



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE
Corso di Laurea Triennale in Scienze Naturali (classe L-32)

Studio delle macrofite acquatiche della Riserva Naturale
“Torbiere del Sebino”(BS)

Relatore interno: Prof. Marco Stefano Caccianiga

Relatore esterno: Dott. Glauco Patera

Elaborato finale di:

Federico Lombardo

Matricola 935802

Anno Accademico 2022-2023

INDICE

1.	RIASSUNTO	3
2.	INTRODUZIONE	5
2.1	GLI AMBIENTI DULCIACQUICOLI	5
2.2	LE MACROFITE ACQUATICHE	9
2.2.1	<i>Classificazione delle macrofite acquatiche</i>	10
2.2.2	<i>Cenni di ecofisiologia delle macrofite acquatiche</i>	10
2.2.3	<i>L'importanza ecologica delle macrofite acquatiche</i>	10
2.2.4	<i>Le macrofite come bioindicatori in ambiente lacustre</i>	10
2.2.5	<i>Tutela degli ecosistemi lacustri</i>	12
3	SCOPO DEL LAVORO	14
4	AREA STUDIO: LE TORBIERE DEL SEBINO	15
4.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	15
4.2	GEOLOGIA	16
4.3	IDROGRAFIA	16
4.4	CLIMA	17
4.5	ORIGINE DELLE TORBIERE DEL SEBINO	18
4.5.1	<i>Estrazione della torba</i>	19
4.6	ISTITUZIONE DELLA RISERVA NATURALE	20
4.6.1	<i>Zonizzazione</i>	21
4.7	INFLUENZA ANTROPICA E STATO DI CONSERVAZIONE	22
4.8	VEGETAZIONE	22
4.8.1	<i>Vegetazione potenziale</i>	22
4.8.2	<i>Vegetazione reale</i>	23
5	MATERIALI E METODI	26
5.1	CAMPIONAMENTO DELLE MACROFITE ACQUATICHE	26
5.2	IDENTIFICAZIONE DELLE MACROFITE	27
6.	RISULTATI	29
6.1	CHECKLIST FLORISTICA	29
6.2	DISTRIBUZIONE	54
7.	DISCUSSIONE	55
7.1	CONSERVAZIONE	56
8.	CONCLUSIONI	58
9.	BIBLIOGRAFIA	59
10.	SITOGRAFIA	61

1. RIASSUNTO

Il presente lavoro riguarda il monitoraggio delle macrofite acquatiche della Riserva Naturale Torbiere del Sebino (BS). Lo studio rientra all'interno di un più ampio progetto di monitoraggio floristico-vegetazionale, condotto da Gestore della Riserva e finalizzato alla valutazione dello stato di conservazione della componente vegetale all'interno dell'area protetta.

Per macrofite acquatiche si intende la componente produttiva primaria macroscopica, legata ad ambienti acquatici. Questa definizione però non ha alcun significato tassonomico, infatti è comune che gli autori di studi sulle macrofite specificino quali taxa verranno presi in considerazione. In questo studio data la significativa copertura delle elofite (*Phragmites australis* (Cav) Trin. ex Steud., *Carex sp. pl.*, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla) nel contesto palustre indagato, l'attività si è concentrata su tracheofite e alghe appartenenti alla famiglia delle Caracee, con forma biologica a Idrofita radicante (I rad) o natante (I nat); queste sono state descritte e mappate mentre le elofite sono solo state descritte.

La Riserva Naturale Torbiere del Sebino è stata dichiarata ZSC/ZPS e inserita tra le zone umide di importanza internazionale della Convenzione di Ramsar, per via delle peculiari caratteristiche del sito. Infatti essa è considerata un ecosistema seminaturale, in cui l'attività di estrazione della torba, avvenuta dal 1800 fino alla seconda metà del 1900, ha permesso il riaffioramento delle acque oligotrofiche di falda, originando così un biotopo dall'eccezionale valore naturalistico. È possibile dividere la riserva in 3 zone d'interesse: Lametta (acquittrino a diretto contatto con il lago d'Iseo), Lama (distesa di specchi d'acqua profilati da argini, risultato dell'escavazione di un giacimento torboso) e Vasche con profondità maggiore (6-7 metri, a sud della Riserva, originate dallo scavo dei depositi argillosi).

Negli ultimi decenni la qualità delle acque è via via peggiorata a causa degli scarichi fognari all'interno della Lama con conseguente inquinamento ed eutrofizzazione delle acque.

Per il monitoraggio in Lama e Lametta è stata adoperata un'imbarcazione, mentre nelle vasche meridionali, data la profondità significativa, è stato effettuato un campionamento al fondo con la collaborazione di sommozzatori. Essendo la Lama e la Lametta di origine artificiale, caratterizzate da profondità pressoché costante e sponde subverticali, si riscontra l'assenza di un gradiente batimetrico, e quindi non sono stati eseguiti transekti. Lungo la fascia perilacuale posta al limite nord della Riserva, considerati gli intervalli di profondità compresi tra 0 e 2 metri, si è proceduto con i campionamenti da imbarcazione lungo un tracciato a zig-zag, ispezionando i 2 intervalli di profondità (0-1, 1-2 m). Per i campionamenti in profondità sono stati adoperati strumenti specifici come ancora e rastrello. Dei diversi punti di osservazione sono state registrate coordinate geografiche (ricavate con GPS) e le specie di macrofite rilevate.

La determinazione dei taxa vascolari è avvenuta osservando caratteri tassonomici in campo con l'eventuale utilizzo di una lente 40X e l'uso del testo: "La flora d'Italia" (Pignatti, 2019); mentre per la classificazione delle caroficee è stata necessaria l'osservazione dei campioni allo stereomicroscopio (SWIFT S306S), e l'uso del testo: "Flora analitica delle Caroficee" (Bazzichelli & Abdelahad, 2009).

Lo studio ha evidenziato la presenza di 23 specie di macrofite acquatiche di cui: 14 idrofite radicanti, 4 idrofite flottanti e 5 elofite appartenenti a 15 famiglie diverse. È stato possibile stilare una checklist delle specie target e creare una mappa della distribuzione delle macrofite con l'impiego di QGIS.

Il monitoraggio ha permesso l'osservazione di 3 nuove specie per la Riserva: *Ranunculus tricophyllus* Chaix, *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves e *Stuckenia pectinata* (L.) Börner.

Dal punto di vista ecologico, risulta evidente la prevalenza di specie tolleranti ad alti livelli di nutrienti, fattore che sottolinea il significativo impatto antropico sui corpi idrici della Riserva. Si tratta di una dinamica che ha progressivamente selezionato le specie adattate ad acque eutrofiche, sfavorendo gli elementi di pregio legati ad acque meso-oligotrofiche. Dal punto di vista distributivo, si riscontra una maggior biodiversità in Lametta e nelle vasche profonde a sudovest della Lama dove troviamo elementi di pregio come *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre e *Ranunculus tricophyllus* C., anche se la specie *Utricularia australis* considerata di maggior pregio conservazionistico è stata rinvenuta anche in Lama.

All'interno della Riserva, la vegetazione macrofita acquatica è caratterizzata da un considerevole grado di biodiversità ma si osserva una notevole differenza tra distribuzione delle specie e biodiversità; questa discrepanza è legata al diverso stato di conservazione dei corpi idrici.

L'indagine pone le basi per le future attività di conservazione di specie e habitat acquatici presenti in Riserva, oltre che sottolineare le aree più critiche. Lo studio ha inoltre contribuito alla comprensione della ricchezza floristica presente nell'Area protetta.

2. INTRODUZIONE

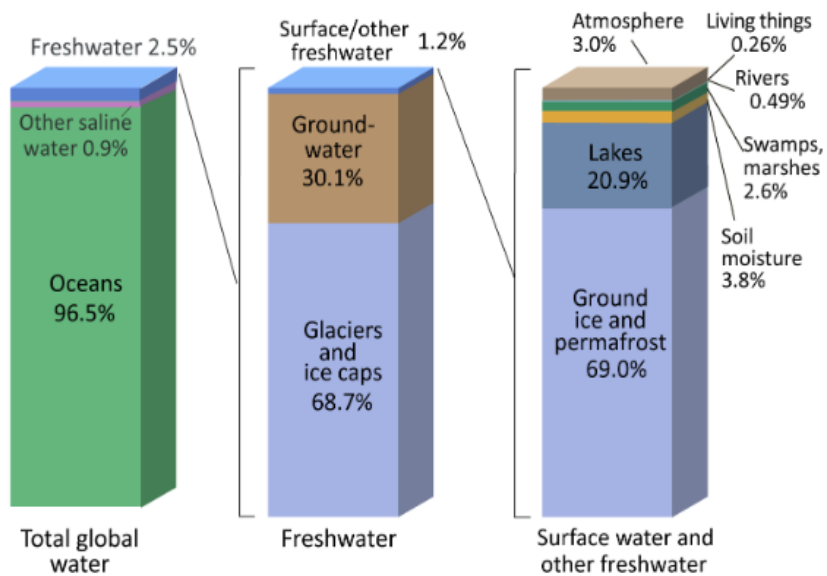
2.1 Gli ambienti dulciacquicoli

La Terra è ricca d'acqua, infatti si stima che la superficie terrestre sia ricoperta per oltre il 70% da acqua di cui circa il 97 per cento costituisce oceani e mari, quindi è acqua salata (Fig.1). Solo il 3% delle acque totali sono dolci; la grande maggioranza delle acque dolci si trova sotto forma di ghiacciai (circa 68%) oppure in falde acquifere sotterranee (circa 30%) il rimanente 2% corrisponde all' acqua dolce superficiale (Shiklamonov, 1993). Nonostante la percentuale di acqua dolce sia relativamente piccolissima, essa ospita una grandissima biodiversità: circa il 6% delle specie finora descritte vive in acqua dolce (Hawksworth & Kalin-Arroyo, 1995). Di queste oltre 10000 specie sono pesci e rappresentano il 40% dell'ittiofauna mondiale, un quarto della fauna di vertebrati (Lundberg et al., 2000).

Le acque dolci sono distribuite in modo eterogeneo sulla superficie terrestre, essendo abbondanti in alcune regioni geografiche e pressoché assenti in altre. Queste variazioni dipendono dalle caratteristiche del suolo, dal clima, dalla latitudine, dalle temperature, dai livelli di precipitazioni, ecc.. Tutte queste variabili portano alla presenza di aree in cui le acque dolci sono estremamente scarse, come nelle regioni desertiche, e aree in cui invece la scarsità di acqua non si verifica quasi mai, come in molte regioni temperate e nelle foreste pluviali. Nonostante i sistemi di acqua dolce abbiano un ruolo fondamentale nella biosfera e i numerosi servizi ecologici da essi forniti siano un cardine per l'economia, la loro disponibilità sta drasticamente diminuendo in per via della gestione sconosciuta e il costante incremento dello sfruttamento nel tempo (Jackson et al., 2001). Sono diversi i tipi di ambienti legati alle acque dolci e ognuno di essi rappresenta un sistema a sé stante, con proprie caratteristiche fisico-chimiche e una specifica componente biotica (Hutchinson, 1957; Hutchinson, 1975; Wetzel, 2001). Le tipologie principali di ambiente dulciacquicolo sono: sistemi di acque in movimento (lotici) e i sistemi di acque ferme (lentici). A queste si aggiungono i sistemi di zone umide che hanno come caratteristiche fondamentali il forte gradiente di umidità e la stagionalità (Keddy, 2000). Nonostante sia chiaro da tempo che esiste una connessione tra le diverse componenti di un sistema ecologico (vedi ad esempio Forbes, 1887) solo successivamente si è riconosciuta l'importanza di ricorrere a un approccio ecosistemico per la gestione delle acque dolci (Karr, 1991), evidenziando lo stretto rapporto tra la componente biotica e il mantenimento della funzionalità di questi ecosistemi. Attualmente gli studi limnologici concentrano la propria attenzione su cinque componenti biotiche (macrobenthos, fitoplancton, diatomee, macrofite e ittiofauna) dato che ognuna di esse riveste un ruolo fondamentale come indicatore dell'ambiente. Le macrofite, in particolare le specie perenni, sono sensibili a diversi cambiamenti ambientali (Nichols et al., 2000) e per la loro natura (incapaci di rispondere ad un cambiamento repentino muovendosi a differenza degli altri gruppi tassonomici indagati) possono essere usate come indicatori a lungo termine con un'alta risoluzione spaziale (Melzer, 1999). Diversi studi (ad esempio Sala et al., 2000) dimostrano come il più alto tasso di perdita di biodiversità è legato agli ecosistemi acquatici. Le principali cause di minaccia sono l'inquinamento e la "bonifica" di zone umide in modo da usare il suolo per altri scopi che forniscono un guadagno economico nel breve periodo successivo e che porta quindi a una

costante perdita e frammentazione di questi habitat (Brinson & Malvárez, 2002; Dudgeon et al., 2006).

Gli habitat legati all'acqua dolce hanno i valori di produttività primaria tra i più elevati: diversi studi hanno dimostrato che esiste una correlazione positiva tra PPN (considerata in biomassa prodotta), biodiversità, beni/servizi ecosistemici e valore economico dell'ecosistema (Fig 2,3,4). L'importanza di recuperare la funzionalità di questi ecosistemi è stata ratificata da molte iniziative a carattere locale e internazionale, come la risoluzione dell'ONU 58/217, che ha istituito il decennio dell'acqua 2005-2015 o la Direttiva sulle acque 2000/60/CE (DQA) che stabilisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque interne superficiali, di transizione, costiere e sotterranee (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica). Quindi lo studio degli ambienti di acque dolci risulta di particolare importanza per comprendere al meglio quali sono le dinamiche ecologiche che li caratterizzano anche al fine di una corretta gestione ambientale.



Credit: U.S. Geological Survey, Water Science School. <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school>

Figura 1. Distribuzione dell'acqua sulla Terra.

Bioma	Superficie totale (ha × 10 ⁶)	Valore totale all'ettaro (dollari/ha/anno)	Valore globale su scala mondiale (miliardi di dollari/anno)
Oceani aperti	33 200	252	8381
Fasce costiere	3102	4052	12 568
Foreste tropicali	1900	2007	3813
Foreste temperate/foreste boreali	2955	302	894
Praterie/terreni da pascolo	3898	232	906
Zone umide	330	14 785	4879
Laghi/Fiumi	200	8498	1700
Deserti	1925	<i>i.m.</i>	<i>i.m.</i>
Tundra	743	<i>i.m.</i>	<i>i.m.</i>
Ecosistemi glaciali/Ecosistemi rocciosi	1640	<i>i.m.</i>	<i>i.m.</i>
Coltivazioni	1400	92	128
Ecosistemi urbani	332	<i>i.m.</i>	<i>i.m.</i>
Totale (miliardi di dollari/anno)			33 268

i.m. = informazioni mancanti

Fonte: Dati da Costanza et al., 1997.

Figura 2. Valore medio dei servizi forniti dagli ecosistemi naturali di diversi biomi.

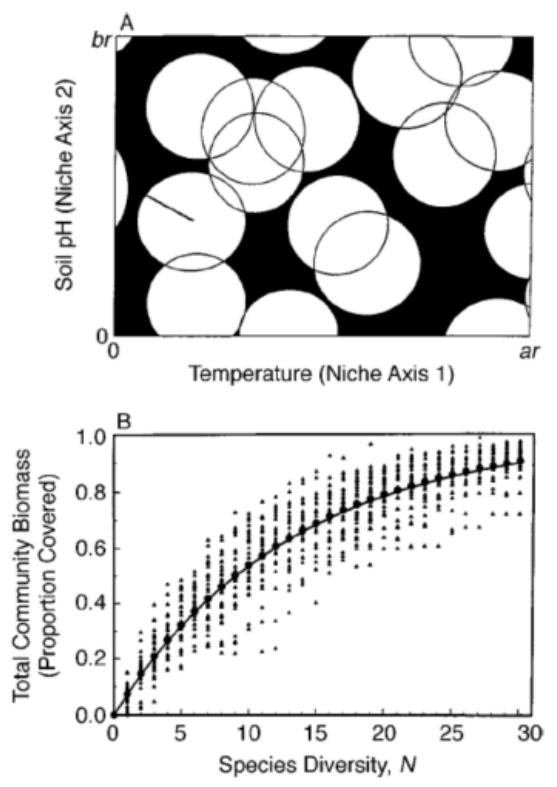


Figura 3 (A) Modello di nicchia ecologica, dove ogni cerchio bianco rappresenta un range di condizioni ambientali (r) in cui una specie ha fitness migliore. (B) il modello predice la biomassa totale in relazione della biodiversità, assumendo che diverse specie abbiano diverse nicchie ecologiche e che l'ambiente è temporalmente e spazialmente variabile, quindi la diversità biologica influenza positivamente la funzionalità negli ecosistemi. (Tilman et al, 1997)

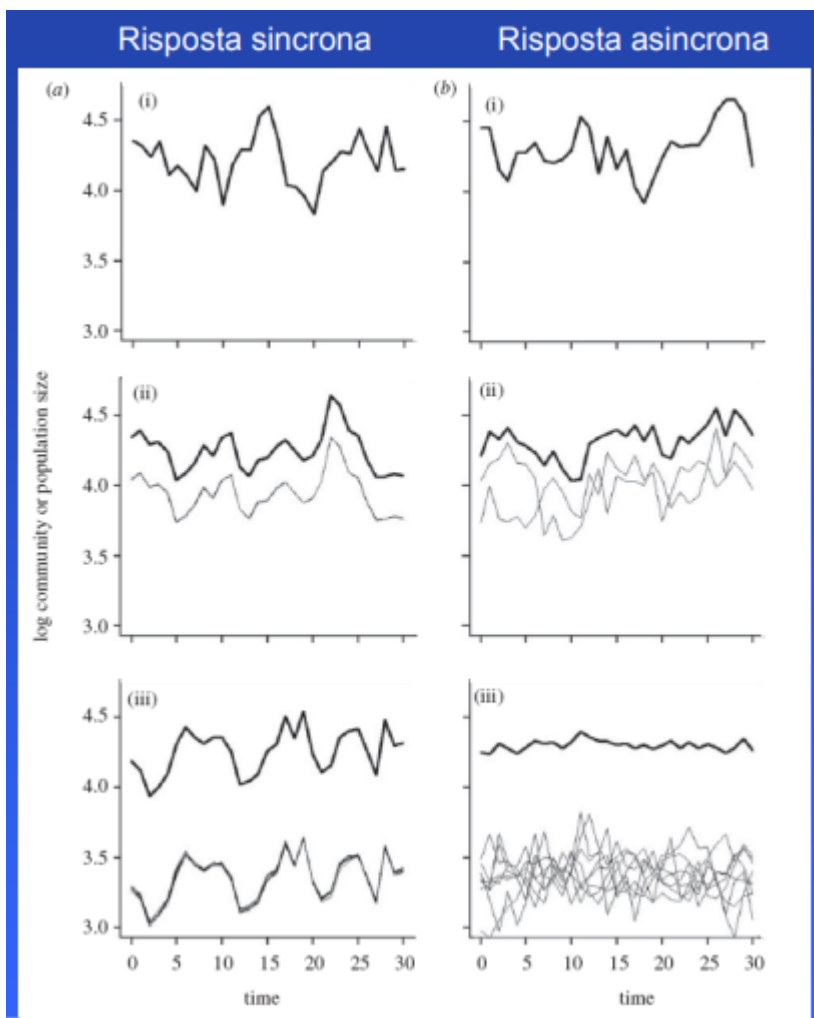


Figura 4 Modello di biodiversità e stabilità – (b) Quando le specie hanno risposte asincrone alle fluttuazioni ambientali (le specie hanno risposte ambientali indipendenti), le dimensioni delle rispettive popolazioni (linee sottili) hanno andamenti asincroni, questo riduce la variabilità nelle dimensioni della comunità nel tempo (linee spesse). Perciò all'aumentare della biodiversità aumenta la stabilità dell'ecosistema avendo produttività e resistenza maggiori. (a) Quando la risposta è sincrona (modello irrealistico) la stabilità sarà bassa. (i), una specie; (ii), due specie; (iii), otto specie. (Loreau et al., 2013).

2.2 Le macrofite acquatiche

2.2.1 Classificazione delle macrofite acquatiche

Le macrofite includono angiosperme erbacee, pteridofite, briofite e alghe macroscopiche. Questo tipo di classificazione non ha fondamento di tipo filético ed è basato, oltre che sui criteri dimensionali, su aspetti di tipo ecologico e funzionale (Bolpagni et al., 2011).

La classificazione funzionale è basata in particolare sull'igrofilia (Fig. 5). Le idrofite sono piante che svolgono tutte le fasi fondamentali del ciclo vitale completamente sommerse o in acqua. Appartengono a questo gruppo le pleustofite, piante liberamente flottanti sulla superficie o infra-acquatiche che presentano un apparato radicale immerso nella colonna d'acqua ma non ancorato al sedimento, ad es. *Lemna* e *Salvinia*, e le rizofite, piante provviste di un apparato radicale e/o fusti spesso differenziati in rizoma ancorato al fondale e un apparato vegetativo che può essere esclusivamente infra-acquatico (ad es. *Vallisneria* o *Elodea*) o emergente (ad es. *Nuphar* o *Nymphaea*). Le anfifite sono un gruppo di piante affiliato alle idrofite, con la particolare capacità di colonizzare anche substrati non costantemente sommersi; presentano spesso un importante dimorfismo fogliare o di struttura in funzione della profondità dell'acqua presente nel sito colonizzato o delle fasi di esposizione (ad es. *Butomus* o *Sparganium*). Le elofite comprendono le specie radicate in substrati costantemente saturi (sul fondo del corpo d'acqua), ma i cui apparati vegetativi e riproduttivi sono quasi completamente emergenti (ad es. *Carex*, *Phragmites* e *Typha*), in genere si tratta di taxa che colonizzano i settori ripari con livelli idrometrici non superiori al metro. Sono poi da intendere appartenenti al gruppo delle macrofite anche un significativo contingente di specie che costituiscono le cenosi erbacee pioniere delle forme di fondo periodicamente emergenti, definite da alcuni autori come specie sopra-acquatiche; si tratta di piante che tollerano temporanei periodi di sommersione o che hanno cicli vitali brevi (ad es. le terofite) e che colonizzano i settori litoranei dei corpi idrici frequentemente rimaneggiati dagli eventi di piena (Haury et al., 2000), tipicamente caratterizzate da vegetazioni degli ordini *Littorelletalia* e *Nanocyperetalia fusci*.

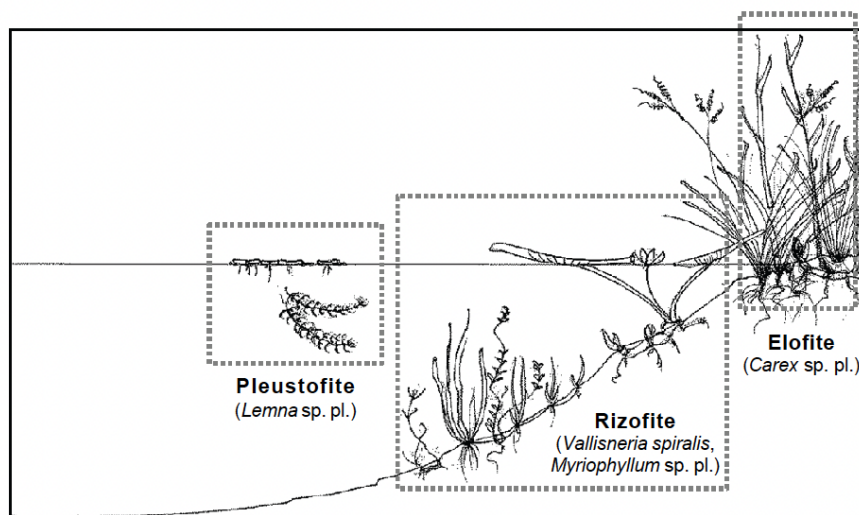


Figura 5. Tipologie prevalenti di piante idro-igrofile in base alla forma di crescita e sviluppo.

2.2.2 Cenni di ecofisiologia delle macrofite acquatiche

Sono numerosi i fattori ambientali che giocano un ruolo di primo piano nel modulare i processi di colonizzazione, la composizione specifica e la struttura delle comunità a macrofite. Tra i fattori abiotici di maggior peso ricordiamo: radiazione luminosa, temperatura, regime idrologico, tipo di substrato/sedimento e caratteristiche fisico-chimiche delle acque (Bornette e Pujalon, 2011). Diversi ma non meno importanti sono i fattori biotici, tra i quali sono da elencare: capacità riproduttive, processi di dispersione, relazioni interspecifiche e grado d'interazione tra i popolamenti macrofitici con la componente animale. In generale, le idrofite e le specie vegetali anfobie sono ben adattate alle difficili condizioni imposte dalla sommersione e dalle condizioni riducenti del sedimento. Ciò è possibile grazie allo sviluppo di un tessuto di conduzione specializzato, l'aerenchima, che consente il trasferimento di gas, e in particolare di ossigeno, dagli apparati fotosintetici alle radici. La differenziazione di questo tessuto, osservabile nella struttura "spugnosa" o a "cribro" delle radici, del fusto e dei piccioli delle foglie, ha permesso alle piante acquatiche di rifornire costantemente di ossigeno l'apparato radicale limitando gli effetti citotossici dei composti ridotti che vengono prodotti dal metabolismo microbico nel sedimento anossico e riducente.

2.2.3 L'importanza ecologica delle macrofite acquatiche

L'importanza delle macrofite è stata sancita a livello internazionale e comunitario tramite l'emanazione di norme e documenti di programmazione (Convenzione di Ramsar, Direttive "Uccelli" e "Habitat", Water Framework Directive, Clean water act) che ne hanno riconosciuto il "valore ecosistemico e funzionale". Le macrofite hanno un ruolo ecosistemico importante:

- a) Per l'elevata reattività degli ambienti marginali, umidi e lacustri. Capaci di intercettare grandi quantità di nutrienti di origine terrestre (reattori biogeochimici) (Wetzel 1990);
- b) In ragione della capacità di sostenere valori di produzione primaria massimi (in condizioni di temperatura e illuminazione favorevoli) (Wetzel 1990);
- c) Cui consegue la capacità di garantire la sopravvivenza di un grandissimo numero di specie vegetali e animali (Kladec & Knight 1996; Söderquist et al. 2000).

2.2.4 Le macrofite come bioindicatori in ambiente lacustre

Un indicatore biologico, secondo la definizione di Johnson et al. (1992), è una specie o insieme di specie (comunità) con particolari esigenze rispetto a un insieme di variabili fisiche o chimiche.

Un buon indicatore per poter essere definito tale deve mostrare i seguenti requisiti:

- relativa facilità di identificazione
- variabilità ecologica e range di tollerabilità ristretti: le specie stenoecie danno un contributo più utile in termini di bioindicazione (Pignatti, 1995)
- distribuzione cosmopolita
- elevate densità e dimensioni piuttosto grandi
- mobilità limitata e ciclo vitale relativamente lungo

Le macrofite acquatiche sono considerate ottimi indicatori di qualità ambientale, in quanto appaiono essere molto sensibili ai livelli dei nutrienti, ai fitofarmaci ed alle componenti idromorfologiche del biotopo (batimetria, qualità del substrato). Inoltre presentano una mobilità limitata e vivono a lungo, caratteristiche che permettono di determinare lo stato trofico sito-specifico, nonché gli effetti cumulativi di vari fattori di stress nel corso del tempo (Melzer, 1999; Kohler & Schneider, 2003).

Le macrofite integrano diverse qualità dell'ecosistema: qualità temporali, spaziali, chimiche, fisiche e biologiche (Lacoul & Freedman, 2006). Per questo motivo possono essere usate come indicatori di molti parametri dell'ecosistema lacustre (Heegaard, et al. 2001; Rørslett, 1991), non solo a livello specifico ma anche cenologico (Kolada, 2010). Contrariamente a diatomee e fitoplancton, le idrofite hanno la capacità di indicare dinamiche ecologiche sul lungo periodo (Seele et al., 2000), sono indicatrici delle oscillazioni dei livelli delle acque (Keddy & Reznicek, 1986;), delle dinamiche di costa (Keddy, 1982) e del sedimento (Barko & Smart, 1986; Madsen et al., 2001). Sono indicatori di disturbi meccanici (Torn et al., 2010) e sono strettamente connesse con la disponibilità di luce, un parametro che è direttamente correlato alle condizioni dell'acqua e alla sua torbidità. Di importanza non trascurabile è anche la competizione che si instaura con l'epifiton (Cattaneo & Kalff, 1980) e con gli erbivori che si nutrono di macrofite (Miller & Provenza, 2007). Una formazione a macrofite rappresenta uno degli habitat ideali per il macrobenthos (Matrantuono & Mancinelli 2005). La presenza, la distribuzione e l'abbondanza delle macrofite all'interno di un bacino lacustre sono legate a molti parametri ambientali intrinseci al bacino (Hutchinson, 1975; Lacoul & Freedman, 2006; Bornette & Puijalon, 2011). La capacità bioindicatrice delle macrofite non si limita alle sole condizioni chimico-fisiche del bacino lacustre ma si estende anche alle modificazioni antropiche indotte sul bacino idrografico, infatti, la loro sensibilità nei confronti dell'inquinamento e alterazioni strutturali dell'ambiente è stata dimostrata da diversi studi (Melzer A., 1999; Kohler A. & Schneider S., 2003). Integrando le informazioni è possibile formulare degli indici multimetrici per la valutazione dello stato di conservazione dei laghi (Nichols et al., 2000; Beck et al., 2010; Kolada, 2010). I primi studi sulle macrofite lacustri sono stati condotti sui laghi del nord Europa. Numerosi autori hanno usato le macrofite per classificare diversi tipi ecologici di laghi (Almquist, 1929; Jensen, 1979). Nel lavoro di classificazione dei laghi svedesi di Jensen (1979) si è evidenziata la relazione tra la diversa composizione macrofitica dei laghi e le caratteristiche chimico-fisiche delle acque. I parametri presi in considerazione nell'articolo sono quelli essenziali: conducibilità, pH, concentrazione ioni Ca^{2+} , concentrazione ione carbonato e bicarbonato (alcalinità), profondità e trasparenza delle acque. Gli ordinamenti presentati nel lavoro dimostrano che le tipologie lacustri individuate sono correlate principalmente con la conducibilità delle acque. Successivamente grazie ai lavori di Duarte & Kalff (1990) e Vestergaard & Sand-Jensen (2000) hanno dimostrato come la variabilità nel contingente macrofitico, usata per distinguere i laghi in diversi tipi ecologici, siano da attribuire alle variazioni fisico-chimiche delle acque e in particolare ai livelli di alcalinità. L'alcalinità è un descrittore della concentrazione dei carbonati nelle acque (es carbonato di calcio) un'importante sorgente di carbonio inorganico, fondamentale per i processi fotosintetici. La dominanza di alcune specie nei laghi a bassa alcalinità è legata all'abilità di queste di estrarre carbonio inorganico con maggiore efficienza (Richardson et al., 1984). I laghi poveri di sostanze nutritive, diffusi soprattutto in nord Europa, sono soggetti a fenomeni di alcalinizzazione ed eutrofizzazione (Free et al., 2009) che

incidono fortemente sulla sopravvivenza di specie adattate a condizioni di oligotrofia e grande trasparenza delle acque (Smolders et al., 2002). Nei laghi con maggiore concentrazione degli ioni HCO_3^- la competitività di queste specie decresce lasciando spazio ecologico a quelle legate ad acque eumesotrofiche come alcune Characeae, che dominano all'interno del bacino nella zona pelagica e alle elofite (*Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris* e *Typha angustifolia*) dominanti nella fascia ripariale (Jensen, 1979). Quindi all'interno del lago, distribuzione e abbondanza sono influenzate da fattori intrinseci (come il gradiente di luce e temperatura che si incontra spostandosi dalla superficie in profondità) e da altri fattori che presentano una certa variabilità (come l'influenza del vento, la pendenza del fondale o la presenza di un disturbo meccanico locale) che possono generare dei pattern identificabili solo con un'alta risoluzione spaziale. Attraverso l'analisi della distribuzione e dell'abbondanza delle macrofite è quindi possibile avere un quadro di molti parametri ambientali, alcuni intrinseci al bacino, altri di origine antropica.

2.2.5 Tutela degli ecosistemi lacustri

Nonostante l'elevato valore, la disponibilità di ecosistemi d'acqua dolce è in costante diminuzione a causa dell'irrefrenabile aumento del tasso di distruzione e/o sfruttamento (Verhoeven et al., 2006; Jackson et al., 2011). Con particolare riferimento alla vegetazione acquatica, nei paesi dove sono state avviate azioni per la loro salvaguardia, a un generale recupero della qualità chimico-fisica delle acque superficiali non si associa un recupero della qualità (in termini di diversità e struttura) delle comunità a macrofite (Pulido et al., 2011). Di conseguenza, questi ecosistemi sono caratterizzati da altissimi tassi di perdita di diversità floristico-vegetazionale, specialmente nelle pianure irrigue fortemente sfruttate, non da meno la Pianura Padana (Bolpagni et al., 2013; Bolpagni & Piotti, 2015, 2016). Le principali cause di minaccia per questi ecosistemi sono l'inquinamento (es. la contaminazione con fertilizzanti e pesticidi) e il cambio di destinazione d'uso del suolo, con conseguente perdita di habitat (Dudgeon et al., 2006).

Va ricordato per esempio, che una quota pari al 90% delle aree occupate da zone umide in Europa è stata perduta o irreversibilmente compromessa già a partire dalla fine del '700 (Verhoeven et al., 2006). Altri rilevanti fattori di impatto sono la modificazione antropica dei regimi dei corsi d'acqua, l'urbanizzazione e l'eccessivo sfruttamento della risorsa idrica. Data la loro rilevanza e l'urgenza di tutela, esiste un sistema articolato di convenzioni e normative internazionali che si interessano di questi ambienti, prima tra tutte la Convenzione di Ramsar sulle Zone Umide (1971). A livello europeo, a riguardo, sono state emanate diverse direttive tra le quali le più rilevanti al fine della loro salvaguardia sono: la Direttiva Uccelli (79/409/CEE; DU), la Direttiva Habitat (92/43/CE, DH), e la Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE; WFD). Tra queste, la DH rappresenta il principale pilastro della politica comunitaria nella conservazione della biodiversità e comporta un obbligo di rendicontazione periodica (monitoraggio) dello stato di conservazione delle Specie e degli Habitat di interesse comunitario, dei loro trend e prospettive future, e degli interventi di tutela attuati da tutti gli Stati Membri dell'Unione Europea (Genovesi et al., 2014). Lo stato di conservazione è un concetto fondamentale della DH sul quale fondare e sviluppare i programmi e le azioni di monitoraggio. Per stato di conservazione di un Habitat naturale si intende l'effetto complessivo dei fattori che ne influenzano il dinamismo, nonché sulle specie tipiche che in esso si trovano (cfr. Evans

& Arvela, 2011). Ne consegue che i programmi e i protocolli di monitoraggio devono necessariamente contenere quantomeno i criteri e i parametri utili per la valutazione dello stato di conservazione. Particolare rilevanza ha la definizione delle specie tipiche, entità che dovrebbero essere:

- rappresentative degli strati di vegetazione qualificanti l'habitat
- dominanti
- frequenti
- diffuse in tutto l'areale dell'habitat
- ben definite da un punto di vista tassonomico
- facilmente riconoscibili e in più stagioni dell'anno
- fedeli all'habitat (esclusive o elettive)
- sensibili ai cambiamenti ambientali (stenoecie)

Nell'ottica del monitoraggio degli habitat acquatici, assume notevole importanza l'attuazione della WFD, finalizzata alla tutela e valorizzazione degli ecosistemi acquatici, con particolare riferimento alla mitigazione degli effetti delle inondazioni e della siccità. La WFD impegna tra l'altro gli Stati Membri a formalizzare e aggiornare regolarmente un registro delle aree protette identificate in base all'attuazione della D.H. e della D.U. a scala di distretto idrografico. Tra le aree protette, ai sensi dell'art. 6 della WFD, sono da ricomprendere anche le aree ZSC, la cui conservazione è vincolata al mantenimento o al miglioramento della qualità delle acque. Ottemperare contemporaneamente a questi obiettivi, rappresenta uno dei fondamenti delle strategie d'intervento per la riqualificazione ecologica degli ecosistemi acquatici, tenuto conto che il buono stato delle acque include sia lo stato ecologico che quello chimico-fisico, e che gli obiettivi di conservazione si riferiscono a Specie e Habitat di interesse comunitario.

Gli ecosistemi d'acqua dolce possono ospitare ecotoni multipli in virtù della loro conformazione morfologica e dei parametri chimico-fisici delle acque e dei sedimenti. Tale diversità è riconosciuta dalla DH, che include nell'Allegato I un'ampia articolazione di habitat d'acqua dolce (codice 3xxx), nel dettaglio gli habitat dei sistemi lacustri sono riferiti alla categoria "Acque stagnanti" (31xx). (Bolpagni, 2016)

3 SCOPO DEL LAVORO

La seguente tesi è incentrata sull'analisi e la determinazione delle macrofite acquatiche presenti all'interno della Riserva Naturale "Torbiera del Sebino" (BS). Il presente lavoro rientra all'interno di un più ampio progetto di monitoraggio floristico-vegetazionale, condotto da parte dell'Ente Gestore della Riserva e finalizzato alla valutazione dello stato di conservazione della componente vegetale all'interno dell'area protetta.

Lo studio della flora acquatica delle torbiere sebine risulta di particolare interesse in quanto, nonostante il territorio in analisi sia studiato da parte dei botanici da oltre ottant'anni, mai in precedenza era stato realizzato uno studio mirato della componente idrofitica. I dati raccolti, oltre ad arricchire la conoscenza naturalistica dell'area, sono utili alla valutazione dello stato dei corpi idrici della Riserva, fortemente impattati dalle attività antropiche e dai cambiamenti climatici in atto.

4 AREA STUDIO: le Torbiere del Sebino

4.1 Inquadramento geografico

Il Sebino, comunemente noto come lago d'Iseo, è uno dei laghi prealpini di origine glaciale del nord d'Italia, si trova in Lombardia, ad una quota di 185 m s.l.m., tra le province di Bergamo e Brescia (Fig. 6). Ha una superficie pari a circa 65 km² e una profondità massima di 251 m (Orombelli).

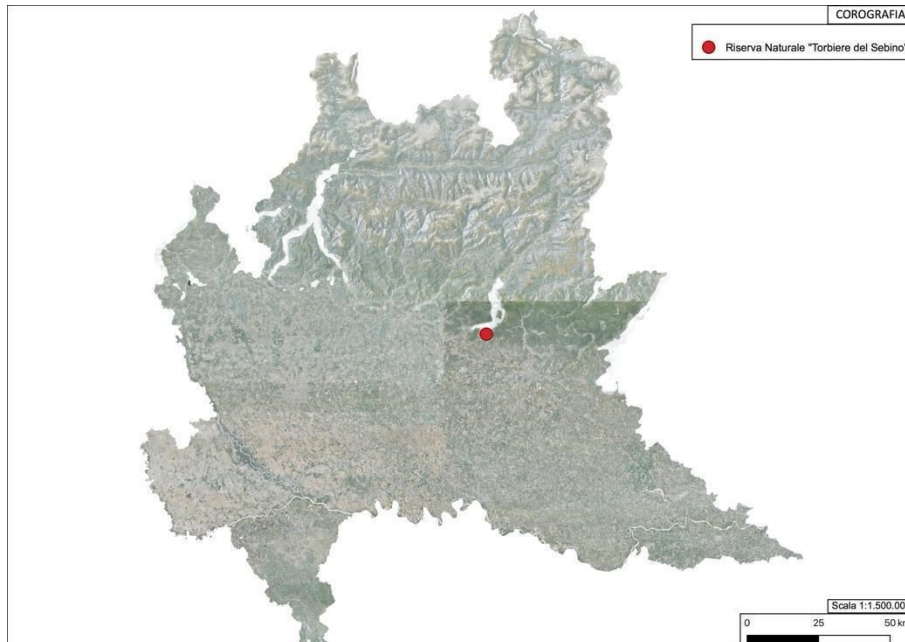


Figura 6. Localizzazione della Riserva Naturale "Torbiere del Sebino".

Nella fascia meridionale del lago, all'interno del territorio bresciano, si trova la Riserva Naturale Torbiere del Sebino (Fig 7). Questa è delimitata lateralmente dai Comuni di Provaglio d'Iseo, Corte Franca e Iseo, mentre inferiormente il limite è posto dal cordone morenico Provaglio-Timoline, al di là del quale si trova l'insieme delle colline della Franciacorta (Vecchia, 1954). La Riserva occupa una superficie di circa 360 ha ed il cordone morenico Clusane-Iseo la divide in tre parti: le **Lame**, vasta distesa di specchi d'acqua profilati da argini, risultato dell'escavazione di un giacimento torboso, le **Lamette**, acquitrino a diretto contatto con il lago e le **Vasche** originate da scavi dei depositi argillosi a sudovest della Riserva.

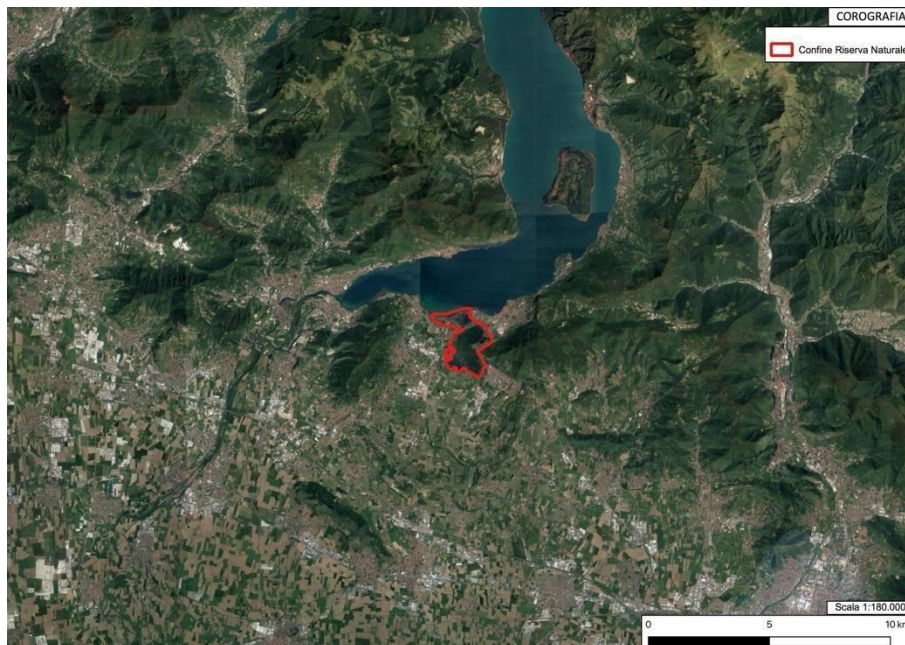


Figura 7. Localizzazione della Riserva Naturale "Torbiere del Sebino".

4.2 Geologia

L'area del Sebino è caratterizzata da rocce quasi esclusivamente sedimentarie. Il contesto geologico delle Torbiere, in particolare, è caratterizzato da rocce carbonatiche del Giurassico e del Cretacico. Si rinvencono le Formazioni: Calcarea Domaro, Calcarea di Concesio, Selcifero Lombardo, Maiolica e Sass de la Luna. Si tratta prevalentemente di calcari di colore variabile dal bianco-grigio al nocciola, contenenti noduli di selce originati a partire da gusci silicei di organismi microscopici, quali radiolari e diatomee, che, una volta depositati e seppelliti, vengono sottoposti ad alte pressioni e temperature. I due rilievi situati ai lati della riserva, a est verso Provaglio il Monte Cognolo (672 m) e a ovest verso Adro il Monte Alto (651 m), sono anch'essi costituiti dalle rocce sopra descritte (Bartolini,1998).

4.3 Idrografia

Il lago d'Iseo ha come principale immissario ed emissario il fiume Oglio che nasce in alta Val Camonica. Il fiume si immette nel lago a nord tra Lovere e Pisogne ed esce a sud presso Sarnico. Il corso d'acqua, mentre scorre verso valle, raccoglie le acque di numerosi affluenti. In zona di Lametta il livello dell'acqua è direttamente influenzato da quello del lago e questo conferisce una certa stabilità all' habitat. Per le Lama la questione è differente: l'acqua disponibile in Lama dipende dalle precipitazioni, dall'apporto del piccolo torrente Rì vicino alla stazione di Provaglio d'Iseo e dalla sorgente sotterranea Funtanì, un tempo più attiva di quanto non lo sia oggi. Le perdite sono dovute all'evaporazione e al deflusso in un piccolo canale artificiale vicino a Cascina della Pesa che le collega alla Lametta. Un aumento o un abbassamento eccessivo del livello dell'acqua nelle Lama può costituire un fattore di rischio per le comunità vegetali e animali, pertanto un'idrovora gestita dal Consorzio dell'Oglio, posta sul canale sopra citato, dovrebbe entrare in funzione per mantenere il livello a 185.80 m s.l.m (PIANO DELLA RISERVA). Un altro problema che ostacola il mantenimento di un sano ambiente di Lama è la mancata circolazione dell'acqua. Questa non consente una buona

saturazione di ossigeno delle acque e di conseguenza impedisce uno sviluppo biologico ottimale. Una delle principali cause è rappresentata da un vasto canneto a *Phragmites australis*. Per eliminare o almeno ridurre il fenomeno sono in corso interventi di dragaggio dei canali che permettono alle acque del lago di circolare liberamente in Lametta e mantenere una buona ossigenazione delle acque.

4.4 Clima

Il distretto insubrico-euganeo è caratterizzato dall'influenza dei bacini lacustri hanno sul clima e quindi sulla vegetazione e per questo motivo viene differenziato. Il fenomeno alla base della particolarità del distretto insubrico-euganeo è l'azione mitigatrice ovvero capacità dei corpi idrici di assorbire calore e restituirlo progressivamente all'ambiente in un secondo momento. Come risultato le masse d'acqua mitigano le alte temperature estive e le basse temperature invernali permettendo quindi il mantenimento di temperature più costanti durante l'anno inoltre i rilievi circostanti ai laghi fermano i venti freddi provenienti da nord conferendo così il caratteristico mesoclima insubrico. Per quanto riguarda la fascia meridionale del lago d'Iseo, dove si trova la riserva, prendendo come riferimento la stazione metereologica di Provaglio d'Iseo(Fig 8,9) si registra una temperatura media annua di 12,3°C, una temperatura media del mese più freddo maggiore di 0°C e le precipitazioni medie annue sono pari a 1370mm distribuite tutto l'anno con massimi nei periodi primaverili e autunnali, di contro i minimi si riscontrano durante il periodo estivo e invernale portatori di una leggera siccità.

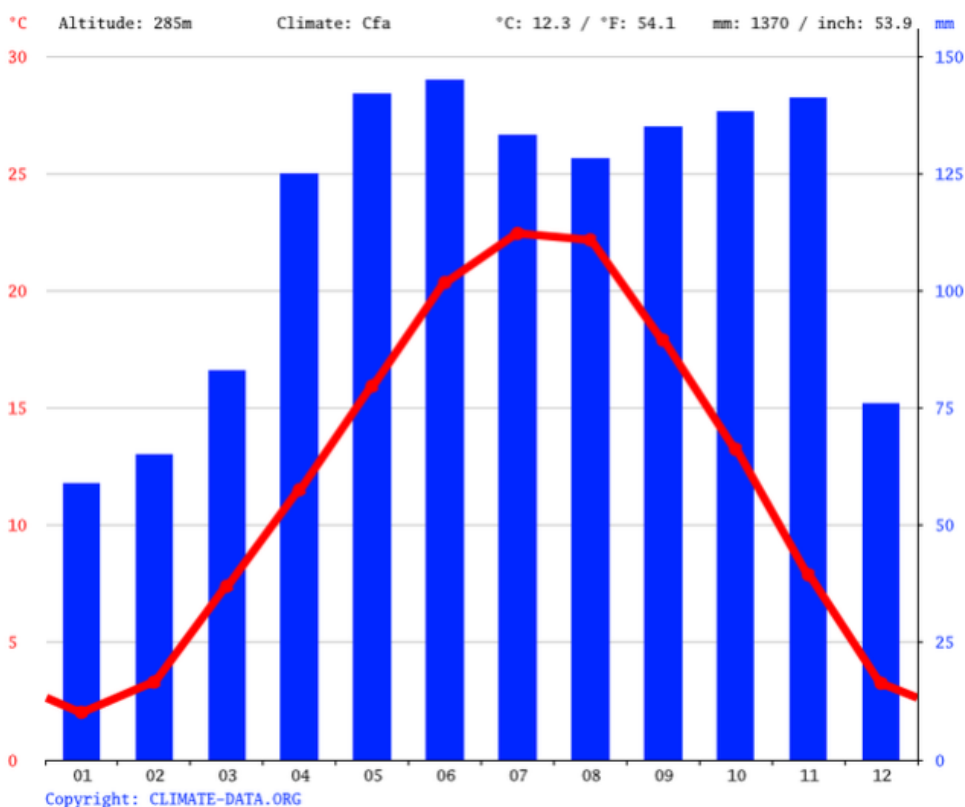


Figura 8 Climogramma Provaglio d'Iseo, in blu le precipitazioni medie mensili (mm) e in rosso le temperature medie mensili (°C)

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	2	3.3	7.4	11.5	15.9	20.4	22.4	22.2	17.9	13.2	7.9	3.3
Temperatura minima (°C)	-1.7	-1.3	1.7	5.5	10	14.6	17.1	17.3	13.7	9.6	4.6	-0.2
Temperatura massima (°C)	6.4	8.1	12.6	16.4	20.5	25	26.9	26.5	21.7	16.7	11.2	7.1
Precipitazioni (mm)	59	65	83	125	142	145	133	128	135	138	141	76
Umidità(%)	80%	76%	73%	73%	72%	70%	69%	70%	74%	81%	83%	82%
Giorni di pioggia (g.)	6	6	8	13	14	14	13	12	11	9	9	6
Ore di sole (ore)	6.0	6.4	7.5	8.4	10.1	11.4	11.5	10.4	8.2	5.7	5.2	5.6

Figura 9 Data: 1991 - 2021 Temperatura minima (°C), Temperatura massima (°C), Precipitazioni (mm), Umidità, Giorni di pioggia. Data: 1999 - 2019: Ore di sole. (Climate-data Provaglio d' Iseo)

4.5 Origine delle Torbiere del Sebino

Il lago d'Iseo ha origine glaciale. La sua formazione è dovuta al ghiacciaio proveniente dalla Val Camonica, che durante le fluttuazioni climatiche quaternarie, scese diverse volte verso valle modellando il paesaggio e andando a scavare la conca che avrebbe poi ospitato il lago d'Iseo. Il Monte Alto separò la massa glaciale definendo così la presenza di due lingue: ad ovest quella minore di Sarnico-Paratico e a sud quella maggiore della Franciacorta. Durante il loro avanzamento, le formazioni glaciali erosero materiale dalle pareti dei rilievi e dal substrato, trasportandolo fino alla zona pedemontana e lì lo depositarono. I materiali messi in posto in questo modo hanno distintiva morfologia a semicerchio, dovuta all'espansione della lingua glaciale allo sbocco della valle nella zona pedemontana, e per questo vengono definiti anfiteatri morenici. Queste strutture sono osservabili sia nella zona Paratico-Sarnico sia in Franciacorta e attraverso questi è possibile distinguere diverse glaciazioni. Quando poi il ghiacciaio si fuse completamente, le acque rimasero nella conca che aveva scavato riempiendola. Inizialmente il lago aveva due immissari: uno a ovest, l'Oglio, e l'altro a sud, il Longherone che andò incontro a prosciugamento. Col passare del tempo il livello del lago scese, questo evento fece emergere un giovane cordone morenico, il più vicino al lago, dove oggi passa la strada Iseo-Clusane (Fig. 10), che isolò una parte del lago e diede origine ad un lago intermorenico (VECCHIA, 1954). Durante l'optimum climatico dell'Olocene, il lago intermorenico venne velocemente colonizzato dalla vegetazione palustre. Le condizioni anossiche del fondale non permisero una completa decomposizione della materia organica che quindi si è accumulata e stratificata nel tempo. Quando il deposito organico affiora sopra il livello dell'acqua si sviluppa la torbiera, questo fenomeno si chiama interrimento. Se questa resta indisturbata può evolversi in prateria umida e bosco igrofilo a salice ed ontano. Oggi è possibile apprezzare il peculiare biotopo della riserva perché il processo di interrimento è stato interrotto dall'uomo, questo ha permesso che si ripristinassero le condizioni del lago precedenti all'interrimento completo.



Figura 10. Cordone morenico Iseo-Clusane che separa il lago (a sinistra) da un lago intermorenico (a destra).

4.5.1 Estrazione della torba

La torba è materia organica vegetale che va incontro a parziale decomposizione. Il meccanismo di formazione della torba ha inizio quando il tasso di accumulo di sostanza organica in ambiente saturo d'acqua è maggiore della quantità che si decompone e questo è dovuto alle condizioni anossiche e pH acido che non permettono una decomposizione ottimale. Alla fine del Settecento la combustione del carbone era la fonte di energia più diffusa, ma essendo costoso da importare, si cominciò ad ipotizzare l'utilizzo della torba come combustibile. Perciò ebbero inizio i censimenti delle aree torbose nel territorio e la valutazione delle loro dimensioni. Anche le torbiere sebine vennero incluse nell'elenco. Nell'Ottocento la rivoluzione industriale ha imposto un nuovo utilizzo delle risorse naturali e la torba cominciò ad essere effettivamente utilizzata come combustibile in industrie tessili e siderurgiche. Le Torbiere, al tempo costituite da una distesa erbosa acquitrinosa, pochi prati da sfalcio e aree usate come pascolo; quindi l'escavazione della torba veniva effettuata saltuariamente ed essenzialmente per scopi sperimentali. Solo nel 1862 la Società Italiana Torbiere cominciò un'escavazione sistematica nonostante le proteste degli allevatori. Durante la Prima guerra mondiale grazie alla torba si alimentarono anche le locomotive a vapore della linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo. L'avvento dell'energia elettrica comportò un punto di svolta del consumo della torba: il suo utilizzo venne limitato al riscaldamento delle abitazioni e l'escavazione ridotta per soddisfare le sole esigenze della zona; l'attività continuò fino alla Seconda guerra mondiale. Indipendentemente dalla quantità che veniva venduta e dall'uso che ne veniva fatto, la tecnica era sempre la stessa: passato l'inverno, tra marzo e aprile si riprendeva con la "spelatura", ovvero il lotto veniva pulito prima dalla vegetazione presente, e poi si asportava il materiale superficiale sino a raggiungere il livello torboso. Questa operazione variava da sito a sito. Si passava da poche decine di centimetri fino al metro e oltre. Seguivano le operazioni di scavo vero e proprio. Esse venivano fatte da lavoratori della zona, muniti di attrezzi rudimentali, come la "vanga a gabbia". L'estrazione si protraeva per tutta l'estate fino al mese di settembre. La torba, estratta in pani,

veniva portata in luoghi asciutti e assolati per la fase di essiccazione. Si scavavano in media circa 5.000 tonnellate all'anno, nel 1904 venne raggiunto il record di 10.000 tonnellate. Oggi le Torbiere del Sebino si presentano come un insieme di vasche delimitate da argini, alcuni non del tutto integri, ed è possibile ripercorrerne la storia osservandone la superficie. L'area delle Lame è il corpo centrale della riserva, tra il cordone morenico Clusane-Iseo e quello di Timoline-Provaglio d'Iseo, ed è caratterizzata a nord da vasche ampie e profonde che riflettono lo sfruttamento ottocentesco e a sud da vasche frammentate poco profonde legate allo sfruttamento novecentesco. Alcune di esse sono state usate per estrarre argilla in tempi più recenti. L'area delle Lametta invece, che si trova a diretto contatto con il lago oltre il cordone morenico Clusane-Iseo, rispecchia l'uso della torba negli anni '70 quando era usata come materiale da florovivismo e veniva asportata attraverso macchinari meccanici (DANESI, 1998; PAGNONI, 1990; CAPELLI, 2014).

4.6 Istituzione della Riserva Naturale

L'area dove oggi si trova la riserva è stata inizialmente valorizzata dal punto di vista paesaggistico: solo in seguito approfondendo gli studi si è rivelata essere una zona importante dal punto di vista storico-archeologico, faunistico e floristico-vegetazionale. Le Torbiere erano già citate in diversi decreti (decreto ministeriale del 29 aprile 1960, decreto ministeriale del 28 maggio 1968) che le descrivevano come una zona di interesse pubblico in quanto fornivano dei paesaggi di notevole bellezza. Nel 1970 le Torbiere vengono considerate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche «un biotopo di eccezionale importanza e rarità da conservare sia dal punto di vista naturalistico che da quello paesaggistico». Lo stesso anno la Commissione Provinciale per la tutela delle bellezze naturali conferisce all'intera area delle Lame importanza dal punto di vista ambientale-paesaggistico grazie all'articolo 1 n.4 della legge 29 giugno 1939 n. 1947 sulla tutela delle bellezze naturali e panoramiche. A seguire il 22 novembre 1970 i rappresentanti dei comuni di Corte Franca, Iseo, Provaglio d'Iseo si ritrovarono discutere riguardo l'istituzione di un parco naturale. Il convegno prese in esame tre aspetti critici della realizzazione del progetto: la conoscenza scientifica, le questioni politico-economiche che sarebbero sorte con l'istituzione di un'area protetta e il relativo aspetto giuridico. La considerazione finale descrisse le torbiere bresciane come «un raro esempio di ambiente palustre pulsante di vita che merita di essere difeso». In particolare CAPPONI (1970) lo definì «un esempio praticamente unico, non solo per l'Italia, ma anche per l'Europa, di ambiente intermorenico palustre caratterizzato da un ricco popolamento botanico e faunistico» mentre CRESCINI (1970) affermò che «l'eterogeneità delle specie presenti è in misura tale che gli intercomunicanti specchi delle torbiere presentano pressoché tutta quanta la flora palustre oggi scomparsa per l'eliminazione delle formazioni acquicole padane e per i noti inquinamenti». Dopo questo incontro le Torbiere del Sebino assunsero sempre più importanza, grazie anche agli studi che vennero fatti per approfondire la comprensione delle dinamiche ecosistemiche. Nel 1983 venne elencata tra le riserve naturali della Lombardia ed istituita ufficialmente nel 1984. Lo stesso anno venne dichiarata zona umida di importanza internazionale ai sensi della Convenzione relativa alle zone umide firmata a Ramsar nel 1971. Nel 1979 entra in vigore la Direttiva Uccelli (poi sostituita con quella del 2009), che definisce protette quelle aree dove gli uccelli selvatici si fermano durante le loro migrazioni oppure per nidificare, e nel 1992 entra in vigore la "Direttiva Habitat", riguardante

la conservazione degli habitat naturali, seminaturali, della flora e della fauna selvatica. Entrambe costituiscono Rete Natura 2000, strumento che permette all'Unione Europea di prendere conoscenza degli ambienti da tutelare nel territorio degli stati membri e successivamente di conservarne la biodiversità. Grazie a questo le Torbiere del Sebino sono state dichiarate Zona di Protezione Speciale (ZPS) e Sito di Importanza Comunitaria (SIC). Nel 2016, è stata riconosciuta come Zona Speciale di Conservazione (ZSC). Per attuare Rete Natura 2000 sono stati realizzati dei progetti "Life Natura" con lo scopo di riportare i siti d'interesse al loro stato ottimale originario. Così nel 2000 la riserva è stata interessata da uno di questi progetti. Vennero attuati numerosi interventi in diversi ambiti, tra questi un miglioramento della circolazione dell'acqua attraverso un recupero della qualità dei fondali, un ripristino dei bordi delle vasche, un recupero della qualità delle acque, un ribilanciamento dell'ittiofauna e una manutenzione della vegetazione per recuperare la diversità ambientale e favorire un potenziamento di biodiversità. L'iniziativa di tutelare e conservare il territorio viene gestita a scala regionale grazie a Rete Ecologica Regione Lombardia riconosciuta nel 2010 come infrastruttura prioritaria per la pianificazione regionale e ambientale; essa si occupa di fornire un sistema di aree protette, aree tampone e corridoi ecologici, per ridurre l'isolamento tra le aree critiche quindi ammortizzare le conseguenti problematiche sugli habitat e la biodiversità. Inoltre propone un insieme di interventi per la riqualificazione territoriale e dei servizi ecosistemici che lo caratterizzano. In questo modo grazie al finanziamento da parte dell'Unione Europea e della Regione Lombardia, è stato possibile attuare progetti specifici per il miglioramento dello status di conservazione di specie e habitat a rischio.

4.6.1 Zonizzazione

Il C.T.S., al fine di orientare scientificamente l'evoluzione della natura, valuta periodicamente lo stato della R. N. e verifica i confini delle zone omogenee indicate dal P.G.. Le tipologie di zone individuate sono le seguenti:

ZONA "A" riserva orientata - (normata dall'art. 2.2) Individua le aree di grande pregio naturalistico, per la compresenza di rilevanti valori avifaunistici e floristico - vegetazionali collocati in un contesto di ambiente umido. La presenza dell'uomo è consentita solo saltuariamente nell'ambito di operazioni di conservazione e manutenzione dei caratteri dell'ambiente, di controllo della loro evoluzione, nonché nell'ambito della ricerca scientifica e dell'interesse naturalistico.

ZONA "B" riserva parziale: idrogeologica, paesistica e botanica - (normata dall'art. 2.3) Individua le aree di minor pregio rispetto alla zona "A" in cui i valori avifaunistici e floristico vegetazionali sono distribuiti senza soluzione di continuità. È consentita la presenza umana in funzione scientifica, didattica, a scopo educativo e della promozione culturale degli habitat e delle specie della riserva orientata.

ZONA "C" – area di rispetto (normata dall'art. 2.4) Le aree ricadenti nella zona "C" sono parte integrante della Riserva Naturale e ne costituiscono la fascia di rispetto. Sono interessate, in misura preponderante, da utilizzazioni agricole del suolo (colture di mais, di frumento, vigneti, ecc.).

ZONA "AS" – AREA SENSIBILE (normata dall'art. 2.5) In questa zona ricadono le aree, immediatamente esterne alla Riserva Naturale, largamente integrate all'insieme naturalistico e paesaggistico tutelato.

4.7 Influenza antropica e stato di conservazione

La R.N è situata nella porzione meridionale del Lago d'Iseo ed è immersa in un contesto intensamente urbanizzato, è ormai chiaro come all'aumentare del grado di antropizzazione diminuisca la biodiversità e quindi esse risultino inversamente proporzionali. Infatti la zona gode dell'influenza mitigatrice del lago e quindi un clima favorevole all'agricoltura, che permette la coltivazione di specie da guadagno che difficilmente sopravvivono nel nord Italia.

Questa peculiare caratteristica del clima ha portato ad un eccessivo consumo del suolo, risultando nella frammentazione degli habitat, inoltre per massimizzare il guadagno economico vi è un uso sconsiderato di erbicidi, pesticidi e fertilizzanti che comportano gravi conseguenze per l'ambiente soprattutto se finiscono in acqua (eutrofizzazione, danni a ittiofauna ed entomofauna, ecc...)

Un'altra problematica sono gli scarichi reflui non depurati come ad esempio lo scolmatore fognario di Provaglio d'Iseo che in caso di piogge intense, va incontro a saturazione e porta al rimescolamento delle acque bianche e quelle nere, il contenuto inquinante viene poi riversato nelle Lame. Dato che il movimento dell'acqua all'interno delle Lame procede da Provaglio d'Iseo (zona più alta) verso il lago, questi sversamenti potrebbero compromettere l'intero ecosistema.

Inoltre bisognerebbe valutare l'incidenza che le visite turistiche hanno sull'area.

Il deterioramento e la frammentazione degli habitat favoriscono l'ingresso di specie alloctone invasive, euriece, che entrano in competizione con quelle autoctone che rischiano di essere sostituite.

4.8 Vegetazione

4.8.1 Vegetazione potenziale

Dal punto di vista biogeografico i laghi prealpini si classificano come: Regno Oloartico, Regione Medioeuropea, Dominio centro-europeo, Provincia Alpina, Distretto insubrico-euganeo (Giacomini e Fenaroli, 1958).

La dinamica vegetazionale per l'area indagata è descritta dalla seguente serie di vegetazione (Blasi, 2010).

[111a] Serie dell'alta Pianura Padana orientale neutrobasifila della farnia e del carpino bianco (*Erythronio-Carpinion betuli*)

Serie potenziale planiziale dei quercu-carpineti dell'alta pianura orientale (*Erythronio-Carpinion*).

Purtroppo non è possibile indagare queste comunità a livello di associazione potenziale, quanto risultano del tutto assenti nel territorio.

Distribuzione, litomorfologia e clima: alta pianura, delimitata a sud dalla linea dei fontanili e a ovest dal fiume Adda (province di Bergamo e Brescia). La serie interessa i depositi alluvionali o fluvioglaciali recenti e i substrati morenici basifili. Le precipitazioni annue sono comprese tra i 400 e i 700 mm/annui e la temperatura media annua tra i 14 e i 16°C.

Fisionomia, struttura e caratterizzazione floristica dello stadio maturo: cenosi estremamente rarefatte a causa del pesante intervento dell'uomo. Si tratta di boschi misti di caducifoglie, caratterizzati nello strato arboreo da *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Fraxinus excelsior*, *F. ornus*, *Prunus avium*.

Stadi della serie: prati da sfalcio dell'*Arrhenatherion elatioris*, mantello afferibile al *Frangulo-Viburnetum opuli*.

Nel dettaglio, per quanto riguarda la vegetazione delle torbiere essa è strettamente legata all'acqua che, con le sue caratteristiche chimico-fisiche, ne condiziona la composizione floristica. Si tratta quindi di una "vegetazione azonale" che significa che nonostante la riserva si trovi all'interno di un contesto climatico preciso, la distribuzione della vegetazione all'interno è in funzione del gradiente di profondità dell'acqua

4.8.2 Vegetazione reale

La Riserva Naturale Torbiere del Sebino è distinta per la presenza di formazioni palustri di estensione notevoli. Probabilmente, prima dell'influenza antropica, la zona doveva essere costituita da una distesa di *Phragmites australis* alternata a specchi d'acqua all'interno nei quali si sviluppavano lamineti in associazione a praterie igrofile con qualche raro esemplare arboreo. Oggi invece osserviamo: la parte delle Lame che si presenta come un insieme di specchi d'acqua separati da argini, con stati di conservazione variabile, circondate da vegetazione palustre, e la Lametta, formata da stretti canali con isolotti di varie dimensioni al loro interno, e caratterizzata principalmente da prati, coltivati e vegetazione palustre che si espande verso il lago. Mentre la canna di palude è l'elemento tipico della vegetazione dei laghi prealpini, i prati umidi sono un elemento peculiare del passato e oggi sono quasi totalmente scomparsi. Quelli rimasti, se non vengono tutelati, rischiano di scomparire per dreno, messa a coltura o interrimento (Andreis, 1983; Andreis, 1993). Quindi a partire da zone a maggiore profondità si trova (Fig. 11):

- **Vegetazione sommersa:** nelle regioni verso il lago e nelle vasche con profondità maggiore, ex cave d'argilla, trovano il loro habitat ottimale, ancorandosi su substrati grossolani in ambienti interessati da correnti deboli, specie appartenenti ai generi *Myriophyllum* e *Potamogeton*;
- **Vegetazione delle acque aperte:** la definizione "acque aperte" non è propriamente corretta nella regione delle Lame dato che è caratterizzata da vasche di origine antropica; tuttavia, si utilizza comunque questa locuzione perché la vegetazione che si trova nelle vasche con profondità maggiore di 2.5m è tipica di quell'ambiente. Essa è composta principalmente da *Nuphar lutea* che forma delle comunità flottanti, in particolar modo presso le briglie crollate alle quali si ancorano.
- **Vegetazione a elfite di grande taglia:** vegetazione riconducibile ad una profondità minore di 2,5 m che nelle Lame costeggia il perimetro delle vasche e le briglie, mentre in Lametta separa la parte interna dal lago. Segna il passaggio dalla vegetazione acquatica a quella terricola ed è costituita soprattutto da *Phragmites australis*, oltre che da *Schoenoplectus lacustris*, *Typha angustifolia* e *Typha latifolia*.
- **Cladieti:** *Cladium mariscus* è presente in vasche decorticate a nord della Lama e lungo il sentiero che conduce alla torretta di avvistamento, dove forma popolamenti di pregio pressoché monospecifici;
- **Magnocariceti:** questo tipo di vegetazione si presenta come un insieme di cespi, essenzialmente di *Carex elata* situati su un terreno soffice. È maggiormente rappresentata nelle Lametta e ridotta nelle Lame a causa delle attività antropiche (sfalcio, eccessivo drenaggio). Spesso si trovano anche *Lythrum salicaria*, *Galium palustre* e *Myosotis*

scorpioides, mentre nella parte più prossima alla riva sono presenti le tife e la canna di palude. In questa vegetazione si fa spazio la felce *Thelypteris palustris* che rappresenta un indice di potenzialità per il bosco ad ontano nero (De Liso, 1996);

- **Vegetazione dei guazzi motosi:** aree fangose che vanno in asciutta nel corso dell'estate ospitano una vegetazione peculiare dominata da ciperacee di piccola taglia quali *Cyperus flavescens*;
- **Vegetazione degli argini:** ai bordi delle vasche avviene il repentino passaggio dalla vegetazione acquatica a quella terricola e questo non favorisce l'insediarsi efficace delle vegetazioni perilacustri descritte secondo gradiente di profondità, ma piuttosto una vegetazione compressa in una fascia ristretta costeggiante argini e briglie costituita da *Carex acutiformis*, oltre che da *Phragmites australis*;
- **Ontanete paludose:** si tratta di nuclei boscati su substrato torboso a dominanza di *Alnus glutinosa*, di significativo pregio conservazionistico;
- **Prati da sfalcio:** si trovano ai margini della Riserva e sono spazi a forte influenza antropica, legata soprattutto allo sfalcio e alla concimazione, che favorisce determinate specie e ne fiacca altre. Sono caratterizzati dalla presenza di *Arrhenatherum elatius*, spesso con *Cyperus longus* negli aspetti maggiormente igrofili.

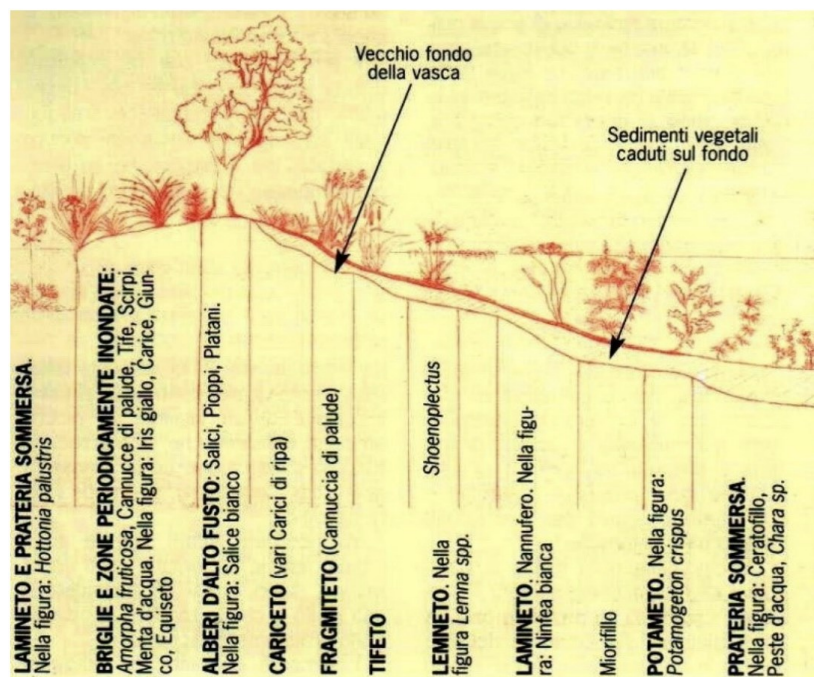


Figura 11. Zonazione vegetazionale (Disegno di Stefania Capelli).

All'interno del territorio della Riserva Naturale sono stati individuati n.8 habitat elencati nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE "Habitat". In aggiunta sono state descritte n.7 vegetazioni di interesse conservazionistico attribuite alle categorie Corine Biotopes (Patera, 2024).

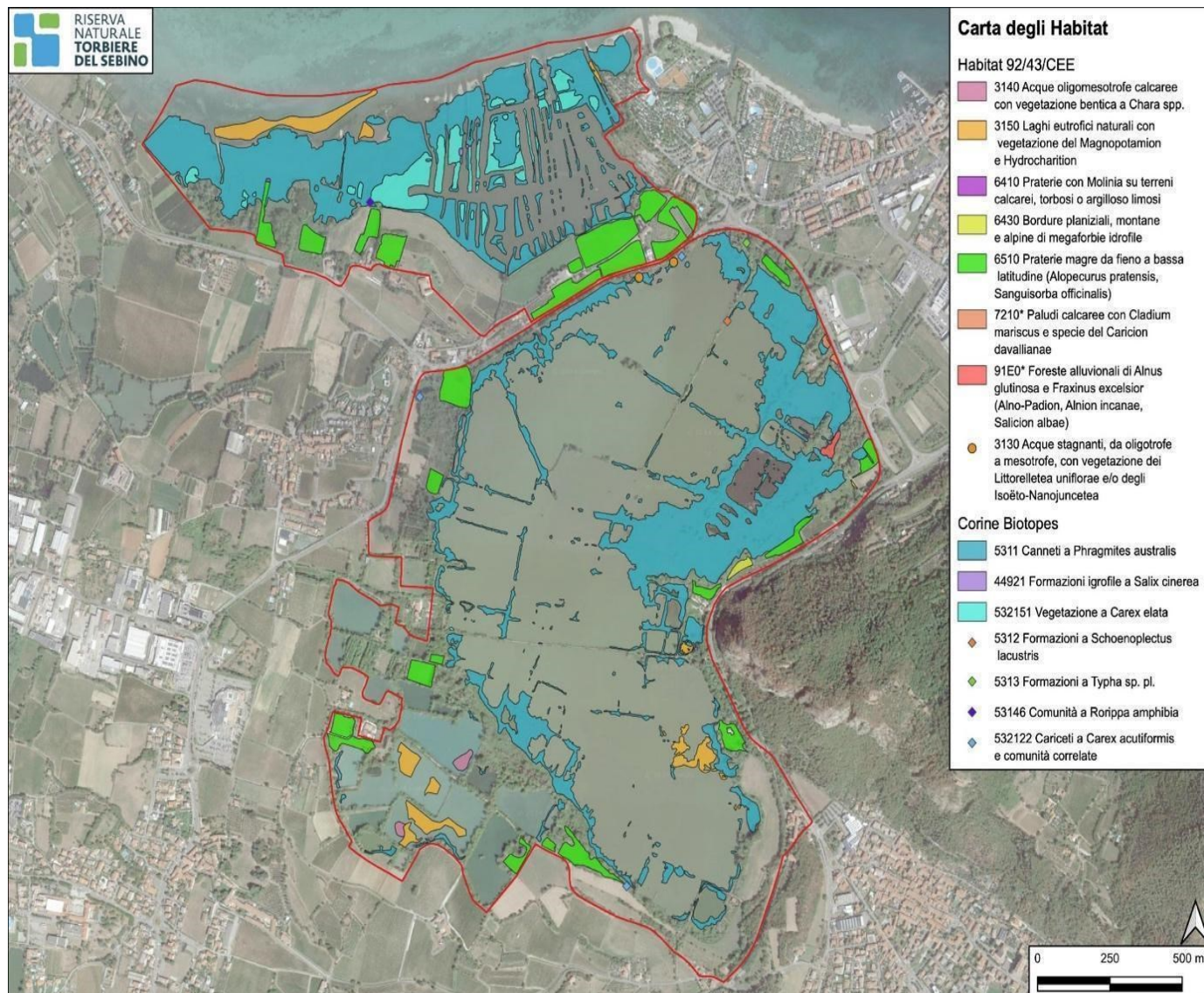


Figura 12. Carta degli habitat di interesse comunitario e delle fitocenosi di interesse conservazionistico della Riserva Naturale "Torbiere del Sebino".

5 MATERIALI E METODI

5.1 Campionamento delle macrofite acquatiche

Il monitoraggio in campo delle macrofite acquatiche della Riserva si è svolto tra maggio e settembre ed è stato articolato nelle seguenti attività:

- Raccolta e studio della bibliografia disponibile;
- Individuazione dei siti con vegetazione acquatica;
- Campionamenti puntuali da barca all'interno delle aree individuate;

Considerata la morfologia artificiale della maggior parte dei corpi idrici della Riserva, caratterizzati da profondità pressoché costante e sponde subverticali, non sono stati eseguiti transetti, in quanto è risultato assente un gradiente batimetrico. Tale metodologia è stata applicata nelle Lame e nella porzione interna della Lametta.

Nelle vasche poste a sud delle Lame, caratterizzate da profondità maggiori (6-7 m), è stato effettuato un campionamento al fondo da parte di sub.



Figura 13. Ancora e rastrello utilizzati per i campionamenti in profondità.

Lungo la fascia perilacuale posta al limite nord della Riserva, considerati gli intervalli di profondità compresi tra 0 e 2 metri, si è proceduto con i campionamenti da imbarcazione lungo un tracciato a zig-zag, ispezionando i 2 intervalli di profondità (0-1, 1-2 m).

Complessivamente sono stati effettuati 40 punti di campionamento.

I risultati sono stati riportati all'interno delle schede di monitoraggio, riportando i seguenti dati:

- Specie

- Coordinate geografiche

Le indagini sono state condotte, in acque poco profonde, con l'utilizzo di batiscopio e in acque profonde o a scarsa trasparenza, utilizzando specifici rastrelli e ancore per macrofite (Fig. 13). La profondità del fondale è stata misurata tramite corda metrata. La localizzazione delle stazioni è stata registrata tramite GPS e in seguito inserita in uno shapefile puntiforme con l'utilizzo del software QGIS.

Data la significativa copertura delle elofite (*Phragmites australis*, *Carex* sp. pl., *Schoenoplectus lacustris*) all'interno del contesto palustre indagato, l'attività di mappatura ha riguardato specificatamente le idrofite mentre le elofite sono solo state descritte.

5.2 Identificazione delle macrofite

La determinazione dei taxa vascolari è avvenuta osservando caratteri tassonomici in campo con l'eventuale utilizzo di una lente 40X.

Per la determinazione dei campioni si è utilizzato il seguente testo: "La flora d'Italia" (Pignatti, 2019).

La nomenclatura delle specie vascolari è riferita alla checklist italiana di Bartolucci et al., 2018.

Le forme biologiche dei taxa determinati fanno riferimento a Pignatti et al., 2019.

La determinazione delle caroficee ha richiesto un'attività di osservazione dei campioni allo stereomicroscopio (SWIFT S306S), altri strumenti utilizzati sono: capsula di Petri in cui sono stati posizionati i campioni da osservare sotto lo stereoscopio e pinzette per poter manovrare al meglio il campione.

Per la determinazione dei campioni si è utilizzato il seguente testo e relativa nomenclatura: "Flora analitica delle Caroficee" (Bazzichelli & Abdelahad, 2009).

L'analisi dei campioni di caroficee ha riguardato la morfologia cellulare di nodi e internodi, il cui insieme costituisce il cauloide. Questo può presentarsi come corticato nel genere *Chara*, mentre risulta nudo negli altri generi della flora italiana (*Lamprothamnium*, *Lychnothamnus*, *Nitellopsis*, *Nitella*, *Tolypella*). Nel genere *Chara* il cortex si presenta differente in base al numero di file corticali secondarie (prive di aculei) intercalate tra le file primarie (le uniche provviste di aculei).

È stata inoltre osservata la struttura dei raggi, che possono essere semplici (*Chara*) o ramificati (*Nitella*). (Fig. 14)

Nel genere *Chara* sono presenti, alla base dei raggi, particolari cellule, talora rudimentali ma generalmente più o meno lunghe, e quindi ben evidenti, dette stipuloidi. (Fig. 15)

Un altro elemento significativo nella determinazione delle caroficee è costituito dalla morfologia e presenza dei gametangi, non presenti nei campioni raccolti.

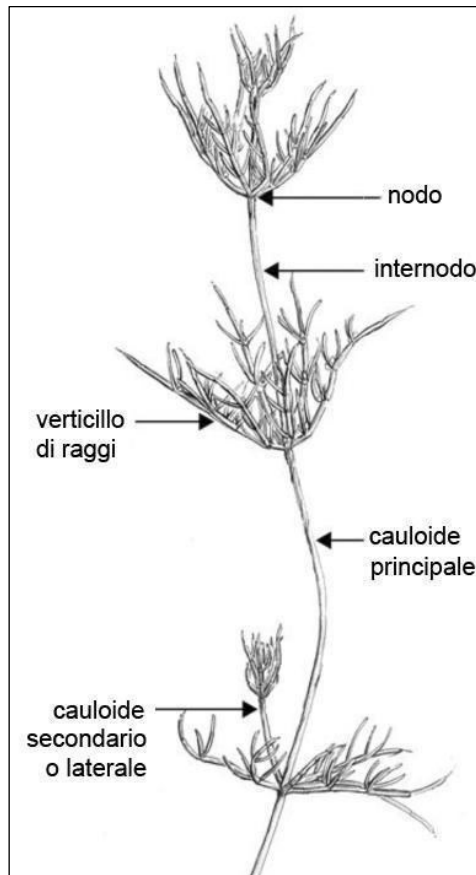


Figura 14. Struttura delle caroficee (fonte: infoflora.ch).



Figura 15. *Chara globularis*, cortea triplostica e in dettaglio i caratteristici stipuloidi rudimentali (stereomicroscopio 20X).

6. RISULTATI

6.1 Checklist floristica

Il monitoraggio svolto ha permesso l'osservazione di 23 specie di macrofite acquatiche (Tab. 1), di queste 18 idrofite (14 radicanti e 4 natanti) e 5 elofite (Fig. 16), appartenenti a 15 famiglie.

Tutti i campioni sono stati determinati a livello specifico ad eccezione degli individui raccolti del genere *Nitella*, appartenenti alla sez. *Nitella*, caratterizzati da dattili unicellulari acuti e non acuminati. La sezione comprende 2 specie (*N. flexilis*, *N. opaca*) morfologicamente molto simili, i caratteri differenziali più chiari tra i due taxa sono i caratteri riproduttivi e le dimensioni dei gametangi. Gli esemplari campionati, sterili, non possono essere quindi differenziati in modo attendibile. In attesa di ulteriori approfondimenti, si propone un'attribuzione provvisoria a *Nitella opaca* (Bruzellius) C. Agardh, in quanto *N. opaca* vegeta in acque neutre (pH = 6,3 - 7,5), da mediamente a molto ricche di calcio, caratteristica dei corpi idrici della Riserva, mentre *N. flexilis* è tipica di acque poco calcaree.

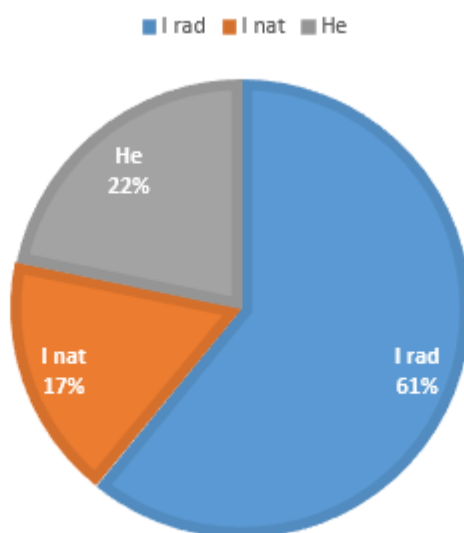


Figura 16- Forme biologiche delle macrofite acquatiche rilevate.

Specie	Famiglia	Forma biologica
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Alismataceae	I rad
<i>Lemna minor</i> L.	Araceae	I nat
<i>Lemna minuta</i> Kunth	Araceae	I nat
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Ceratophyllaceae	I rad
<i>Chara globularis</i> Thuill.	Characeae	I rad
<i>Nitella opaca</i> (Bruzellius) C. Agardh	Characeae	I rad
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv.) J. Groves	Characeae	I rad
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	Cyperaceae	He/G rhiz
<i>Carex pseudocyperus</i> L.	Cyperaceae	He/H caesp
<i>Carex riparia</i> Curtis	Cyperaceae	He/G rhiz
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	Cyperaceae	G rhiz/He
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Haloragaceae	I rad
<i>Najas major</i> All.	Hydrocharitaceae	I rad
<i>Najas minor</i> All.	Hydrocharitaceae	I rad
<i>Utricularia australis</i> R.Br.	Lentibulariaceae	I nat
<i>Trapa natans</i> L.	Lythraceae	I nat
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.	Nymphaeaceae	I rad
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Poaceae	He
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre	Polygonaceae	I rad
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Potamogetonaceae	I rad
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	Potamogetonaceae	I rad
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	Ranunculaceae	I rad
<i>Sparganium erectum</i> L.	Typhaceae	I rad

Tabella 1 - Checklist delle macrofite acquatiche della Riserva Naturale.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle specie rilevate (AA.VV, 1983; Bazzichelli & Abdelahad, 2009; Pignatti, 2019).

***Alisma plantago-aquatica* L.**

Famiglia: Alismataceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Idrofita radicante.

Descrizione: Pianta erbacea alta 30-120 cm dotata di un corto rizoma tuberoso. Le foglie sono tutte basali e parallelinervie con 5 nervi evidenti, quelle completamente emerse dall'acqua presentano picciolo tubuloso lungo 3-5 volte la lamina, ovali, cordate o arrotondate; le foglie in parte sommerse, mutano progressivamente divenendo galleggianti, con lamina lanceolata-ovale. I fiori sono disposti a pannocchia piramidale con rami verticillati a 3-6, ermafroditi, generalmente inseriti su ramificazioni secondarie, hanno lunghi peduncoli, 3 petali generalmente bianchi. I frutti sono acheni appiattiti disposti in un glomerulo. (Consorzio Parco Ticino 1983, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri pp.: 83-84.)

Ecologia: zone fangose con acqua bassa e lenta, 0-1.500 m s.l.m

Frequenza: Rarissima. Piazzola di pesca a NW della Lama.



Figura 17-*Alisma plantago-aquatica* (fonte: Wikipedia, Acta Plantarum).

***Lemna minor* L.**

Famiglia: Araceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Idrofita natante.

Descrizione: Piccole monocotiledoni galleggianti, tra le più primitive delle fanerogame e strutturalmente non differenziate in fusto e foglie. Il loro corpo viene chiamato tallo o fronda, anche se ha l'aspetto di una foglia. Esse sono ridotte a 1-4 coppie aggregate, ciascuna con 1 o più radici semplici non ramificate, o addirittura mancanti. Sotto la fronda sono presenti delle cavità d'aria che gli danno un aspetto reticolato e servono per favorire il galleggiamento. I fiori sono unisessuali, difficilmente osservabili ad occhio nudo e sono rari. I maschili ridotti ad 1 o 2 stami, quelli femminili ad un carpello, il perianzio è assente. L'infiorescenza è interpretabile come uno spadice ridotto, spata spesso presente. I fiori si formano ai margini della fronda, dentro una taschetta al centro della fronda talliforme. Ma essi arrivano raramente alla fruttificazione. Per lo più la riproduzione avviene agamicamente tramite le fronde che si staccano dalla pianta madre. Nei climi temperati molte specie producono inoltre delle gemme svernanti lenticolari che cadendo in fondo degli stagni garantiscono la sopravvivenza della pianta durante i geli invernali. Il frutto è una nucula globosa con o senza ali. Formano spesso colonie estese sulle acque dolci stagnanti eutrofiche, per cui anche il nome peste d'acqua, e sono quasi sempre consociate fra di loro. Risulta essere una specie stenoeica (sensibile a variazioni ambientali improvvise). Individui formati da 2 fronde (o talli) ellittiche o subrotonde e opposte, di 1,5-5 x 1-3,2 mm, di color verde pisello, con tre nervature ± visibili, e ciascuna con una sola radice lunga fino a 6,2 cm, e a volte un secondo o terzo paio di fronde più piccole in posizione perpendicolare. Fiori unisessuali ridotti a 2 stami (0,5 mm) e un carpello. Radice lunga fino a 6,2 cm, con apice ottuso e guaina (0,5-1,5 mm) priva di ali.

Ecologia: Acque dolci stagnanti eutrofiche ed oligotrofe, fossi, risaie.

Frequenza: Comune.



Figura 18 *Lemna minor*

Lemna minuta Kunth

Famiglia: Araceae.

Corologia: Pantropicale.

Forma Biologica: idrofita natante.

Descrizione: Molto simile a *L. minor*, ma più piccola. Fronda ellittica, 1-2 x 0,5-1 mm, leggermente convessa e con una sola nervatura poco visibile che non raggiunge l'apice. Radice lunga fino a 1,5 cm.

Ecologia: Acque dolci stagnanti eutrofiche ed oligotrofe, fossi, risaie.

Frequenza: Comune.



Figura 19- *Lemna minuta*

***Ceratophyllum demersum* L.**

Famiglia: Ceratophyllaceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Idrofita radicante.

Descrizione: La pianta ha fusti ramificati, lunghi 30-90 cm che portano verticilli di foglie ravvicinati in prossimità degli apici di rami, comune trovarne frammenti in superficie. Le foglie sono ridotte a lacinie, divise una o due volte, quindi avranno 2 o 4 segmenti terminali. Le foglie hanno sempre margini dentati e spesso l'epidermide è mineralizzata dando alla pianta una superficie ruvida al tatto. Le radici non sono mai differenziate ma sono adoperate, come organi di ancoraggio e assorbimento, foglie modificate glauche munite di lacinie più fini. I fiori sono molto piccoli e poco visibili, la fioritura è abbastanza rara, infatti viene favorita la riproduzione vegetativa con produzione di propaguli (Consorzio Parco Ticino, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri 1983 pp.: 29-30). Il frutto consiste in una noce (frutto secco indeiscente) di 4-5 mm di lunghezza, solitamente con tre spine, due basali ed una apicale, per un totale di 1-12 mm di lunghezza. (https://it.wikipedia.org/wiki/Ceratophyllum_demersum)

Ecologia: Stagni, laghi, fossati e canali con livello di nutrienti da alto a moderato.

Frequenza: Comune.



Figura 20-Ceratophyllum demersum

***Chara globularis* Thuill.**

Famiglia: Characeae.

Corologia: Cosmopolita

Forma Biologica: Idrofita radicante

Descrizione: Pianta slanciata, apparentemente del tutto glabra, alta 10-50 cm. Cortex triplostica, isostica. Aculei rudimentali, inapparenti. Stipuloidi dei due verticilli, entrambi chiaramente rudimentali. Raggi sottili con 6-7 articoli corticati e 2 piccole cellule terminali nude. Foglioline sui nodi sterili molto brevi. Bratteole generalmente più corte dell'oogonio. Specie monoica. Oospore 500-800 μm x 350-450 μm , 12-14 coste. Globuli 300 μm . Estate-inverno.

Ecologia: Tende a formare comunità monospecifiche in acque neutro-basiche, esclusive di ambienti oligotrofici e mesotrofici generalmente ricchi di sali disciolti. Ha un'ecologia ampia e sopporta bene dei livelli trofici relativamente alti e condizioni di bassa luminosità. Caratterizzata da una crescita lenta, colonizza preferibilmente degli ambienti stabili (condizioni d'inondazione permanente o quasi), a diverse profondità (3 < optimum < 6 m), in acque neutrali a basiche (pH > 7), calcaree, mesotrofiche a meso-eutrofiche; spesso su substrato argilloso.

Frequenza: Comune, presente in 3 vasche a sud delle Lame e nella porzione lacuale della Lametta.



Figura 21- *Chara globularis*

Nitella opaca (Bruzelius) C. Agardh

Famiglia: Characeae

Corologia: Cosmopolita

Forma Biologica: Idrofita radicante

Descrizione: Pianta alta 10-40 cm, polimorfa (slanciata o compatta in relazione alla profondità delle acque). Verticilli con 6-8 raggi, divisi una sola volta. Dattili 1-cellulari, con estremità brevemente conica, terminante in una punta acuta ma non acuminata. Specie dioica. Oospora 350-450 μm x 300-400 μm , bruno scura, con 6 robuste coste alate rossastre e parete liscia o provvista di verruche. Globulo 650-700 μm . Specie primaverile (aprile-maggio). Scompare in estate.

Ecologia: tipica di acque oligomesotrofe calcaree. Vegeta in acque neutre (pH = 6,3-7,5), da mediamente a molto ricche di calcio.

Frequenza: Rara. Presente in 2 vasche a sud delle Lame.



Figura 22- *Nitella opaca*

Nitellopsis obtusa (Desv.) J. Groves

Famiglia: Characeae

Corologia: Eurasiatica

Forma Biologica: Idrofita radicante

Descrizione: Pianta alta 20-50 cm (fino a 2 m), con internodi lunghi (fino a 20 cm) e pochi verticilli. Cortex assente, sul cauloide e sui raggi. Stipuloidi assenti. Raggi nudi, non ramificati, con 2-3 lunghi articoli. Foglioline singole o in paia, lunghe (simulanti una ramificazione dei raggi), precocemente caduche e presenti allora solo sui raggi superiori. Specie dioica. Nucule 1100-1400 μm lunghe. Oospore bruno-scure fino a nere, 850 μm x 660 μm . Globuli verde-bruno scuro, 1000-1150 μm . Bulbilli bianchi, a forma di stella, alla base della pianta, sui rizoidi.

Ecologia: specie che gradisce acque neutre o basiche (pH = 6.9-8.3) ricche di calcare, mesotrofiche o meso-eutrofiche; su substrato calcareo abbastanza mobile e fine, da limoso sabbioso a limoso argilloso.

Frequenza: Rarissima. Localizzata nella porzione sudorientale della Riserva nella "vasca dei bagni".



Figura 23 - *Nitellopsis obtusa*, a dx il bulbillo stelliforme.

***Carex acutiformis* Ehrh.**

Famiglia: Cyperaceae.

Corologia: Euroasiatica.

Forma Biologica: Elofita/ Geofita rizomatosa.

Descrizione: Erbacea perenne alta 50-120 cm, stolonifera, con lungo rizoma molto robusto. Fusto acutamente trigono, eretto, scabro. Guaine basali persistenti, generalmente striate di rosso, traslucide, con apice a "V" fortemente concavo. Foglie larghe 5-20 mm, piane o carenate, prima glauche poi scure, spesso rosso-verdastre nella parte superiore. Ligula 5-15 mm, con apice acuto. Brattee inferiori prive di guaina, superanti l'infiorescenza. Infiorescenza verde o bruna lunga 20-30 cm, formata da 2-3 spighe maschili e 2-4 spighe femminili. Spighe maschili raggruppate, lunghe 2-5 cm, cilindriche, di colore bruno scuro; glume 5-6 mm, da obovate a oblunghe, di colore bruno porpora scuro con nervatura mediana chiara, apice da acuto a ottuso.

Spighe femminili ascellari, cilindriche, lunghe 2-7 cm, larghe 5-7 mm, spaziate, erette appressate al fusto; glume lunghe 4-5 mm da oblungo-lanceolate a strettamente ovate, di colore da rosso a viola bruno, con nervatura mediana chiara, apice acuto. Gli stimmi sono 3. I frutti sono Acheni di 1,5-1,8 x 0,9-1,1 mm obovati, trigoni bruni o verdastri circondati da otricolo di 3,5-5 mm, da ovali a ± guttiformi, con nervi prominenti, verde-giallastri, con becco conico da intero a bidentato di 0,5 mm.

Ecologia: Paludi, stagni, sponde dei laghi, corsi d'acqua; generalmente 0-800 raramente 2.000 m s.l.m.

Frequenza: Comune.



Figura 24- *Carex acutiformis*

***Carex pseudocyperus* L.**

Famiglia: Cyperaceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Elofita/Emicriptofita cespitosa.

Descrizione: Erba perenne, 3-10 dm. Lassamente cespugliosa con brevi rz.; f. eretto, trigono. Fg, più lunghe del f., larghe 5-10(-15) mm. Spiga maschile unica, lineare 4-6 cm, bruna; spighe & 3-5, lunghe 3-6 cm e più, lungam. (3-10 cm) pedunculatoe, le inf. pendule, con otricelli numerosi, addensati, patenti; brattee allungate, superanti l'inflorescenza; glume femminili verde pallido, cartilaginee sul bordo, aristate; otricelli affusolati (1-1,3 x 5-6 mm), con nervi longitudinali evidenti, alla maturità ripiegati verso la base della spiga; becco allungato, bidentato.

Ecologia: Paludi, sponde di fiumi e laghi, fossi. Da 0-1000 m s.l.m circa.

Frequenza: Rara.



Figura 25-Carex pseudocyperus

Carex riparia Curtis

Famiglia: Cyperaceae.

Corologia: Eurasiatica.

Forma Biologica: Elofita/geofita rizomatosa.

Descrizione: Erba perenne, 6-15 dm. Stoloni orizzontali allungati; guaine basali generalm. intere, senza nervi reticolati; f. trigono. Fg. larghe 6-15(-25) mm, spesso superanti il f.; ligula formante una piega semicircolare, più larga che alta (differenza rispetto a *Carex vesicaria*). Spighe maschili 2-5, lineari-fusiformi, bruno scuro; spighe femminili 2-5, lunghe 3-10 cm, diam. 8-12 mm, erette e appressate al f., oppure l'inf. talora pendula; glume lanceolate, lungam. acuminate, superanti l'otricello, che è ovoide (2-2,5 x 5-6 mm), progressivamente attenuato in punta acuta.

Ecologia: Sponde di canali e corsi d'acqua, rive degli stagni. Da 0-600 m s.l.m circa.

Frequenza: Rarissima. Rinvenuta in un'unica stazione in un fosso nelle Lamette.



Figura 26 - *Carex riparia*

***Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla**

Famiglia: Cyperaceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Elofita/Geofita rizomatosa.

Descrizione: Presenta un grosso rizoma perenne, con radici striscianti, ramificate in una fitta rete che contribuisce al consolidamento del suolo. I fusti sono eretti, di colore verde scuro, alti fino a 3 m. Hanno sezione cilindrica e sono ripieni di un midollo spugnoso. Le foglie sono brevi, lineari, a guaina. Spighe da fusiformi a ovate lunghe 5-10 mm, attorniate da 2 o 3 brattee. L'infiorescenza ombrelliforme presenta glume lisce, rossastre, a bordi ciliati, 3 stimmi. Acheni fusiformi di 1,8-3 x 1,5-2,2 mm, a sezione trigona, giallastri da giovani poi grigio-nerastri, sete perigoniali minori o uguali all'achenio. (Consorzio Parco Ticino, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri 1983 pp.:96-97)

Ecologia: Capace di spingersi in acque più profonde rispetto ad altre elofite, costituendo la prima vegetazione emersa tra le acque aperte e le sponde.

Frequenza: Rara. È presente in piccoli nuclei antistanti il canneto in Lama in acque profonde fino a 1,5 m

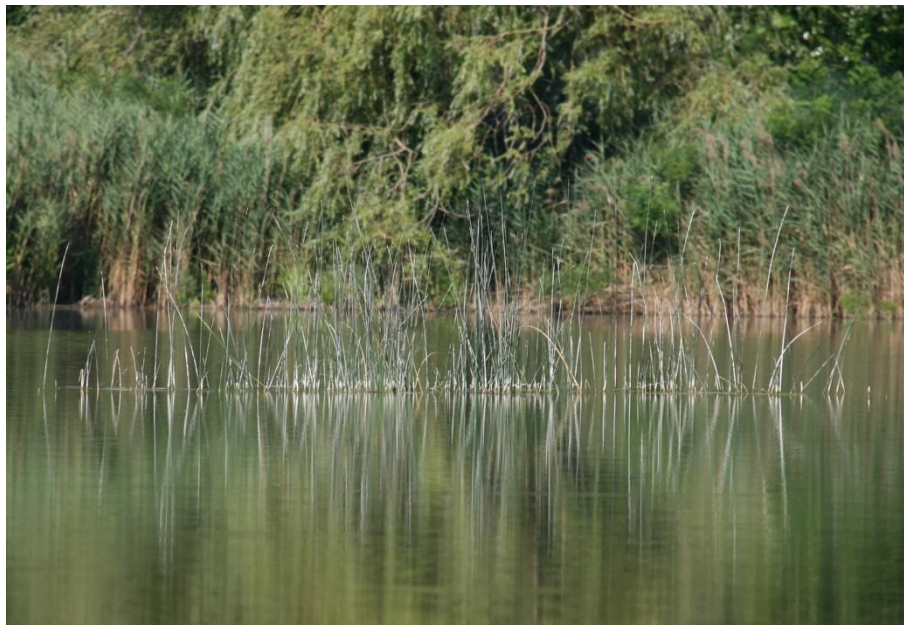


Figura 27- *Schoenoplectus lacustris*

***Myriophyllum spicatum* L.**

Famiglia: Haloragaceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Idrofita radicante.

Descrizione: I fusti sono sommersi e lunghi anche diversi metri. Le foglie, completamente sommerse, sono caratteristiche del genere: hanno infatti la lamina ridotta a una serie di lacinie capillari con una disposizione rigorosamente pennata. Le foglie sono disposte a verticilli di quattro sui fusti. L'unica porzione emersa della pianta è l'infiorescenza lunga sino a 7 cm. i fiori, relativamente piccoli sono disposti sugli scapi fiorali dove si inseriscono all'ascella di piccole squame. I fiori superiori sono maschili e quelli inferiori sono femminili, mentre quelli intermedi sono ermafroditi. La corolla è piccolissima e poco evidente. (Consorzio Parco Ticino, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri 1983 pp.: 50-51)

Ecologia: È comunque evidenziabile una sua preferenza per substrati sabbiosi, con ciottoli e ricchi in materiale organico vegetale in decomposizione. Cresce molto bene tra 2 e 6 metri anche se con pieno sviluppo tra 3 e 4 metri di profondità. Appare essere una specie tendenzialmente euriecia e generalista

Frequenza: Comune, diffuso nelle pozze d'argilla a sud.



Figura 28- *Myriophyllum spicatum*

***Najas major* All.**

Famiglia: Hydrocharitaceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: idrofita radicante.

Descrizione: Erba acquatica annua, 1-7 dm. Fusto ingrossato, subdicotomo-ramoso, \pm aculeato. Foglie opposte o verticillate a 3, lineari (1-2 x 15-40 mm), grossamente dentate. Pianta dioica: fiori 2-3, sessili all'ascella delle foglie, i maschili ridotti al solo stame, i femminili a un ovario foggato a fiasco con 3 stimmi lineari; frutto ovoide 3-6 mm.

Ecologia: Acque dolci ferme o lentamente fluenti, 0-300 m.

Frequenza: Localmente comune in Lametta, nella porzione lacustre, a ridotta profondità (1 m).



Figura 29- *Najas major*

***Najas minor* All.**

Famiglia: Hydrocharitaceae

Corologia: Paleotemperata/ Subtropicale.

Forma Biologica: idrofita radicante

Descrizione: Erba acquatica annua, 5-25 cm. Stelo è sottile, fragile e si ramifica per successive biforcazioni che si origina all'ascella delle foglie. Radici avventizie permettono un ancoraggio abbastanza precario. Le foglie sono opposte o ternate, lineari, sottili e lunghe circa 3 cm; hanno margini dentati, talvolta anche la nervatura mediana della pagina inferiore risulta dentata. Le foglie sono arcuate, riflesse e con la loro base inguainano il fusto. I fiori unisessuali (o diclini), si inseriscono all'ascella delle foglie, in piccoli gruppi. I fiori staminiferi maschili sono ridotti a uno stame rinchiuso in un involucro tuboloso; quelli pistilliferi femminili sono nudi, con ovario che porta 2 pistilli. I fiori staminiferi e pistilliferi sono sulla stessa pianta: i primi portati più in alto, i secondi sono inferiori. Frutti con 12-15 strie longitudinali separate da rughe molto più larghe di queste. L'impollinazione è idrofila. (Consorzio Parco Ticino, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri 1983 pp.: 61-62)

Ecologia: Acque lente o stagnanti, 0-300 m.

Frequenza: Rara e localizzata all'interno di alcune pozze d'argilla a sud.



Figura 29- *Najas minor*

Utricularia australis R. Br.

Famiglia: Lentibulariaceae.

Corologia: Circumboreale.

Forma Biologica: Idrofita natante.

Descrizione: Pianta carnivora perenne con fusti ramificati sommersi, flessibili, lunghi fino a 150 (200) cm, privi di radici, tutti omomorfi e verdi (clorofilliani), portanti foglie assimilatrici e rizoidi (3-30 mm) appiattito-nastriiformi e foglie di 1-4(8) cm, 2-3 volte suddivise in numerose lacinie filiformi con margini muniti di minuscoli dentelli cigliati. Gemme svernanti sferiche.

Tra le foglie sono inserite numerosissime (10-210) vescichette traslucide (utricoli o ascidi) di 3 mm di \varnothing , di forma ovoidale, che servono per catturare microscopici organismi. Esse sono munite di una serie di setole all'estremità e di peli tetrapartiti assorbenti all'interno.

Scapi fioriferi zigzaganti, emersi, brunastri, lunghi 10-40 cm, con 3-7 fiori ermafroditi e zigomorfi disposti in racemo con pedicelli accrescenti nella fruttificazione, eretti, 3-5 volte più lunghi delle bratteole (3-4 mm). Calice rossastro, diviso in due labbra; corolla giallo chiara, bilabiata, di 15-18 mm, con labbro inferiore \pm piatto, ondulato al margine, e con palato screziato di arancione, rigonfio in modo da chiudere la fauce della corolla; labbro superiore più lungo del palato e lo sperone di 6-10 mm, conico, curvato all'insù. Stami 2, epipetali. Carpelli 2, saldati in ovario supero uniloculare. Stilo 1, persistente. Il frutto è una capsula circumscissile subglobosa con un corto becco, contiene semi prismatici, strettamente alati e rugosi.

Ecologia: Acque stagnanti mesotrofe, purché abbastanza profonde, stagni, paludi, risaie, fossi, da 0 a 1000 m s.l.m.

Frequenza: Rara. In precedenza segnalata in Lametta (Andreis, 2014) e osservata nel 2019 in Lama. Nel presente anno è stata rilevata in una vasca presso gli ex magazzini della torba con una nuova popolazione in buono stato.



Figura 30- *Utricularia australis*, scapo fiorale (sx) e rizomi (dx).

***Trapa natans* L.**

Famiglia: Lythraceae.

Corologia: Paleotemperata/ Subtropicale.

Forma Biologica: Idrofita natante

Descrizione: Pianta annua, acquatica generalmente flottante, a volte radicata al fondo melmoso mediante radici avventizie; fusto lungo sino a 2 metri. Le foglie inferiori e sommerse, sono lanceolato-lineari e brevemente picciolate; la parte superiore è verde scuro, rivestita da una peluria finissima, quella inferiore è glabra.

All'apice del fusto le foglie galleggianti, rombiche sono portate da piccioli fusiformi e formano rosette con stipole caduche. I lembi hanno margine dentato, sono di colore verde scuro e hanno consistenza coriacea. I piccioli rigonfi, contengono un tessuto aerifero e fungono da galleggianti, sorreggendo in superficie tutta la pianta soprattutto durante la fruttificazione. I fiori tetrameri, nascono all'ascella delle foglie della rosetta, sono solitari e portati da peduncoli irsuti, hanno calice verde e persistente, corolla con petali bianchi patenti, che cadono al momento della fioritura, 4 sepali, 4 stami e ovario semiinfero a 2 logge.

Il frutto è una pseudodrupa monosperma di 2-4 cm, bruno nerastra, a forma di trottola e dall'aspetto variabile, generalmente con 2 o 4 piccole espansioni spinose simili a coni, formate dai sepali ingrossati che vanno incontro a lignificazione.

I frutti a maturità si piegano sotto il pelo dell'acqua, staccandosi dallo stelo e affondando verso fondo; in primavera origineranno un cotiledone che porterà il fusticino e la radice, quest'ultima all'inizio sarà orientata verso l'alto, poi ripiegherà verso il suolo dove resterà ancorata grazie alle spine di cui era provvisto il frutto, che dopo un certo tempo si staccherà dalla pianta per galleggiare in superficie.

Ecologia: Predilige acque stagnanti, ricche di nutrienti, neutre o leggermente acide dove la temperatura non vada al di sotto dello 0°, come laghi, canali e stagni; 0-300 m s.l.m.. É capace di vegetare in acque eutrofiche e torbide, anche leggermente inquinate, come nel caso delle Lame.

Frequenza: Rarissima. È presente una popolazione in corrispondenza del lamineto a Nuphar lutea a sud-est nei pressi del magazzino.



Figura 31- *Trapa natans* a dx il frutto

***Nuphar lutea* (L.) Sm.**

Famiglia: Nymphaeaceae.

Corologia: Eurasiatica.

Forma Biologica: Idrofita radicante.

Descrizione: Pianta perenne acquatica, con spesso e lunghissimo rizoma, di oltre 3 m di lunghezza sino a 10 cm di \emptyset , leggermente appiattito, con la faccia superiore che mostra numerose cicatrici fogliari di forma triangolare, mentre da quella inferiore partono numerose radici secondarie filiformi. Le grandi foglie dai lunghissimi peduncoli sono galleggianti, ovali, cuoriformi, carnose, cerosi, la pagina superiore è di colore verde scuro, quella inferiore violacea. I lembi raggiungono 40 cm di lunghezza e 30 di larghezza, le nervature secondarie si ramificano ad angolo acuto. Le foglie sommerse sono più chiare, ondulate e fragili, compaiono per prime in primavera, talvolta anche in autunno. I peduncoli hanno consistenza gommosa, sezione leggermente triangolare e sono estensibili: la loro lunghezza perciò si adatta facilmente al livello delle acque, sono percorsi da canali aeriferi che conducono l'ossigeno alle radici immerse nel fango. I fiori solitari e dall'intenso profumo, si aprono all'alba, per richiudersi al tramonto. Sono di colore giallo oro, hanno forma sferica sono formati da 5 sepali e da numerosi piccoli petali gialli squamiformi, stami sottilissimi e un ovario a stimma circolare, leggermente depresso a imbuto; emergono dall'acqua per mezzo di lunghi peduncoli, raggiungono i 4÷6 cm di \emptyset . I frutti capsule a forma di urna, 5÷6 cm di diametro, contengono nelle numerose logge, semi di colore giallo, immersi in un liquido vischioso. A maturazione, aprendosi e sfaldandosi le logge di consistenza spugnosa e a forma di barchetta, galleggiano liberando i semi, piccoli e giallastri. I semi vengono disseminati dagli uccelli, ma la moltiplicazione avviene soprattutto per divisione naturale dei rizomi.

Ecologia: Piccoli laghi, stagni e fossi con Acque stagnanti o lente meso/eutrofiche profonde fino a circa 3 metri, dove forma ampie colonie; 0-1.500 m s.l.m.

Frequenza: Comune e localizzata.

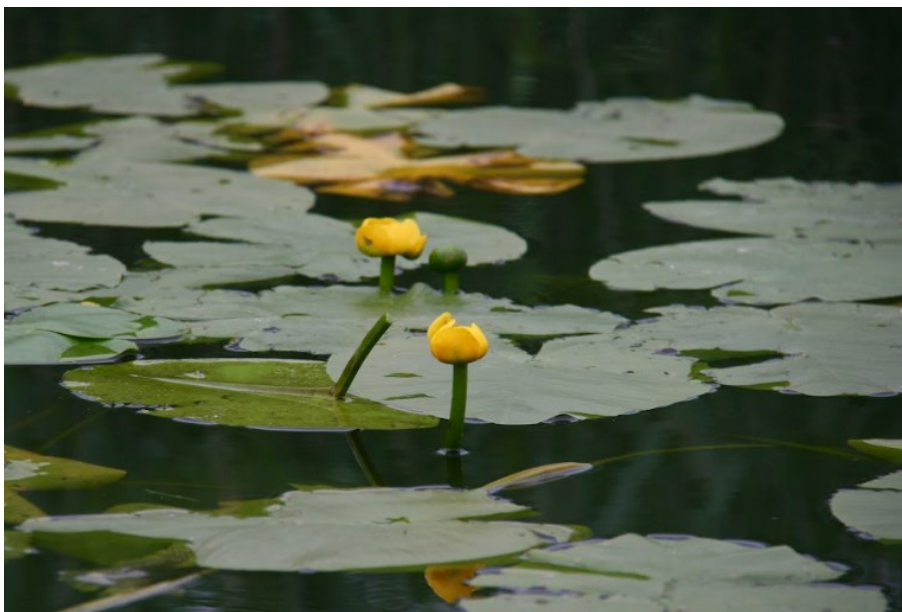


Figura 32- *Nuphar lutea*

Phragmites australis (Cav.) Trin. Ex Steud.

Famiglia: Poaceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Elofita/Geofita rizomatosa

Descrizione: Pianta erbacea perenne, munita di un grosso rizoma orizzontale ipogeo con stoloni allungati fino a 6-10 m, talora epigei e radicanti ai nodi. Culmi eretti, lisci, cilindrici e fragili, alti fino a 3 m e di 1 cm Ø, fistolosi negli internodi e fogliosi fino all'infiorescenza, non persistenti durante l'inverno. Foglie lanceolato-lineari, larghe fino a 2-3 cm, di colore grigiastro o verde glauco, di consistenza cartilaginea, spesso spinescenti all'apice e con margini scabri e taglienti per la presenza di piccoli aculei rivolti verso il basso. Esse sono spesso disposte perpendicolarmente nella parte apicale del culmo, ligula nulla, sostituita da una frangia di peli corti. Infiorescenza riunita in un'ampia pannocchia ricca, di colore bruno-violaceo, generalmente unilaterale, lunga 10-40 cm, inclinata nella maturazione. Spighe 3-9flore, lunghe di 6-10 mm; glume molto disuguali, acuminate, rispettivamente di 3-4 e 5-7 mm, più corte dei fiori; lemma (glumetta inferiore) di 8-10 mm, acuto e lungamente mucronato. La rachilla delle spighe è completamente riempita di lunghi peli (5-10 mm) bianco-setacei che danno alla pannocchia un aspetto argenteo-lucente e probabilmente hanno funzione di disseminazione. Il frutto è un piccolo cariosside con pericarpo aderente.

Ecologia: Paludi, sponde dei laghi, argini dei fiumi, stagni, fossi, in acque poco profonde, ambienti umidi anche lievemente salmastri, da 0 a 1200 (max 2000) m s.l.m.

Frequenza: molto comune a tal punto da caratterizzare paesaggisticamente il territorio della riserva.



Figura 33- *Phragmites australis*

Persicaria amphibia (L.) Delarbre

Famiglia: Polygonaceae

Corologia: Subcosmopolita.

Forma biologica: Idrofita radicante

Descrizione: Pianta alta 30-120 cm, con rizoma rossastro, strisciante, nodoso, fusto generalmente sommerso e cavo. Le ocree sono glabre come le foglie sommerse e natanti che sono lanceolate di 1-2,5 x 5-12 cm, con base cordata. Le foglie aeree sono brevemente pubescenti con ocrea ispida, picciolo breve e base arrotondata o tronca. Spighe terminali erette, cilindriche (1 x 2,5-5 cm), fiori spesso unisessuali, bianco-purpurei, il frutto è un achenio biconvesso.

Presenta sia una forma "acquatica" (fig 34) sia una forma "terrestre" su substrati emersi, queste due forme presentano uno spiccato dimorfismo (es eterofillia).

Ecologia: Acque stagnanti.

Frequenza: Rara. piccoli nuclei sparsi nella porzione interna delle Lamette.



Figura 34- *Persicaria amphibia*.

***Potamogeton perfoliatum* L.**

Famiglia: Potamogetonaceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Idrofita radicante

Descrizione: Pianta completamente sommersa, i lunghi fusti si dipartono da un rizoma strisciante, sepolto nel fondale e molto ramificato. Dai fusti prendono origine le foglie, tutte sommerse, con lembo lungo fino a 6 cm, largo circa 3 cm e abbraccia completamente il fusto con la base. Il margine è ovale e la lamina è traslucida, con nervature molto evidenti, arcuate e convergenti verso l'apice ottuso. La spiga, portata da un peduncolo ricurvo che si inserisce all'ascella della foglia, risulta essere densa e compatta. L'infruttescenza è acheneto (poliachenio) con numerosi frutticini (drupe secondo flora iberica) di 3-4,3 x 1,9-2,4 mm, obovoidi, asimmetrici, compressi al centro, con zona dorsale carenata, giallastri, con becco di 0,3 - 0,7 mm. (Consorzio Parco Ticino, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri 1983 pp.: 56-57)

Ecologia: Tipica delle acque ferme o a lento scorrimento. Lo sviluppo massimo si ha tra 1 e 3 metri. Con l'aumento di profondità tende via via a diradarsi.

Frequenza: Rara. In Lametta, nella porzione lacustre, a medie profondità.



Figura 35- Potamogeton perfoliatum

Stuckenia pectinata (L.) Börner

Famiglia: Potamogetonaceae.

Corologia: Subcosmopolita.

Forma Biologica: Idrofita radicante.

Descrizione: Erba acquatica, 5-15 dm. E cilindrici, tenaci, diametro 2 mm, ampiamente ramificati. Foglie con guaina ingrossata 2 mm (il doppio del ramulo contenuto); lamina larga fino a 1,5 mm e lunga 2-10 cm; stipole generalmente caduche. Spiga interrotta, 3-5 cm, su peduncoli filiformi lunghi poco di più (raram. fino a 25 cm); fr. 3 x 4 mm.

Ecologia: Stagni, fossi, canali, in acqua dolce o salmastra, 0-2000 m.

Frequenza: Rara, localizzata nella porzione lacuale della Lametta.



Figura 36- *Stuckenia pectinata*

Ranunculus trichophyllus Chaix

Famiglia: Ranunculaceae.

Corologia: Europea

Forma Biologica: Idrofita radicante

Descrizione: La pianta produce grossi cespi sommersi con fusti lunghi fino a 2 m. Le foglie sono ridotte a fini e brevi lacinie ramificate più o meno rigide, divergenti con lunghezza massima intorno ai 4 cm. I fiori fuoriescono dall'acqua e sono pentapetali. I sepali sono ovali e misurano circa metà dei petali. Gli stami e carpelli sono numerosi, inseriti sul ricettacolo (Consorzio Parco Ticino, 1983, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri pp.: 22-23). Il frutto è un acheneto con ricettacolo peloso, subgloboso e 16-33 acheni obovoidi, lunghi circa 2 mm, rugosi, pubescenti da immaturi.

Ecologia: Tipica delle acque ferme o a lento scorrimento

Frequenza: Rarissima. La stazione rilevata in Lametta nel mese di giugno costituisce la prima segnalazione della specie per il territorio della Riserva e una conferma di segnalazione storica per il Lago d'Iseo



Figura 37- *Ranunculus trichophyllus*

***Sparganium erectum* L.**

Famiglia: Typhaceae.

Corologia: Eurasiatica

Forma Biologica: Idro fita radicante.

Descrizione: Gli steli stretti di questa pianta raggiungono l'altezza di circa 150 cm e prendono origine da un rizoma sotterraneo che produce anche numerosi stoloni. I fusti sono strettamente avvolti alla loro origine dalla base delle foglie, questa organizzazione conferisce una forma a ventaglio. Le foglie sono alterne, allungate, lineari e abbastanza consistenti. In basso sono guainanti, più in alto assumono sezione triangolare. Nella sezione superiore il lembo si appiattisce ma conservando una netta costolatura sulla linea mediana della pagina esterna. La parte apicale del fusto si ramifica costituendo la grande infiorescenza. I rami dell'infiorescenza sono alterni e hanno lunghezza decrescente verso l'alto, i rami originano all'ascella di lunghe brattee. Ogni ramificazione porta numerosi capolini di fiori: inferiormente vi sono i capolini femminili, più grossi e compatti; invece superiormente vengono portati quelli maschili più piccoli e numerosi. I capolini maschili scompariranno mentre quelli femminili persisteranno e andranno incontro a fruttificazione. Il frutto indeiscente è un achenoso, composto da numerose drupeole di 5-10 x 3-7 mm, da fusiformi a obpiramidali, ristrette in alto nello stilo di 1,5-3 mm. (Consorzio Parco Ticino, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri 1983 pp.: 92-93)

Ecologia: Litorali fangosi o torbosi, acque poco profonde come stagni, fossati e zone paludose

Frequenza: Comune.



Figura 38 - *Sparganium erectum*

6.2 Distribuzione

Le specie di idrofite più frequenti sono *Nuphar lutea* (6 osservazioni), *Persicaria amphibia* (6 osservazioni), *Chara globularis* (5 osservazioni) e *Myriophyllum spicatum* (5 osservazioni).

In merito alla localizzazione dei taxa, 25 osservazioni sono state effettuate in Lama e 15 in Lametta.

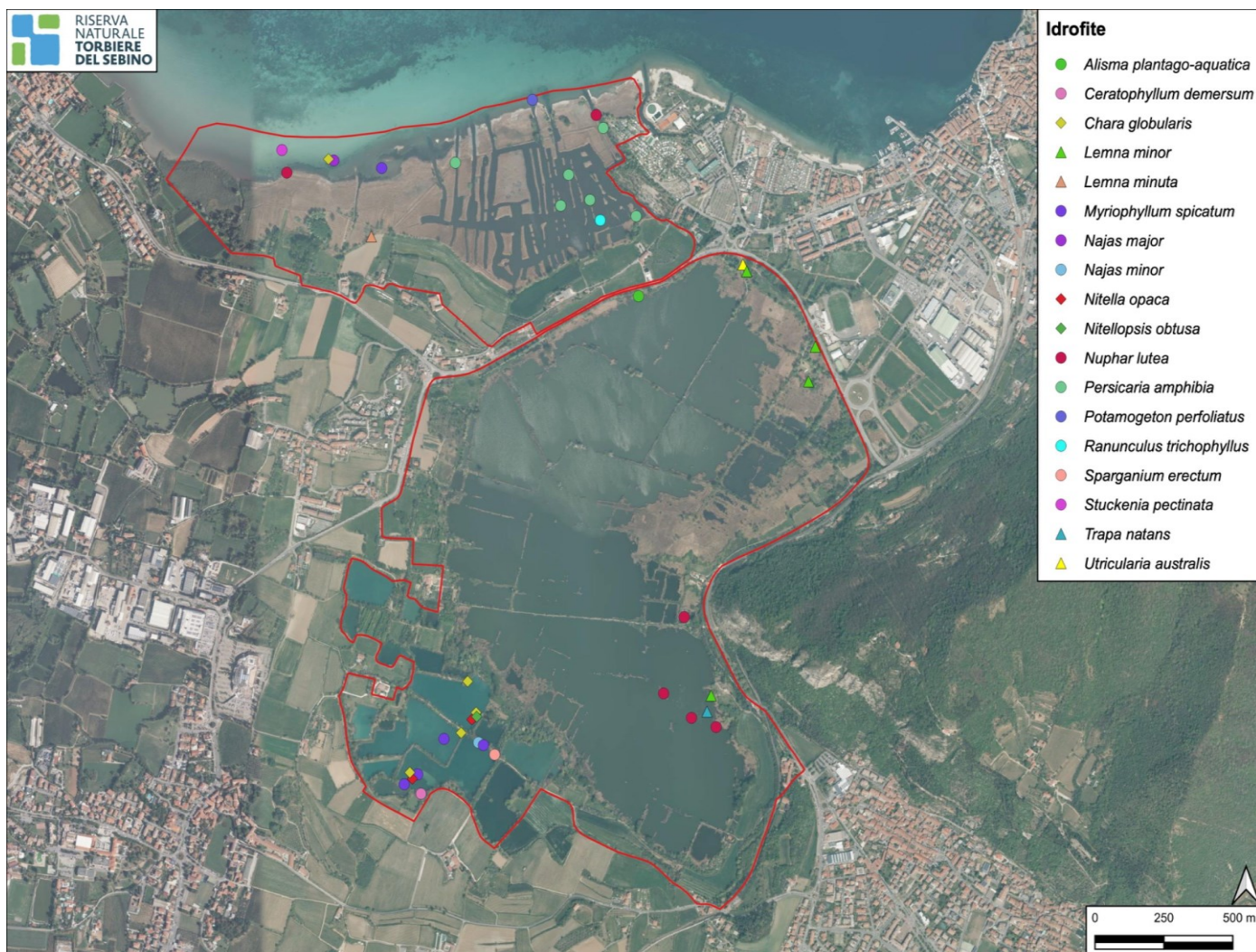


Figura 39- Carta distribuzione delle idrofite.

7. DISCUSSIONE

Sul piano floristico il monitoraggio svolto ha consentito il rilevamento di 3 specie nuove per la Riserva. Si tratta, per le piante vascolari, di *Stuckenia pectinata* e *Ranunculus trichophyllus*, e per le alghe caroficee di *Nitellopsis obtusa*. Per quanto riguarda *Stuckenia pectinata* l'osservazione costituisce, inoltre, una nuova segnalazione per il Lago d'Iseo, mentre il ritrovamento di *Ranunculus trichophyllus* costituisce una conferma di segnalazione storica per l'area lacustre (Martini et al., 2012).

Significativo è stato il rilevamento di *Nitellopsis obtusa* all'interno dei popolamenti a caroficee ascrivibili l'habitat comunitario 3140 "Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp." posti nelle vasche profonde a sud delle Lame e di recente segnalazione (Patera, 2022). Si tratta di comunità di macroalghe storicamente segnalate nelle Lame (Giacomini, 1946), e mai in precedenza identificate a livello specifico. L'habitat in questione, la cui distribuzione risulta sottostimata a scala regionale, ospita cenosi di interesse in funzione principalmente della buona qualità delle acque, condizione non comune all'interno dell'area pianiziale padana.

Dal punto di vista ecologico, ciò che risulta evidente è la prevalenza delle specie tolleranti ad alti livelli di nutrienti, fattore che sottolinea il significativo impatto antropico sui corpi idrici della Riserva. Si tratta di una dinamica che ha progressivamente selezionato le specie adatte alla sopravvivenza in acque eutrofiche, sfavorendo gli elementi di pregio delle acque oligotrofiche attualmente estinti (*Dactylorhiza incarnata*, *Menyanthes trifoliata*, *Ranunculus flammula*, *Rhynchospora fusca*) (Giacomini 1946, Crescini 1970).

Dal punto di vista distributivo, troviamo la maggiore concentrazione di specie nella porzione di Riserva delle Lamette e nelle vasche profonde a sudovest della Lama.

L'area delle Lamette si caratterizza per acque poco profonde (1-1,5 m), meso-eutrofiche, ospitanti, nella porzione perilacuale, circoscritte porzioni di praterie sommerse a *Najas major*, *Stuckenia pectinata* e *Potamogeton perfoliatus*, mentre nella porzione interna, caratterizzata da estesi fragmiteti e magnocariceti, la flora idrofita è piuttosto rada, sebbene improntata da elementi di pregio quali *Persicaria amphibia* e *Ranunculus trichophyllus*.

L'area delle vasche a sudovest della Lama presentano profondità maggiori (6-7 m) e acque mesotrofiche dove sono presenti estese praterie a dominanza di *Myriophyllum spicatum* accompagnato da *Ceratophyllum demersum* e *Najas minor*, mentre su superfici minori si insediano le praterie a caroficee.

L'area della Lama presenta profondità ridotte (1-1,5 m) e acque fortemente eutrofizzate, in buona parte derivanti da scarichi fognari dello scolmatore troppo pieno di Provaglio d'Iseo e del torrente Rì. Questo fattore ha portato quasi alla scomparsa delle specie macrofitiche, con attuali presenze puntiformi di *Schoenoplectus lacustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Lemna minor* e *Trapa natans* e un rado popolamento di *Nuphar lutea*. Gli alti livelli di nutrienti hanno portato alla scomparsa dell'esteso lamineto a *Nymphaea alba*, in passato molto sviluppato (Andreis et al., 1995), e alla contrazione dei popolamenti di *Nuphar lutea*, in cattivo stato di conservazione. È possibile apprezzare la correlazione tra la qualità delle acque e lo stato di conservazione di *Nuphar lutea* confrontando una significativa popolazione a *N. lutea*, in ottimo stato di conservazione, situata in una vasca prossima alla sorgente "Fontani" in condizioni meso-oligotrofiche date dalle acque di falda e la popolazione presente in Lama in pessimo stato di conservazione in acque ipertrofiche.



Figura 40- Confronto tra i lamineti a *Nuphar lutea* nella vasca prossima alla sorgente "Fontani" (sx) e in Lama (dx). Si noti la presenza in Lama di numerosi rizomi galleggianti dovuta al deterioramento delle condizioni ecologiche del fondale (probabile asfissia radicale) e conseguente marciume delle radici.

Nella porzione settentrionale della Lama, all'interno di vasche e canali scollegati dal corpo principale, sono presenti stazioni di pleustofite a *Utricularia australis* o *Lemna minor*.

Per quanto riguarda le elofite censite, gli aspetti meglio rappresentati sono costituiti dai fragmiteti, ampiamente diffusi sia in Lametta che in Lama. Per la Lametta si presentano in condizioni prevalentemente allagate, a contatto con le acque lacustri, mentre internamente creano mosaici a contatto con i magnocariceti a *Carex elata*. In Lama i fragmiteti si presentano in condizione di maggiore interrimento su substrato torboso, differenziandosi per la presenza della felce *Thelypteris palustris*.

Utricularia australis costituisce la specie di maggiore pregio conservazionistico, per la quale l'Ente Gestore, considerate le dimensioni limitate della stazione, valuterà interventi di restocking in altre vasche idonee trasferendone i turioni (Patera, 2024).

Di pregio risulta essere anche la presenza di *Persicaria amphibia*, elemento piuttosto raro a scala regionale.

La presenza di specie esotiche è ridotta, con la sola presenza di *Lemna minuta*. L'assenza di idrofite esotiche radicanti è influenzata principalmente dalla scarsa trasparenza delle acque che sfavorisce l'insediamento di alloctone presenti nel Lago d'Iseo quali *Lagarosiphon major*, *Elodea nuttallii*, *E. canadensis* e dall'assenza di contributo idrico da parte del lago verso la Lama. Tale aspetto risulta di interesse in quanto la diffusione di specie aliene all'interno delle zone umide costituisce infatti uno dei principali *ecological driver* che incide sulla conservazione delle zone umide (Brusa et al., 2019).

8. CONCLUSIONI

All'interno della Riserva Naturale "Torbiere del Sebino" la flora macrofita acquatica presenta una significativa ricchezza. Osservando le macrofite presenti nella Riserva emerge una prevalenza di taxa che vegetano in acque ricche di nutrienti, mentre le specie tipiche di acque meso-oligotrofiche risultano in regressione.

Considerato lo storico peggioramento della qualità delle acque, emerge un'importante differenza in termini distributivi e di biodiversità vegetale, correlata principalmente allo stato medio dei differenti corpi idrici. La presente indagine pone quindi le basi per le future attività di conservazione di specie e habitat acquatici presenti, oltre che sottolineare le aree maggiormente critiche in funzione dello sviluppo di interventi di miglioramento ambientale.

Lo studio ha inoltre permesso un approfondimento della biodiversità vegetale acquatica presente nell'Area protetta. L'osservazione di specie di nuova segnalazione per il Sito conferma come anche aree poste in contesti urbanizzati e lungamente indagate celino tutt'oggi nuovi elementi da ricercare e tutelare.

9. BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2012. Piano di Gestione della Riserva Naturale "Torbiere del Sebino".

Andreis C., 2007-2014. Assetto della componente floristico-vegetazionale della Riserva Naturale Torbiere del Sebino. Relazioni annuali inedite depositate presso l'Ente di gestione della Riserva.

Andreis C., Lazzaroni L., Rodondi G., Zavagno F., 1995 (1993). La vegetazione delle torbiere del Sebino e le direttive del piano di gestione. Coll. Phytosoc., 21: 511-546.

Azzella M. M., 2014. *Flora vegetazione e indicatori macrofitici dei laghi vulcanici d'Italia*: [tesi di dottorato] Roma: La Sapienza Università di Roma.

Bartolucci F., Peruzzi L., Galasso G., Albano A., Alessandrini A., Ardenghi N.M.G., Astuti G., Bacchetta G., Ballelli S., Banfi E., Barberis G., Bernardo L., Bouvet D., Bovio M., Cecchi L., Di Pietro R., Domina G., Fascetti S., Fenu G., Festi F., Foggi B., Gallo L., Gottschlich G., Gubellini L., Iamónico D., Iberite M., Jimén- ez-Mejías P., Lattanzi E., Marchetti D., Martinetto E., Masin R.R., Medagli P., Passalacqua N. G., Peccenini S., Pennesi R., Pierini B., Poldini L., Prosser F., Raimondo F. M., Roma-Marzio F., Rosati L., Santangelo A., Scoppola A., Scortegagna S., Selvaggi A., Selvi F., Soldano A., Stinca A., Wagensommer R.P., Wilhalm T. & Conti F., 2018 - An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems*, 152, pp. 2, 179-303.

Bazzichelli G, Abdelahad N, 2009. Flora analitica delle Caroficee. Università La Sapienza ed., Roma: 75 pp.

Biondi E., Blasi C., Burrascano S., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E. et al., 2009. Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. Società Botanica Italiana. Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, D.P.N.

Bolpagni R., Bettoni E., Bonomi F., Bresciani M., Caraffini K., Costaraoss S., Giacomazzi F., Monauni C., Montanari P., Mosconi M.C., Oggioni A., Pellegrini G., Zampieri C., 2013. Charophytes of the lake Garda (Northern Italy): a preliminary assessment of diversity and distribution. *J. Limnol.* 72(2): 388-393.

Bolpagni R., Cerabolini B.E.L., 2016. *Habitat acquatici in Lombardia: aggiornamento delle conoscenze e proposte per un monitoraggio integrato*. Università degli Studi dell'Insubria - Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Osservatorio Regionale per la Biodiversità di Regione Lombardia.

Bornette, G., & Puijalón, S. (2011). *Aquatic Sciences-Research Across Boundaries*, 73(1), 1-14

Brusa G., Dalle Fratte M., Bogliani G., Celada C., Gaibani G., Luoni F., Soldarini M., 2019. Le aree umide nella regione biogeografica Continentale dell'Italia settentrionale: dagli scenari di cambiamento a prospettive di conservazione. *Natural History Sciences. Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, 6 (2): 37-69

Brusa G., Cerabolini B.E.L., Dalle Fratte M., De Molli C., 2017. Protocollo operativo per il monitoraggio regionale degli habitat di interesse comunitario in Lombardia. Versione 1.1. Università degli Studi dell'Insubria - Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Osservatorio Regionale per la Biodiversità di Regione Lombardia.

Consorzio Parco Ticino, La flora acquatica, Gruppo Editoriale Fabbri 1983 pp.: 22-23,29-30,50-51,56-57,61-62,83-84,92-93,96-97.

Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C., 2005, An annotated checklist of the Italian vascular flora. Palombi Editore, Roma.

Crescini A., 1970. Conservazione e Valorizzazione delle Torbiere Sebine. Quaderni della Biblioteca Comunale di Iseo n. 2 (pp 11-20).

Evert R. F., Eichhorn S. E., 2013. La biologia delle piante di Raven settima edizione. Zanichelli editore.

Giacomini V., 1946. Aspetti scomparsi e relitti della vegetazione padana. Documenti sulla vegetazione recente delle "lame" e delle torbiere fra l'Oglio e il Mincio. *Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia*, (5) 9: 29-123.

Gomarasca S., Roella V. (a cura di); Ecomorfologia rive delle acque comuni: prog. ECO.RIVE. Programma quinquennale 2008-2012- Campagna 2012. Monitoraggio delle componenti biologiche del lago Maggiore: macrofite e macrobenthos . A.R.P.A. Lombardia, Dipartimento di Varese. Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo Svizzere (Ed.): 64 pp.

Igor Shiklomanov's chapter "World freshwater resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. (Numbers are rounded).

Lacoul, P., & Freedman, B. (2006). Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental reviews*, 14(2), 89-136.

Loreau, Michel, and Claire De Mazancourt. (2013) "Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms." *Ecology letters* 16,106-115.

Meriläinen, J. (1968). *Najas minor* All. in North America. *Rhodora*, 70(782), 161-175.

Patera G., 2020. Relazione botanica Riserva Naturale "Torbiere del Sebino". Relazione annuale inedita depositata presso l'Ente di gestione della Riserva.

Patera G., 2021. Relazione botanica Riserva Naturale "Torbiere del Sebino". Relazione annuale inedita depositata presso l'Ente di gestione della Riserva.

Patera G., 2022. Relazione botanica Riserva Naturale "Torbiere del Sebino". Relazione annuale inedita depositata presso l'Ente di gestione della Riserva.

Patera G., 2023. Relazione botanica Riserva Naturale "Torbiere del Sebino". Relazione annuale inedita depositata presso l'Ente di gestione della Riserva.

Patera G., 2024. Relazione botanica Riserva Naturale "Torbiere del Sebino". Relazione annuale inedita depositata presso l'Ente di gestione della Riserva.

Pignatti S., 2019. Flora d'Italia. Edagricole, Bologna.

Rossi G., Montagnani C., Gargano D., Peruzzi L., Abeli T., Ravera S., Cogoni A., Fenu G., Magrini S., Gennai M., Foggi B., Wagensommer R.P., Venturella G., Blasi C., Raimondo F.M., Orsenigo S., 2013. Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

Rossi G., Orsenigo S., Gargano D., Montagnani C., Peruzzi L., Fenu G., Abeli T., Alessandrini A., Astuti G., Bacchetta G., Bartolucci F., Bernardo L., Bovio M., Brullo S., Carta A., Castello M., Cogoni D., Conti F., Domina G., Foggi B., Gennai M., Gigante D., Iberite M., Lasen C., Magrini S., Nicolella G., Pinna M.S., Poggio L., Prosser F., Santangelo A., Selvaggi A., Stinca A., Tartaglini N., Troia A., Villani M.C., Wagensommer R.P., Wilhalm T., Blasi C., 2020. Lista Rossa della Flora Italiana. 2 Endemismi e altre specie minacciate. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Zani G., 2016. *Torbiere del Sebino: contributo alla conoscenza dei prati umidi*: [tesi di laurea triennale] Milano: Università degli Studi di Milano.

10. SITOGRAFIA

<https://www.actaplantarum.org/>

<https://www.infoflora.ch/it/>

https://it.wikipedia.org/wiki/Ceratophyllum_demersum Visitato il 13/03/2024

https://dryades.units.it/Roma/index.php?procedure=taxon_page&id=7923&num=4397 visitato il 10/03/2024