,9
Baveno 23/03/2011	8	805	5	Sabbia (90%) Limo (10%)	.	.	.
	8	815	15	Sabbia (10%) Limo (90%)	.	.	.
	8	825	25	Limo (100%)	.	.	.
Belgirate 09/03/2011	9	905	10	Sabbia (80%) Limo (20%)	82,4	10,0	6,6
	9	915	15	Sabbia (40%) Limo (60%)	82,4	10,0	6,6
	9	925	25	Limo (100%)	81,0	9,9	6,6
Dormelletto 02/03/2011	10	1005	5	Sabbia (70%) Limo (30%)	86,7	10,5	6,8
	10	1015	15	Sabbia (20%) Limo (30%) Organico (50%)	80,1	9,7	6,7
	10	1025	25	Limo (100%)	67,9	8,2	6,7

Tab. 4.3 Campionamento macroinvertebrati bentonici del Lago Maggiore. Dati di campo. Campagna Ottobre 2011.

Comune Data	Tr.	Stazione	OTTOBRE 2011				
			Profondità (m)	Granulometria	O ₂ %	O ₂ Mg/l	T °C
Ranco 04/10/2011	1	105	5	Sabbia (20%) Limo (30%) Organico (50%)	.	.	.
	1	115	15	Sabbia (10%) Limo (70%) Organico (20%)	.	.	.
	1	125	25	Limo (90%) Organico (10%)	.	.	.
Monvalle 06/10/2011	2	205	5	Sabbia (80%) Limo (20%)	97,2	8,8	19,8
	2	215	15	Sabbia (20%) Limo (80%)	88,7	8,6	16,4
	2	225	25	Limo (100%)	56,4	6,0	12,2
Laveno 11/10/2011	3	305	5	Sabbia (70%) Limo (20%) Organico (10%)	96,7	9,1	17,9
	3	315	15	Sabbia (20%) Limo (70%) Organico (10%)	101,3	9,6	17,8
	3	325	25	Sabbia (20%) Limo (80%)	70,4	8,1	8,9
Brezzo 18/10/2011	4	405	5	Sabbia (30%) Limo (70%)	86,2	8,3	16,7
	4	415	15	Sabbia (20%) Limo (80%)	85,1	8,3	16,4
	4	425	25	Sabbia (20%) Limo (10%) Ghiaia (70%)	60,1	6,4	12,2
Minusio 24/10/2011	5	505	5	Sabbia (40%) Limo (10%) Organico (50%)	79,1	8,1	14,1
	5	515	15	Sabbia (20%) Limo (70%) Organico (10%)	83,0	8,5	14,0
	5	525	25	Limo (100%)	71,5	7,8	10,9
Ascona 24/10/2011	6	605	5	Sabbia (70%) Limo (30%)	79,1	8,1	14,1
	6	615	15	Limo (100%)	83,0	8,5	14,0
	6	625	25	Limo (100%)	71,5	7,8	10,9
Cannero 18/10/2011	7	705	7	Sabbia (70%) Limo (20%) Organico (10%)	87,0	8,4	16,6
	7	715	15	Sabbia (20%) Limo (10%) Organico (70%)	85,1	8,3	16,4
	7	725	25	Sabbia (20%) Limo (10%) Organico (70%)	60,1	6,4	12,2
Baveno 11/10/2011	8	805	5	Sabbia (90%) Limo (10%)	96,7	9,1	17,9
	8	815	15	Sabbia (10%) Limo (90%)	101,3	9,6	17,8
	8	825	25	Limo (100%)	70,4	8,1	8,9
Belgirate 06/10/2011	9	905	10	Sabbia (70%) Limo (20%) Organico (10%)	94,5	8,6	19,4
	9	915	15	Sabbia (20%) Limo (70%) Organico (10%)	88,7	8,6	16,4
	9	925	25	Limo (90%) Organico (10%)	56,4	6,0	12,2
Dormelletto 04/10/2011	10	1005	5	Sabbia (70%) Limo (20%) Organico (10%)	.	.	.
	10	1015	15	Sabbia (40%) Limo (50%) Organico (10%)	.	.	.
	10	1025	25	Limo (100%)	.	.	.

5. RISULTATI

5.1 Macrofite

Il lavoro fatto nel corso del 2011 ha permesso in primo luogo di valutare con certezza le aree di presenza e assenza delle macrofite acquatiche lungo l'intero perimetro del lago Maggiore nonché lungo le coste delle isole presenti nel bacino. In figura 6.1 sono evidenziati in rosso i tratti di sponda a cui fanno riferimento le aree litorali con presenza di vegetazione.

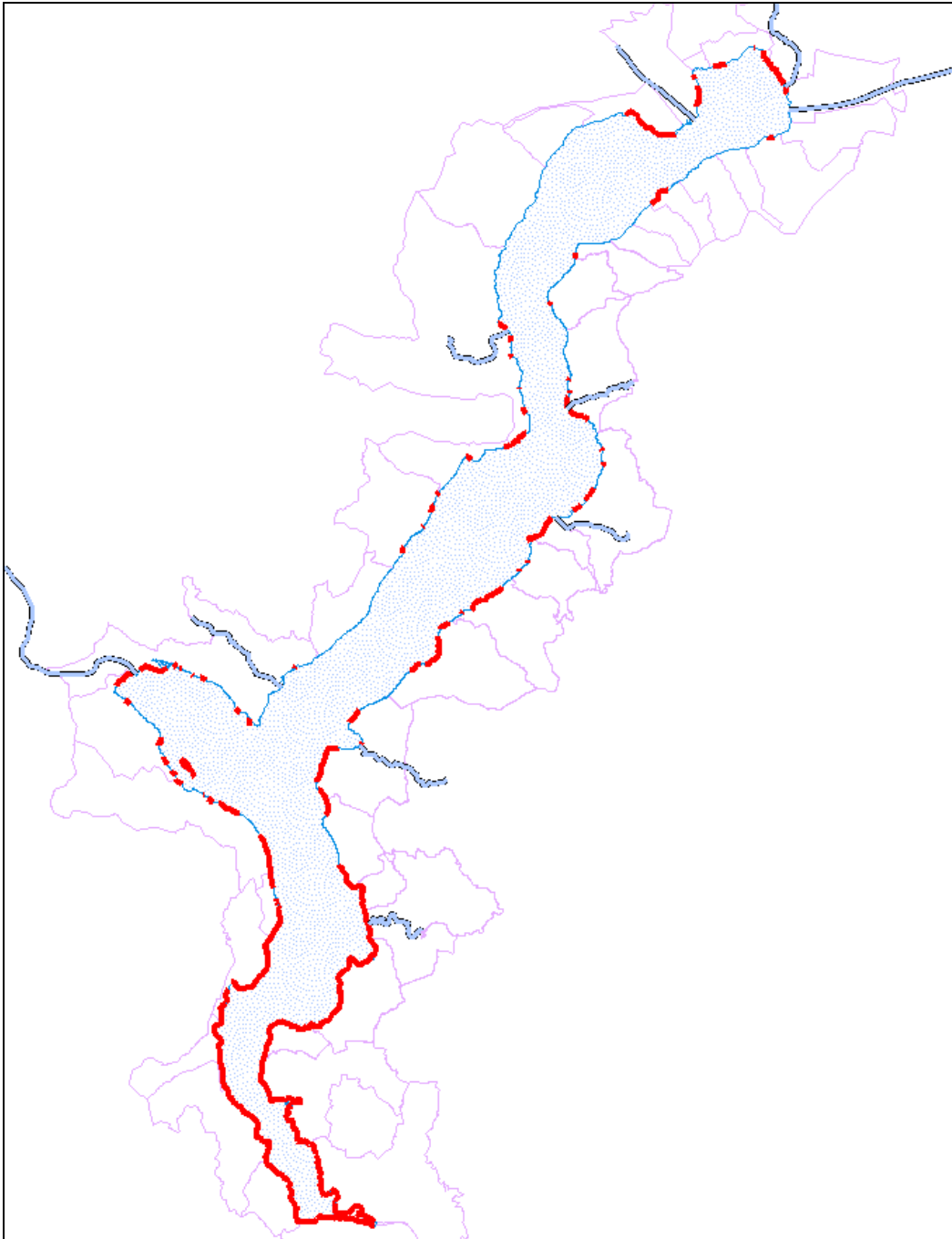


Fig. 5.1 Aree litorali del lago Maggiore con presenza di macrofite (evidenziate in rosso).

In APPENDICE A sono riportate in maniera più dettagliata e a scala maggiore le aree interessate dalla presenza di vegetazione acquatica.

La presenza o assenza di macrofite rispecchia in primo luogo, come ipotizzato nella fase iniziale del progetto, la morfologia delle aree spondali del lago e la struttura della riva. Risulta pertanto normale che la parte meridionale del Verbano, con sponde decisamente a pendenza più morbida e con sedimenti prevalentemente sabbiosi, sia quasi completamente colonizzata da vegetazione acquatica seppur con varie eccezioni puntuali. Allo stesso modo nella parte settentrionale del lago le aree con presenza di macrofite sono ristrette alle poche zone in cui la le sponde rocciose e a forte pendenza lasciano spazio a brevi tratti maggiormente colonizzabili come delta fluviali o zone deposizionali riparate dalle forti correnti delle acque del Verbano.

Il secondo obiettivo del primo anno di progetto è stato la valutazione delle specie presenti e quindi la stesura di un primo elenco floristico delle specie di macrofite acquatiche del Maggiore. Questo elenco dovrà tuttavia essere confermato e completato nel corso del secondo anno di progetto durante il quale, con la valutazione approfondita dei singoli transetti, si giungerà ad un grado di certezza e precisione maggiore. In questa fase si procederà inoltre ad un confronto con i lavori più recenti inerenti le macrofite acquatiche del Verbano (progetto PALMa, 2010; elenco floristico Bolle di Magadino). Di seguito (tab. 5.1) sono elencate le specie trovate nel corso del monitoraggio effettuato nell'estate 2011.

Tab. 5.1 Macrofite del lago Maggiore. Monitoraggio 2011.

MACROFITE DEL LAGO MAGGIORE

Ceratophyllum demersum

Chara globularis

Chara delicatula

Elatine hydropiper

Elodea canadensis

Elodea nuttallii

Lagarosiphon major

Myriophyllum spicatum

Najas marina

Najas minor

Potamogeton crispus

Potamogeton lucens

Potamogeton pectinatus

Potamogeton perfoliatus

Potamogeton pusillus

Potamogeton trichoides

Trapa natans

Vallisneria spiralis

Zannichellia palustris

Si evidenzia che *Trapa Natans*, seppur segnalata, è stata ritrovata con un solo esemplare in tutto il lago in territorio di Ispra.

Ultimo obiettivo del primo anno di progetto per quel che riguarda le macrofite è stato la valutazione dei siti omogenei di vegetazione come previsto dal Report CNR-ISE 03.11 “INDICI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA’ ECOLOGICA DEI LAGHI” allo scopo di decidere il numero di transetti e il loro posizionamento nel lago per la raccolta di dati utili all’applicazione dell’indice di qualità relativo alle macrofite secondo quanto richiesto dalla normativa ambientale italiana ed europea vigente.

In base a quanto richiesto e seguendo la definizione di SITO per il lago Maggiore sono state individuate 308 aree omogenee di vegetazione e pertanto il numero di transetti lungo i quali effettuare le osservazione nel secondo anno di progetto saranno altrettanti come richiesto dal Report CNR-ISE 03.11 (*“In ciascun sito deve essere individuato uno e un solo transetto, nella zona che l’operatore ritiene più rappresentativa del sito...”*). Il numero di transetti e quindi il numero e l’ubicazione dei siti omogenei potranno, se ritenuto necessario, andare incontro a variazioni nel corso del secondo anno di progetto.

5.2 Macrobenthos

Per il popolamento macrobentonico il progetto prevede la classificazione (riconoscimento specifico) e la valutazione numerica della comunità bentonica nell’anno 2012 lasciando al primo anno la sola parte di lavoro di campo e, per quanto riguarda l’attività di laboratorio, la suddivisione, lo stoccaggio e la preparazione, dove necessario, degli individui raccolti. Sempre nel secondo anno si procederà ad un confronto con i lavori inerenti il macrobenthos del Maggiore al fine di poter valutare l’evoluzione dei popolamenti macrobentonici presenti nel Verbano. Per tale motivo i risultati inerenti questo comparto biologico saranno presentati nel rapporto conclusivo del progetto.

Il Responsabile U.O. Monitoraggi e Sistemi Ambientali
Dr.ssa Valeria Roella

Il Collaboratore
Dr. Francesco Elvio

BIBLIOGRAFIA

ARPA della Lombardia. Dipartimento di Varese. 2009. *Ecomorfologia rive delle acque comuni. Programma quinquennale 2008-2012. Campagna 2008. Fruibilità delle rive del Lago Maggiore*. Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere (Ed.): 122 pp.

ARPA della Lombardia. Dipartimento di Varese. 2010. *Ecomorfologia rive delle acque comuni. Programma quinquennale 2008-2012. Campagna 2009. Valutazione integrata della fascia perilacuale del Lago Maggiore*. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (Ed.): 70 pp.

Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. I*. Provincia Autonoma di Trento. Pp: 1-357.

Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S., 1999. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. II*. Provincia Autonoma di Trento. Pp: 358-484.

C.N.R.–I.S.E. Sede di Verbania. 2007. *Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Programma quinquennale 2003-2007. Campagna 2007*. Commissione Internazionale per la Protezione delle acque Italo-Svizzere (Ed.): 132 pp.

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n.152 e s. m. i.. Norme in materia ambientale. Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 88 del 14/04/2006.

Ferrarese U., 1983. *Chironomidi, 3 (Diptera, Chironomidae: Tanypodinae)*. C.N.R. AQ/1/204 – Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, 26: 67 pp.

Ferrarese U. & Rossaro B., 1981. *Chironomidi, 1 (Diptera, Chironomidae: Generalità, Diamesinae, Prodiamesinae)*. C.N.R. AQ/1/129 - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, 12: 97 pp.

Istituto Italiano di Idrobiologia CNR. 1989. *Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Programma quinquennale 1983 – 1987 (relazione conclusiva)*. Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo – Svizzere: 190 pp.

Lencioni V., Marziali L. & Rossaro B., 2007. *I Ditteri Chironomidi: morfologia, tassonomia, ecologia, fisiologia e zoogeografia*. Quaderni del Museo Tridentino di Scienze Naturali, 1, Trento, 172 pp.

Marchetto A., Lugliè A., Padedda B. M., Mariani M. A., Sechi N., Salmaso N., Morabito G., Buzzi F., Simona M., Garibaldi L., Oggioni A., Bolpagni R., Rossaro B., Boggero A., Lencioni V., Marziali L., Volta P. & Ciampittiello M. 2011. *Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi*. Report CNR-ISE, 03-11: 164 pp.

Nocentini A., 1963. *Strutture differenziali della fauna macrobentonica litorale del lago Maggiore*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 16: 189 - 274.

Nocentini A., 1985. *Chironomidi, 4 (Diptera, Chironomidae: Chironominae, larve)*. C.N.R. AQ/1/233 - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, 29: 186 pp.

Oggioni a., 2010. *PALMa, Piante Acquatiche Lago Maggiore*. Report CNR-ISE, 02.10: 33 pp.

Rossaro B., 1982. *Chironomidi, 2 (Diptera, Chironomidae: Orthoclaadiinae)*. C.N.R. AQ/1/171 - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, 16: 80 pp.

Sansoni G., 1988. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua Italiani*. Provincia Autonoma di Trento, Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale. 191 pp.

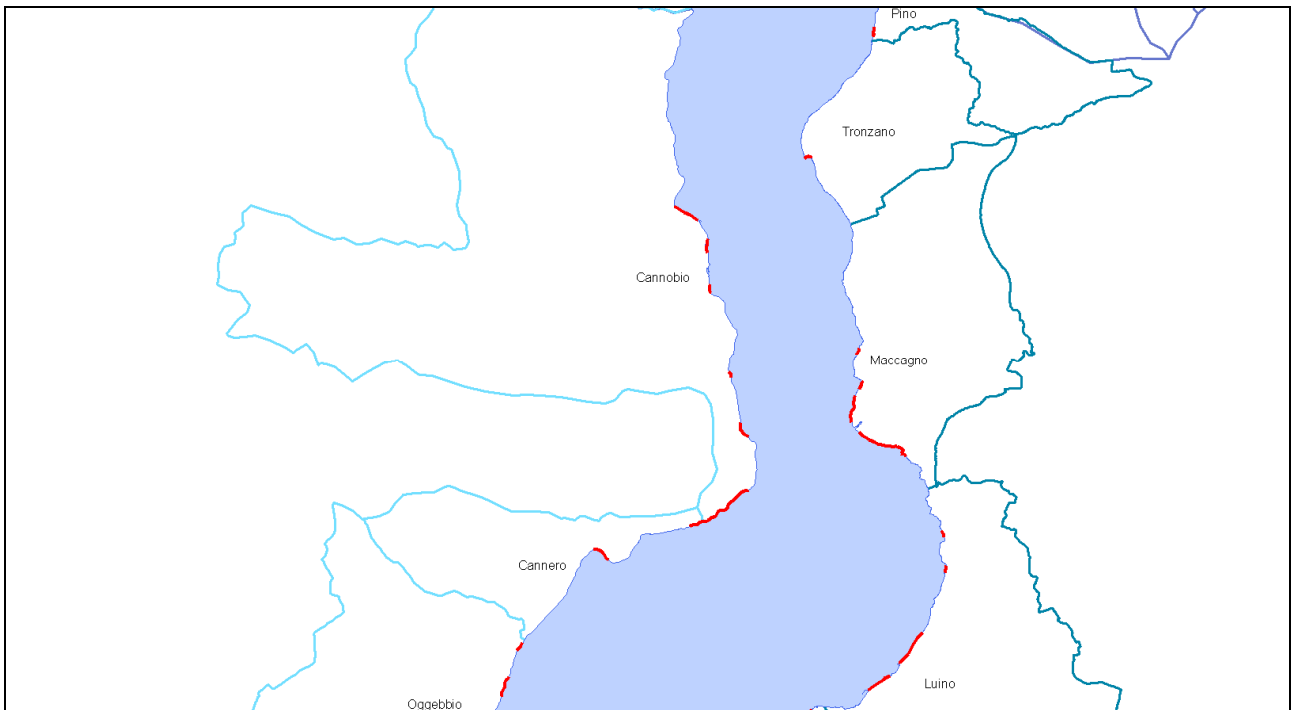
Water Framework Directive (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L327/1-72 (22.12.2000).

Progetto ECORIVE. Monitoraggio delle componenti biologiche del lago Maggiore.
Macrofite. Rappresentazione grafica.
In rosso sono evidenziate le aree litorali del lago in cui è stata rilevata la presenza di vegetazione.

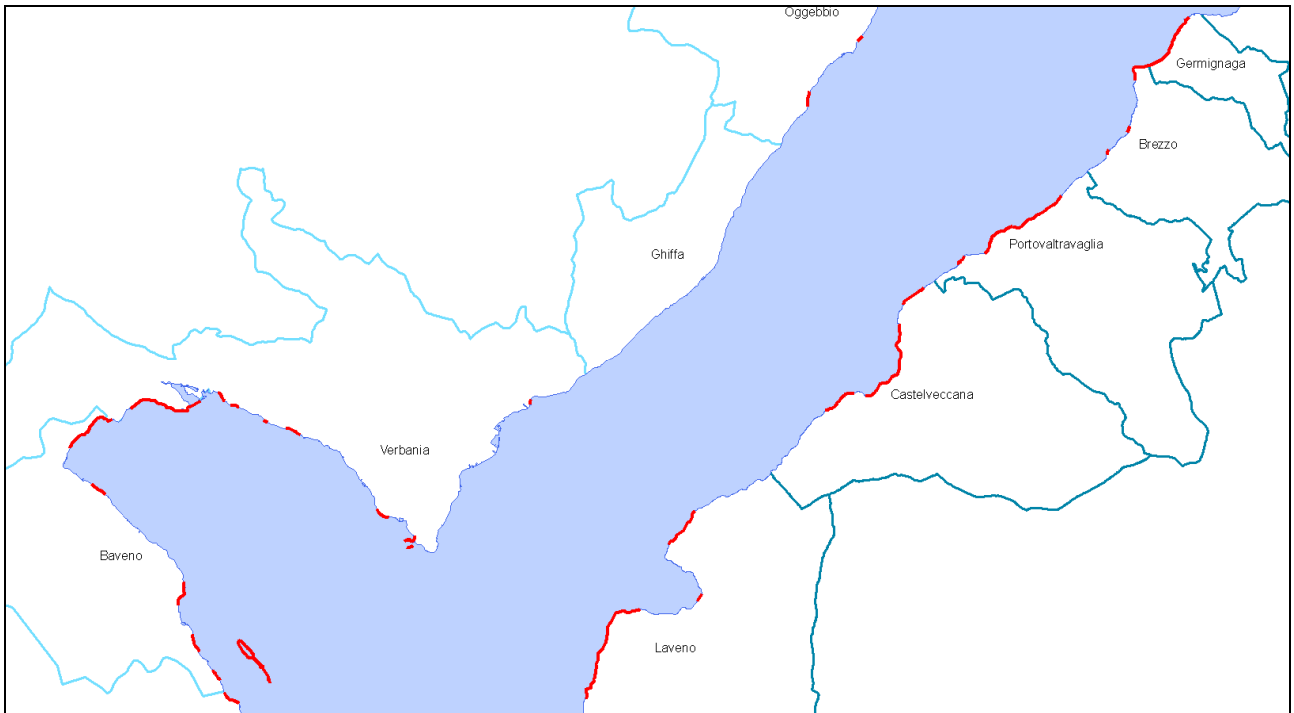
NORD



CENTRO - NORD



CENTRO



CENTRO - SUD



SUD

