



## **Specie Alloctone invasive nel bacino del Lago Maggiore (SPAM)**

Programma triennale 2016-2018

**Rapporto annuale 2017**

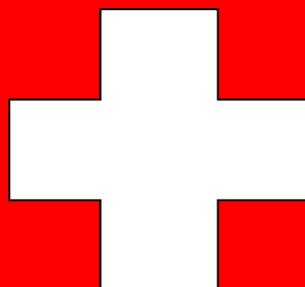
Ecomorfologia delle rive

*ARPA Lombardia - Settore Monitoraggi Ambientali*

*U.O. Centro Regionale Laghi e Monitoraggio Biologico Acque Superficiali*

*Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto per lo Studio degli Ecosistemi*

*Sede di Verbania Pallanza*



# **SPECIE ALLOCTONE INVASIVE NEL BACINO DEL LAGO MAGGIORE (SPAM)**



## **Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere**

Programma triennale 2016-2018

### **Rapporto annuale 2017**

Ecomorfologia delle rive

*ARPA Lombardia - Settore Monitoraggi Ambientali*

*U.O. Centro Regionale Laghi e Monitoraggio Biologico Acque Superficiali*

*Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto per lo Studio degli Ecosistemi*

*Sede di Verbania Pallanza*

*Maggio 2018*

# SOMMARIO

<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>PARTE 1: STUDIO DELLE COMUNITÀ DI MACROFITE</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>6</b>
<b>2. PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>7</b>
<b>3. LA FLORA MACROFITICA DEL LAGO MAGGIORE</b> .....	<b>9</b>
3.1 ELENCO FLORISTICO .....	10
3.2 FREQUENZA DELLE FAMIGLIE NEL LAGO MAGGIORE .....	13
3.3 FREQUENZA DELLE SPECIE NEL LAGO MAGGIORE .....	13
3.4 RAPPORTO TRA I TIPI MORFOLOGICI DEI TAXA RINVENUTI E L'AMBIENTE DI CRESCITA .....	14
3.5 SPETTRO COROLOGICO .....	15
3.6 SPETTRO BIOLOGICO .....	16
3.7 SPETTRO ECOLOGICO.....	17
3.8 PECULIARITÀ FLORISTICHE .....	19
3.9 LE SPECIE ESOTICHE.....	21
<b>4. SCHEDE ANALITICHE DELLE SPECIE ESOTICHE DEL LAGO MAGGIORE</b> .....	<b>23</b>
4.1 <i>LAGAROSIPHON MAJOR</i> (RIDL.) MOSS (HYDROCHARITACEAE).....	23
4.1.1 <i>Aspetto e i caratteri diagnostici</i> .....	23
4.1.2 <i>Biologia ed Ecologia</i> .....	24
4.1.3 <i>Distribuzione</i> .....	25
4.1.4 <i>Ecologia e carte di distribuzione nel Lago Maggiore</i> .....	26
4.1.5 <i>Impatti</i> .....	32
4.2 <i>ELODEA NUTTALLII</i> (PLANCH.) H.ST.JOHN (HYDROCHARITACEAE).....	33
4.2.1 <i>Aspetto e i caratteri diagnostici</i> .....	33
4.2.2 <i>Biologia ed Ecologia</i> .....	34
4.2.3 <i>Distribuzione</i> .....	35
4.2.4 <i>Ecologia e carte di distribuzione nel Lago Maggiore</i> .....	36
4.2.5 <i>Impatti</i> .....	40
4.3 <i>ELODEA CANADENSIS</i> MICHX. (HYDROCHARITACEAE) .....	41
4.3.1 <i>Aspetto e i caratteri diagnostici</i> .....	41
4.3.2 <i>Biologia ed Ecologia</i> .....	42
4.3.3 <i>Distribuzione</i> .....	43
4.3.4 <i>Ecologia e carte distribuzione nel Lago Maggiore</i> .....	43
4.3.5 <i>Impatti</i> .....	48
4.4 <i>EGERIA Densa</i> PLANCH. (HYDROCHARITACEAE).....	50
4.4.1 <i>Aspetto e i caratteri diagnostici</i> .....	50
4.4.2 <i>Biologia ed Ecologia</i> .....	51
4.4.3 <i>Distribuzione</i> .....	51
4.4.4 <i>Ecologia e carte distribuzione nel Lago Maggiore</i> .....	52
4.4.5 <i>Impatti</i> .....	53
<b>5. AZIONI DI CONTENIMENTO E PREVENZIONE</b> .....	<b>55</b>
5.1 AZIONE CHIMICA .....	55
5.2 AZIONE BIOLOGICA .....	56
5.3 AZIONE MECCANICA.....	58
5.3.1 <i>Rimozione manuale usando sommozzatori</i> .....	58

5.3.2	<i>Taglio meccanico con lame a V, seguito da raccolta immediata dei propaguli</i> .....	58
5.3.3	<i>Geotessile sommerso o barriere bentoniche</i> .....	59
5.3.4	<i>Dragaggio</i> .....	61
<b>6.</b>	<b>L'IMPATTO ECOLOGICO DELLE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE SULLE SPECIE AUTOCTONE PRESENTI NEL LAGO.</b>	<b>63</b>
<b>7.</b>	<b>L'IMPATTO ECOLOGICO DELLE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE SUGLI HABITAT D'INTERESSE COMUNITARIO (DIRETTIVA 92/43/CEE)</b> .....	<b>68</b>
<b>8.</b>	<b>L'IMPATTO DELLE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE SULLE ATTIVITÀ ANTROPICHE</b> .....	<b>75</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>80</b>
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>82</b>
	<b>ALLEGATO A</b> .....	<b>94</b>
	<b>ALLEGATO B</b> .....	<b>99</b>
	<b>ALLEGATO C</b> .....	<b>100</b>
	<b>ALLEGATO D</b> .....	<b>104</b>
	<b>PARTE 2: STUDIO DEI MOLLUSCHI BIVALVI</b> .....	<b>106</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>107</b>
<b>2.</b>	<b>ATTIVITÀ SVOLTE</b> .....	<b>107</b>
<b>3.</b>	<b>RISULTATI PRELIMINARI</b> .....	<b>109</b>
	<b>PARTE 3: STUDIO DEI MACROCROSTACEI</b> .....	<b>112</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>113</b>
<b>2.</b>	<b>ATTIVITÀ PRELIMINARI</b> .....	<b>114</b>
2.1	RICHIESTE DI PERMESSI .....	114
2.2	SCelta DELLE NASSE .....	114
<b>3.</b>	<b>SOPRALLUOGHI PREPARATORI</b> .....	<b>115</b>
<b>4.</b>	<b>ANALISI MORFOMETRICHE</b> .....	<b>120</b>
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>121</b>

## **PREMESSA**

Il presente rapporto riassume le attività svolte nel corso del 2017 nell'ambito del progetto di ricerca "Specie Alloctone invasive nel bacino del Lago Maggiore (SPAM)" avente per obiettivo lo studio delle specie animali e vegetali alloctone presenti nel bacino del Lago Maggiore.

Le principali attività svolte nel 2017 hanno riguardato:

- rilievi in campo, raccolta dati ed elaborazione dei risultati per la componente macrofitica e dei molluschi bivalvi;
- rilievi preliminari in campo per sperimentare il protocollo di campionamento dei macrocrostacei e raccolta dati preliminari al fine di indirizzare le successive attività di monitoraggio.

Il documento è strutturato in 3 parti, ognuna specifica per la componente biologica analizzata nel presente studio.

Nella prima parte è presentato lo studio delle comunità macrofitiche rilevate nelle attività in campo effettuate nel corso dell'anno 2017.

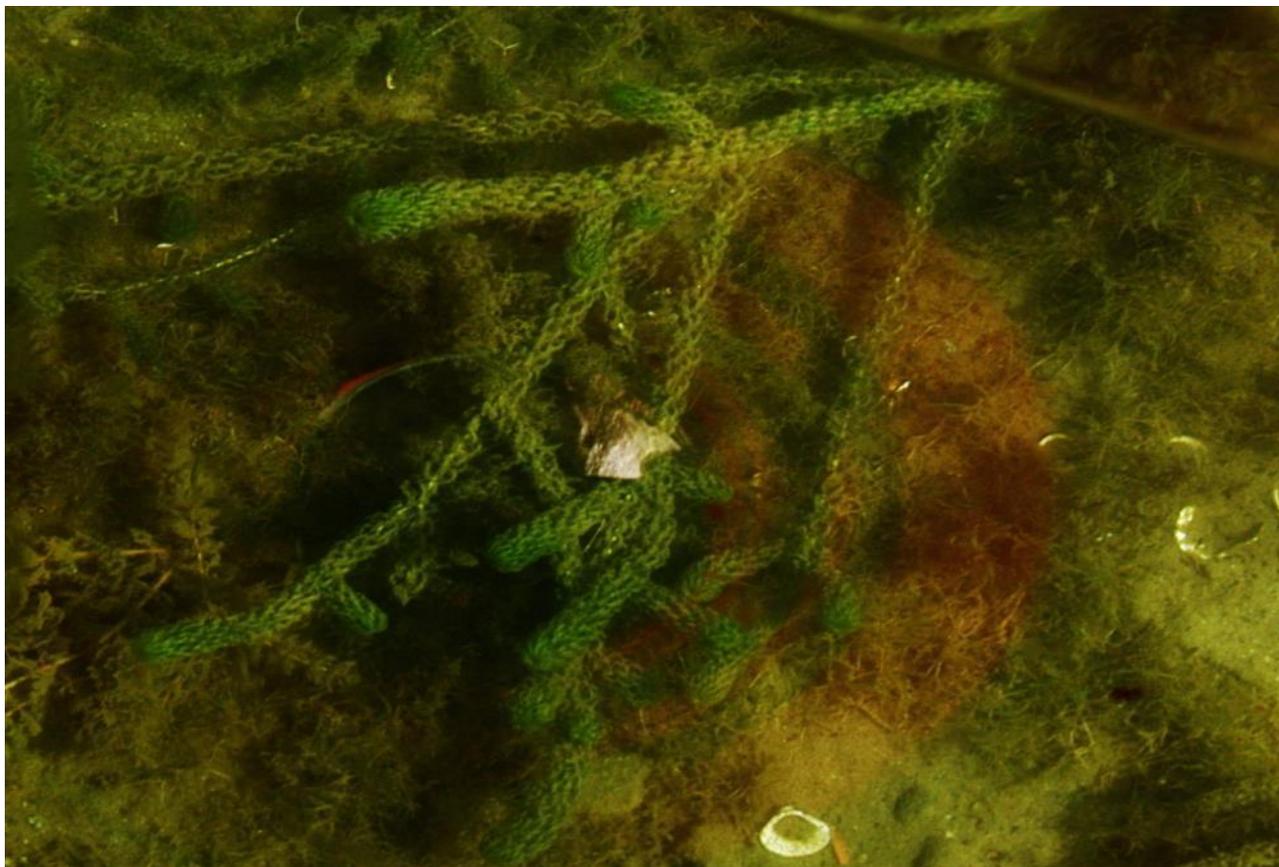
Nella seconda parte è presentata l'attività condotta sui molluschi bivalvi (*Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha* e *Anodonta woodiana*), che nella campagna del 2017 ha riguardato principalmente attività di rilievo e prime elaborazioni dei dati.

Nella terza ed ultima parte sono riportate le attività svolte sui macrocrostacei *Orconectes limosus* e *Procambarus clarkii*, dei quali sono ancora in corso le attività di campionamento ed elaborazione dei dati.

I risultati finali saranno presentati nel rapporto conclusivo del triennio 2016-2018.

# **SPECIE ALLOCTONE INVASIVE NEL BACINO DEL LAGO MAGGIORE (SPAM)**

## ***PARTE 1: Studio delle comunità di macrofite***



Programma triennale 2016-2018

### **Rapporto annuale 2017**

A cura di Luca Gariboldi, Andrea Beghi, Franca Pandolfi, Pietro Genoni

*ARPA Lombardia - Settore Monitoraggi Ambientali  
U.O. Centro Regionale Laghi e Monitoraggio Biologico Acque Superficiali*

## 1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro vuole essere un ulteriore contributo alla conoscenza della fitodiversità e in particolar modo delle specie esotiche presenti nel Lago Maggiore.

La ricerca si è articolata in due fasi:

- Una prima fase di “campo”, svoltasi da luglio a ottobre del 2017, in cui sono stati eseguiti 473 transetti (per un totale di 2420 rilievi) lungo tutto il perimetro del Lago Maggiore, seguendo perlopiù il “Protocollo di campionamento delle macrofite in ambiente lacustre (BUZZI F., OGGIONI A., 2014)” e 125 rilievi nelle aree portuali.
- Una seconda fase di “laboratorio” per la determinazione dei campioni non riconosciuti in campo e l’analisi dei dati raccolti.

Gli intenti principali di questo studio sono stati:

1. L’aggiornamento delle conoscenze sulle macrofite presenti nel Lago Maggiore
2. L’approfondimento delle conoscenze sulle specie alloctone invasive e sulla loro distribuzione nel Lago Maggiore, valutando in particolare le variazioni degli areali rispetto ai dati storici conosciuti con riferimento soprattutto ai dati raccolti nel biennio 2011-2012 dal precedente progetto ECORIVE (GOMARASCA & ROELLA, 2012).
3. La valutazione dell’impatto ecologico delle specie alloctone invasive sulle specie autoctone presenti nel lago.
4. La valutazione dell’impatto delle specie alloctone invasive sulle attività antropiche. A questo riguardo, particolare attenzione è stata rivolta alla presenza delle macrofite all’interno delle aree portuali, delle marinerie e dei cantieri, individuando eventuali situazioni critiche dovute alla proliferazione di specie invasive.
5. Fornire delle indicazioni per la stesura di linee guida per la gestione ed il contenimento delle specie con impatto significativo.

## 2. PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO

In base alle informazioni raccolte in bibliografia e all'esperienza dei precedenti progetti CIP AIS, si è scelto di utilizzare un approccio simile a quello già applicato nel progetto ECORIVE, adattandolo alle esigenze attuali. I transetti sono stati eseguiti lungo tutta la costa, in aree scelte a caso e in quelle in cui erano già state rilevate in passato le specie esotiche (allegato D), con l'utilizzo di un'imbarcazione. Lungo ogni transetto sono stati effettuati dei rilievi, secondo il metodo fitosociologico classico (CAPPELLETTI, 1976), in aree di vegetazione omogenea di 4-8 m<sup>2</sup>. Per ogni rilievo oltre ai dati floristici e di copertura (utilizzando la scala di Braun-Blanquet, modificata da Pignatti; Cappelletti, op.cit.), sono stati presi i dati stazionali e la profondità, segnando anche i limiti tra le varie comunità individuate, necessari per realizzare la cartografia richiesta. Talvolta, per comunità vegetali molte estese presenti lungo lo stesso transetto, sono stati realizzati più rilievi. L'attrezzatura utilizzata è quella elencata nel "Protocollo di campionamento di macrofite acquatiche in ambiente lacustre" presente nel manuale ISPRA "Metodi Biologici per le acque superficiali interne" (Manuali e Linee Guida 111/2014):

- Dispositivi di protezione individuale
- Carta topografica del lago in scala 1:5000 o 1:10000. La scala dovrà essere scelta per raffigurare al meglio l'intero bacino imbrifero ed il relativo uso del suolo
- Disco di Secchi per la misura della trasparenza dell'acqua
- GPS
- Corda metrata o ecoscandaglio per la misura della profondità del fondale
- Batiscopio (*Figura 1*)
- Rastrello con denti opposti e spazio interdente regolabile per la raccolta delle macrofite (*Figura 1*)
- Schede di campagna
- Telecamera subacquea munita di video a cristalli liquidi
- Palmare o computer portatile, interfacciati con strumento GPS avente un errore inferiore a 3 m, per il rilevamento delle coordinate geografiche richieste (*Figura 1*)
- Ecosonda in grado di rappresentare, su schermo o su carta, la presenza della vegetazione sommersa e il profilo di profondità del transetto (*Figura 1*)
- Draga per la determinazione della granulometria del fondo
- Buste di plastica, per la conservazione degli esemplari di piante non immediatamente determinabili
- Lente di ingrandimento
- Matita e penna con inchiostro indelebile
- Borsa frigorifera per la conservazione dei campioni
- Macchina fotografica

I rilievi sono stati effettuati con l'utilizzo del batiscopio, fino a dove profondità e trasparenza lo consentivano e di una telecamera subacquea. Si è proceduto inoltre a campionare le specie osservate, utilizzando un doppio rastrello opportunamente modificato. Tutte le informazioni raccolte sono state georeferenziate tramite GPS. In questo lavoro è stato inoltre utilizzato un ecoscandaglio dotato di GPS integrato e software dedicato che consente di elaborare informazioni sulla copertura vegetale, sull'altezza delle macrofite radicate sommerse, e di creare un profilo di profondità dei vari transetti. Le informazioni raccolte dall'ecoscandaglio sono state poi incrociate con quelle raccolte e georeferenziate direttamente dagli operatori, al fine di caratterizzare al meglio le aree oggetto di studio e produrre la relativa cartografia.



*Figura 1 Attrezzatura utilizzata per i transetti: ecoscandaglio con computer portatile da campo resistente all'acqua (in alto a sinistra); telecamera subacquea (in alto a destra); baticoppio (in basso a sinistra); rastrello (in basso a destra).*

### 3. LA FLORA MACROFITICA DEL LAGO MAGGIORE

Durante la campagna di monitoraggio delle macrofite del Lago Maggiore, svoltasi da luglio a ottobre del 2017, sono state censite 44 specie, distribuite in 31 generi e 14 famiglie; 39 specie sono piante superiori (cormofite o tracheofite) e 5 piante inferiori (tallofite) tutte macroalghe.

Lo schema tassonomico delle macrofite rinvenute è riportato nella tabella seguente (*Tabella 1*).

*Tabella 1. Schema tassonomico delle macrofite osservate nel Lago Maggiore nel 2017.*

				FAMIGLIA
				CHARACEAE
Macrofite	Piante inferiori (Tallofite)	Alghe (Carofite)		ARACEAE HYDROCHARITACEAE POTAMOGETONACEAE IRIDACEAE TYPHACEAE CYPERACEAE POACEAE CERATOPHYLLACEAE RANUNCULACEAE HALORAGACEAE ELATINACEAE LYTHRACEAE PLANTAGINACEAE
	Piante superiori (Cormofite o Tracheofite)	Spermatofite	Angiosperme	

Nel Lago Maggiore sono state osservate anche tre alghe verdi filamentose: *Spirogyra sp.* (Charophyta della famiglia delle Zygnemataceae); *Hydrodictyon cf. reticulatum* (L.) Bory e *Cladophora sp.*, (Chlorophyta appartenenti alle famiglie rispettivamente delle Hydrodictyaceae e Cladophoraceae).

La stima dei taxa censiti (44 specie) non è sicuramente esaustiva della *richness floristica* presente nel Lago Maggiore sia perché, come noto, occorrerebbero almeno 2-3 anni consecutivi per studiare nella sua completezza floristica un dato territorio, sia per l'ambiente acquatico difficile da indagare anche con l'attrezzatura adeguata (barca, batiscopio, rastrello, ecc.). Inoltre, per questo lavoro, l'indagine floristica ha interessato soprattutto l'ambiente subacqueo della zona litorale e ha trascurato, salvo osservazioni saltuarie, la fascia riparia. Per avere un'idea della potenzialità floristica del Lago Maggiore sono stati presi in considerazione i censimenti floristici degli ultimi 139 anni, dal 1878 (una sola segnalazione in Macchi, 2005) fino ad oggi, che hanno interessato l'intera fascia periacquale. La stima ottenuta, in base alla bibliografia consultata, ammonta a 103 specie (Allegato A), ripartite in 59 generi e 34 famiglie; 94 specie sono piante vascolari, mentre 9 sono piante inferiori (5 macroalghe, 3 muschi, 1 epatica). Questo valore non è ovviamente assoluto sia perché alcune specie censite in passato, come ad esempio *Baldellia ranunculoides*, *Ceratophyllum submersum*, *Fimbristylis annua*, *Lindernia procumbens* e *Utricularia vulgaris*, richiederebbero nuova verifica e riconferma, sia per il costante disturbo antropico cui il territorio è soggetto che favorisce la comparsa di nuove specie, in particolare le sinantropiche (esotiche, nitrofile), e infine anche per le scarse conoscenze floristiche sulla fascia riparia del lago, i cui ultimi censimenti per l'intero lago risalgono agli anni '70 e '80 del secolo scorso (GUILIZZONI ET AL., 1989). Considerando, invece, solo le macrofite più strettamente

acquatiche rinvenute nella fascia litoranea, il Lago Maggiore risulterebbe tra i primi laghi d'Italia e il primo in Lombardia per numero di specie presenti (Bolpagni, in verbis).

### 3.1 Elenco floristico

L'elenco floristico riferito al censimento attuale è riportato nelle tabelle sottostanti (*Tabella 2 e Tabella 3*) nelle quali le famiglie sono disposte in ordine alfabetico e così anche i taxa al loro interno. La determinazione delle piante vascolari è stata eseguita utilizzando perlopiù la *Flora d'Italia* (PIGNATTI, 2017, 1982) e la *Flora europea* (TUTIN ET AL., 1980), integrate da successivi aggiornamenti sistematico-tassonomici e approfondimenti riguardanti diversi generi come: *Potamogeton* (TISON & DE FOCALTY, 2014; STACE, 2010; GARCIA-MURILLO, 2010; VAN DER WEYER & SCHMIDT, 2007; KAPLAN, 2008, 2002; KAPLAN & ŠTĚFÁNEK, 2003; KAPLAN & WIEGLED, 1998; PRESTON, 1995) e *Elodea* (ASSINI ET AL., 2010; BOWMER ET AL., 1995). La delimitazione delle famiglie e la nomenclatura è conforme a "An updated checklist of the vascular flora native to Italy" (BARTOLUCCI ET AL., 2018).

Per le macroalghe invece la determinazione è stata effettuata utilizzando soprattutto la flora analitica delle Caroficee di Bazzichelli & Abdelahad (2009), integrata da vari approfondimenti dei diversi generi (BUENO ET AL., 2016, 2011; DIDA & AZAM, 2012; CAISOVA' & GABKA, 2009; SAKAYAMA ET AL., 2009; GHAZALA ET AL., 2004). La nomenclatura è conforme a Bazzichelli & Abdelahad (2009) e al database "AlgaeBase" (<http://www.algaebase.org>).

Per ogni entità vengono riportati:

- Binomio, o trinomio, latino con l'eventuale sinonimo
- Forma biologica (Pignatti 2017, 1982, Aeschimann et al., 2005)
- Tipo corologico (PIGNATTI 2017, 1982); per le specie esotiche viene indicato tra parentesi l'areale d'origine.
- Zona d'osservazione: L= Lombardia; P= Piemonte; CT = Canton Ticino

#### Spermatofite

Tabella 2. Elenco floristico delle spermatofite (sono incluse le specie riparie, anche se osservate solo sporadicamente).

Famiglia	Genere-specie	Sinonimo	Forma biologica	Corologia	L	P	CT	
ARACEAE	<i>Lemna minor</i> L.		I nat	Subcosmopolita				
	<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.		I nat	Subcosmopolita	X			
CERATOPHYLLACEAE	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.		I rad	Cosmopolita	X	X		
CYPERACEAE	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.		He, G rhiz	Eurasiatica	X			
	<i>Carex elata</i> All. subsp. <i>elata</i>		He, H caesp	Europeo-Caucasica	X			
	<i>Carex pseudocyperus</i> L.		He, H caesp	Subcosmopolita	X			
	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.		G rhiz, T caesp	Subcosmopolita	X	X	X	
	<i>Schoenoplectiella supina</i> (L.) Lye	<i>Schoenoplectus supinus</i> (L.) Palla		T caesp	Subcosmopolita		X	
	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla			He, G rhiz	Subcosmopolita	X		

Famiglia	Genere-specie	Sinonimo	Forma biologica	Corologia	L	P	CT
	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	<i>Scirpus holoschoenus</i> L.	G rhiz	Eurimediterranea			X
HALORAGACEAE	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.		I rad	Subcosmopolita	X	X	X
HYDROCHARITACEAE	<i>Egeria densa</i> Planch.	<i>Elodea densa</i> (Planch.) Caspary	I rad	Esotica (Sudamerica)	X		
	<i>Elodea canadensis</i> Michx.		I rad	Esotica (Nordamerica)	X	X	X
	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John		I rad	Esotica (Nordamerica)	X	X	X
	<i>Lagarosiphon major</i> (Ridl.) Moss		I rad	Esotica (Africa)	X	X	X
	<i>Najas major</i> All.	<i>Najas marina</i> auct., non L.	I rad	Cosmopolita	X	X	X
	<i>Najas minor</i> All.		I rad	Paleotemperata e Subtrop.	X	X	
	<i>Vallisneria spiralis</i> L.		I rad	Cosmopolita	X	X	X
IRIDACEAE	<i>Limniris pseudacorus</i> (L.) Fuss	<i>Iris pseudacorus</i> L.	He, G rhiz	Eurasiatica	X	X	
LYTHRACEAE	<i>Lythrum salicaria</i> L.		He, H scap	Subcosmopolita	X	X	X
	<i>Trapa natans</i> L.		I nat	Paleotemperata	X	X	
PLANTAGINACEAE	<i>Gratiola officinalis</i> L.		H scap	Circumboreale	X	X	
	<i>Hippuris vulgaris</i> L.		I rad	Cosmopolita			X
	<i>Littorella uniflora</i> (L.) Asch.		I rad, He	W-Europea	X	X	
POACEAE	<i>Phalaris arundinacea</i> L. subsp. <i>arundinacea</i>	<i>Phalarioides arundinacea</i> L.	He, H caesp	Circumboreale	X	X	
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. subsp. <i>australis</i>		He, G rhiz	Subcosmopolita	X	X	X
POTAMOGETONACEAE	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber		I rad	Subcosmopolita	X		
	<i>Potamogeton crispus</i> L.		I rad	Subcosmopolita	X	X	
	<i>Potamogeton lucens</i> L.		I rad	Circumboreale	X	X	
	<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.		I rad	Subcosmopolita	X		
	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.		I rad	Subcosmopolita	X	X	X
	<i>Potamogeton pusillus</i> L.		I rad	Subcosmopolita	X	X	X
	<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	I rad	Subcosmopolita	X		
	<i>Zannichellia palustris</i> L.		I rad	Cosmopolita	X	X	X

Famiglia	Genere-specie	Sinonimo	Forma biologica	Corologia	L	P	CT
RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus reptans</i> L.		He, I rad	Eurosiberiana	X		
	<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix		I rad	Europea		X	
TYPHACEAE	<i>Typha latifolia</i> L.		He, G rhiz	Cosmopolita	X		

## Alghe

Tabella 3. Elenco floristico delle alghe.

Famiglia	Genere-specie	L	P	CT
CHARACEAE	<i>Chara delicatula</i> Desvaux	X	X	
	<i>Chara globularis</i> J.L.Thuiller	X	X	X
	<i>Chara vulgaris</i> L.	X		
	<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. Agardh	X	X	X
	<i>Nitella opaca</i> (C.Agardh ex Bruzelius) C.Agardh	X		

Gli *exsiccata* della maggior parte dei taxa censiti sono stati conservati in un erbario “da campo” (per le piante superiori) o in boccette in alcol etilico (per le alghe), presso la sede di Arpa Lombardia, dipartimento di Varese, Centro Regionale laghi e monitoraggio biologico. Alcuni campioni sono stati conservati anche presso l’erbario del Museo Civico di Storia Naturale di Milano (MSNM).

### 3.2 Frequenza delle Famiglie nel Lago Maggiore

In accordo con l'ambiente studiato in questo progetto, le erbe acquatiche sommerse appartenenti alle famiglie delle Potamogetonaceae e Hydrocharitaceae sono quelle maggiormente rappresentate nel Lago Maggiore.

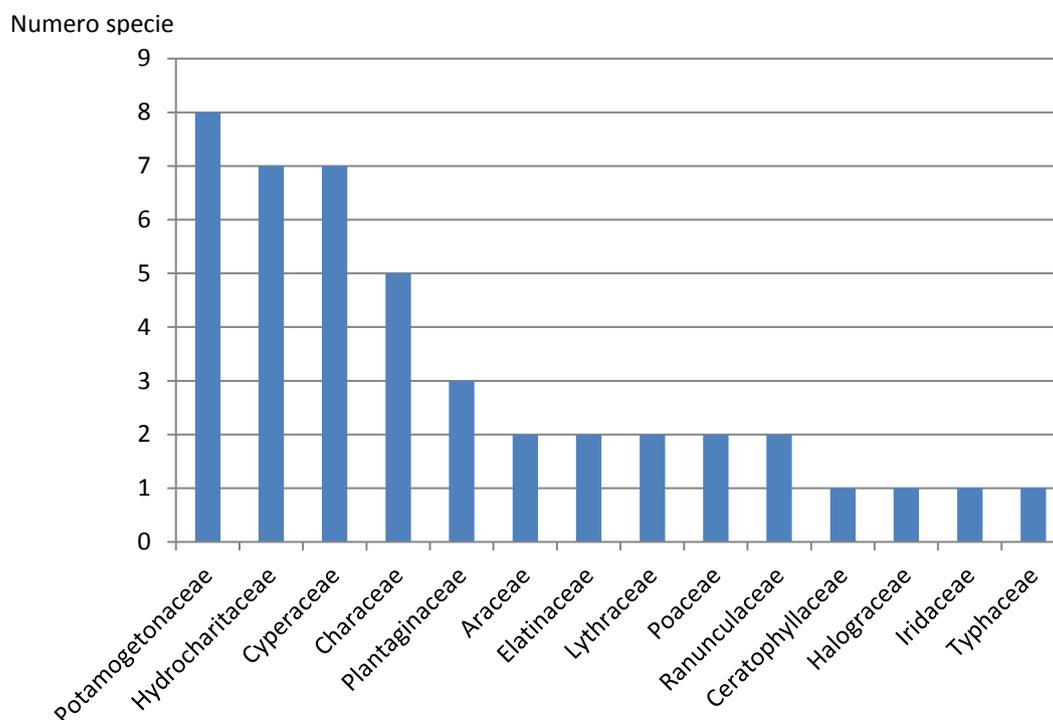


Figura 2. Famiglie maggiormente rappresentate nel Lago Maggiore.

In particolare, come mostrato nella Figura 2, la famiglia di specie più rappresentativa è quella delle Potamogetonaceae, con 8 specie ritrovate, seguita dalle Hydrocharitaceae e Cyperaceae, con sette specie ciascuna, e dalle Characeae (alghe) con cinque.

### 3.3 Frequenza delle specie nel Lago Maggiore

La frequenza percentuale di tutte le specie rinvenute nel Lago Maggiore è stata determinata considerando il numero di volte che una determinata specie è stata trovata rispetto al totale delle osservazioni eseguite. Nell'istogramma seguente (Figura 3) sono state escluse le specie della fascia riparia (canneti e cariceti) non considerate in questo studio e *Ranunculus reptans* e *Nitella opaca* frutto di osservazioni sporadiche al di fuori dei siti rilevati.

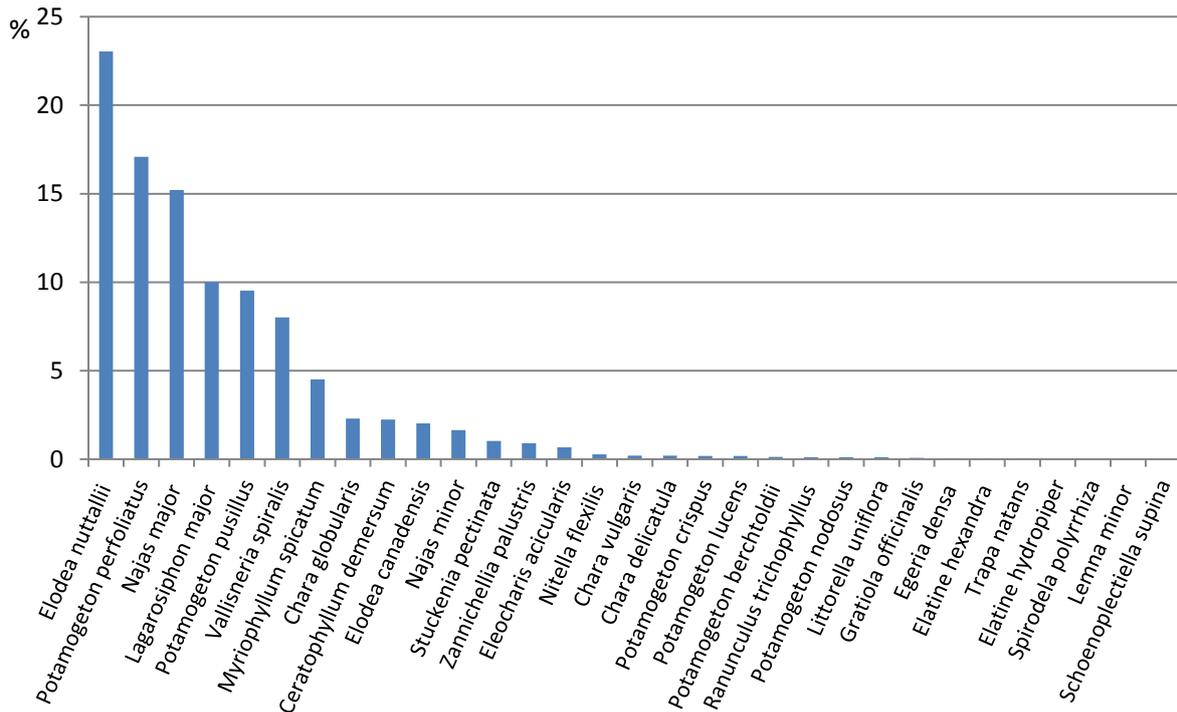


Figura 3. Le specie maggiormente rappresentate nel Lago Maggiore.

Dal grafico si evince che le specie più comuni nel lago sono *Elodea nuttallii*, *Potamogeton perfoliatus* e *Najas major*, seguite da *Lagarosiphon major*, *Potamogeton pusillus*, *Vallisneria spiralis* e *Myriophyllum spicatum*; tutte le altre specie sono poco comuni o rare.

### 3.4 Rapporto tra i tipi morfologici dei taxa rinvenuti e l'ambiente di crescita

La presenza percentuale dei diversi tipi morfologici delle macrofite rinvenute nel Lago Maggiore fornisce utili indicazioni sull'ambiente studiato; infatti, è nota l'esistenza di una correlazione tra i tipi morfologici (o forme morfo-adattive) delle macrofite (*sensu* DEN HARTOG & SEGAL, 1964) e l'ambiente di crescita.

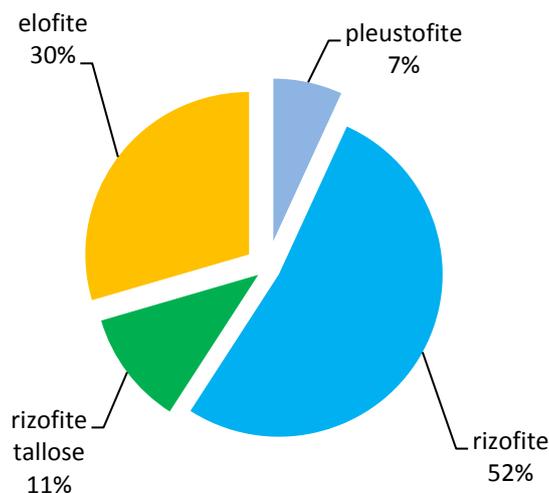


Figura 4. Spettro dei tipi-morfologici delle macrofite del Lago Maggiore.

In particolare dal grafico sopra riportato (*Figura 4*) si evince che il 70% dei taxa rinvenuti sono tipici dell'ambiente acquatico: si tratta di specie adattate a vivere nell'acqua (**idrofite**), che si distinguono in "pleustofite", se fluttuanti liberamente sulla superficie, "rizofite", se ancorate sul fondo, e "rizofite tallose", se riferite alle macroalghe ancorate sul fondo. Il rimanente 30% dei taxa trovati sono invece tipici dell'ambiente ripario: si tratta di quelle specie (**elofite**) più o meno marcatamente anfibie, annuali o perenni, delle rive perlopiù fangose e/o immerse nell'acqua per parte o quasi tutto l'anno.

### 3.5 Spettro corologico

Lo spettro corologico è stato calcolato per valutare l'incidenza dei diversi elementi geografici nella composizione della flora considerata. Esso rappresenta un dato sintetico di fattori ecologici e di storia delle flore, dal momento che la distribuzione di una specie denota da una parte la concordanza dell'ambiente con le esigenze della specie e dall'altra è il risultato di caratteristiche genetiche e di eventi storici che ne hanno ampliato o limitato l'estensione. Nel presente lavoro i tipi corologici utilizzati da Pignatti (2017) sono stati raggruppati in base alla loro affinità biogeografica in unità superiori al fine di sintetizzare e facilitare l'interpretazione delle informazioni ottenute. Le principali unità corologiche individuate nell'area indagata sono:

- **Specie Boreali:** comprende le specie Circumboreali e le specie Eurosiberiane, distribuite nelle zone fredde e temperato fredde dell'emisfero boreale.
- **Specie Eurasiatiche:** comprende le specie che occupano tutte le zone temperate dell'Europa e dell'Asia. Possiamo distinguere 2 sottogruppi: le specie temperate (Eurasiatiche in senso stretto, Europee e Europee-Caucasiche) e le specie temperato-calde, che comprende le Paleotemperate (specie Eurasiatiche in senso lato presenti anche nel Nordafrica).
- **Specie Atlantiche:** specie il cui areale gravita intorno alle coste atlantiche dell'Europa, dal Portogallo alla Norvegia, ed anche più ad oriente nelle zone a clima suboceanico (specie Subatlantiche).
- **Specie Mediterranee:** specie con areale localizzato intorno al bacino del Mediterraneo e/o che penetrano anche più o meno profondamente nell'Europa media (Eurimediterranee).
- **Specie ad Ampia distribuzione:** sono state così definite le specie Cosmopolite e Subcosmopolite, ossia quelle diffuse in tutti i continenti o quasi.
- **Specie Esotiche:** specie non indigene in Italia o in Svizzera, introdotte accidentalmente o intenzionalmente dall'uomo.

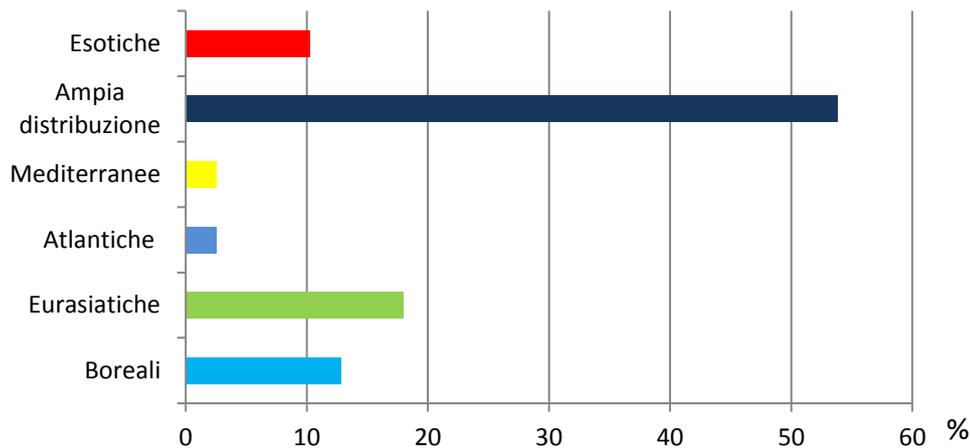


Figura 5. Spettro corologico generale.

Dalla lettura dello spettro (Figura 5) emerge la prevalenza dell'elemento ad **ampia distribuzione** (54%), la cui percentuale elevata è da mettere in relazione all'ambiente acquatico oggetto di questo studio. Tale contingente, infatti, è legato ad ambienti ecologici ben determinati, che si ripetono nelle varie parti del mondo, come le zone umide (PIGNATTI, 1994). Segue il contingente **eurasiatico** (18%), a cui appartengono le piante tipiche del nostro clima temperato. La modesta presenza di questo contingente è in accordo con l'azonalità della vegetazione dell'ambiente studiato. Modesto è anche il contingente **boreale** (13%), la cui presenza è legata ad ambienti dal particolare microclima (freddi, temperato-freddi) come le formazioni erbacee palustri o meso-igrofile; seguito da quello delle **Esotiche** (10%), formato da specie la cui presenza sul territorio è legata, volontariamente o involontariamente, all'attività dell'uomo. Scarsamente rappresentati, infine, sono il contingente **Mediterraneo** (2,6%) e quello **Atlantico** (2,6%), in accordo con l'ambiente studiato.

### 3.6 Spettro biologico

Secondo Raunkiaer è possibile suddividere le piante vascolari in categorie dette forme biologiche; tale suddivisione si basa sulle strategie messe a punto dalle piante allo scopo di proteggere, durante la stagione avversa, la parte più delicata e importante per la loro sopravvivenza: la gemma. Nell'Italia settentrionale la stagione avversa per le piante è l'inverno, periodo in cui la temperatura troppo bassa determina il blocco delle attività metaboliche. Le principali forme biologiche secondo Raunkiaer, come riportate in Pignatti (2017), sono:

1. **Terofite (T)**: erbe annuali che svernano sotto forma di semi
2. **Geofite (G)**: erbe perenni che svernano con gemme sotterranee portate da bulbi, rizomi o tuberi.
3. **Idrofite (I)**: erbe perenni acquatiche con gemme sommerse durante la stagione avversa.
4. **Emicriptofite (H)**: erbe perenni con gemme situate a livello del terreno, protette da apparati aerei morti o ancora assimilanti, o da strati di neve. Possono avere habitus graminoidi (H cespitose, come le Graminaceae, Cyperaceae e Juncaceae), oppure possono essere rosulate, scapose, scandenti o reptanti.
5. **Camefite (Ch)**: piante perenni legnose o erbacee a base lignificata, che mantengono gli apparati aerei, con gemme situate sul fusto a meno di 2-3 dm dal suolo; possono essere striscianti, succulente, a cuscinetto, suffruticose e frutticose.

6. **Fanerofite (P)**: piante perenni legnose con gemme situate sugli apparati aerei a più di 3 dm dal suolo. Sono tipicamente rappresentate dagli alberi, grossi cespugli e liane; intermedi tra questo gruppo e il precedente sono gli arbusti nani o **Nanofanerofite (NP)**.

7. **Elofite (He)**: piante con gemme poste nel fango sul fondo di paludi o laghi.

Lo spettro biologico esprime in modo sintetico l'aspetto o la struttura di una flora e permette di rendere più facilmente confrontabili fra loro florule di località o di ambienti diversi. Da tale confronto, considerando il significato di adattamento al clima che si può dare alle forme biologiche (PIROLA, 1970), possono emergere anche delle differenze il cui significato può essere discusso da un punto di vista ecologico-climatico.

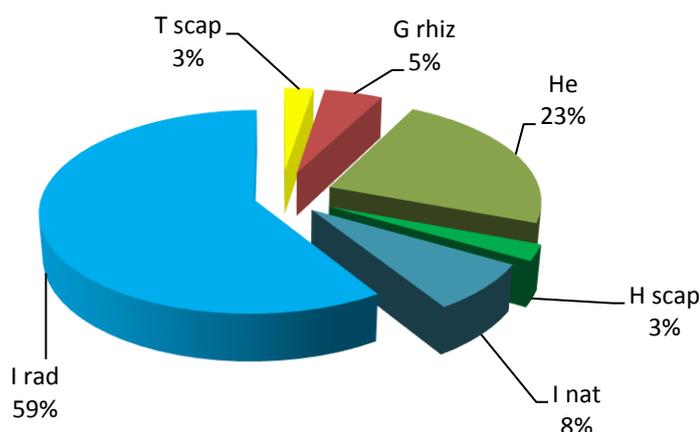


Figura 6. Spettro biologico generale.

Lo spettro biologico generale dell'area in esame (Figura 6) si discosta completamente da quelli classici delle regioni temperate e temperato-fredde, confermando il carattere azonale delle formazioni vegetali acquatiche oggetto del presente studio; le **idrofite** (59%) e **elofite** (23%) sono infatti dominanti sulle altre forme biologiche. La scarsa presenza di **emicriptofite** (3%) e **terofite** (3%), che sono le forme biologiche tipiche delle nostre regioni temperate, temperato-fredde e più o meno caldo aride di bassa quota, è legata alle aree lasciate libere dalle acque per periodi più o meno lunghi (fascia riparia), poco osservate in questo lavoro. La presenza delle **geofite** (5%), sempre legata alle rive del lago, è spiegabile soprattutto per la struttura e diversificazione delle tipologie vegetali presenti.

### 3.7 Spettro ecologico

La presenza di una certa pianta in un sito permette di ricavare informazioni sulle caratteristiche ecologiche del sito stesso (PIGNATTI, 1980); infatti, quando una pianta, per cause naturali, si trova a vegetare in un determinato sito, dimostra che il sito è compatibile con le sue esigenze ecologiche. Lo svizzero Landolt (1977) ha calcolato l'optimun ecologico di circa 3000 specie, attribuendo a ciascuna, per ogni fattore ecologico (luce, temperatura, tenore in nutrienti, tenore in humus, acidità, umidità e tessitura del suolo), un indice compreso tra 1 e 5, il cui significato è riassunto nella Tabella 4. Indici di Landolt.

Tabella 4. Indici di Landolt.

		1	2	3	4	5
<b>F</b>	<b>Umidità</b>	suoli molto secchi	suoli secchi	suoli da moderatamente secchi ad umidi	suoli umidi	suoli inzuppati
<b>R</b>	<b>Acidità del suolo</b>	suoli molto acidi pH 3-4,5	suoli acidi pH 3,5-5,5	suoli da debolmente acidi a debolmente neutri pH 4,5-7,5	suoli neutri o neutro-alcalini pH 5,5-8	suoli nettamente alcalini pH>6,5
<b>N</b>	<b>Tenore in nutrienti</b>	suoli molto poveri	suoli poveri	suoli moderatamente poveri	suoli ricchi	suoli molto ricchi
<b>H</b>	<b>Tenore in humus</b>	suoli privi di humus	suoli poveri di humus	suoli a medio tenore di humus	suoli ricchi di humus	suoli molto ricchi di humus
<b>D</b>	<b>Tessitura</b>	suoli rupestri	regosuoli	suoli sabbiosi ben areati	suoli con poco scheletro	suoli fini (argillosi o torbosi)
<b>L</b>	<b>Luce</b>	stazioni molto ombrose	staz. tendenzialmente ombreggiate	staz. più o meno luminose	stazioni luminose	stazioni molto luminose
<b>T</b>	<b>Temperatura</b>	piante della zona alpina	piante della zona subalpina	piante della zona montana	piante della zona collinare	piante della zona più calda
<b>K</b>	<b>Continentalità</b>	piante delle regioni a clima oceanico	piante delle regioni a clima suboceanico	piante delle regioni a clima da suboceanico a subcontinentale	piante delle regioni a clima subcontinentale	piante delle regioni a clima solo continentale

Grazie a Landolt è possibile raggruppare le specie vegetali di una flora in base alle loro esigenze ecologiche e calcolare, per ogni fattore ambientale, lo spettro ecologico. Quest'ultimo ci fornisce utili indicazioni ecologiche riferite all'ambiente studiato.

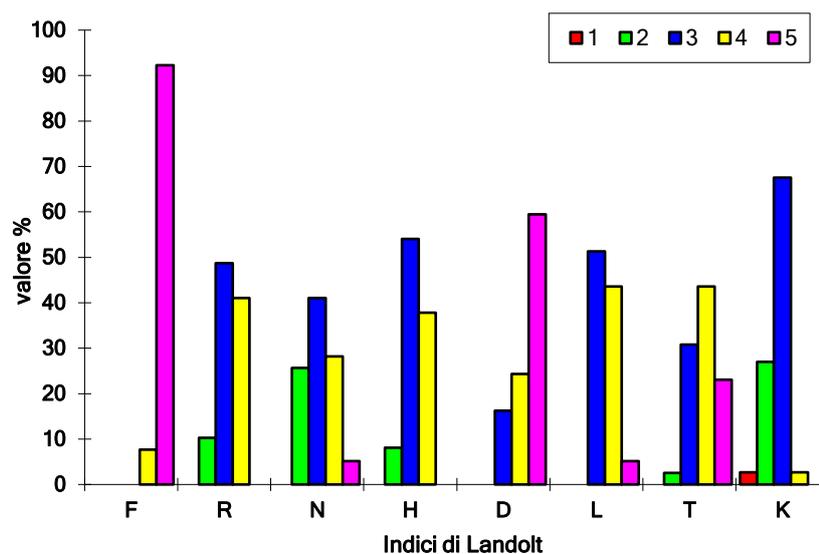


Figura 7. Spettro ecologico generale.

Dal grafico (Figura 7) si evince che:

- dal punto di vista dell'umidità del suolo (F), la flora rinvenuta è costituita soprattutto da piante caratteristiche di suoli sommersi o inzuppati, in accordo con l'ambiente studiato.
- dal punto di vista della reazione del suolo (R), la flora rinvenuta è costituita prevalentemente da specie caratteristiche di suoli da debolmente acidi a neutro-alcalini, in accordo con le caratteristiche geo-litologiche del bacino lacustre.
- dal punto di vista della tessitura del suolo (D), le specie vegetali rinvenute prediligono perlopiù suoli fini (sabbiosi-fini, limosi e argillosi) e asfittici.
- dal punto di vista del tenore in nutrienti (N) e in humus (H) del suolo, le specie rinvenute sono perlopiù tipiche di suoli da moderatamente poveri a ricchi di sostanze nutritive e in humus.
- per quanto riguarda le esigenze di luce (L), nel Lago Maggiore le specie che amano o tollerano la penombra prevalgono, anche se di poco, sulle eliofile o amanti del sole. Ciò è da mettere in relazione all'adattamento delle piante acquatiche a vivere in profondità dove l'intensità della radiazione luminosa è minore rispetto alla superficie.
- gli indici di temperatura (T) e continentalità (K), evidenziano che la flora in questione è tipica di zone da calde a fresche a clima da suboceanico a subcontinentale.

### 3.8 Peculiarità floristiche

Alcune specie censite rappresentano, per motivi biosistematici, corologici, autoecologici e, spesso, anche estetico-economici, punti di interesse particolare (emergenze) nei confronti del suddetto territorio. Fra queste sono degne di nota le "SPECIE PROTETTE" (Tabella 5), ossia quelle rare e/o a rischio di estinzione, tutelate dalle normative internazionali, come la Convenzione di Berna, di Washington (CITES) o la Direttiva 92/43/CEE "Habitat", o dalle normative regionali o nazionali (REGIONE LOMBARDIA, 2010; RLCN, 2013; UFAM, 2011), oppure comprese nelle liste rosse delle specie a rischio di estinzione secondo i lavori di Rossi *et al.* (2013), Scoppola e Spampinato (2005) e Conti *et al.* (1997), per l'Italia, e di Bornand *et al.* (2016) e Auderset Joy & Schwarzer (2012), per la Svizzera.

Tabella 5. Lista delle specie di pregio presenti nel Lago Maggiore. (Legenda: P1= priorità nazionale molto elevata per la conservazione; P2= priorità nazionale elevata per la conservazione; P3= priorità nazionale media per la conservazione; P4= priorità nazionale esigua per la conservazione; CR=gravemente minacciata; EN=minacciata; VU=Vulnerabile; NT=quasi minacciata; LC=basso rischio).

Nome scientifico	Nome comune	Lombardia (status)	Piemonte (status)	Canton Ticino (status)	IUCN Italy red List	IUCN Svizzera (status)	Convenzioni internazionali e Dir. Habitat
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Ceratofillo comune	L.R. 10/2008 LR (IUCN)				P4; LC	
<i>Elatine hexandra</i>	Pepe d'acqua a sei stami			RLCN-2013			
<i>Elatine hydropiper</i>	Pepe d'acqua ad otto stami			RLCN-2013			
<i>Eleocharis acicularis</i>	Giunchina aghiforme	L.R. 10/2008		RLCN-2013		P4; VU	
<i>Gratiola officinalis</i>	Graziella	L.R. 10/2008 LR (IUCN)		RLCN-2013		P4; VU	
<i>Hippuris vulgaris</i>	Coda di cavallo acquatica	L.R. 10/2008 VU (IUCN)	VU (IUCN)	RLCN-2013	EN	P3; NT	
<i>Limniris pseudacorus</i>	Giaggiolo acquatico	L.R. 10/2008				LC	
<i>Littorella uniflora</i>	Littorella	L.R. 10/2008 VU (IUCN)	VU (IUCN)	RLCN-2013	VU	EN	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Millefoglio d'acqua comune					NT	
<i>Najas major</i>	Ranocchia maggiore					P4; NT	
<i>Naja minor</i>	Ranocchia minore			RLCN-2013		P3; EN	
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Brasca di Berchtold				VU	LC	
<i>Potamogeton nodosus</i>	Brasca nodosa	L.R. 10/2008 LR (IUCN)				P4; VU	
<i>Potamogeton pusillus</i>	Brasca palermitana					P4; VU	
<i>Ranunculus reptans</i>	Ranuncolo reptante	L.R. 10/2008 LR (IUCN)		RLCN-2013		P1; EN	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Ranuncolo a foglie capillari	L.R. 10/2008				LC	
<i>Schoenoplectiella supina</i>	Lisca prostrata	VU (IUCN)	VU (IUCN)	RLCN-2013	VU	P2; CR	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Lisca lacustre	LR (IUCN)				LC	
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	Giunchetto meridionale					CR	

Nome scientifico	Nome comune	Lombardia (status)	Piemonte (status)	Canton Ticino (status)	IUCN Italy red List	IUCN Svizzera (status)	Convenzioni internazionali e Dir. Habitat
<i>Spirodela polyrhiza</i>	Lenticchia d'acqua maggiore			RLCN-2013		NT	
<i>Trapa natans</i>	Castagna d'acqua	L.R. 10/2008 VU (IUCN)	VU (IUCN)		NT	P2; CR	Berna
<i>Vallisneria spiralis</i>	Vallisneria	VU (IUCN)	LR (IUCN)			NT	
<i>Zannichellia palustris</i>	Zannichellia	L.R. 10/2008				P4; VU	
<b>ALGHE</b>							
<i>Chara delicatula</i>						P3; VU	
<i>Chara globularis</i>						LC	
<i>Chara vulgaris</i>						P3; VU	
<i>Nitella flexilis</i>				RLCN-2013		P1; CR	
<i>Nitella opaca</i>						P3; VU	

### 3.9 Le specie esotiche

Le specie esotiche o “aliene” (*sensu* PYŠEK ET AL., 2004), sono specie non indigene in Italia o in Svizzera, la cui presenza può rappresentare un potenziale pericolo per la conservazione della biodiversità, delle comunità vegetali, degli habitat e di conseguenza per il paesaggio tipico del territorio. Oltre ad essere la causa di una profonda alterazione bio-ecologica e paesaggistica di un territorio, le specie esotiche possono provocare danni economici (colture, infrastrutture, attività turistiche, attività industriali) o alla salute umana (piante tossiche, allergeniche) non indifferenti. In realtà non tutte le specie esotiche arrecano danni all'ambiente, alla salute, all'infrastrutture o alle attività turistiche o industriali, ma solo quelle “invasive” e in particolar modo quelle inserite nella LISTE NERE regionali o nazionali delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione, oppure nel più recente “Elenco delle Specie Invasive Animali e Vegetali di Rilevanza Unionale”, in applicazione del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'Unione europea (Regolamento di Esecuzione (UE) 2016/1141 della Commissione del 13 luglio 2016). Secondo l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN), le specie esotiche invasive rappresentano, a livello mondiale, il secondo fattore di minaccia alla biodiversità dopo le modificazioni del territorio dovute all'uomo. Per questo motivo la conoscenza delle specie aliene dovrebbe essere preliminare in qualsiasi monitoraggio della biodiversità e a qualunque pianificazione ecosostenibile d'uso del suolo e di governo del territorio.

Nel Lago Maggiore sono state identificate 4 specie esotiche: *Egeria densa*, *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii* e *Lagarosiphon major*, tutte erbe acquatiche appartenenti alla famiglia delle Hydrocharitaceae. La flora macrofita del Lago Maggiore risulta così formata da 40 specie autoctone o indigene e 4 specie esotiche.

Nella tabella seguente (Tabella 6) sono riportate tutte le entità esotiche rinvenute, elencate per area d'origine, con l'indicazione del periodo d'introduzione di ciascuna specie, utilizzando la seguente terminologia: ARCHEOFITA, per le specie introdotte prima del 1492 (approssimato al 1500), anno della scoperta dell'America e NEOFITA, per le specie introdotte dopo il 1492. È inoltre riportato lo “status” (CAS = casuale; NAT = naturalizzata; INV = invasiva) di ciascuna specie nel territorio, confrontato sia con quelli regionali secondo Galasso *et al.* (2018) o del Canton Ticino secondo Schoenenberger *et al.* (2014) sia con i dati nazionali secondo il lavoro di Galasso *et al.* (op.cit.) per l'Italia e di Buholzer *et al.* (2014) per la Svizzera.

Per ogni specie, infine, si riporta la presenza o meno nelle “liste nere” regionali, cantonali o nazionali (REGIONE LOMBARDIA, 2010; REGIONE PIEMONTE, 2017; BUHOLZER *ET AL.*, 2014), o nell’Elenco delle Specie Invasive Vegetali ed Animali di Rilevanza Unionale (Regolamento UE n. 1143/2014). La valutazione dello status d’invasività delle specie nel Lago Maggiore è stata dedotta attraverso le osservazioni in campo e dalle analisi svolte in questo studio sulla distribuzione di ciascuna specie, rispetto agli anni passati.

Tabella 6. Le specie esotiche del Lago Maggiore: Area d’origine, Periodo d’introduzione, “Status” locale, regionale (cantonale) o nazionale e presenza nelle liste nere regionali (cantonali) o nazionali e presenza delle specie esotiche di rilevanza unionale. (\*) *Elodea nuttallii* appartiene alla lista di organismi alloctoni invasivi vietati secondo l’“Ordinanza sull’Emissione Deliberata nell’Ambiente (OEDA, RS 814.911: INFO FLORA, 2013)”.

Specie	<i>Lagarosiphon major</i>	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Elodea canadensis</i>	<i>Egeria densa</i>
Area d’origine	Africa tropicale e subtropicale (Sudafrica)	Nordamerica	Nordamerica	Sudamerica
Periodo d’introduzione	NEOFITA	NEOFITA	NEOFITA	NEOFITA
Status Lago Maggiore	INV	INV	INV	NAT
Status in Lom	INV	INV	NAT	NAT
Status in Pie	NAT	INV	INV	NAT
Status in Canton Ticino	NAT	LIM. (segnalata in Mesolcina e altre aree in Italia limitrofe al confine svizzero)	NAT	-
Status in Italia	INV	INV	INV	INV
Status in Svizzera	-	INV (OEDA, RS 814.911)*	INV	-
Lista Nera Lom (L.R.10/2008)	-	X	X	-
Lista Nera Pie (D.G.R. 12 Giugno 2017, n. 33-5174)	Black-List-Action-list	Black-list-Management-list	Black-List-Management-list	-
Lista Nera Svizzera	-	X	X	-
Elenco Unionale (Reg.UE 1143/2014)	X	X	-	-

Dalla Tabella 6 si evince che tre delle quattro specie acquatiche esotiche rinvenute nel Lago Maggiore, *Lagarosiphon major*, *Elodea nuttallii* ed *E. canadensis* possono essere pericolose, se non controllate, per la sopravvivenza della pregiata flora acquatica, delle comunità vegetali, e quindi degli habitat e del paesaggio sommerso del lago.

## 4. SCHEDE ANALITICHE DELLE SPECIE ESOTICHE DEL LAGO MAGGIORE

Conoscere il “nemico” è il primo passo da compiere per poterlo sconfiggere (eradicare) o almeno controllare; quindi in questa parte della relazione verranno trattati l’aspetto e i caratteri diagnostici di ciascuna specie, per poterla riconoscere, la biologia e l’ecologia e la distribuzione, in particolare nel Lago Maggiore. Verranno inoltre valutate le variazioni rispetto ai dati storici, l’impatto e le azioni di contenimento che si possono applicare.

### 4.1 *Lagarosiphon major* (Ridl.) Moss (Hydrocharitaceae)

**Nome comune:** peste d’acqua arcuata, peste d’acqua arricciata, elodea africana, erba ossigeno

**Sinonimo:** *Lagarosiphon muscoides* Harv. var. *major* Ridl., *Elodea crispa* Hort.

**Etimologia del nome:** *Lagarosiphon* deriva da due parole greche e significa “tubo stretto o molle”, in riferimento ai fusti della pianta cavi e flaccidi; l’epiteto specifico *major* vuol dire grande, più lunga o grande delle altre specie del genere. Il nome italiano di “peste d’acqua” è probabilmente riferito al carattere invasivo e quindi dannoso di queste piante, mentre i nomi “elodea africana” e “erba ossigeno” (dall’inglese African elodea e oxygen weed) fanno riferimento rispettivamente al paese d’origine della specie e alla sua capacità di ossigenare (depurare) le acque.

#### 4.1.1 *Aspetto e i caratteri diagnostici*

La peste d’acqua arcuata è un’erba acquatica (idrofito) perenne e radicante sul fondale (rizofita), con fusti fragili, cilindrici e ramosi che raggiungono da 0,2 fino a 6,1 metri di lunghezza (PIGNATTI, 2017; RAMEY, 2001). Le radici possono raggiungere i 50 cm di lunghezza penetrando profondamente nel substrato del lago (CAFFREY & ACEVEDO, 2007). La pianta ha un caratteristico aspetto robusto, tubuloso, conferito dalle numerose foglie arcuate-arricciate presenti sul fusto. Le foglie sono lunghe 2-3 cm, lineari, traslucide, rigidette, di colore verde scuro e caratteristicamente disposte a spirale nella metà inferiore del fusto, mentre nella metà superiore sono generalmente verticillate a 4 o più (*Figura 8*). La pianta è dioica, ossia con fiori femminili e fiori maschili portati su individui diversi. I fiori sono piccoli, trasparenti, bianchi o rosati e sono riuniti in infiorescenze avvolte in spate tubulose, ascellari, sessili, le maschili multiflore, le femminili 1(-3) flore (BANFI & GALASSO, 2010; RAMEY 2001). I fiori sono formati da 3 sepali e 3 petali subeguali; i maschili, all’apertura della spata, si distaccano e fluttuano sull’acqua con 3 stami e 3 staminodi (BANFI & GALASSO, 2010); i femminili, invece, raggiungono la superficie su lunghi peduncoli o tubi filiformi (in realtà si tratta della base del fiore allungata) e imbattendosi nei fiori maschili galleggianti vengono impollinati (COOK, 1982). In Italia dovrebbero essere presenti solo individui femminili.

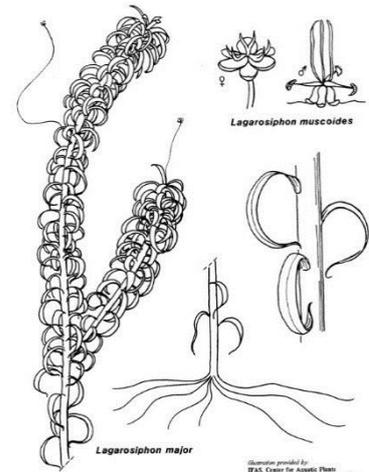


Figura 8. Aspetto e caratteri diagnostici di *Lagarosiphon major* (iconografia da Internet: University of Florida/IFAS Center for Aquatic and Invasive Plants, Gainesville 1990).

Specie simili: *Lagarosiphon major* può essere confuso con le altre specie esotiche appartenenti alla stessa famiglia, in particolare può confondersi con *Elodea canadensis*, *E. nuttallii* e *Egeria densa*. La distinzione tra queste specie è schematizzata nell'Allegato B del presente lavoro.

#### 4.1.2 Biologia ed Ecologia

##### Riproduzione

La peste d'acqua arcuata si riproduce unicamente per via vegetativa, mediante la frammentazione del fusto, che radica facilmente. Solo nella sua area d'origine si riproduce sessualmente per la presenza di entrambi gli individui, maschili e femminili (SYMOENS & TRIEST, 1983; COOK, 1982).

##### Fenologia

*Lagarosiphon major* fiorisce in tarda estate, a partire da agosto fino a settembre-ottobre (PIGNATTI, 2017; GUILIZZONI ET AL., 1989). La pianta, secondo gli studi condotti sul Lago Maggiore da Gomme (1976-77), vegeta tutto l'anno, ma la ricrescita in particolare sembra avvenga dal mese di maggio (Figura 9).

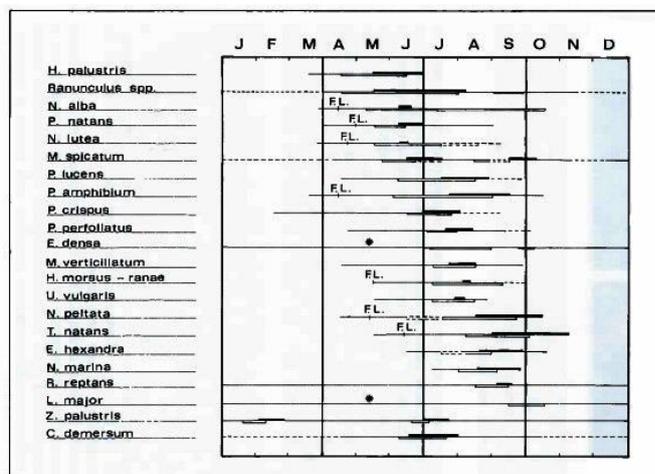


Fig. 3 - Phenology of the main submersed macrophytes of Lake Maggiore. FL and the asterisk indicate floating-leaved species and period of re-growth, respectively...: presence of vegetative organs; —: beginning of growth; —: flowering period; ■: presence of fruits. From Gomme (1976-77).

Figura 9. Phenology of the submersed macrophytes of Lake Maggiore (in Guilizzoni et al., 1989).

## Habitat

Canali, acque stagnanti e laghi (PIGNATTI, 2017; BANFI & GALASSO, 2010; CAFFREY *ET AL.*, 2010).

## Distribuzione altitudinale

Planiziale (BANFI & GALASSO, 2010), 0-300 m s.l.m. (PIGNATTI, 2017). Nella sua area d'origine, cresce in torrenti e stagni di alta montagna (WAGER, 1927).

## Autoecologia

*Lagarosiphon major* è una specie che vive sommersa, raggiungendo profondità <6 m o tra 6-7 m (CAFFREY *ET AL.* 2010; CAFFREY & ACEVEDO 2007; COFFEY & WAH, 1988), fino a 9 metri (BOLPAGNI & CERABOLINI, 2016; GOMARASCA & ROELLA, 2012). Cresce in tutti i tipi di suolo, sia per quanto riguarda l'acidità (MARTIN & COETZEE, 2014; LANDOLT, 2010, 1997) sia per il grado di nutrienti in essi presenti (OSSERVATORIO REGIONALE BIODIVERSITÀ, 2018; RAMAY, 2001), ma predilige quelli con un moderato contenuto in humus (LANDOLT, 2010), asfittici e a tessitura fine (da sabbiosi a limosi o argillosi; MARTIN & COETZEE, 2014; LANDOLT, 2010 E 1997; LECHOWICZ & ADAMS, 1975). Ama i luoghi luminosi (OSSERVATORIO REGIONALE BIODIVERSITÀ, 2018; LANDOLT, 2010; SCHWARZ AND HOWARD-WILLIAMS, 1993), caldi a clima suboceanico (LANDOLT, 2010). Preferisce acque ferme o lente, limpide e cresce bene in aree riparate protette da vento, onde e correnti. La temperatura ottimale di crescita secondo Kasselmann (1995), si aggira tra 20-23 (25) °C.

Principali habitat in cui la specie vive, secondo la Dir. "Habitat" (BIONDI *ET AL.*, 2009).

- HABITAT 3150: Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*.
- HABITAT 3140: Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.
- HABITAT 3130: Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei *Littorelletea uniflorae* e/o degli *Isoëto-Nanojuncetea*.
- HABITAT 3260: Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del "*Ranunculion fluitantis*" e "*Callitricho-Batrachion*".

Ambienti per la Svizzera dove la specie vive (DELARZE *ET AL.*, 2015)

- 1.1.2 - Acque con vegetazione di piante vascolari sommerse (*Potamion*).

### 4.1.3 Distribuzione

Questa specie è originaria dell'Africa tropicale e subtropicale e si è diffusa in tutto il mondo come pianta ornamentale o ossigenante per acquari, giardini con laghetto, laghi o corsi d'acqua artificiali e campi da golf con laghetto (BANFI & GALASSO, 2010; CAFFREY & ACEVEDO, 2008; NATIONAL HERITAGE TRUST, 2003). E' stata segnalata in molti paesi dell'Europa occidentale e in particolare in quelli a clima temperato, ed è per questo che in Italia è presente solo al Nord.

Nel Mondo è presente in Australia, Europa, Nuova Zelanda e Sudafrica (CATALOG OF LIFE, 2018; LAFONTAINE, 2013), mentre in Europa si può trovare in Austria, Belgio, Francia, Germania, Gran Bretagna, Irlanda, Italia, Olanda, Portogallo, Spagna e Svizzera (CATALOG OF LIFE, 2018; LAFONTAINE, 2013; UOTILA, 2009). In Italia è stata rinvenuta in Piemonte, Lombardia, Trentino Alto-Adige, Veneto (GALASSO *ET AL.*, 2018) e in Lombardia è stata osservata in provincia di Bergamo, Brescia, Cremona, Lodi, Milano, Mantova, Pavia e Varese (BANFI & GALASSO, 2010).

#### **4.1.4 Ecologia e carte di distribuzione nel Lago Maggiore**

##### **Dati storici**

Raccolta per la prima volta in Italia e in Lombardia nel 1947, proprio sul Lago Maggiore ad Angera da Koch (1950), la peste d'acqua arcuata fino agli anni '70 e poi ancora negli anni '80, come riportato dai fruitori del lago, formava una comunità pressochè dominante lungo l'intero perimetro lacustre e per una fascia continua a "corona" nel Bacino Borromeo, tanto da rendere necessari, in diversi porti l'uso di attrezzi sfalcianti (ranza) per poter oltrepassare questa fascia e utilizzare i natanti (OGGIONI, 2010; LECHOWICZ & ADAMS, 1975). Questi ricordi hanno trovato conferma scientifica, solo per quanto riguarda il bacino Sud del lago, nei censimenti del 1973-1974 di Gommès e Muntau (1975), i quali eseguirono una serie di rilievi in 60 stazioni distribuite nella baia di Pallanza e nella parte meridionale del lago, da cui emerse la massiccia diffusione della specie presente nel 90% delle stazioni indagate. Per quanto riguarda il bacino Nord del lago, i censimenti di Lachavanne e Perfetta del 1980-1981, nella parte svizzera del lago, hanno evidenziato una presenza rara della specie, osservata solo in due stazioni, a Brissago e San Nazzaro frazione del comune di Gambarogno (Figura 10). Rilievi effettuati nel 1986, nell'area di Fondo Toce, hanno confermato la presenza ancora massiccia della specie nel Golfo Borromeo. Il massimo sviluppo della pianta, tra gli anni '70 e '80, pare sia coinciso con il picco di eutrofia del Lago Maggiore, che secondo i dati di chimica lacustre si collocava proprio intorno alla fine degli anni '80 (OGGIONI, OP.CIT.). Alla fine degli anni '90, a seguito delle indagini svolte su 4 transetti rappresentativi delle 4 aree del lago (nord, sud, est, ovest), la presenza di *Lagarosiphon major* è stata riconfermata solo nella parte Nord ed Est del lago, mentre a Sud e sorprendentemente anche a Ovest (l'area di Fondo Toce), la specie non è stata rilevata (LUDOVISI ET AL., 2004). Più di recente, nel 2009, il golfo Borromeo è stato indagato a fondo durante il progetto "PALMa" (OGGIONI, 2010), i cui risultati hanno evidenziato una notevole diminuzione generale delle macrofite lungo tutta la costa, e in particolare l'assenza dell'esotica. Nel biennio 2011-2012 l'intera costa del Lago Maggiore è stata indagata nell'ambito del progetto ECORIVE (ECOMorfologia Rive delle acque comuni) al fine di censire l'intera comunità macrofita presente nel lago. I risultati di questo progetto hanno evidenziato la presenza dell'esotica soprattutto nella parte meridionale del bacino lacustre, mentre in quella settentrionale (in territorio svizzero), la specie non è stata individuata (Figura 11). Le popolazioni più settentrionali sono state rilevate a Maccagno sulla sponda lombarda e Cannobio sulla sponda piemontese (GOMARASCA & ROELLA, 2012). Dei 170 km di linea di costa indagati nel progetto ECORIVE, 120 km sono risultati caratterizzati da copertura vegetale, di cui 34 km interessati dalla presenza di specie aliene invasive. In particolare *Lagarosiphon major* era diffuso nel 7% del perimetro lacustre.

##### **Risultati attuali**

I risultati della recente indagine hanno evidenziato una diffusa presenza dell'esotica in tutto il lago, con maggior frequenza e abbondanza nella parte meridionale (o italiana) rispetto alla parte svizzera (Figura 11). *Lagarosiphon major* è attualmente al quarto posto tra le specie più rappresentative del lago (Figura 3).

La storia dell'osservazione di *L. major* nel Lago Maggiore è riassunta nella Tabella 7.

Tabella 7. Storia della presenza di *Lagarosiphon major* in base ai censimenti floristici degli ultimi 139 anni.

Schröter & Wilczek (1904)	Koch, 1950; Gomes & Muntau, 1975; Lachavanne & perfetta, 1981; Rilievo 1986 (Oggioni, 2010); Guilizzoni <i>et al.</i> (1989)	Ludovisi <i>et al.</i> (2004); Oggioni (2010)	Gomasca, Roella (2011-2012)	Gariboldi, Beghi, Pandolfi, Genoni (SPAM)
Censimento 1903 Alto Lago (zona Locarno)	Censimenti 1947-1989 Intero Lago	Censimenti 1999-2009 4 transetti e Golfo Borr.	Censimento 2011-2012 Intero lago	Censimento 2017 Intero lago
-	<i>Lagarosiphon major</i>	<i>Lagarosiphon major</i>	<i>Lagarosiphon</i>	<i>Lagarosiphon</i>

### Carte di distribuzione

La distribuzione della specie dagli anni '70 al 2017 è rappresentata nelle *Figura 10 e Figura 11*.

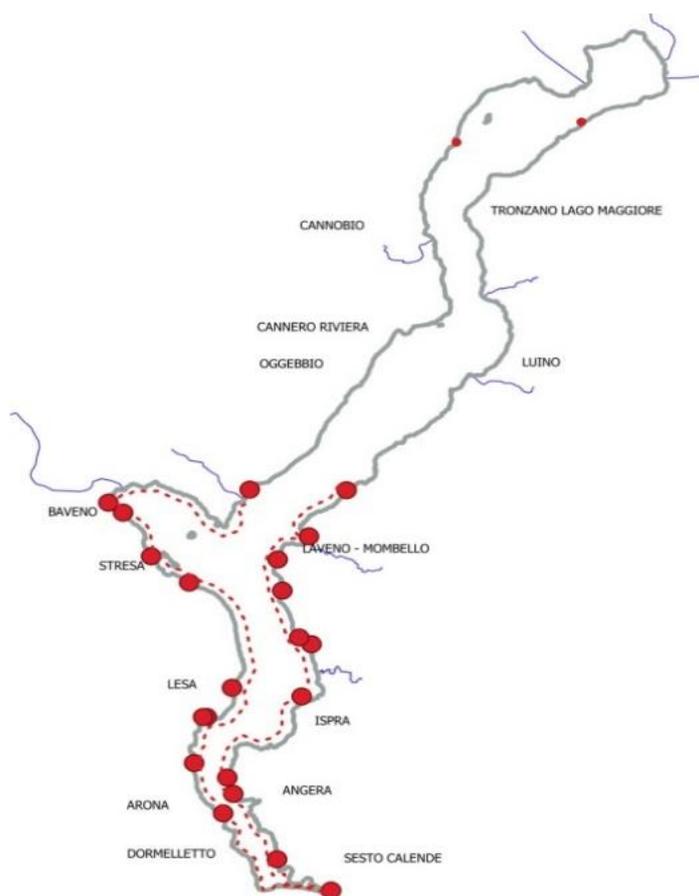
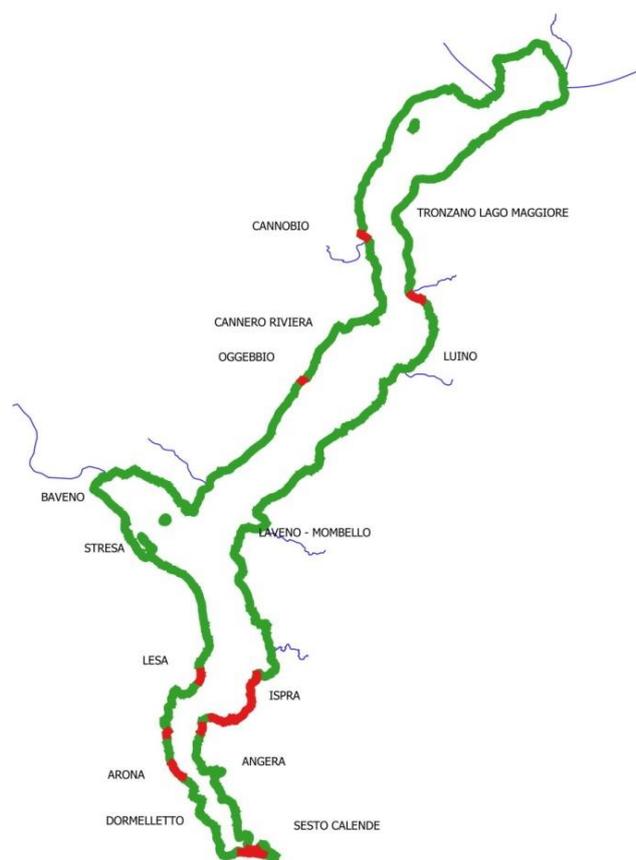


Figura 10. Carta di distribuzione di *L. major* negli anni '70 -'80 (da Guilizzoni *et al.*, 1989, reinterpretata). Il tratteggio rosso indica una diffusione della specie pressochè continua.

a)



b)



Figura 11. Distribuzione di *L. major*: a) nel biennio 2011-2012 (da Gomarasca & Roella 2012, rielaborata); b) nel 2017.

Confrontando la carta di distribuzione attuale con quella riferita al progetto ECORIVE (Figura 11), si nota come negli ultimi 5 anni, la specie sia andata diffondendosi lungo il lago, conquistando nuovi territori. In particolare, come evidenziato nella Tabella 8, *L. major* si è diffusa lungo la linea di costa più del doppio rispetto al 2012.

Tabella 8. Dati distributivi di *Lagarosiphon major* lungo la linea di costa nei censimenti del 2011-2012 e del 2017. (\*) Il perimetro del lago è ricavato dai dati dell'Osservatorio dei laghi lombardi, 1° rapporto OLL – 2004 (AA.VV., 2005).

CENSIMENTI	Linea di costa (Km)	Linea di costa coperta solo da specie esotiche (km)	Linea di costa coperta solo da <i>L. major</i> (km)	Profondità max raggiunta (m)
ECORIVE2011-2012	170 (*)	34	11,9	9
SPAM 2017	170 (*)	87,4	29,0	9

Il confronto tra la distribuzione dell'esotica negli anni '70-'80 e nel 2012 evidenzia una significativa regressione della specie, soprattutto nella parte meridionale del lago, probabilmente da attribuirsi a variazioni locali dell'ambiente che hanno favorito altre specie, oppure all'invasività di una nuova ospite del lago "*E. nuttallii*", o entrambe le cause.

Per quanto riguarda la distribuzione della specie in profondità, la Figura 12, mostra come la profondità massima raggiunta dall'esotica nel Lago Maggiore sia di 9 m, in accordo con i dati di Gomarasca & Roella

(2012) e con quelli riferiti all'intera Lombardia (BOLPAGNI & CERABOLINI, 2016), ma discordanti da quanto riportato da Coffey (1988), secondo il quale in ambienti non limitati dalla luce, la profondità massima raggiungibile dalla specie è di circa 7 m, al di sotto dei quali la sopravvivenza è limitata dalla pressione. Questo spiegherebbe la maggior diffusione dell'esotica osservata nel lago fino a 7 metri di profondità (in particolare da 3 a 7 metri); oltre i 7 m la presenza dell'esotica diventa sporadica, non trovandosi più nelle condizioni ambientali idonee alla sua sopravvivenza.

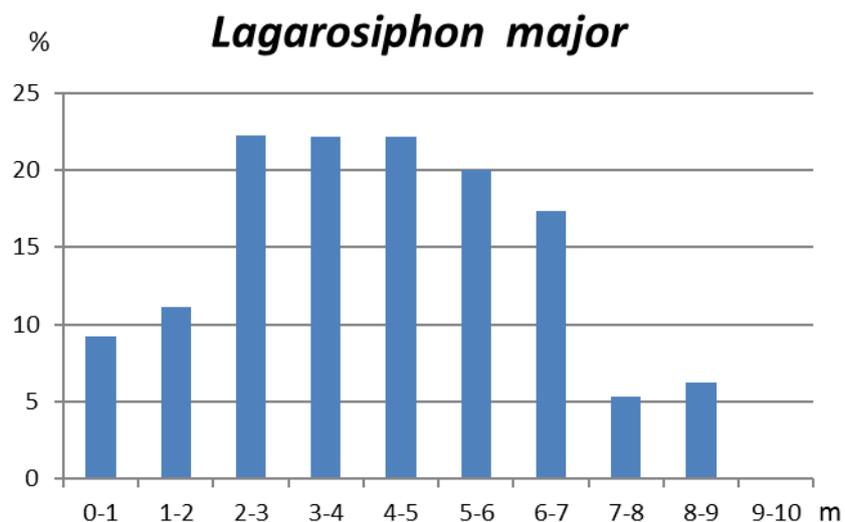


Figura 12. Distribuzione di *L. major* lungo la profondità in termini di % di rilievi colonizzati dalla specie sul numero totale di rilievi eseguiti per fascia di profondità.

Infine, i dati raccolti sul tipo di substrato preferenziale alla colonizzazione della specie (Figura 13), mostrano che *Lagarosiphon major* predilige i substrati fini, sabbiosi e/o limosi (84%), in accordo con i dati bibliografici reperiti.

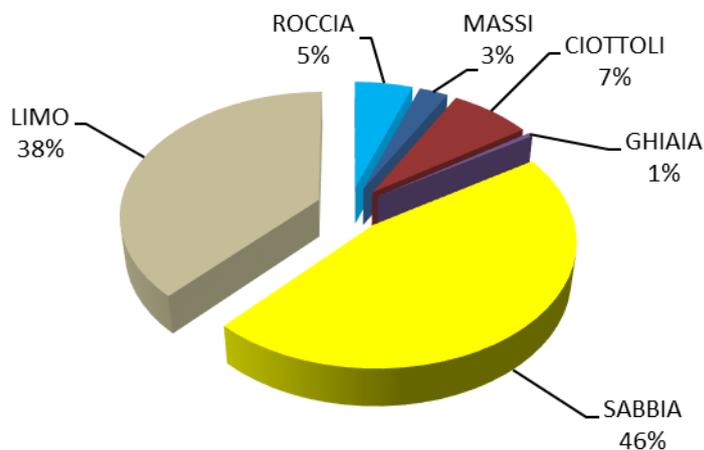


Figura 13. Tipi di substrato colonizzati da *Lagarosiphon major*.

La presenza dell'esotica osservata sui substrati rocciosi, ciottolosi o ghiaiosi, in realtà si deve all'accumulo su di essi, o nelle fessure e spazi vuoti, di sabbie o limi che ne favoriscono l'attecchimento e la crescita.

Le tabelle (Tabella 9, Tabella 10, Tabella 11) forniscono informazioni più dettagliate sul campionamento della specie e la sua distribuzione nel Lago Maggiore, con una prima indicazione delle aree di maggior invasività.

Tabella 9. Numero totale di transetti e di rilievi eseguiti nel lago; numero totale di transetti e di siti colonizzati (rilievi) da *Lagarosiphon major* con stima dell'abbondanza della specie.

N° totale transetti Lago	N° totale di rilievi Lago	N° totale transetti con L. major	N° totale siti colonizzati con L. major	N° siti colonizzati con copertura >60%	N° siti colonizzati con copertura rara o <1%	N° siti colonizzati con copertura a)1%-20% b)20%-60%
473	2420	145	361	103	150	a)50 b)58

Tabella 10. Numero totale di siti colonizzati (rilievi) con presenza **solo** di *Lagarosiphon major* e stima del numero di siti con copertura della specie: a) >60%; b) trascurabile; c) da 1% fino al 60%.

N° totale di siti colonizzati	N° siti colonizzati con copertura >60%	N° siti di prima colonizzazione (copertura rara o <1%)	N° siti colonizzati con copertura tra 1%-60%
84	42	22	20

Tabella 11. Numero di transetti e siti colonizzati da *Lagarosiphon major* per regione (o cantone) e comune con relative coperture medie.

Regioni o Cantoni	N° transetti	N° siti colonizzati	Province	Comune	N° transetti per comune	N° siti colonizzati per comune	Copertura media (%)
LOMBARDIA	89	253	VARESE	Sesto Calende	18	80	36,8
				Angera	2	4	3,2
				Ranco	8	24	58
				Ispra	14	48	45
				Leggiano	4	8	34,1
				Laveno-Mombello	15	33	20,7
				Castelveccana	8	16	19,2
				Porto Valtravaglia	3	3	17,3
				Brezzo di Bedero	1	2	70
				Luino	1	2	1
				Maccagno con Pino e Veddasca 1)Fraz. Maccagno 2)Fraz. Pino sulla Sponda del Lago Maggiore	1) 7 2) 3	1) 20 2) 5	1) 35,9 2) 2,6
Tronzano Lago Maggiore	5	8	21,7				
	5	7	LOCARNO	Gambarogno	3	5	6,8

Regioni o Cantoni	N° transetti	N° siti colonizzati	Province	Comune	N° transetti per comune	N° siti colonizzati per comune	Copertura media (%)
CANTON TICINO				Ascona	1	1	0,1
				Brissago	1	1	10
PIEMONTE	51	101	VERBANO-CUSIO-OSSOLA	Cannobio	10	14	21
				Cannero Riviera	4	6	2,2
				Oggebbio	7	14	16,9
				Ghiffa	2	5	34,2
			NOVARA	Lesa	7	12	39,3

#### 4.1.5 Impatti

L'aggressività della pianta nell'ambiente in cui è inserita si deve al suo comportamento da specie "pioniera", grazie all'efficiente riproduzione vegetativa e alla rapida crescita (in lunghezza e biomassa), che gli consente di colonizzare rapidamente gli ambienti sommersi (liberi o già colonizzati) e conquistarsi lo spazio e la luce indispensabile per la sua sopravvivenza. Anche una piccola parte del fusto, se liberata nell'acqua, riesce a sviluppare rapidamente le radici sul fondo e a colonizzare senza problemi un nuovo ambiente. Si spiega quindi il perché della fragilità del fusto di questa pianta; il tutto per la necessità di favorirne la rottura sotto l'influenza del vento o delle onde oppure al passaggio delle barche (CAFFREY & ACEVEDO, 2007).

È proprio per questo suo "vantaggio competitivo iniziale", ossia la sua rapidità nel diffondersi dalla frammentazione del gambo, di produrre radici e di crescere velocemente in lunghezza e biomassa, e di formare estese e dense comunità tappezzanti (Figura 14), che *Lagarosiphon major* attualmente domina nelle zone litorali di molti laghi, avendo superato la competitività delle specie native (*Myriophyllum* spp., *Potamogeton* spp. e macroalghe) e anche delle esotiche (*Elodea* spp.), come avvenuto per esempio in Inghilterra, Nuova Zelanda e in Irlanda (CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007; JAMES ET AL., 1999; RATTRAY ET AL., 1994). Secondo il National Heritage Trust (2003), inoltre, le infestazioni dense dell'"erba ossigeno" (così chiamata dagli acquariofili perché considerata ossigenante delle acque: "Quando è sotto controllo"), possono portare nell'ambiente invaso a consumare più ossigeno di quello che producono, anche a causa dei processi di decomposizione della biomassa prodotta, riducendo così la qualità dell'acqua e l'ossigeno disponibile. Pare comunque che anche in questi ambienti inospitali, sia sempre l'esotica a trarne vantaggio crescendo maggiormente in biomassa (MARTIN & COETZEE, 2014; RATTRAY ET AL., 1991). Un altro vantaggio competitivo di *L. major* potrebbe essere dovuto alla sua crescita nei mesi invernali quando la maggior parte delle specie indigene invece muore (CAFFREY ET AL., 2010; CAFFREY & ACEVEDO, 2007). *Lagarosiphon major*, infine, dove i nutrienti sono abbondanti, può canalizzare le risorse di crescita nell'estensione del germoglio piuttosto che allo sviluppo delle radici, vincendo la competizione con le specie vegetali che sembrano richiedere lo sviluppo di un esteso apparato radicale prima di manifestare la crescita del germoglio. Ciò è particolarmente vantaggioso in situazioni acquatiche in cui la luce può essere limitante.

Le caratteristiche dell'habitat delle aree infestate dalla pianta influenzano anche la fauna residente alterando le comunità dei macroinvertebrati e la presenza o composizione delle comunità di pesci, favorendo le specie "grezze" di ambienti eutrofi, poveri d'ossigeno, come lucci, persici e alcune specie di ciprinidi (NAULT & MIKULYUK, 2009; O'GRADY ET AL., 2009; CAFFREY & ACEVEDO, 2007).



Figura 14. Colonizzazione di *Lagarosiphon major* in acque limpide e su substrato limoso in zona Sesto Calende (Va). La specie allungandosi verso la superficie forma estesi e densi tappeti (o stuoi intrecciati oppure chiome o baldacchini) che bloccano la penetrazione della luce eliminando la concorrenza e la crescita delle altre piante acquatiche, sia native che esotiche.

La presenza della specie aliena, quindi, può portare alla **perdita di biodiversità**, che come detto non si limita solo alle specie vegetali acquatiche, ma anche alle popolazioni associate di invertebrati acquatici e alla fauna ittica; inoltre causa **danni economici**, dovuti ad esempio alla limitazione delle attività turistico-ricreative (pesca, nuoto, navigazione, ecc.) e alle grandi quantità di questa pianta che si deposita sulle spiagge, dopo le tempeste che la strappano dal fondo, riducendone il valore turistico e che costringono le amministrazioni locali e i privati a intense e costose opere di ripulitura. La specie, inoltre, può causare problemi a impianti idroelettrici e industriali o altre opere idrauliche, intasando i tubi di aspirazione dell'acqua, mentre nei canali o fiumi, può rallentare lo scorrimento dell'acqua riducendo l'efficienza dell'agricoltura irrigata e aumentando i rischi di inondazioni nelle aree adiacenti.

## 4.2 *Elodea nuttallii* (Planch.) H.St.John (Hydrocharitaceae)

**Nome comune:** peste d'acqua di Nuttall, elodea di Nuttall

**Sinonimo:** *Anacharis nuttallii* Planch., *Philotria nuttallii* (Planch.) Rydb.

**Etimologia del nome:** *Elodea* deriva dal greco e significa "palude" o più in generale "che cresce in acqua", in riferimento all'ambiente di crescita; l'epiteto specifico *nuttallii* è dedicato al botanico, ornitologo, esploratore e collezionista di piante inglese Thomas Nuttall (1786-1859) che visse negli Stati Uniti dal 1808 al 1841. Il nome italiano di "peste d'acqua" è probabilmente riferito al carattere invasivo e quindi dannoso di questa pianta.

### 4.2.1 *Aspetto e i caratteri diagnostici*

La peste d'acqua di Nuttall è un'erba acquatica (idrofita) perenne e radicante sul fondale (rizofita), con fusti esili, lunghi da 15-60 cm fino a 3-4 m (PIGNATTI, 2017; INFO FLORA 2013), cilindrici (diametro 1 mm), sommersi, ramosi e fogliosi su tutta la lunghezza, ma soprattutto nella parte apicale. La pianta è di aspetto variabile, con

fenotipi diversi (spesso conviventi o persino presenti sulla medesima pianta) anche a seconda delle condizioni di crescita (PIGNATTI, 2017; BANFI & GALASSO, 2010); generalmente però ha un caratteristico aspetto esile e colore verde chiaro, con foglie corte e ricurve oppure lunghe (Figura 15) e piane caratteristicamente ritorte ad elica. Le foglie sul fusto sono verticillate a 3 (raramente a 4), sessili, intere, lineari o lanceolate, sottili, con larghezza generalmente minore di 1,75-2 mm di (PIGNATTI, 2017; INFO FLORA, 2013; BOWMER ET AL., 1995), flaccide, lunghe 6-13 mm, con margine finemente denticolato (Figura 15) e apice da strettamente acuto (o acuto-apiculato) ad acuminato. La pianta è dioica con fiori unisessuali maschili e femminili su individui diversi, di 3-5 mm di diametro e con perianzio di 6 segmenti violetti. I fiori maschili sono sessili o subsessili, mentre i femminili sono portati da lunghi (fino a 9 cm) peduncoli capillari (ipanzio). Il frutto è a capsula cilindrica o a forma di uovo (6 mm) e contiene semi pelosi alla base (PIGNATTI, 2017; KLINKENBERG B., 2017; BANFI & GALASSO, 2010). In Italia *E. nuttallii* è presente solo con individui femminili.



Figura 15. Aspetto e caratteri diagnostici di *Elodea nuttallii* (iconografia da Internet: Flora of British Columbia).

Specie simili: *Elodea nuttallii*, può essere confusa con la congenere *E. canadensis* che si differenzia per l'aspetto generale, il colore della pianta verde scuro, le foglie mai ritorte e con apice da largamente acuto a ottuso, larghe  $1.1 \pm 0.03$  mm (misura da prendere 0.5 mm al di sotto dell'apice; SIMPSON, 1988) e gli internodi più corti. La distinzione tra queste specie e le altre della stessa famiglia è schematizzata nell'Allegato B del presente lavoro.

#### 4.2.2 **Biologia ed Ecologia**

##### **Riproduzione**

La peste d'acqua di Nuttall si riproduce unicamente per via vegetativa (PIGNATTI, 2017), mediante frammentazione del fusto (anche i frammenti di piante molto piccoli sono in grado di formare radici dai nodi e iniziare a crescere) o tramite gemme dette turioni o ibernacoli che si formano con l'arrivo dell'inverno e germogliano in primavera dando vita a nuove piante. La specie infatti in Europa è presente quasi esclusivamente con individui femminili (INFO FLORA, 2013; JOSEFSSON, 2011). La riproduzione vegetativa risulta comune anche nel paese d'origine della specie, in Nordamerica, nonostante siano presenti individui maschili e femminili (LARSON & WILLÉN, 2006).

## Fenologia

*Elodea nuttallii* fiorisce a partire da giugno-luglio fino a settembre (PIGNATTI, 2017; ASSINI ET AL., 2010).

## Habitat

Stagni, laghi, ruscelli e fiumi di pianura (PIGNATTI, 2017; ASSINI ET AL., 2010).

## Distribuzione altitudinale

Dalla pianura alla montagna; è tra le specie esotiche che raggiungono le maggiori altitudini (GALASSO & BANFI, 2009), 0-1900 m s.l.m. (PIGNATTI, 2017).

## Autoecologia

*Elodea nuttallii* è una specie che vive sommersa (LANDOLT, 2010), raggiungendo profondità di 6-8 m (INFO FLORA, 2013), fino 10-11 m (BOLPAGNI & CERABOLINI, 2016; GOMARASCA & ROELLA, 2012), massimo 13 m (VÖGE, 1994; SCHMIEDER, 1998). Predilige suoli da neutro a basici (LANDOLT 2010) da moderatamente poveri a moderatamente ricchi in nutrienti (LANDOLT, 2010), con un moderato contenuto in humus, asfittici e a tessitura fine (LANDOLT, 1977). Ama i luoghi luminosi tollerando anche la penombra, caldi a clima suboceanico (LANDOLT, 2010). Preferisce acque ferme o lente, perlopiù fredde, limpide, ma tollera bene anche le acque torbide (MIELECKI & PIECZNSKA, 2005), principalmente eutrofiche (talora ipertrofiche) e ricche di calcio, ma anche oligotrofiche e mesotrofiche (PIGNATTI, 2017; JOSEFSSON, 2011; BRANQUART ET AL, 2010; THIÉBAUT ET AL., 1997; BEST ET AL., 1996).

Principali habitat in cui la specie vive, secondo la Dir. "Habitat"

- HABITAT 3150: Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*.
- HABITAT 3140: Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.
- HABITAT 3130: Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei *Littorelletea uniflorae* e/o degli *Isoëto-Nanojuncetea*.
- HABITAT 3260: Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del "*Ranunculion fluitantis*" e "*Callitricho-Batrachion*".

Ambienti per la Svizzera dove la specie vive (DELARZE ET AL., 2015)

- 1.1 - Acque ferme.
- 1.1.2 -Acque con vegetazione di piante vascolari sommerse (*Potamion*).

### 4.2.3 Distribuzione

La specie è originaria del Nordamerica ed è diffusa in tutto il mondo con il commercio ortofloricolo delle piante ornamentali per acquari e giardini con laghetto (BANFI & GALASSO, 2010).

Nel Mondo è diffusa in Asia, Europa, Filippine, Nordamerica (CATALOG OF LIFE, 2018; COOK & URMI-KÖNIG, 1985), mentre in Europa si può trovare in Austria, Belgio, Repubblica Ceca, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Gran Bretagna, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Olanda, Polonia, Slovacchia, Svezia, Svizzera, Ungheria (CATALOG OF LIFE, 2018; JOSEFSSON, 2011; UOTILA, 2009; DAISIE, 2009). In Italia è stata rinvenuta in Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia ed Emilia Romagna (GALASSO ET AL., 2018), e in Lombardia è stata osservata nelle provincie di Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Lecco, Lodi, Milano, Mantova, Pavia, Sondrio (BANFI & GALASSO, 2010) e Varese (GARIBOLDI ET AL., 2017; GOMARASCA & ROELLA, 2012).

#### 4.2.4 Ecologia e carte di distribuzione nel Lago Maggiore

##### Dati storici

Arrivata in Europa negli anni '90 del secolo scorso (JOSEFSSON, 2011), *Elodea nuttallii* è segnalata per la prima volta in Italia e in Lombardia da Desfayes (1995) che la raccolse nel 1989 a Crone (comune di Idro) sul Lago d'Idro (BS). Successivamente si è diffusa in altre province lombarde (ASSINI ET AL., 2010) e quindi in altre regioni (GALASSO ET AL., 2018; SELVAGGI ET AL., 2016; MARTINI ET AL. 2012; CELESTI GRAPOW ET AL. 2010, 2010B E 2009). Nel Lago Maggiore la specie è stata segnalata per la prima volta da Gomarasca e Roella (2012) in diverse stazioni lungo la sponda piemontese e lombarda nell'ambito del progetto ECORIVE e confermata in Piemonte da Selvaggi et al. (2016), in particolare a Meina (NO) ad 1 metro di profondità presso una spiaggia a Sud del paese e nel comune di Lesa (NO) nelle acque del porticciolo. I risultati del progetto ECORIVE del biennio 2011-2012 hanno evidenziato una diffusa presenza della peste d'acqua di Nuttall soprattutto nella parte meridionale o italiana del lago, mentre in territorio svizzero la specie non è stata trovata. Le popolazioni più settentrionali sono state rilevate a Maccagno in sponda lombarda e nella frazione di Carmine Inferiore (Cannobio) in quella piemontese. Dei 170 km di linea di costa indagati, 120 km sono risultati caratterizzati da copertura vegetale, di cui 34 km interessati dalla presenza di specie aliene invasive. *Elodea nuttallii* in particolare era diffusa nel 18% del perimetro lacustre (GOMARASCA & ROELLA, 2012).

##### Risultati attuali

I risultati del recente censimento hanno evidenziato una diffusissima presenza dell'esotica in tutto il lago, con una maggiore frequenza e abbondanza nella parte meridionale (italiana) rispetto alla parte svizzera (Figura 16). Questo è sottolineato anche dal grafico delle frequenze delle specie nel Lago Maggiore (Figura 3), dal quale si evince che *Elodea nuttalli* è attualmente la specie più rappresentativa del lago.

La storia delle osservazioni di *E. nuttallii* nel Lago Maggiore è riassunta nella Tabella 12.

Tabella 12. Storia della presenza di *Elodea nuttallii* in base ai censimenti floristici degli ultimi 139 anni.

Schröter & Wilczek (1904)	Gommes & Muntau, 1975; Lachavanne & perfetta, 1981; Rilievo 1986 (Oggioni, 2010); Gullizzoni et al. (1989)	Ludovisi et al. (2004); Oggioni (2010)	Gomarasca, Roella (2011-2012); Selvaggi et al. (2016)	Gariboldi et al. (2017); Gariboldi, Beghi, Pandolfi, Genoni (SPAM)
Censimento 1903 Alto Lago	Censimento 1947-1989 Intero Lago	Censimento 1999-2009 4 transetti e Golfo Borr.	Censimento 2011-2016 Intero lago	Censimento 2017 Intero lago
			<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Elodea nuttallii</i>

##### Carte di distribuzione

La carta di distribuzione attuale della specie è rappresentata in Figura 16, a confronto con la carta del progetto ECORIVE (GOMARASCA & ROELLA, 2012) rielaborata.

a)



b)



Figura 16. Distribuzione di *Elodea nuttallii*: a) nel biennio 2011-2012 (da Gomarasca & Roella 2012, rielaborata); b) nel 2017.

Da tale confronto si osserva come la specie negli ultimi 5 anni sia andata espandendosi su entrambe le sponde del lago, penetrando anche in territorio svizzero. In particolare, come si evince dai dati riportati nella Tabella 13, *E. nuttallii* si è diffusa lungo la linea di costa, più del doppio della distribuzione che aveva nel 2012.

Tabella 13. Dati distributivi di *Elodea nuttallii* lungo la linea di costa nei censimenti del 2011-2012 e del 2017. (\*) Il perimetro del lago è ricavato dai dati dell'Osservatorio dei laghi lombardi, 1° rapporto OLL – 2004 (AA.VV., 2005).

CENSIMENTI	Linea di costa (km)	Linea di costa coperta solo da specie esotiche (km)	Linea di costa coperta da <i>E. nuttallii</i> (km)	Profondità max raggiunta (m)
ECORIVE2011-2012	170 (*)	34	30,6	10
SPAM 2017	170 (*)	87,4	75,2	10

Per quanto riguarda la distribuzione in profondità (Figura 17), si nota che la specie raggiunge una profondità massima di 10 m, in accordo con i dati di Gomarasca e Roella (2012) e con quelli riferiti all'intera Lombardia (BOLPAGNI & CERABOLINI, 2016).

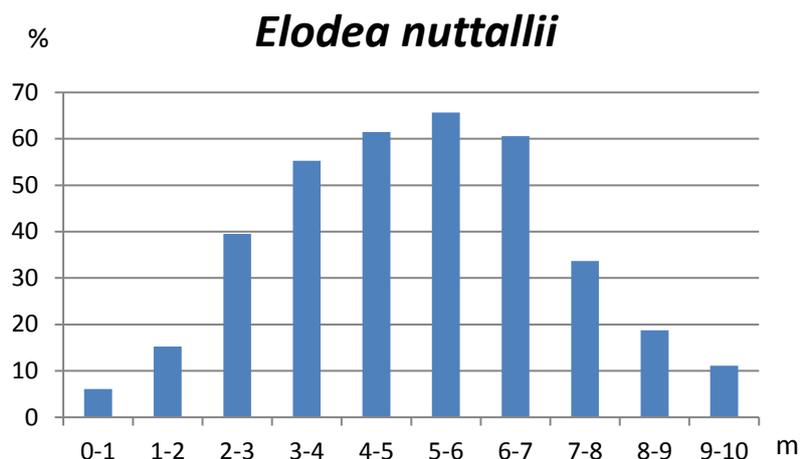


Figura 17. Distribuzione di *E. nuttallii* lungo la profondità, in termini di % rilievi colonizzati sul numero totale di rilievi eseguiti per fascia di profondità.

Dal grafico di Figura 17, inoltre, si evince che la specie ha il suo optimum di diffusione tra 3-8 metri di profondità, mostrando una buona frequenza e abbondanza anche tra i 9 e i 10 m di profondità, come osservato durante i rilevamenti di campo. Infine, i dati raccolti sul tipo di substrato preferenziale alla colonizzazione della specie (Figura 18), mostrano che *Elodea nuttallii* predilige i substrati fini, sabbiosi e/o limosi (92%), in accordo con i dati bibliografici reperiti.

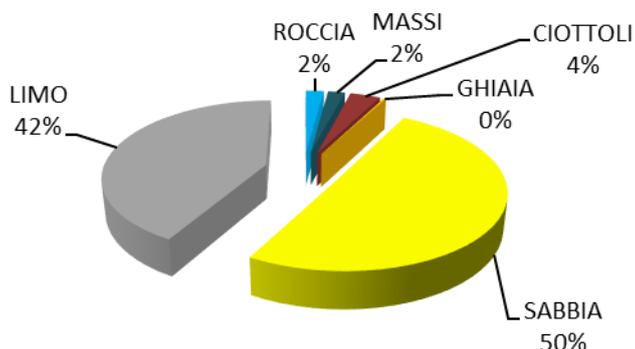


Figura 18. Tipi di substrato colonizzati da *Elodea nuttallii*.

Le tabelle (Tabella 14, Tabella 15, Tabella 16), forniscono informazioni più dettagliate sul campionamento della specie e la sua distribuzione nel Lago Maggiore, con una prima indicazione delle aree a maggior invasività.

Tabella 14.- Numero totale di transetti e di rilievi eseguiti nel lago; numero totale di transetti e siti colonizzati da *Elodea nuttallii* con stima dell'abbondanza della specie.

N° totale transetti Lago	N° totale di rilievi Lago	N° totale transetti con <i>E. nuttallii</i>	N° totale siti colonizzati con <i>E. nuttallii</i>	N° siti colonizzati con copertura >60%	N° siti colonizzati con copertura rara o <1%	N° siti colonizzati con copertura a)1%-20% b)20%-60%
473	2420	252	842	297	215	a)150
						b)180

Tabella 15. Numero totale di siti colonizzati (rilievi) con presenza **solo** dell'invasiva. Stima del numero di siti colonizzati solo da *E. nuttallii* con copertura: a) >60%; b) trascurabile (rara o <1%); c) da 1% fino al 60%.

N° totale di siti colonizzati	N° siti colonizzati con copertura >60%	N° siti di prima colonizzazione (copertura rara o <1%)	N° siti colonizzati con copertura tra 1%-60%
384	166	94	124

Tabella 16. Numero di transetti e siti colonizzati da *Elodea nuttallii* per regione (o cantone) e comune con relative coperture medie.

Regioni o Cantoni	N° transetti	N° siti colonizzati	Province	Comune	N° transetti per comune	N° siti colonizzati per comune	Copertura media (%)		
LOMBARDIA	110	432	VARESE	Stesto Calende	12	62	45		
				Angera	20	191	48		
				Ranco	8	15	44		
				Ispra	15	53	43		
				Brescia	1	6	42		
				Besozzo	1	4	28		
				Monvalle	4	11	57		
				Leggiano	7	10	24		
				Laveno-Mombello	15	24	33		
				Castelveccana	7	17	17		
				Porto Valtravaglia	5	9	47		
				Brezzo di Bedero	3	8	30		
				Germiniaga	1	5	38		
				Luino	1	1	30		
			Maccagno con Pino e Veddasca						
			1)Fraz. Maccagno	1) 4	1) 5	1) 20			
			2)Fraz. Pino sulla Sponda del Lago Maggiore	2) 2	2) 3	2) 34			
			Tronzano Lago Maggiore	4	8	34			
CANTON TICINO	20	38	LOCARNO	Gambarogno	4	6	35		
				Ascona	7	17	43		
				Ronco Sopra Ascona	6	9	42		
				Brissago	3	6	49		
PIEMONTE	122	372	VERBANO-CUSIO-OSSOLA	Cannobio	14	38	35		
				Cannero Riviera	10	31	41		
				Oggebbio	10	31	30		
				Ghiffa	9	19	37		
				Verbania	4	8	32		
				Baveno	8	15	14		
				Stresa	8	15	19		
				Belgirate	7	11	39		
			NOVARA			Lesa	14	23	42
						Meina	10	25	50

Regioni o Cantoni	N° transetti	N° siti colonizzati	Province	Comune	N° transetti per comune	N° siti colonizzati per comune	Copertura media (%)
				Arona	10	64	40
				Dormelletto	8	64	36
				Castelletto Sopra Ticino	10	28	30

#### 4.2.5 Impatti

Anche per *Elodea nuttallii* i principali impatti riguardano **la perdita di biodiversità** e **i danni economici** legati principalmente alle attività turistico-ricreative e industriali e ai rischi di inondazioni che si possono verificare per l'intasamento di canali o fiumi (JOSEFSSON, 2011; BRANQUART ET AL., 2010A; SPICER & CATLING, 1988).

L'invasività di *Elodea nuttallii* si deve al suo comportamento da specie "pioniera": l'efficientissima riproduzione vegetativa e la rapida crescita, infatti, le consentono di colonizzare rapidamente gli ambienti sommersi formando estese e dense comunità monospecifiche (Figura 19). Quest'ultime non solo tolgono la luce ad eventuali altri competitori, ma alterano l'ambiente limitando i movimenti dell'acqua, intrappolando i sedimenti, rendendolo anossico e quindi inospitale. Inoltre, alla fine della stagione vegetativa, la decomposizione di questo denso "tappeto" dell'esotica induce un'eutrofizzazione secondaria che può portare anche all'accumulo di prodotti finali tossici per molte piante (BRANQUART ET AL., 2010).

Studi recenti hanno evidenziato che l'invasività di *E. nuttallii* è sostenuta anche da allelopatia, ossia dal rilascio di sostanze che inibiscono la crescita di fitoplancton (cianobatteri) e alghe la cui presenza, riducendo ulteriormente le condizioni di luce già intrinsecamente povere sott'acqua, può influire negativamente sulla sua competitività (ERHARD & GROSS, 2006).

È così che l'esotica è riuscita a superare l'iniziale competitività di diverse piante acquatiche native come *Myriophyllum sp.* e *Potamogeton spp.* (BRANQUART ET AL., 2010; BAKKER & WILSON, 2001) e anche della congenera *E. canadensis* (BARRAT-SEGRETAIN, 2005; BARRAT-SEGRETAIN & ELGER, 2004; BARRAT-SEGRETAIN ET AL., 2002; SIMPSON, 1990).

Uno dei motivi del successo della pianta rispetto a *E. canadensis* è la sua capacità di immagazzinare grandi quantità di fosforo e quindi di resistere alle grandi fluttuazioni temporali del carico di fosfati nell'acqua (condizioni caratteristiche degli ambienti eutrofici; JOSEFSSON, 2011; BRANQUART ET AL., 2010); inoltre, *E. nuttallii* è considerata una specie "ammoniofila", ossia il cui sviluppo ottimale avviene in un contesto di un'assunzione combinata di azoto ammoniacale e azoto nitrico in proporzioni equimolari e con forte maggioranza di ioni ammonio, mentre *E. canadensis* è "nitratofila" (ROLLAND ET AL., 1995).

*Elodea nuttallii* è considerata una pianta "migliorante l'ambiente"; ossigena e depura le acque assorbendo nutrienti e metalli pesanti. Il problema, come detto sopra, è quando la specie cresce in modo incontrollato (JOSEFSSON, 2011). Tutti i nutrienti assorbiti dal sedimento durante la crescita della pianta vengono infatti rilasciati durante la decomposizione, e per quantità elevate di biomassa tale rilascio può provocare l'iper-eutrofizzazione delle acque e il verificarsi di un deficit di ossigeno. Questa eutrofizzazione secondaria può essere la spiegazione per cui in acque con bassi livelli trofici (fosforo e azoto ammoniacale), come per esempio sono quelle del Lago Maggiore (MORABITO, 2016; SEGRETARIATO TECNICO CIPAIS, 2016), si possono trovare le condizioni ideali che consentono l'installazione e il proliferare di specie eutrofiche come *Elodea nuttallii* (THIÉBAUT ET AL., 1997).



Figura 19. Colonizzazione di *Elodea nuttallii* in acque limpide e su substrato limoso in zona Angera (Va). La specie forma degli estesi e densi tappeti (o letti) che bloccano la penetrazione della luce eliminando la concorrenza e la crescita delle piante acquatiche native. Questi “letti” forniscono un habitat poco ospitale e povero per gli animali acquatici, non sono consumati dai pesci e interferiscono con le attività ricreative.

### 4.3 *Elodea canadensis* Michx. (Hydrocharitaceae)

**Nome comune:** peste d’acqua comune, elodea del Canada

**Sinonimo:** *Anacharis canadensis* (Michx.) Planch.; *Udora canadensis* (Michx.) Nutt.

**Etimologia del nome:** *Elodea* deriva dal greco e significa “palude” o più in generale “che cresce in acqua”, in riferimento all’ambiente di crescita; l’epiteto specifico *canadensis* indica la sua provenienza, dal Canada.

Il nome italiano di “peste d’acqua comune” è probabilmente riferito al carattere invasivo e quindi dannoso di questa pianta e alla sua ampia distribuzione sul territorio.

#### 4.3.1 *Aspetto e i caratteri diagnostici*

La peste d’acqua comune è un’erba acquatica (idrofita) perenne e radicante sul fondo (rizofita), con fusti cilindrici, sommersi, lunghi da 15 a 50 cm fino a 3-4 m, ramosi e fogliosi su tutta la lunghezza, ma più densamente verso l’alto (PIGNATTI, 2017; INFO FLORA 2013). La pianta ha un aspetto più robusto rispetto a *E. nuttallii* e presenta una colorazione verde scuro. Le foglie lungo il fusto sono verticillate a 3(-4), rigidette e un po’ arcuate (Figura 20), oblungo-lineari o ovate, leggermente denticolate al margine, larghe generalmente più di 1,75 - 2 mm (INFO FLORA, 2013; BOWMER ET AL., 1995) e lunghe 5-10 mm, con apice da largamente acuto a ottuso. Verso l’apice dello stelo le foglie si sovrappongono di solito in righe regolari e distese lungo il fusto. I fiori unisessuali maschili e femminili sono su individui diversi (pianta dioica); i maschili sessili, in spata

oblungo-lineare di 1-13 mm, i femminili larghi 4-5.5 mm, su peduncoli capillari di 1-2(15) cm (si tratta in realtà della base del fiore allungata), con perianzio di 6 elementi in 2 verticilli, biancastri-lilla (INFO FLORA, 2013). Gli stammi, bilobi, sono 3 e porporini (BANFI & GALASSO, 2010). Da noi e in tutta Europa *E. canadensis* è presente solo con individui femminili (PIGNATTI, 2017; INFO FLORA, 2013; JOSEFSSON, 2011; BANFI & GALASSO, 2010; THIEBAUT ET AL., 1997).



Figura 20. Aspetto e caratteri diagnostici di *Elodea canadensis* (foto di Christian Fischer, WIKIMEDIA, iconografia da internet: Università della Florida).

Specie simili: *Elodea canadensis*, può essere confusa con la congenera *Elodea nuttallii*, ma anche con le altre specie esotiche della stessa famiglia. La distinzione tra queste specie è schematizzata nell'Allegato B del presente lavoro.

#### 4.3.2 **Biologia ed Ecologia**

##### **Riproduzione**

La peste d'acqua comune essendo presente in Europa quasi esclusivamente con individui femminili si riproduce unicamente per via vegetativa, mediante frammentazione del fusto o tramite gli ibernacoli (o apici dormienti) che si formano in autunno-inverno e germogliano in primavera dando vita a nuove piante. La riproduzione vegetativa dell'esotica risulta comune anche nel paese d'origine della specie dove sono presenti sia piante maschili che femminili (LARSON & WILLÉN, 2006; SPICER & CATLING, 1988; BOWMER ET AL., 1984).

##### **Fenologia**

*Elodea canadensis* fiorisce da giugno a luglio o agosto (PIGNATTI, 2017; ASSINI ET AL., 2010; THIEBAUT ET AL., 1997).

##### **Habitat**

Acque correnti, stagni e laghi (PIGNATTI, 2017; ASSINI ET AL., 2010).

##### **Distribuzione altitudinale**

Perlopiù in ambito planiziale (ASSINI ET AL., 2010), 0-600 m s.l.m. (PIGNATTI, 2017).

## Autoecologia

*Elodea canadensis* è una specie che vive sommersa (LANDOLT, 2010); in Nord America raggiunge anche profondità di 12 m (INFO FLORA, 2013; SPICER & CATLING, 1988) e in casi eccezionali 16 m (GOLLASCH, 2006), mentre in Italia si trova fino a 10-11 m di profondità (GOMARASCA & ROELLA, 2012). Predilige suoli neutro-basici (LANDOLT 2010) moderatamente poveri, ma anche quelli ricchi in nutrienti (LANDOLT, 2010, 1977), con un moderato contenuto in humus, più o meno areati, sia sabbiosi che limosi (LANDOLT, 1977). Ama i luoghi luminosi, ma tollera anche la penombra, freschi a clima da suboceanico a subcontinentale (LANDOLT, 2010). Preferisce acque ferme o lente, perlopiù fredde e con un optimum tra i 10-25°C secondo Cook and Urmikönig (1985), limpide, ma tollera bene anche le acque torbide (MIELECKI & PIECZNSKA, 2005), ricche di calcio, principalmente mesotrofiche o moderatamente eutrofiche (JOSEFSSON, 2011; BRANQUART ET AL., 2010A; THIEBAUT ET AL., 1997; BEST ET AL., 1996).

Principali habitat in cui la specie vive, secondo la Dir. "Habitat" (BIONDI ET AL., 2009).

- HABITAT 3150: Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*.
- HABITAT 3140: Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.
- HABITAT 3130: Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei *Littorelletea uniflorae* e/o degli *Isoëto-Nanojuncetea*.
- HABITAT 3260: Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del "*Ranunculion fluitantis*" e "*Callitricho-Batrachion*".

Ambienti per la Svizzera dove la specie vive (DELARZE ET AL., 2015)

- 1.1.2 - Acque con vegetazione di piante vascolari sommerse (*Potamion*).
- 1.2 - Acque correnti.
- 1.2.1 - Zona del Barbo e dell'Abramide (Epipotamon) (*Ranunculion fluitantis*).
- 1.2.2 - Zona del Temolo (*Fontinalidion antipyreticae*).

### 4.3.3 Distribuzione

La specie è originaria del Nord America e si è diffusa in tutto il mondo con il commercio delle piante ornamentali per acquari o per giardini con laghetto (JOSEFSSON, 2011; BANFI & GALASSO, 2010; GOLLASCH, 2006).

Nel Mondo è diffusa in Africa, Asia, Australia, Centro America, Europa, Nord America, Nuova Zelanda e Sud America (CATALOG OF LIFE, 2018; SPICER & CATLING, 1988), mentre in Europa si può trovare in Austria, Belgio, Bulgaria, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Gran Bretagna, Irlanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Norvegia, Olanda, Polonia, Portogallo, Romania, Scozia, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Ungheria, Ex-Yugoslavia (CATALOG OF LIFE, 2018; JOSEFSSON, 2011; UOTILA, 2009). In Italia è stata rinvenuta in Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Basilicata (GALASSO ET AL., 2018) e in Lombardia è presente nelle province di Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Lecco, Lodi, Milano, Mantova, Pavia, Sondrio e Varese (BANFI & GALASSO, 2010).

### 4.3.4 Ecologia e carte distribuzione nel Lago Maggiore

#### Dati storici

*Elodea canadensis* è stata introdotta in Europa nella prima metà dell'800; il professor Agostini la ebbe a Mantova da Altona nel 1866 e da qui la spedì all'Orto Botanico di Padova nel 1867. Da allora si naturalizzò in

tutta Italia; in particolare nel 1873 nel veronese, nel 1879 a Mantova dove fu introdotta per “purgare le acque malsane”, nel 1886 nel pavese, dove era coltivata nell’Orto botanico, e nel 1891 a Padova. In seguito venne osservata nel bresciano, nel Lago di Garda (1894), verso il 1900 comparve sul Lago Maggiore e nel 1909 nel lago di Como (BANFI & GALASSO, 2010). Nel Lago Maggiore fu trovata per la prima volta nel 1903, da Schröter & Wilczek (1904), durante uno dei primi censimenti floristici completi della flora dell’alto lago (OGGIONI, 2010). Successivamente la presenza della specie fu confermata (Figura 21) nel bacino Sud del lago nei censimenti del 1973-1974 di Gomme e Muntau (1975), con una valutazione di presenza “less abundant”, e nel bacino Nord del lago (parte svizzera) nei censimenti di Lachavanne e Perfetta del 1980-1981, con una valutazione di presenza “rare”, poiché osservata solo in due stazioni, a Magadino di Sopra e Vira, entrambe frazioni del comune di Gambarogno (GUILIZZONI ET AL., 1989). Rilievi effettuati qualche anno dopo, nel 1986, nell’area di Fondo Toce hanno riconfermato la presenza di *Elodea canadensis* nel Golfo Borromeo (OGGIONI, OP.CIT.). Dalla fine degli anni ’90 fino ad oggi, la specie non è stata più osservata sia nell’area di Fondo Toce (LUDOVISI ET AL., 2004; OGGIONI, 2010) sia nell’intero lago (GOMARASCA & ROELLA, 2012). Le mancate osservazioni potrebbero essere legate ad un generale regresso della specie registrato in tutta la pianura lombardo-piemontese a partire dagli anni ’80, causato probabilmente dall’eutrofizzazione delle acque interne, che nel Lago Maggiore si è registrata dai primi anni ’60 alla fine degli anni ’80 del secolo scorso (OGGIONI, 2010; MORABITO, 2009), o da un’infezione parassitica o anche dall’interazione di entrambe le cause (BANFI & GALASSO, 2010). A queste cause potrebbe essere anche aggiunta la temporanea sostituzione della specie con le altre invasive non native presenti nel lago, ossia *Lagarosiphon major* e soprattutto *Elodea nuttallii*, com’è avvenuto nel resto d’Europa (JOSEFSSON, 2011; BRANQUART ET AL., 2010A; GOLLASCH, 2006).

### Risultati attuali

I risultati dell’indagine hanno evidenziato la presenza dell’esotica in buona parte del lago con una maggior frequenza e abbondanza nella parte Nord del bacino (la parte svizzera) rispetto alla parte meridionale (italiana) (Tabella 17, **Errore. L’origine riferimento non è stata trovata.**Figura 21). La specie è attualmente posizionata al decimo posto tra le specie più rappresentative del lago (Figura 3).

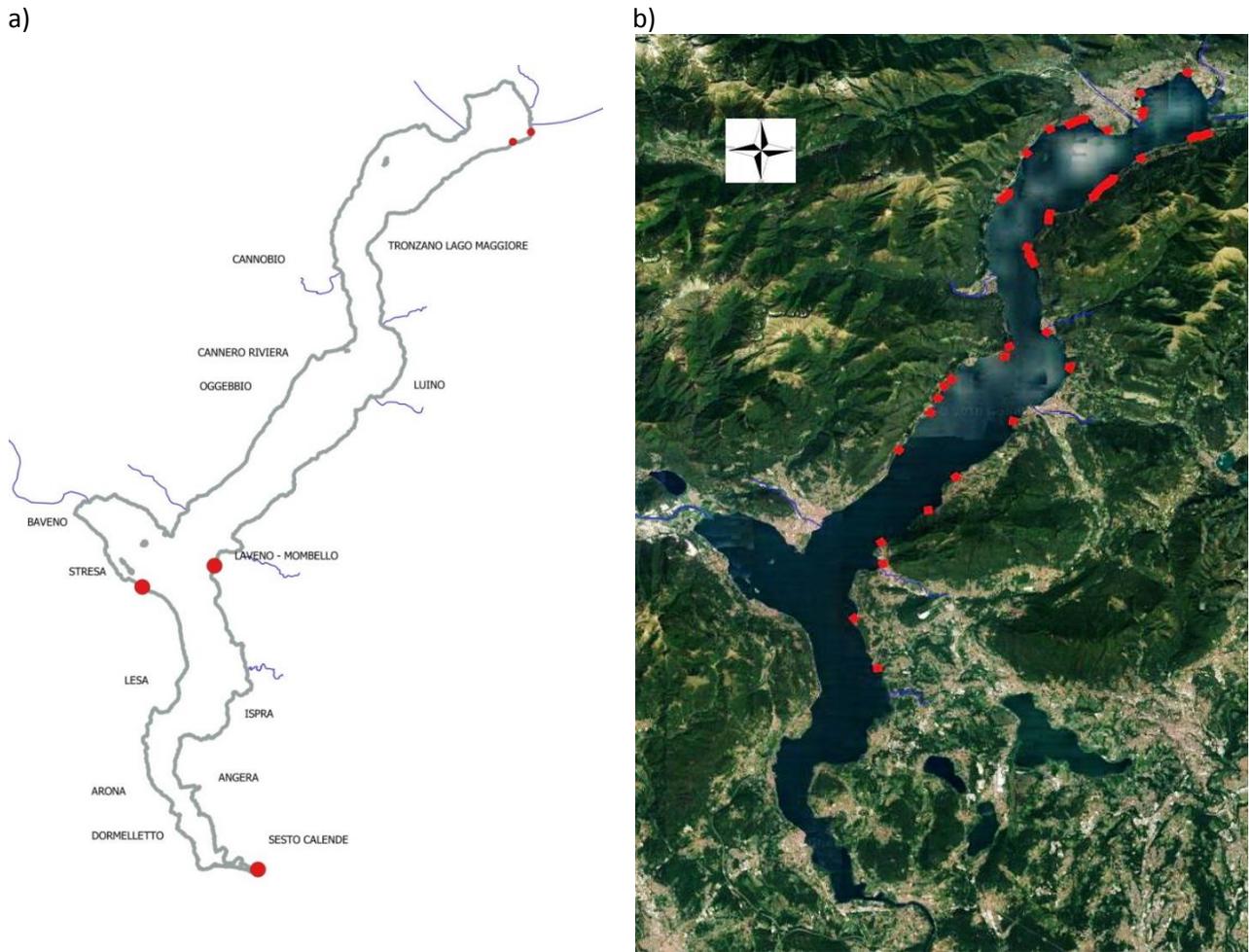
La storia delle osservazioni di *E. canadensis* nel Lago Maggiore è riassunta nella Tabella 17.

Tabella 17. Storia della presenza di *Elodea canadensis* in base ai censimenti floristici degli ultimi 139 anni.

Schröter & Wilczek (1904)	Gomme & Muntau, 1975; Lachavanne & Perfetta, 1981; Rilievo 1986 (Oggioni, 2010); Guilizzoni, Galanti e Muntau (1989)	Ludovisi et al. (2004); Oggioni (2010)	Gomarasca, Roella (2011-2012)	Gariboldi, Beghi, Pandolfi, Genoni (SPAM)
Censimento 1903 Alto Lago	Censimento 1947-1989 Intero Lago	Censimento 1999-2009 4 transetti e Golfo Borr.	Censimento 2011-2012 Intero lago	Censimento 2017 Intero lago
<i>Elodea canadensis</i>	<i>Elodea canadensis</i>	-	-	<i>Elodea canadensis</i>

## Carte di distribuzione

La *Figura 21* mostra la carta di distribuzione attuale delle specie confrontata con quella storica degli anni '70-'80, secondo Guilizzoni *et al.* (1989).



*Figura 21. Distribuzione di Elodea canadensis: a) negli anni '70-'80 (da Guilizzoni et al., 1989, rielaborata), a sinistra; b) nel 2017 a destra.*

Da tale confronto è possibile osservare un'evidente ripresa della specie soprattutto nella parte svizzera del lago, mentre in quella italiana la sua diffusione si ferma a Ghiffa sulla sponda piemontese, e a Monvalle su quella lombarda.

Nella *Tabella 18* sono annotati i dati di distribuzione attuale della specie lungo la linea di costa.

*Tabella 18. Dati distributivi di Elodea canadensis. (\*) Il perimetro del lago è ricavato dai dati dell'Osservatorio dei laghi lombardi, 1° rapporto OLL – 2004 (AA.VV., 2005).*

CENSIMENTI	Linea di costa (km)	Linea di costa coperta solo da specie esotiche (km)	Linea di costa coperta da <i>E. canadensis</i> (km)	Profondità max raggiunta (m)
SPAM 2017	170 (*)	87,4	5,4	9

Per quanto riguarda la distribuzione di *E. canadensis* in profondità, nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è possibile osservare come la profondità massima raggiunta dall'esotica nel Lago Maggiore sia di 9 m, con il suo optimum di diffusione tra 3-7 metri, mentre tra gli 8 e 9 metri, la presenza della specie tende a diminuire.

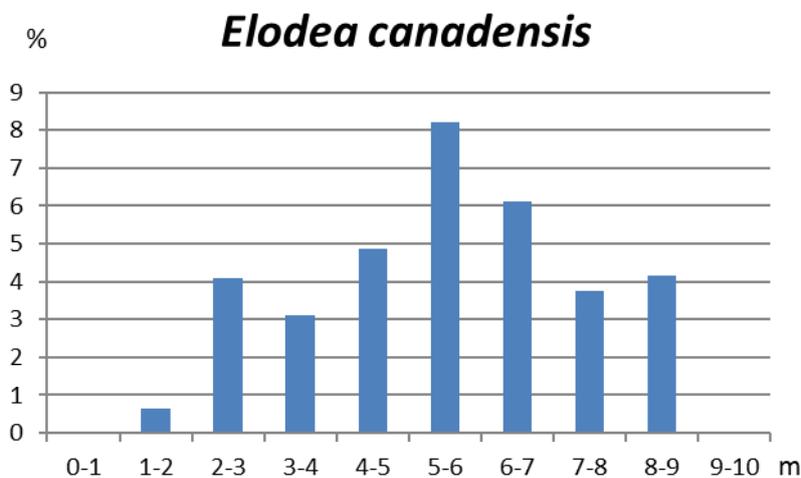


Figura 22. Distribuzione di *E. canadensis* lungo la profondità in termini di % di rilievi colonizzati sul numero totale di rilievi eseguiti per fascia di profondità.

Confrontando i grafici di distribuzione lungo la profondità delle due congeneri di *Elodea* (Figura 19 e Figura 22), si evince che nel Lago Maggiore *Elodea nuttallii* è la specie che cresce alle maggiori profondità, in accordo con quanto ipotizzato da Anderberg (2005).

Infine, i dati raccolti sul tipo di substrato in cui la pianta è stata trovata (Figura 23) indicano che la specie predilige i substrati fini (limosi o sabbiosi fini), in accordo con i dati bibliografici.

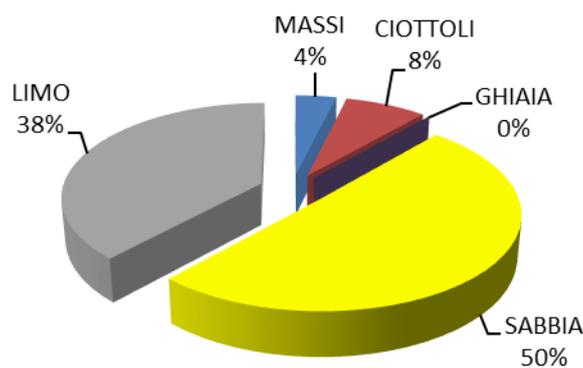


Figura 23. Tipi di substrato colonizzati da *Elodea canadensis*.

Le tabelle qui di seguito riportate (Tabella 19, Tabella 20 e Tabella 21) forniscono informazioni più dettagliate sul campionamento della specie e la sua distribuzione nel Lago Maggiore, con una prima indicazione delle aree a maggior invasività.

Tabella 19. Numero totale di transetti e di rilievi eseguiti nel lago; numero totale di transetti e di siti colonizzati da *Elodea canadensis* con stima dell'abbondanza della specie.

N° totale transetti Lago	N° totale di rilievi Lago	N° totale transetti con <i>E.canadensis</i>	N° totale rilievi con <i>E. canadensis</i>	N° siti colonizzati con copertura >60%	N° siti colonizzati con copertura rara o <1%	N° siti colonizzati con copertura a)1%-20% b)20%-60%
473	2420	39	73	16	30	a)17 b)10

Tabella 20. Numero totale di siti colonizzati (rilievi) con presenza **solo** di *E. canadensis* e stima del numero di siti con copertura: a) >60%; b) trascurabile; c) da 1% fino al 60%.

N° totale di siti colonizzati	N° siti colonizzati con copertura >60%	N° siti di prima colonizzazione (copertura rara o <1%)	N° siti colonizzati con copertura tra 1%-60%
15	3	9	3

Tabella 21. Numero di transetti e siti colonizzati da *Elodea canadensis* per regione (o cantone) e comune con relative coperture medie.

Regioni o Cantoni	N° transetti	N° siti colonizzati	Province	Comune	N° transetti per comune	N°siti colonizzati per comune	Copertura media (%)
LOMBARDIA	13	19	VARESE	Monvalle	1	1	0,1
				Leggiuno	1	1	10
				Laveno-Mombello	2	3	17
				Castelveccana	1	1	10
				Porto Valtravaglia	1	1	50
				Brezzo di Bedero	1	2	5,5
				Maccagno con Pino e Veddasca 1)Fraz. Maccagno 2)Fraz. Pino sulla Sponda del Lago Maggiore	1) 1 2) 2	1) 1 2)4	1) 10 2) 2,6
				Tronzano Lago Maggiore	3	5	38
CANTON TICINO	19	41	LOCARNO	Gambarogno	8	17	33
				Minusio	1	1	30
				Locarno	2	6	40
				Ascona	4	8	5,4
				Ronco sopra Ascona	2	4	68
				Brissago	2	5	36
PIEMONTE	7	13	VERBANO-CUSIO-OSSOLA	Cannobio	2	5	6,6
				Cannero Riviera	2	3	3,7
				Oggebbio	2	4	20
				Ghiffa	1	1	1

#### 4.3.5 Impatti

Analogamente alle specie già trattate in questo lavoro, anche per *Elodea canadensis* i principali impatti riguardano **la perdita di biodiversità e i danni economici**.

L'aggressività di *E. canadensis* (Figura 24) nel colonizzare rapidamente gli ambienti sommersi liberi o già colonizzati, analogamente alle altre Hydrocharitaceae alloctone appena trattate, si deve al suo comportamento da specie "pioniera" che la porta a formare in breve tempo dense ed estese praterie monospecifiche e a superare l'iniziale competitività delle piante acquatiche native come *Myriophyllum* sp. e *Potamogeton* spp. (BRANQUART ET AL., 2010) e talvolta anche delle esotiche invasive come *Elodea nuttallii* (BARRAT-SEGRETAIN, 2005).

Le estese e fitte comunità che la pianta forma tolgono spazio e luce agli altri competitori e alterano l'ambiente originario rendendolo anossico e quindi inospitale. Inoltre, la decomposizione di questo denso "tappeto" di *Elodea canadensis*, alla fine della stagione vegetativa, induce in genere ad un'eutrofizzazione secondaria che porta all'accumulo di prodotti finali tossici per molte piante (BRANQUART ET AL., 2010).

Studi recenti, infine, hanno evidenziato che l'invasività di *Elodea canadensis*, è sostenuta anche da allelopatia (come per *E. nuttallii*), ossia dal rilascio di sostanze che inibiscono la crescita di fitoplancton (cianobatteri) e alghe la cui presenza nell'ambiente è esiziale per la sua sopravvivenza, poiché riducono ulteriormente le condizioni di luce già intrinsecamente povere sott'acqua (ERHARD & GROSS, 2006).

Il pool di nutrienti rilasciati nell'ambiente dalla decomposizione autunnale delle piante e le condizioni anossiche che si creano di conseguenza, e che causano il rilascio di fosforo nell'acqua, possono essere la spiegazione del perchè in un ambiente oligotrofo, come potrebbe essere quello del Lago Maggiore (MORABITO, 2016; SEGRETARIATO TECNICO CIPAIS, 2016), sia possibile il propagarsi e proliferare di specie eutrofiche come *Elodea canadensis* (THIEBAUT ET AL., 1997).

*Elodea canadensis* è però considerata anche un "migliorante dell'ambiente", infatti, essendo "nitratofila", ossia il cui sviluppo è ottimale nel caso di alimentazione nitrica rigorosa (ROLLAND ET AL., 1995), può essere utilizzata per la bonifica di siti con contaminazione cronica da nitrati (ROLLAND, 1995) e per ossigenare piccoli stagni e acquari. Il problema, come per le altre non native invasive, è quando la specie cresce in modo incontrollato formando estese e dense praterie sommerse, alterando la composizione chimica dell'acqua, impoverendola di ossigeno e aumentandone il contenuto di nutrienti (JOSEFSSON, 2011; SPICER & CATLING, 1988).



*Figura 24. Elodea canadensis galleggiante dopo la raccolta con il rastrello in acque limpide e profonde 3-4 m, a Locarno (CH). La specie forma dei densi tappeti che bloccano la penetrazione della luce eliminando la concorrenza e la crescita delle macrofite native.*

#### 4.4 *Egeria densa* Planch. (Hydrocharitaceae)

**Nome comune:** peste d'acqua maggiore, elodea brasiliana, elodea frondosa

**Sinonimo:** *Anacharis densa* (Planch.) Vict.; *Elodea densa* (Planch.) Casp.; *Philotria densa* (Planch.) Small

**Etimologia del nome:** *Egeria* è un genere dedicato a "Egeria" ninfa delle fonti, in riferimento all'habitat della pianta; l'epiteto specifico *densa* vuol dire "fitto, folto", forse in riferimento alla disposizione delle foglie lungo il fusto. Il nome italiano di "peste d'acqua maggiore" è probabilmente riferito al fatto che tra le peste d'acqua, questa è la più grande di tutte, mentre i nomi "elodea brasiliana" e "elodea frondosa" (dall'inglese Brazilian elodea e leafy elodea), si riferiscono rispettivamente al paese d'origine della specie e al suo aspetto con tante foglie.

##### 4.4.1 *Aspetto e i caratteri diagnostici*

La peste d'acqua maggiore è un'erba acquatica (idrofito) perenne e radicante sul fondo (rizofita), con fusti cilindrici, sommersi, lunghi da 2 a 8 dm, fino a 2 (6) m (IPANE, 2018; PIGNATTI, 2017; INFO FLORA 2013) scarsamente ramosi e fogliosi su tutta la lunghezza, in particolare all'apice. La pianta ha un aspetto più grande e robusto con foglie più lunghe e larghe rispetto alle altre Hydrocharitaceae trattate finora. Le foglie lungo il fusto sono verticillate a 4 o 6, sono larghe 5 (-12) mm e lunghe 10-40 mm, obovate, piatte, non arcuate e con apice subacuto-ottuso (Figura 25). La pianta è dioica, ossia con fiori unisessuali maschili e femminili su individui diversi. I fiori sono grandi, 1,5-2 cm di diametro, con perianzio di 6 elementi in 2 verticilli, gli interni bianchi. Non sono stati osservati frutti. In Italia è presente solo con individui maschili (PIGNATTI, 2017; INFO FLORA, 2013; BANFI & GALASSO, 2010; BOWMER ET AL., 1995; GUILIZZONI ET AL., 1989).



Figura 25. Aspetto e caratteri diagnostici di *Egeria densa* (Foto da internet: Department of Ecology State of Washington; iconografia da internet: ©Università della Florida).

Specie simili: *Egeria densa* può essere confusa con *Elodea canadensis* o *Elodea nuttallii*, dalle quali però si distingue per essere una pianta più grande e robusta con foglie più larghe e più lunghe non arcuate e nemmeno ritorte. La distinzione tra queste specie è schematizzata nell'Allegato B del presente lavoro.

#### **4.4.2 Biologia ed Ecologia**

##### **Riproduzione**

La peste d'acqua maggiore si riproduce unicamente per via vegetativa, mediante la frammentazione del fusto (BANFI & GALASSO, 2010).

##### **Fenologia**

*Egeria densa* fiorisce in autunno, a settembre (PIGNATTI, 2017). La pianta, secondo gli studi condotti sul Lago Maggiore da Gommès (1976-77), vegeta tutto l'anno, e la ricrescita in particolare sembra avvenga a partire dal mese di maggio.

##### **Habitat**

Stagni, laghi, canali, acque lente o ferme (PIGNATTI, 2017; ASSINI ET AL., 2010).

##### **Distribuzione altitudinale**

Prevalentemente in ambito planiziale (ASSINI ET AL., 2010), 0-300 m s.l.m. (PIGNATTI, 2017).

##### **Autoecologia**

*Egeria densa* è una specie che vive sommersa, raggiungendo profondità generalmente intorno ai 2 metri o più. Predilige suoli da debolmente acidi a debolmente neutri (LANDOLT, 2010), ma tollera anche suoli alcalini (CABI, 2018; LANDOLT, 1977), moderatamente poveri in nutrienti e in humus (LANDOLT, 2010, 1997), più o meno areati, a tessitura fine (sabbiosi, limosi) (LANDOLT, 1977). Ama i luoghi semi-ombrosi, caldi a clima oceanico (LANDOLT, 2010). Preferisce acque ferme o lente, limpide, calde o miti; la temperatura ottimale di crescita si aggira tra 15-17 (19)°C (CABI, 2018; THIÉBAUT ET AL., 2016). La pianta tollera una vasta gamma di pH dell'acqua e necessita di luce sufficiente per svolgere l'attività fotosintetica (CABI, 2018).

Principali habitat in cui la specie vive, secondo la Dir. "Habitat" (BIONDI ET AL., 2009).

- HABITAT 3150: Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*.
- HABITAT 3140: Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.
- HABITAT 3260: Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del "*Ranunculion fluitantis*" e "*Callitricho-Batrachion*".

Ambienti per la Svizzera dove la specie vive (DELARZE ET AL., 2015)

- 1.1.2 -Acque con vegetazione di piante vascolari sommerse (*Potamion*).

#### **4.4.3 Distribuzione**

La specie è originaria del Sud America e si è diffusa nel mondo con il commercio delle piante ornamentali per acquari (BANFI & GALASSO, 2010).

Nel mondo si ritrova in Africa, Asia, Centro America, Europa, Nord America, Oceania, Sud America (CATALOG OF LIFE, 2018; CABI, 2018; UOTILA, 2009), mentre in Europa è presente in Europa: Austria, Belgio, Francia, Germania, Gran Bretagna, Italia, Olanda, Portogallo (Azzorre), Repubblica Ceca, Slovacchia, Spagna, Svizzera e Ungheria (CATALOG OF LIFE, 2018; UOTILA, 2009). In Italia è stata rinvenuta in Piemonte, Lombardia, Friuli-

Venezia Giulia, Emilia Romagna, Toscana, Campania (GALASSO *ET AL.*, 2018) e in Lombardia nelle province di Bergamo, Brescia, Cremona, Lecco, Lodi, Milano, Pavia, Sondrio e Varese (BANFI & GALASSO, 2010).

#### 4.4.4 Ecologia e carte distribuzione nel Lago Maggiore

##### Dati storici

Arrivata in Italia e in Lombardia nella prima metà del secolo scorso, è stata osservata per la prima volta sul Lago Maggiore presso Angera nel 1947 (KOCH, 1950; GIACOMINI, 1950) e nel bacino di Pallanza nel 1958 (GUILIZZONI *ET AL.*, 1989). Successivamente, negli anni '70-'80, *E. densa* è stata confermata nel bacino Sud del lago e nella baia di Pallanza, nei censimenti eseguiti nel 1973-1974 da Gomme e Muntau (GUILIZZONI *ET AL.*, OP.CIT.), da cui emerse la massiccia diffusione della specie presente in circa il 90% delle stazioni indagate, mentre nel bacino Nord del lago, i censimenti eseguiti da Lachavanne e Perfetta nel 1980-1981, hanno dato esito negativo (Figura 26). La specie, nelle indagini dal 1986 al 2009, nell'area di Fondo Toce e Golfo Borromeo in generale (LUDOVISI *ET AL.*, 2004; OGGIONI, 2010) e in quelle più recenti del progetto ECORIVE (GOMARASCA & ROELLA, 2012), non è più stata rinvenuta.

##### Risultati attuali

*Egeria densa* è stata nuovamente confermata nel Lago Maggiore nell'attuale progetto SPAM, ma la sua presenza è rara; infatti si trova al venticinquesimo posto tra le specie più rappresentative del lago (Figura 3). L'esotica è stata rinvenuta solamente all'interno del porto vecchio "La Gabella" nella frazione di Maccagno (comune di Maccagno con Pino e Veddasca) dove sembra abbia trovato "rifugio", a confronto con la distribuzione che aveva nel lago dagli anni '50 fino agli anni '80 del secolo scorso (GUILIZZONI *ET AL.*, 1989).

La storia dell'osservazione di *E. densa* nel Lago Maggiore è riassunta nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 22. Storia della presenza di *Egeria densa* in base ai censimenti floristici degli ultimi 139 anni.

Schröter & Wilczek (1904)	Koch, 1950; Gomme & Muntau, 1975; Lachavanne & perfetta, 1981; Rilievo 1986 (Oggioni, 2010); Guilizzoni <i>et al.</i> (1989)	Ludovisi <i>et al.</i> (2004); Oggioni (2010)	Roella, Elvio (2011); Gomasasca, Roella (2012)	Gariboldi, Beghi, Pandolfi, Genoni (SPAM)
Censimento 1903 Alto Lago	Censimento 1947-1989 Intero Lago	Censimento 1999-2009 4 transetti e	Censimento 2011-2012 Intero lago	Censimento 2017 Intero lago
-	<i>Egeria densa</i>	-	-	<i>Egeria densa</i>

##### Carte di distribuzione

La figura 26 mostra la carta di distribuzione attuale della specie a confronto con la carta storica degli anni '70-'80, rielaborata con i dati di Guilizzoni *et al.* (1989).

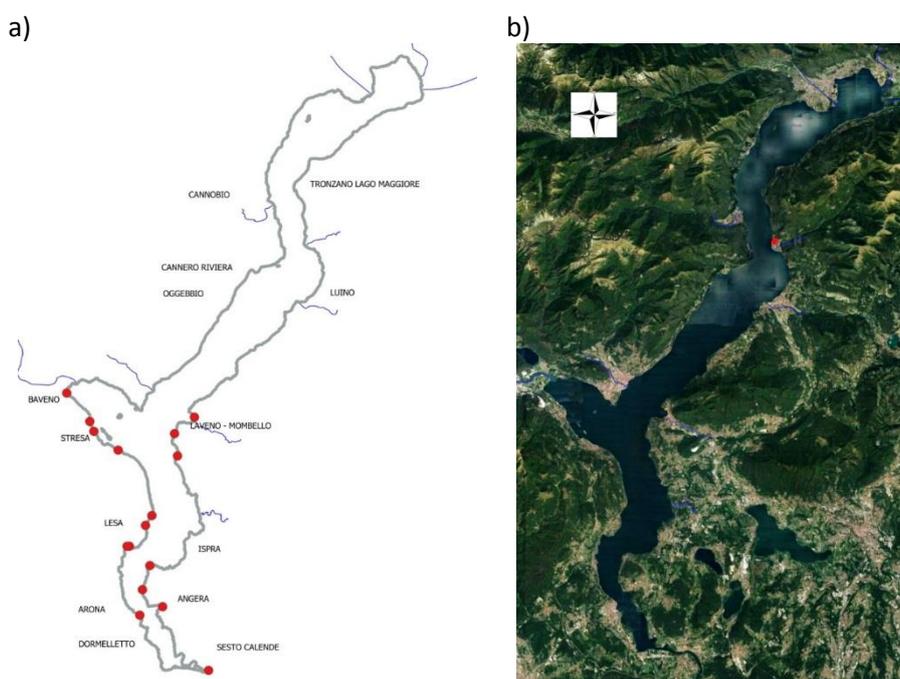


Figura 26. Distribuzione di *E. densa*: a) negli anni '70-'80 (da Guilizzoni et al., 1989, rielaborata); b) nel 2017.

Nella Figura 26 è evidente una netta regressione dell'areale della specie, oggi relegata in un'unica stazione puntiforme. La quasi scomparsa della specie negli ultimi 43 anni è probabilmente da attribuirsi sia all'ambiente più favorevole alle altre specie, sia alla maggior competitività delle altre esotiche del lago.

I dati di distribuzione attuale della specie lungo la linea di costa sono annotati nella Tabella 23.

Tabella 23. Dati distributivi di *Egeria densa*. (\*) Il perimetro del lago è ricavato dai dati dell'Osservatorio dei laghi lombardi, 1° rapporto OLL – 2004 (AA.VV., 2005).

CENSIMENTI	Linea di costa (km)	Linea di costa coperta solo da specie esotiche (km)	Linea di costa coperta da <i>Egeria densa</i> (Km)	Profondità max raggiunta (m)
SPAM 2017	170 (*)	87,4	0,07	3

Per quanto riguarda la distribuzione in profondità e il tipo di substrato che colonizza, *Egeria densa* nelle due osservazioni effettuate nel porto vecchio di Maccagno (una all'entrata e una in fondo al porto), è stata rinvenuta abbondantemente (cop. media 60%), tra 0,8-3 m di profondità, su un suolo limoso-sabbioso.

#### 4.4.5 Impatti

In Lombardia, Piemonte e Svizzera la specie è "naturalizzata" (Tabella 6), ossia tende a formare popolazioni in grado di automantenersi nel tempo senza mostrare comportamento invasivo; quindi *Egeria densa* (Figura 27) non sembra aver alcun impatto sull'ambiente.

Tuttavia, è una specie da tenere costantemente monitorata, poiché negli Stati Uniti meridionali (GALASSO & BANFI, 2010) ed ora anche in Italia, in particolare in Campania (GALASSO ET AL., 2018), la specie presenta carattere invasivo, causando **perdita di biodiversità** e **danni economici** simili a quelli provocati dalle altre

invasive trattate in questo lavoro. Una stima dei danni che l'invasiva può causare si aggira intorno a diversi milioni di dollari l'anno, così è costata la sua rimozione dai laghi e bacini idrici negli Stati Uniti (CABI, 2018).



*Figura 27. Colonizzazione di E. densa in acque limpide e su substrato limoso-sabbioso, ad una profondità di 1-2 m, all'interno del porto vecchio "La Gabella" nella frazione di Maccagno del comune di Maccagno con Pino e Veddasca. La specie forma dei tappeti più o meno densi ed è in concorrenza con L. major.*

## 5. AZIONI DI CONTENIMENTO E PREVENZIONE

Le azioni per l'eradicazione o il controllo delle specie acquatiche esotiche e invasive in natura possono essere distinte in tre tipologie: chimica, biologica e meccanica.

### 5.1 Azione chimica

Prevede l'uso degli erbicidi che però, nonostante raccomandati anche dal Centre of Aquatic Plant Management (CAPM, 2004), è sconsigliato poiché il loro utilizzo nei corpi idrici potrebbe essere causa di evidenti rischi ambientali (CABI, 2018; COOKE *ET AL.*, 1986). "Essendo concepiti per combattere organismi ritenuti dannosi, i pesticidi possono comportare effetti negativi per tutte le forme di vita. In seguito all'uso, in funzione delle caratteristiche molecolari, delle condizioni di utilizzo e di quelle del territorio, possono migrare e lasciare residui nell'ambiente e nei prodotti agricoli, con un rischio immediato o nel lungo termine per l'uomo e per gli ecosistemi" (ISPRA, 2016). È molto importante quindi che vengano consultati e seguiti i regolamenti e le raccomandazioni nazionali e dell'UE qualora si intendesse fare uso di tali prodotti in acqua o nelle sue vicinanze (JOSEFSSON, 2011).

L'utilizzo di erbicidi, secondo i lavori bibliografici consultati, è sconsigliato anche per gli scarsi risultati ottenuti. Molti erbicidi, infatti, richiedono un lungo contatto con la pianta, difficile da ottenere sott'acqua o in acque correnti; per *Elodea* spp. tale contatto è ancora più difficile a causa di spessi strati di batteri, alghe e detrito che si trovano spesso sulle foglie della pianta a formare una sorta di barriera protettiva. Le sostanze chimiche, inoltre, difficilmente penetrano la densa copertura che queste piante creano (BOWMER *ET AL.*, 1995). Un esempio emblematico è il tentativo di controllare l'invasione di *Lagarosiphon major* nel Lough Corrib, in Irlanda, usando il dichlobenil: questo erbicida granulare si è dimostrato poco efficace, poiché non tutti i granuli riuscivano a superare la fitta copertura della pianta e raggiungere il substrato dove essere attivi (CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007; CAFFREY, 1993A). Pertanto per eradicare con successo queste piante potrebbero essere necessarie applicazioni ripetute nel corso degli anni, con l'aumento dei rischi all'ambiente. Infine molti erbicidi non sono selettivi e andrebbero ad agire anche sulle specie native (JOSEFSSON, 2011).

Tra gli erbicidi citati in letteratura:

- Il *dichlobenil*, usato per il controllo di *L. major* e *Elodea* spp. (JOSEFSSON, 2011; CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007; HOFSTRA & CLAYTON, 2001), è un erbicida che attualmente risulta tossico per i ratti e leggermente tossico per gli esseri umani. Tale sostanza non è iscritta nell'allegato I della direttiva 91/414/CEE "relativa all'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari" in Europa e quindi in Italia non risultano autorizzati prodotti fitosanitari che contengono tale sostanza attiva.
- Il *diquat*, usato ad esempio per il controllo di *Lagarosiphon major* ed *Egeria densa* (CABI, 2018; HOFSTRA & CLAYTON, 2001), è un erbicida non selettivo che agisce rapidamente danneggiando le parti della pianta sulle quali è applicato. È venduto con diversi nomi commerciali (Dextrone, Detrone, ecc.), e i suoi prodotti sono efficaci per il controllo delle erbe infestanti e le alghe sommerse. L'erbicida non è molto efficace per erbacce emergenti. Il diquat è autorizzato nel mercato europeo (allegato I della direttiva 91/414/CEE), ma non può essere utilizzato come diserbante acquatico, secondo la direttiva 2001/21/CEE della commissione del 5 marzo 2001 (GU L. 69 del 10/03/2001).
- Il *terbutryn*, usato per il controllo di *Elodea* spp. (JOSEFSSON, 2011), è un erbicida non iscritto nell'allegato I della direttiva 91/414/CEE, e quindi non autorizzato per il commercio nel mercato europeo e di conseguenza in quello italiano.
- Il *glifosato* o *glifosate* è un erbicida non selettivo, il più utilizzato su scala mondiale, efficace sulla maggior parte delle specie acquatiche radicanti e flottanti (PAROCHETTI *ET AL.*, 2008), ma non sulle

piante che stanno sotto la superficie dell'acqua. Attualmente negli Stati Uniti è il pesticida di più largo impiego e, con una media di oltre 1500 tonnellate l'anno (2004–2008), il glifosate è una delle sostanze più vendute anche in Italia (ISPRA, 2011). È iscritto nell'Allegato I della Direttiva 91/414/CEE. Il Glifosate e il derivato AMPA, tuttavia, sono in fase di riesame in sede europea per l'eventuale classificazione come sostanze prioritarie o pericolose prioritarie per l'ambiente acquatico, ai sensi della direttiva 2000/60/CE. La sostanza è classificata, in base alla direttiva 67/548/CEE, irritante e pericolosa per l'ambiente (Xi, N) con le fasi di rischio R41 (rischio di gravi lesioni oculari), R51/53 (tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico) e i suoi "formulati" sono classificati pericolosi per l'uomo e/o per l'ambiente acquatico (BIANCO ET AL., 2016).

- *Endothall*, usato per il controllo di *Lagarosiphon major* e altre infestanti (HOFSTRA & CLAYTON, 2001), è un erbicida che agisce "a contatto" come inibitore della sintesi proteica vegetale. La sua azione che può variare in funzione della densità del popolamento, della dimensione delle piante e delle condizioni dell'acqua (esempio: temperatura, presenza di corrente o meno) si manifesta anche sulle piante native (*Myriophyllum* spp., *Potamogeton* spp., *Ceratophyllum* spp.) e *Hydrilla*. (WISCONSIN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 2012; HOFSTRA & CLAYTON, 2001). Il prodotto viene commercializzato con il nome di Aquathol e Aquathol K oppure di Hydrothol 191, con alcune differenze nella formula chimica. Hydrothol 191 risulta leggermente tossico per i pesci e nocivo anche per *Vallisneria americana* e alcune alghe (esempio: *Chara*, *Cladophora*, *Spirogyra* e *Pithophora*), quindi Aquathol e Aquathol K sono da preferirsi. L'erbicida non è iscritto nell'allegato I della direttiva 91/414/CEE, e quindi non è autorizzato per il commercio nel mercato europeo e in quello italiano.

Va infine ricordato che la diffusione nell'ambiente di sostanze tossiche viola l'articolo 37 della Carta dei Diritti Fondamentali dell'Unione Europea (BIANCO ET AL., 2016), che cita "Un livello elevato di tutela dell'ambiente e il miglioramento della sua qualità devono essere integrati nelle politiche dell'Unione e garantiti conformemente al principio dello sviluppo sostenibile" (GU n. 326 del 26/10/2012).

## 5.2 Azione biologica

Il controllo biologico è sconsigliabile o almeno dovrebbe esserlo, soprattutto quando si pensa di contrastare l'invasività delle specie esotiche di un territorio introducendo altre specie esotiche. Inoltre, secondo alcuni lavori bibliografici, la lotta biologica è sconsigliata anche per i diversi effetti negativi che possono insorgere nell'uso di tale pratica. In Nuova Zelanda, ad esempio, *Lagarosiphon major* è una fonte importante di cibo per il cigno nero (*Cygnus atratus*), la cui comparsa sul Lago Taupo si deve proprio alla presenza dell'invasiva (BULL, 1983). Questo uccello, presente in centinaia di individui sul lago, ha tenuto sotto controllo l'invasiva per diversi anni nella baia di Waihi, ma non si è limitato a consumare solo l'esotica, bensì anche le piante native e spostandosi in aree vicine è diventato lui stesso una minaccia per la conservazione delle piante native del territorio (HOWARD-WILLIAMS & DAVIES, 1988). Analogamente per il controllo biologico di *Lagarosiphon major* (HOWARD-WILLIAMS & DAVIES, 1988), *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii* (JOSEFSSON, 2011; SPICER & CATLING, 1988) e *Egeria densa* (CABI, 2018) sono stati utilizzati pesci erbivori, come la carpa erbivora di origine asiatica (*Ctenopharyngodon idella*); studi condotti sulle preferenze alimentari di questi pesci hanno evidenziato che nella loro dieta, oltre alle alloctone, ci sono anche molte specie acquatiche native, alcune addirittura elencate come "cibo preferito" (ROWE & SCHIPPER, 1985; FOWLER & ROBSON, 1978; CROSS 1969). Quindi, l'uso dei pesci erbivori per il controllo biologico, può aumentare la biomassa di piante sgradevoli a scapito di quelle più appetibili (BOWMER ET AL., 1995) e può anche contribuire all'eutrofizzazione del corpo idrico, per l'inefficiente digestione del materiale vegetale e l'escrezione dei rifiuti corporei (DI NINO ET AL, 2005).

In molti Paesi, tuttavia, il controllo biologico delle invasive esotiche, nei casi in cui altri metodi (chimici e/o meccanici) non hanno avuto successo, è l'unica azione percorribile, oltre ad essere anche quella meno costosa (McCONNACHIE ET AL., 2004; JOHNSON & BLOSSEY, 2002). Comunque il controllo biologico delle piante sommerse ancora oggi rappresenta una sfida, poiché i programmi di biocontrollo conosciuti finora si sono concentrati soprattutto sulle piante terrestri o acquatiche galleggianti, lasciando una generale mancanza di informazioni pubblicate sui nemici naturali associati alle piante sommerse nei loro Paesi d'origine (BENNETT & BUCKINGHAM, 2000). Per questa ragione sono state avviate nuove ricerche per conoscere i nemici naturali delle specie esotiche invasive nel loro Paese d'origine: ad esempio per *Lagarosiphon major* in Sud Africa ed *Egeria densa* in America, queste ricerche hanno portato all'individuazione di diversi insetti fitofagi come potenziali agenti per il biocontrollo, i più promettenti dei quali includono due specie di mosche della famiglia delle Efidridi (Ephydriidae) del genere *Hydrellia* (*Hydrellia pakistanae* e *Hydrellia balciunas*; BAARS ET AL., 2010; CABRERA ET AL., 2007; SCHUTZ, 2007; MCGREGOR & GOURLAY, 2002; BALCIUNAS & BURROWS, 1996; BALCIUNAS & CENTER, 1981). Nonostante siano stati avviati con successo numerosi programmi di controllo biologico negli Stati Uniti e in altre parti del mondo (BAARS ET AL., 2010), in Europa tale azione è ancora poco praticata, soprattutto per le molte disposizioni internazionali e nazionali per la tutela della biodiversità e degli ambienti naturali, inerenti all'introduzione e controllo di specie alloctone. A tale proposito, va ricordato che:

a) in base al D.Lgs 230/2017, in vigore dal 14-02-2018 (GU n.24 del 30-1-2018), in tutta UE è vietata l'introduzione deliberata o per negligenza delle specie esotiche invasive contenute nell'“Elenco delle Specie Invasive Animali e Vegetali di Rilevanza Unionale”, in applicazione del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'Unione europea (Regolamento di esecuzione UE 2016/1141 della commissione del 13 luglio 2016).

b) in base alla Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE) e alla Direttiva Quadro sulla strategia per l'Ambiente Marino (Direttiva 2008/56/CE), e in particolare la Direttiva Habitat (92/43/CEE) è previsto per i paesi della Comunità, il controllo e l'eventuale divieto di introdurre elementi alloctoni che creino danno alla biodiversità naturale.

c) in base alla Strategia dell'UE sulla biodiversità fino al 2020 (COM/2011/244 del 3/5/2011), all'Obiettivo 5 è previsto che entro il 2020 i paesi membri dovranno individuare e classificare in ordine di priorità le specie esotiche invasive e i loro vettori, contenere o eradicare le specie prioritarie, gestire i vettori per impedire l'introduzione e l'insediamento di nuove specie.

d) In Italia, in base al Decreto del Presidente della Repubblica 12 marzo 2003, n. 120. Al comma 3 dell'art. 12 del “Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”, è stabilito che “Sono vietate la reintroduzione, l'introduzione e il ripopolamento in natura di specie e popolazioni non autoctone”.

e) In Svizzera, in base all'“Ordinanza sull'Emissione Deliberata nell'Ambiente, OEDA RS 814.911 del 10 settembre 2008, che regola l'utilizzazione di organismi alloctoni nell'ambiente, ogni specie che potrebbe causare danni o essere invasiva rientra nell'obbligo di diligenza, di controllo autonomo e d'informazione dell'acquirente. Tale ordinanza vieta anche l'uso diretto nell'ambiente di alcuni organismi esotici che, oltre alla loro forte capacità di diffondersi, provocano ulteriori danni (alla salute, all'economia, ecc.). La “Legge federale sulla protezione dell'ambiente, LPAmb, del 1983, Art. 1 e 29” stabilisce inoltre che chiunque utilizzi degli organismi deve garantire che questi non costituiscano una minaccia per l'uomo o per l'ambiente e che non danneggino la diversità biologica.

e) In Lombardia, in base all'articolo 10 della Legge Regionale 31 marzo 2008, "Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea "(Regione Lombardia, 2010), sul territorio della Regione è vietato rilasciare individui di qualsiasi specie di invertebrati, anfibi, rettili non autoctoni. È fatto salvo l'utilizzo di invertebrati nell'ambito di interventi di lotta biologica autorizzati a norma di legge; è parimenti vietata l'introduzione di specie vegetali alloctone negli ambienti naturali.

f) In Piemonte, in base alla Legge regionale 29 giugno 2009, n. 19 "Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità." all'art. 47 (Piani di azione degli habitat e delle specie), si stabilisce che la conservazione e la valorizzazione degli habitat e delle specie di cui alla direttiva 79/409/CEE "Uccelli" e alla direttiva 92/43/CEE "Habitat" siano perseguite attraverso la predisposizione e l'attuazione di appositi piani di azione.

### **5.3 Azione meccanica**

Il controllo meccanico delle specie esotiche acquatiche, sommerse e invasive, può avvenire attraverso: la rimozione manuale da parte di subacquei, il taglio meccanico con lame a V, l'utilizzo di geotessili sommersi per coprire l'area infestata o il dragaggio (CAFFREY ET AL., 2010; CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007).

#### **5.3.1 Rimozione manuale usando sommozzatori**

Tale metodo è applicabile per piccole stazioni in aree geograficamente isolate da altri nuclei dell'invasiva (CAFFREY & ACEVEDO, 2008). Il controllo manuale per le grandi infestazioni è difficile e sconsigliato, perché la pianta può rigenerarsi da piccoli frammenti di stelo. In Irlanda la rimozione manuale eseguita da sommozzatori è stata testata per controllare l'invasione di *Lagarosiphon major* sul Lough Corrib, ma ha dato scarsi risultati, a causa del substrato estremamente fine (fango nero anaerobico) su cui l'invasiva si radica. Infatti, con l'inizio dei lavori di rimozione dell'esotica il sedimento fine è andato in sospensione nell'acqua riducendo praticamente a zero la visibilità agli operatori e rendendo l'operazione inefficiente (CAFFREY ET AL., 2010; CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007).

#### **5.3.2 Taglio meccanico con lame a V, seguito da raccolta immediata dei propaguli.**

È uno dei metodi più efficaci di controllo meccanico delle invasive *Lagarosiphon major* (CAFFREY ET AL., 2010; CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007) ed *Elodea* spp. (JOSEFSSON, 2011; SPICER & CATLING, 1988). Tale metodo, tuttavia, deve essere applicato solo quando non vi è il rischio che i frammenti delle piante tagliate siano diffusi dalle correnti d'acqua o dalle imbarcazioni; infatti, il taglio può comportare una dispersione più efficace di *Elodea* spp. e *Lagarosiphon major*, a causa della loro capacità di propagarsi vegetativamente per frammentazione del fusto e per l'effetto di stimolare la ricrescita delle piante (CAFFREY, 2003), tuttavia, la lama a V, è stata progettata per strappare la vegetazione a livello delle radici, infliggendo il massimo trauma alle piante, soprattutto al *Lagarosiphon major* che, come Clayton e Franklyn (2005) hanno dimostrato, non ricresce dal materiale radicale lasciato nel letto del lago (Figura 28). Questo è stato supportato anche dal risultato di un test pilota di questo metodo sul Lough Corrib (CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007) dove qualche mese dopo l'operazione che ha rimosso circa il 95% dell'esotica presente, è stata registrata una scarsa ricrescita (8%) tra le piante tagliate, di cui almeno una parte era dovuta a propaguli provenienti da altre parti del lago limitrofe all'area trattata.

In generale, il taglio deve essere eseguito a fine luglio-inizio di agosto, prima del raggiungimento del massimo sviluppo della pianta, con un possibile secondo taglio in autunno per ridurre al minimo la biomassa presente nel lago. Le piante tagliate vanno subito rimosse dall'acqua e seccate lontano da possibili convogliamenti verso corpi d'acqua. Generalmente con tale azione si ottiene un controllo delle esotiche a breve termine

(CAFFREY, 2003), in realtà una raccolta ripetuta ed efficiente può esaurire le sostanze nutritive disponibili nel corpo d'acqua e comportare una riduzione a lungo termine delle invasive (JOSEFSSON, 2011; CAPM, 2004).



Figura 28. Letto del Lough Corrib dopo il taglio meccanico con Lama a V e raccolta dei propaguli (da Caffrey & Acevedo, 2007).

### 5.3.3 Geotessile sommerso o barriere bentoniche

Questo metodo si basa sul concetto di controllare le specie invasive togliendo la luce indispensabile alla loro sopravvivenza attraverso l'uso di "teli occludenti". Tale metodo può essere efficace sia per *Lagarosiphon major* che per *Elodea* spp. (CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007; CAPM, 2004; SAND-JENSEN, 2000). A questo scopo sono stati testati due diverse tipologie di teli: i geotessili leggeri, occludenti (teli di plastica o sintetici in polietilene) e i teli in fibra tessile naturale di juta.

I teli **geotessili leggeri e occludenti** (spesso sotto forma di teli di plastica o in polietilene nero non biodegradabili) si sono dimostrati efficaci nel controllo delle specie infestanti invasive sommerse in Nuova Zelanda (CLAYTON, 1996) e nel sud della California (WOODFIELD, 2006). Un elevato livello di controllo dell'invasività di *Lagarosiphon major* è stato raggiunto anche in Irlanda nella baia di Rinerroon (Lough Corrib) soprattutto dove l'esotica era stata tagliata prima di fissare il geotessile sul letto del lago (CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007). Tuttavia, l'uso di questo materiale presenta notevoli svantaggi quali la difficoltà di "affondamento", dovuta alla sua galleggibilità intrinseca, e di fissaggio sul letto del corpo idrico, dove non si blocca in modo sicuro e tende a galleggiare verso la superficie creando un pericolo per le imbarcazioni a motore (CAFFREY ET AL., 2010; CAFFREY & ACEVEDO, 2008, 2007); la sua permeabilità limitata che crea delle condizioni anossiche (dovute alla decomposizione del materiale vegetale) e aumenta le concentrazioni di ammonio sotto il rivestimento, comportando l'eliminazione di comunità di macrofite e macroinvertebrati acquatici nativi (USSERY ET AL., 1997; EAKIN & BARKO, 1995); la non biodegradabilità, che rende tale metodo di controllo delle infestanti non rispettoso dell'ambiente. Questo materiale necessita inoltre di una manutenzione stagionale e va rimosso dall'habitat dopo l'utilizzo, comportando un aumento significativo dei costi per l'intera operazione. Va anche considerato che, poiché nessuna pianta può crescere attraverso questo materiale ci sono poche opportunità per il recupero o il ripristino delle comunità native originarie;

infatti, la rimozione del telo lascia il fondo del corpo idrico relativamente denudato dalla vegetazione e il sedimento instabile.

Le **stuoie di juta**, invece, presentano innumerevoli vantaggi rispetto ai geotessili di plastica o polietilene, quali: A) trattandosi di stuoie in fibra naturale e biodegradabile non è necessario sostenere altri costi associati alla rimozione del materiale dall'acqua una volta raggiunto l'obiettivo; B) il materiale è facile da posizionare anche in condizioni di vento, perchè resistente, facile da maneggiare, e perchè tende a saturarsi rapidamente a contatto con l'acqua, affondando in pochi minuti; C) le stuoie di juta sono permeabili e permettono sia la fuoriuscita dei gas di decomposizione impedendo il formarsi di condizioni anossiche sotto la copertura, sia il libero movimento dell'acqua e di alcune specie di macroinvertebrati; D) l'utilizzo di queste stuoie, come dimostrato da progetti pilota eseguiti sul Lough Corrib in Irlanda (Figura 29), forniscono ottimi risultati nel controllo delle invasive, in particolare di *Lagarosiphon major*, e consentono una ripresa, attraverso la trama della stuoia, delle comunità vegetali indigene (Figura 30).

a)



b)



Figura 29. Stuoia di juta a trama aperta utilizzata per il controllo di *Lagarosiphon major*; b) Posizionamento della stuoia di juta nel lago (foto di Joe Caffrey, da CAFFREY ET AL., 2010).

L'uso della stuoia di juta biodegradabile, quindi, può essere considerato un nuovo metodo per il controllo delle invasive acquatiche ecologicamente sensibile all'ambiente. Un vantaggio significativo nell'utilizzo di queste stuoie è il ripristino dell'habitat naturale originario a seguito della rimozione dell'invasiva senza successivi interventi. Questo si deve all'azione di stabilizzazione del sedimento di fondo del corpo idrico da parte della stuoia e alla sua trama aperta, che consentono così alle piante autoctone e, in particolare, le macroalghe (riferito al Lough Corrib) di stabilirsi (CAFFREY ET AL., 2010).



Figura 30. Ricrescita di *Nitella flexilis* sulla stuoia di juta (foto di Joe Caffrey, da Caffrey et al., 2010).

#### 5.3.4 Dragaggio

Il dragaggio è un'operazione di scavo eseguita da un battello-draga, per asportare sabbia, ghiaia e detriti da un fondo subacqueo, e rilocarli altrove (Figura 31). E' spesso usato per riempire di sabbia le spiagge che l'hanno persa a causa dell'erosione della costa e talora per combattere anche le piante infestanti (CAFFREY ET AL., 2010), allo scopo di mantenere navigabili corsi d'acqua, porti e darsene.



Figura 31. Operazione di dragaggio sul Lago Maggiore sotto Angera (VA)

Altri metodi meccanici applicati con un certo successo riguardano, dove è possibile, la regolazione dell'acqua del corpo idrico in inverno per asciugare, e nelle zone a clima freddo per congelare le piante invasive come *Elodea* spp. (SAND-JENSEN, 2000). Anche piantare alberi sul lato sud dei corpi idrici, può fornire un'adeguata ombreggiatura per controllare la crescita delle invasive (JOSEFSSON, 2011).

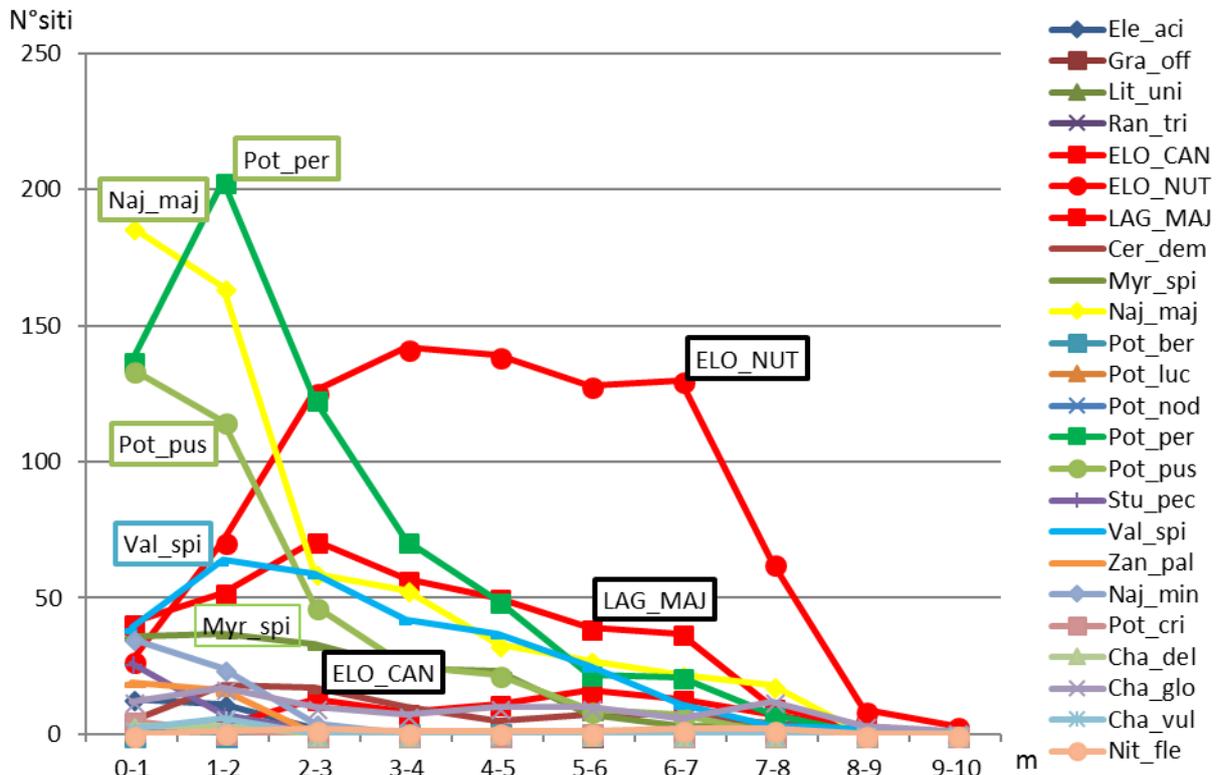
I metodi meccanici per il controllo dell'invasività delle specie acquatiche sommerse anche se più costosi rispetto ai metodi di controllo chimici o biologici, sono sicuramente quelli più eco-sostenibili. In futuro sarà importante esplorare metodi nuovi e innovativi per il controllo delle invasive acquatiche sommerse, con particolare riguardo alle opportunità che il controllo biologico (soprattutto se attuato con specie autoctone del territorio) può offrire; tuttavia, sono già disponibili metodi collaudati per consentire l'avvio effettivo del controllo delle infestanti, e con finanziamenti adeguati e uno sforzo coordinato da parte delle organizzazioni competenti, possono essere ottenuti grandi risultati per risolvere questo tipo di problematica.

Nonostante quanto detto circa le azioni di contenimento, esse potrebbero risultare poco efficaci o inutili nel tempo e con ingenti perdite economiche da parte delle amministrazioni pubbliche (enti gestori di aree protette, comuni, provincie, regioni, nazioni e comunità europea) e/o privati, se a monte di tali interventi non si applicasse quello che è considerato il miglior approccio per combattere le specie aliene, ossia la "prevenzione". Prevenire significa coinvolgere e sensibilizzare la popolazione sulla problematica delle specie esotiche invasive in ambiente naturale, educandola a mantenere un comportamento in linea con le esigenze di tutela dell'ambiente naturale che la circonda, ad esempio in merito agli acquisti florovivaistici per acquari o stagni da giardino, e quindi a scegliere solo specie autoctone. Un comportamento analogo dovrebbe essere tenuto anche dai vivaisti, che dovrebbero proporre ai propri clienti specie autoctone in alternativa alle esotiche. È inoltre importante educare a ripulire e asciugare ogni attrezzatura che viene a contatto con l'acqua (barche, rimorchi, abbigliamento, ecc.) e a non svuotare gli stagni da giardino e acquari che contengono acquatiche aliene, direttamente nei laghi o nei fiumi, ma a farlo su un supporto asciutto, e ben esposto al sole e lontano da possibili convogliamenti verso corpi d'acqua. Si ricorda, infatti, che questa è la causa principale della presenza delle specie esotiche invasive nei nostri laghi e corsi d'acqua.

Oggi la prevenzione è sostenuta anche a livello legislativo, grazie al D.Lgs 230/2017, in vigore dal 14-02-2018, di "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive" (GU n.24 del 30-1-2018). Il provvedimento vieta l'introduzione deliberata o per negligenza nell'UE, la riproduzione, la coltivazione, il trasporto, la detenzione e la commercializzazione di specie esotiche, e prevede anche misure di rilevamento precoce e l'eradicazione rapida o la gestione nel caso di specie già ampiamente diffuse. Questo Decreto nel caso del Lago Maggiore è applicabile solo per *Lagarosiphon major* ed *Elodea nuttallii*, uniche piante esotiche inserite nell'"Elenco delle Specie Invasive Animali o Vegetali di Rilevanza Unionale" secondo il Regolamento (UE) n. 1143/2014.

## 6. L'IMPATTO ECOLOGICO DELLE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE SULLE SPECIE AUTOCTONE PRESENTI NEL LAGO.

L'impatto delle specie alloctone invasive sulle specie autoctone presenti nel Lago Maggiore, già discusso nei precedenti capitoli, può essere riassunto nella *Figura 32*, che mostra l'andamento della distribuzione lungo la profondità della rappresentatività delle specie in termini di siti colonizzati.



*Figura 32. Andamento della distribuzione lungo la profondità della rappresentatività delle specie in termini di siti colonizzati.*

Il grafico evidenzia chiaramente la tendenza delle specie esotiche a “schiacciare” (sostituire o spostare) le specie native, soprattutto dai 3 ai 10 metri di profondità, dove sono più abbondanti.

La *Figura 32*, inoltre, conferma, come dedotto dai dati sulle specie più rappresentative del lago (*Figura 3*) e dalle carte di distribuzione delle specie esotiche (*Figura 11*, *Figura 16* e *Figura 21*), che tra le tre specie invasive presenti nel Lago Maggiore, *Elodea nuttallii* è quella più “aggressiva” o “competitiva”, seguita da *Lagarosiphon major* ed *Elodea canadensis*.

La maggiore competitività di *E. nuttallii* rispetto a *E. canadensis* si deve alla sua crescita più rapida in primavera (e soprattutto in ambiente eutrofico), e alla maggiore capacità di competere per la luce, che la favorisce quando le due specie sono presenti insieme (BARRAT-SEGRETAIN, 2005; BARRAT-SEGRETAIN & ELGER, 2004; BARRAT-SEGRETAIN ET AL., 2002; SIMPSON D.A., 1990). *Elodea nuttallii* così, in poco tempo, forma estesi e densi tappeti (o baldacchini) che tolgono la luce a *E. canadensis* inibendone lo sviluppo. Tuttavia, quando *E. nuttallii* colonizza aree dove la congenera è già presente e ben sviluppata in densi tappeti, la crescita di quest’ultima non viene inibita e al massimo le due specie potranno coesistere, almeno per un certo periodo (BARRAT-SEGRETAIN, 2005), forse fino a quando *E. canadensis* diminuisce in autunno (*E. nuttallii*, infatti, fiorisce fino a tarda estate) oppure a seguito di disturbi (naturali o antropici) che ne interrompono la continuità. Per quanto riguarda la competitività di *Elodea nuttallii* rispetto a *Lagarosiphon major*, invece, secondo Caffrey e

Acevedo (2008), James *et al.* (1999) e Rattray *et al.* (1994), sarebbe quest'ultima la specie più aggressiva soprattutto in conseguenza di una maggiore tolleranza allo stress del pH (in particolare pH elevato e bassa emissione di CO<sub>2</sub> libera) che la pianta stessa genera negli ambienti che colonizza. Questo è in accordo con quanto sta accadendo nell'Europa occidentale dove *Elodea nuttallii*, in forte espansione, ha sostituito *E. canadensis* in molti siti a causa dell'aumentata eutrofizzazione, ma è a sua volta sostituita da *Lagarosiphon major* (BRANQUART *ET AL.*, 2010).

Quanto osservato sul Lago Maggiore sembra quindi non coincidere con quello che sta avvenendo in Europa; tuttavia, potrebbe non essere così: infatti, la dominanza attuale di *E. nuttallii* nel lago potrebbe rappresentare solo una fase di passaggio verso la completa prevalenza di *Lagarosiphon major*.

La Figura 33 mette in evidenza che con l'aumentare della frequenza (e abbondanza) delle esotiche si riduce la presenza delle specie native che occupano lo stesso intervallo di profondità, anche in termini di numero di specie. I dati numerici relativi a questa figura sono riportati nella Tabella 24.

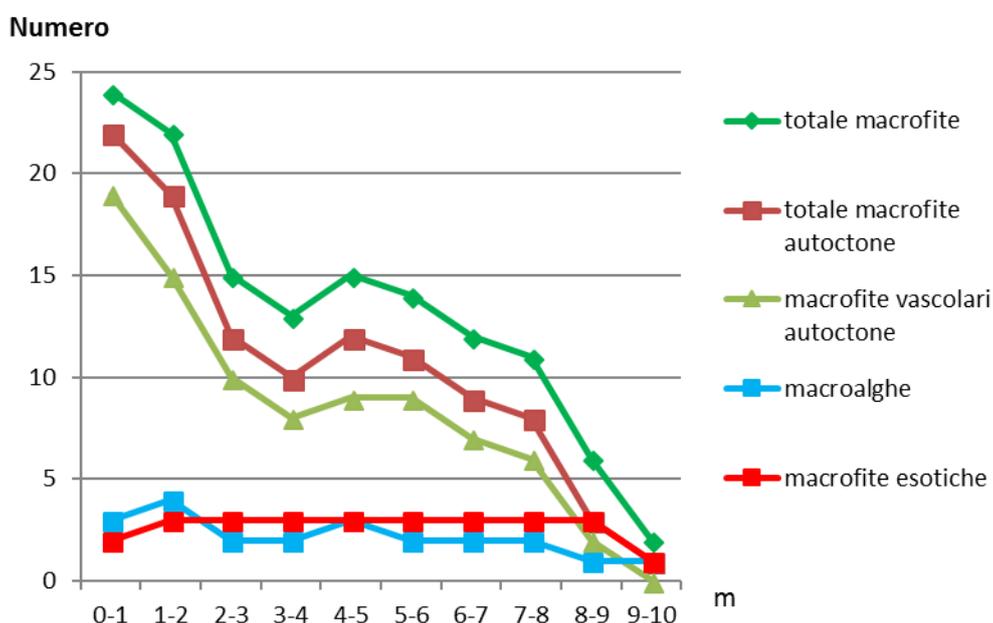


Figura 33. Numero specie per intervallo di profondità.

Tabella 24. Numero di macrofite per intervallo di profondità. Sono escluse dal conteggio le specie natanti (*Lemna minor* e *Trapa natans*).

Profondità (m)	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
<b>N° totale di macrofite</b>	24	22	15	13	15	14	12	11	6	2
<b>N° macrofite autoctone</b>	22	19	12	10	12	11	9	8	3	1
<b>N° macrofite esotiche</b>	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1
<b>N° macrofite vascolari autoctone</b>	19	15	10	8	9	9	7	6	2	0
<b>N° macroalghe</b>	3	4	2	2	3	2	2	2	1	1

Questo comportamento delle esotiche è dovuto al loro carattere “invasivo”; infatti, nonostante rappresentino solo il 10% delle specie presenti nel Lago Maggiore (Figura 5), sono capaci in breve tempo di ricoprire estese superfici e di superare la competitività delle specie native.

I dati raccolti mostrano che le specie native, quali ad esempio *Potamogeton perfoliatus*, *Najas major*, *Potamogeton pusillus*, *Myriophyllum spicatum* e *Vallisneria spiralis*, tendono a predominare nei primi due metri di profondità (in particolar modo nel primo metro di profondità), in cui l’azione invasiva delle esotiche sembra essere meno efficace. Ciò può dipendere da fattori ambientali sfavorevoli alla loro sopravvivenza, come ad esempio:

- le fluttuazioni annuali del livello delle acque del lago, che interessano soprattutto la fascia riparia e le aree prospicienti poco profonde. L’emersione di tali aree per periodi più o meno lunghi (come avviene ad esempio nella zona di Castelletto Sopra Ticino e Dormelletto) è esiziale per le specie esotiche acquatiche e in generale per tutte le specie acquatiche eccetto quelle più o meno marcatamente anfibe (elofite), quali per esempio *Littorella uniflora*, *Elatine hexandra*, *Elatine hydropiper*, *Gratiola officinalis* ed *Eleocharis acicularis*, quest’ultima spesso dominante (Figura 34).
- il tipo di substrato presente. I substrati ghiaiosi, ciottolosi e rocciosi, sono sfavorevoli alla colonizzazione delle piante esotiche e delle acquatiche rizofitiche in generale; infatti, in questo tipo di ambienti (naturali o artificiali) presenti soprattutto nella parte centrale del lago, si trovano solo specie con coperture trascurabili, eccetto talvolta le alghe verdi filamentose che tendono a dominare.
- il moto ondoso, in particolare durante le giornate molto ventose o le tempeste. A tali profondità, infatti, le piante possono essere sradicate dal fondo e “spiaggiate”.
- l’ombreggiamento causato dagli alberi, dalle infrastrutture o pareti rocciose lungo la costa.

Anche la presenza di comunità vegetali autoctone, ben sviluppate, sufficientemente integre e quindi chiuse, costituisce un fattore importante che riduce la probabilità d’invasione delle esotiche (BANFI E GALASSO, 2010; BARRAT-SEGRETAIN, 2005). Un esempio sono le dense comunità a *Najas major* presenti nel Golfo Borromeo nella zona tra Feriolo e Fondotoce (Figura 35), o quelle a *Potamogeton perfoliatus* a Sesto Calende (Figura 36), Arona e Ispra, oppure a *Vallisneria spiralis*, nella zona di Arolo (Figura 37).



Figura 34. *Lagarosiphon major* che cerca di espandersi lungo le rive del lago, poco profonde e soggette a emersione estiva, generalmente di pertinenza delle formazioni “anfibe” dominate da *Eleocharis acicularis* con presenza di *Littorella uniflora* e *Gratiola officinalis*.



*Figura 35. Comunità vegetale a dominanza di Najas major nella zona tra Feriolo e Fondotoce (VB).*



*Figura 36. Comunità vegetale a dominanza di Potamogeton perfoliatus a Sesto Calende (VA).*



*Figura 37. Comunità vegetale a dominanza di Vallisneria spiralis nella zona di Arolo (VA).*

## 7. L'IMPATTO ECOLOGICO DELLE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE SUGLI HABITAT D'INTERESSE COMUNITARIO (DIRETTIVA 92/43/CEE).

Per valutare l'impatto delle specie esotiche sugli Habitat d'interesse comunitario presenti nel Lago Maggiore, è stata utilizzata la tabella 24 della frequenza delle specie rinvenute nel lago in termini di siti colonizzati, lungo il gradiente profondità (BOLPAGNI & CERABOLINI 2016). Le specie nella tabella sono state ordinate ed evidenziate con colori diversi in base alla fidelità, secondo Brusa *et al.* (2017), Bolpagni e Cerabolini (2016) e Biondi *et al.* (2009), agli Habitat della Rete Natura2000 presenti nel lago, che sono:

- l'HABITAT 3130: Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli Isoëto-Nanojuncetea.

L'habitat comprende le vegetazioni costituite da comunità anfibe di piccola taglia, sia perenni (riferibili all'ordine *Littorelletalia uniflorae*) che annuali pioniere (riferibili all'ordine *Nanocyperetalia fusci*), della fascia litorale di laghi e pozze con acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, su substrati poveri di nutrienti, dei Piani bioclimatici Meso-, Supra- ed Oro-Temperato (anche con la Variante Submediterranea), con distribuzione prevalentemente settentrionale - COLORE GIALLO.

- l'HABITAT 3140: Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.

L'habitat include distese d'acqua dolce di varie dimensioni e profondità, grandi laghi come piccole raccolte d'acqua a carattere permanente o temporaneo, site in pianura o in montagna, nelle quali le Caroficee costituiscono popolazioni esclusive, più raramente mescolate con fanerogame. Le acque sono generalmente oligomesotrofiche, calcaree, povere di fosfati (ai quali le Caroficee sono in genere molto sensibili). Le Caroficee tendono a formare praterie dense sulle rive come in profondità, le specie di maggiori dimensioni occupando le parti più profonde e quelle più piccole le fasce presso le rive - COLORE AZZURRO.

- l'HABITAT 3150 "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition".

Comprende gli habitat lacustri, palustri e di acque stagnanti eutrofiche ricche di basi con vegetazione dulciacquicola idrofita azonale, sommersa o natante, flottante o radicante, ad ampia distribuzione, riferibile alle classi *Lemnetea* e *Potametea* - COLORE VERDE.

Tabella 25. Frequenza delle specie rinvenute nel lago in termini di siti colonizzati, lungo il gradiente profondità. Sono escluse dal conteggio le specie natanti (*Lemna minor* e *Trapa natans*) perchè rinvenute sporadicamente (solo in un sito e con copertura trascurabile: da uno a pochi individui). Le fitocenosi a *Trapa natans* localizzate a Fondotoce (VB), in questo lavoro non sono state oggetto di rilevamento.

Profondità	3130							3150											3140								
	Ele aci	Gra off	Lit uni	Ran tri	Ela hyd	Ela hex	Sch sup	Cer dem	Myr spi	Naj_maj	Pot_luc	Pot_per	Pot_pus	Stu_pec	Val_spi	Zan pal	Naj_min	Pot_ber	Pot_cri	Pot_nod	ELO_CAN	ELO_NUT	LAG_MAJ	Cha del	Cha glo	Cha vul	Nit fle
0-1	13	3	3	2	1	2	1	5	36	186	2	137	134	26	39	19	35	0	5	2	0	27	41	3	12	2	0
1-2	11	0	1	1	0	0	0	18	37	164	2	203	115	7	64	16	24	0	1	2	3	71	52	3	17	6	1
2-3	2	0	0	0	0	0	0	17	33	59	2	123	47	1	59	0	4	0	0	0	13	126	71	0	10	0	2
3-4	0	0	0	0	0	0	0	10	24	53	0	71	25	1	42	0	0	1	0	0	8	142	57	0	7	0	1
4-5	0	0	0	0	0	0	0	5	23	33	0	49	22	1	37	0	1	1	0	0	11	139	50	1	10	0	1
5-6	0	0	0	0	0	0	0	7	7	27	1	22	9	0	25	0	0	1	1	0	16	128	39	0	10	0	1
6-7	0	0	0	0	0	0	0	7	3	22	0	21	7	0	11	0	0	1	0	0	13	129	37	0	6	0	2
7-8	0	0	0	0	0	0	0	4	3	18	0	7	0	0	3	0	0	1	0	0	7	63	10	0	12	0	2
8-9	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	9	3	0	3	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0

Il presente lavoro, come si evince anche dalla *Tabella 25*, ha interessato soprattutto l’Habitat 3150, ed in particolar modo il **potameto** (*Potamion*), ossia le comunità a idrofite rizofitiche con organi vegetativi in genere sommersi (bentonici), di rado fluttuanti sul pelo dell’acqua, presenti nella fascia litoranea di bacini di medio-grande dimensione, con acque da meso- a eutrofiche (talvolta anche ipertrofiche), generalmente ad una profondità maggiore rispetto ai lamineti (*Nymphaeion*), e secondariamente l’Habitat 3140, rappresentato dal **careto** (*Charetea fragilis*), ossia dalle praterie di macroalghe prevalentemente del genere *Chara* e *Nitella*. Solo sporadicamente è stato osservato l’Habitat 3130, riferito alle comunità “anfibia”, che si rinvenivano prevalentemente sulle rive fangose del lago.

Dai dati della *Tabella 25*, sono state ricavate le figure seguenti (*Figura 38-40*, *Figura 41-43*, *Figura 44-46*) che rappresentano la frequenza percentuale delle specie rinvenute nel lago, in termini di siti colonizzati sul totale dei siti indagati per ciascuna specie, per orizzonte di profondità. Tali grafici mostrano il grado di disturbo (degrado) arrecato al potameto e al careto, dalla presenza delle esotiche, lungo il gradiente profondità; disturbo che, se non controllato, potrebbe provocarne l’estinzione (BRUSA ET AL, 2017; CAFFREY & AVECEDO, 2008). Si osserva, infatti, all’aumentare delle esotiche, una riduzione della capacità di sopravvivenza delle specie tipiche, e quindi dell’Habitat stesso.

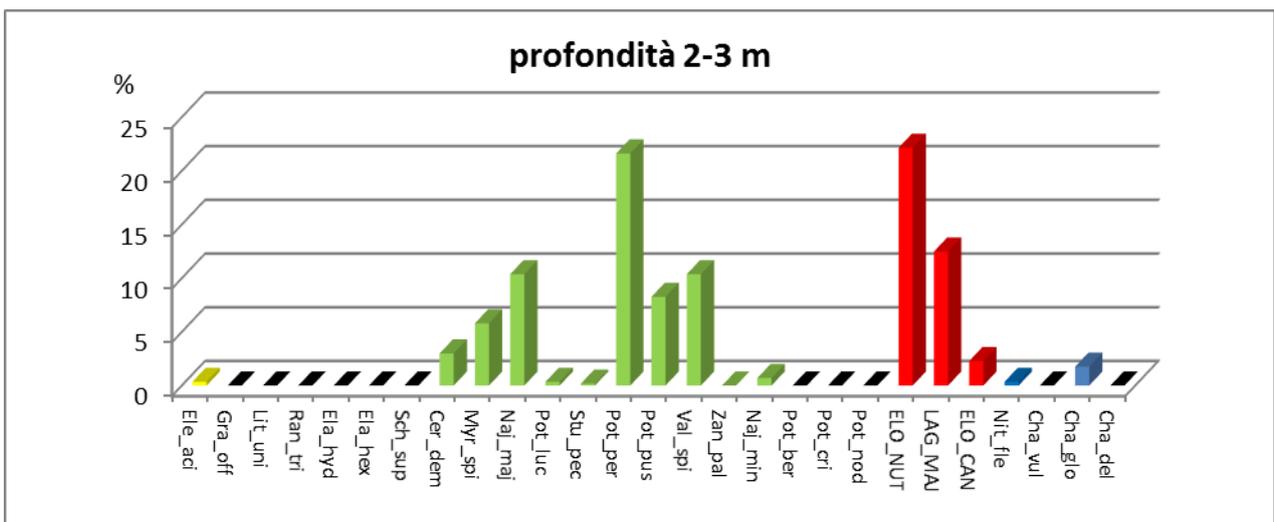
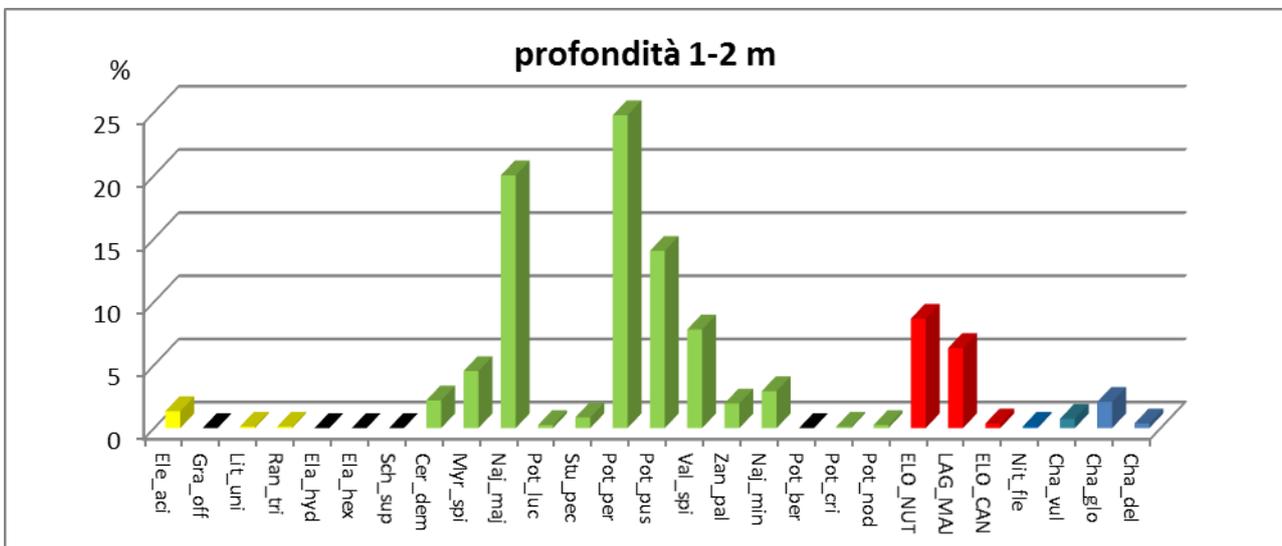
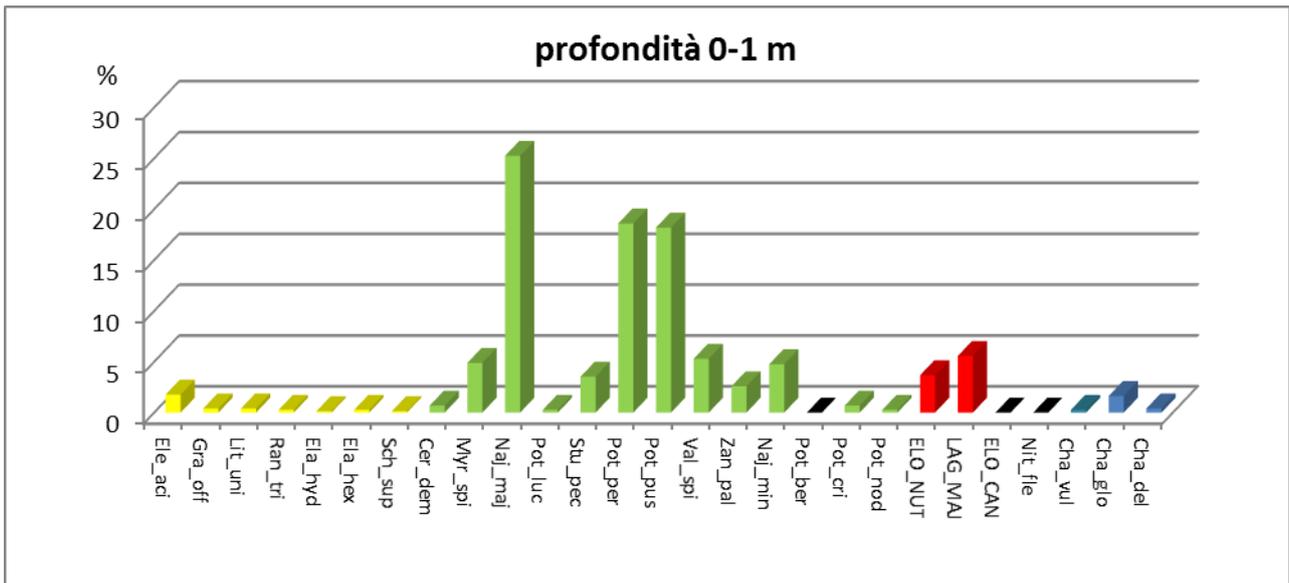


Figura 38.Figura 39.Figura 40. Frequenza percentuale delle specie rinvenute nel lago, in termini di siti colonizzati sul totale dei siti indagati per ciascuna specie, tra 1 a 3 m di profondità.

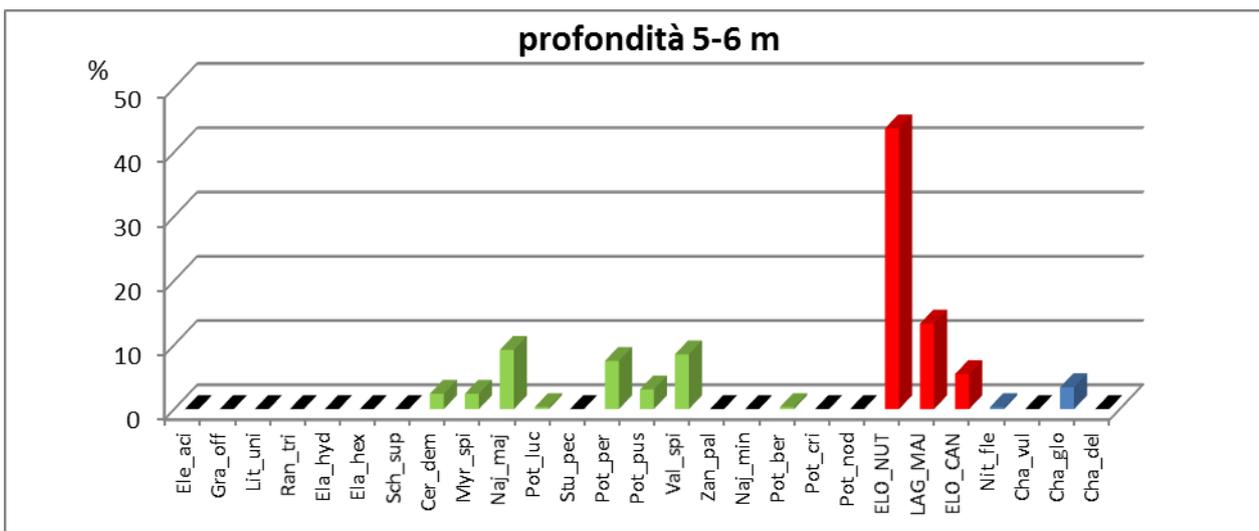
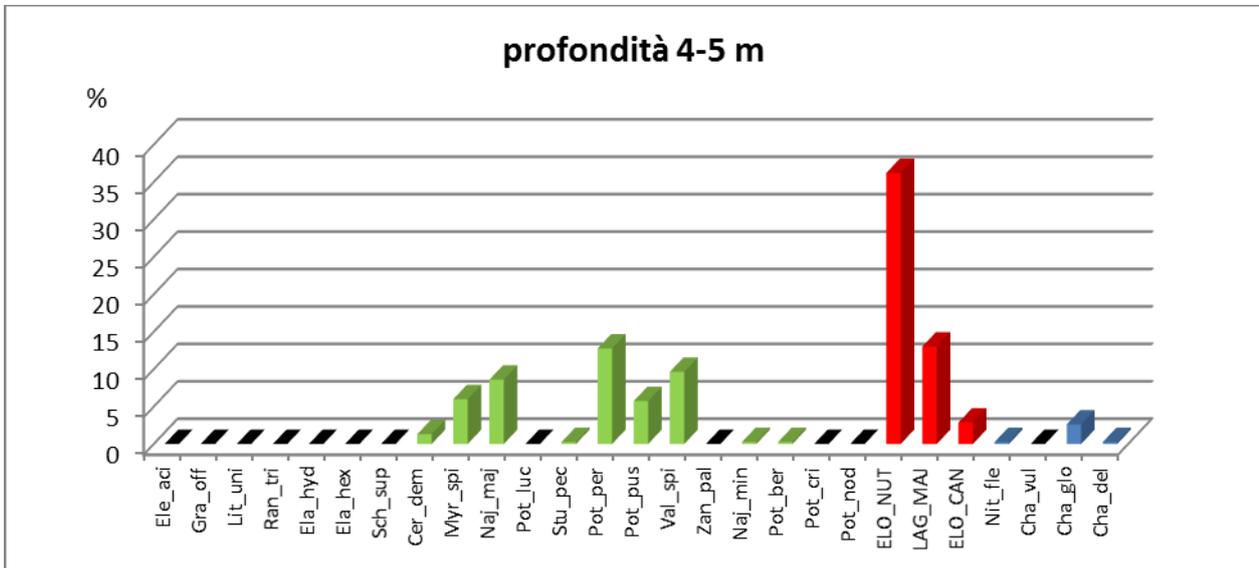
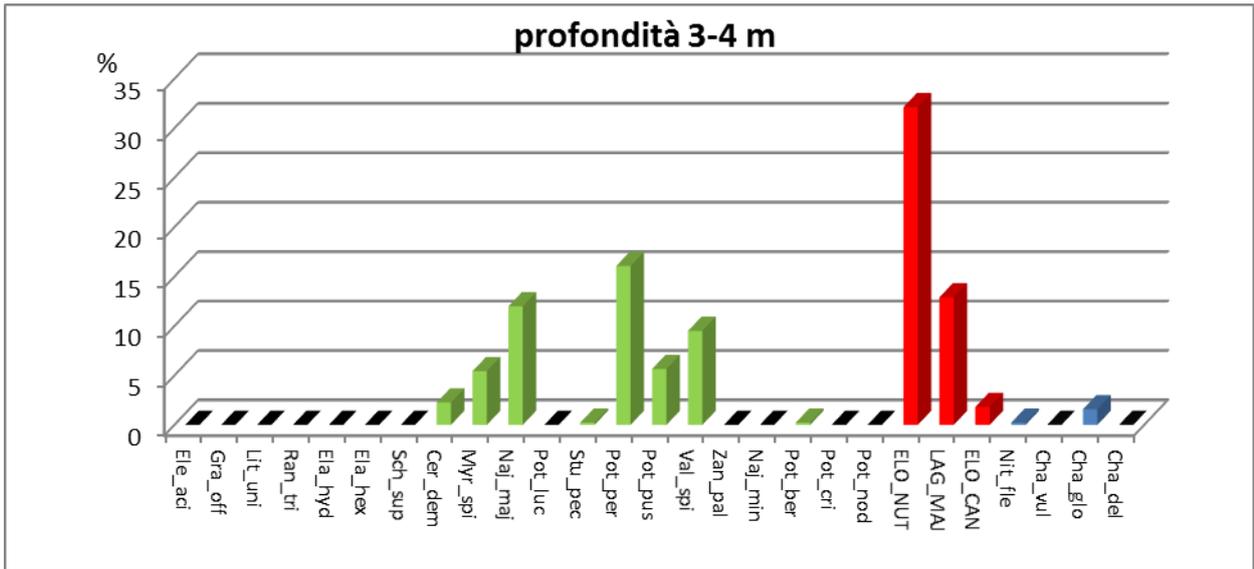


Figura 41, Figura 42, Figura 43. Frequenza percentuale delle specie rinvenute nel lago, in termini di siti colonizzati sul totale dei siti indagati per ciascuna specie, tra i 4 e 6 m di profondità.

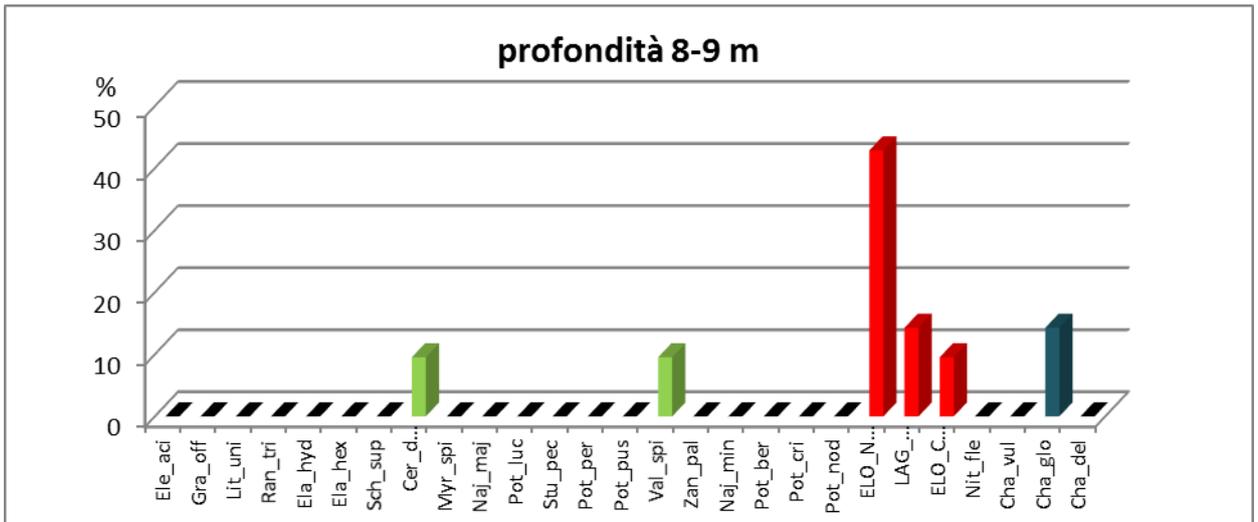
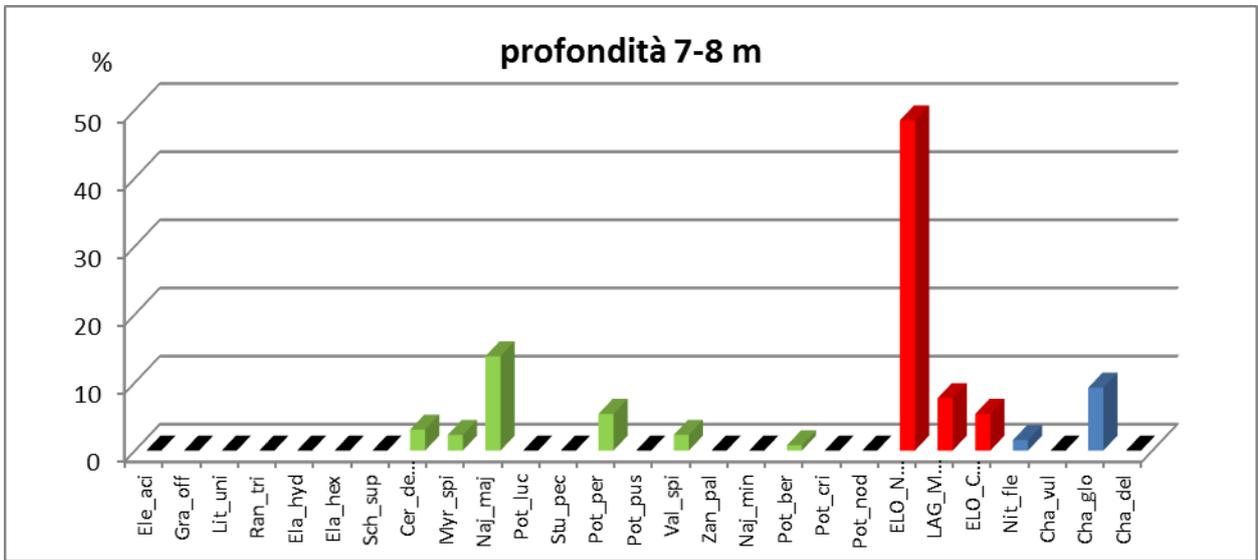
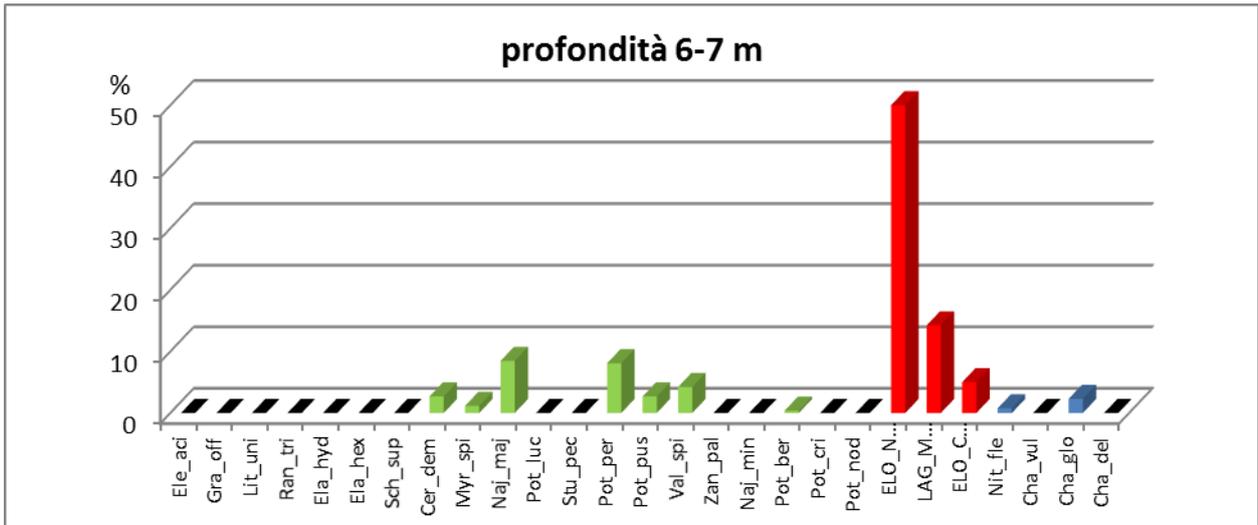


Figura 44 , Figura 45, Figura 46. Frequenza percentuale delle specie rinvenute nel lago, in termini di siti colonizzati sul totale dei siti indagati per ciascuna specie, tra i 7 e i 9 m di profondità.

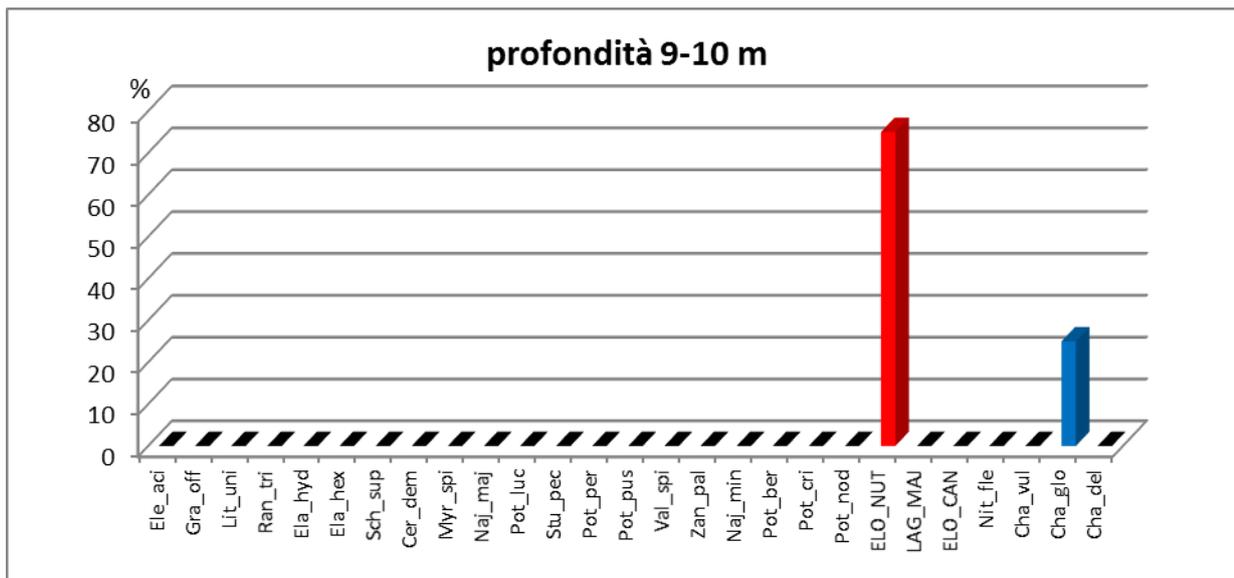


Figura 47. Frequenza percentuale delle specie rinvenute nel lago, in termini di siti colonizzati sul totale dei siti indagati per ciascuna specie, a 10 m di profondità.

La Figura 47 mostra che le comunità vegetali sommerse in corrispondenza della massima profondità di crescita nel Lago Maggiore, sono il careto a *Chara globularis* e le fitocenosi ad *Elodea nuttallii*, che tendono a predominare. Questo a differenza di quanto avviene in generale in Lombardia, dove il careto raggiunge le profondità massime (fino a 18 m) ed è dominante, mentre *E. nuttallii* si ferma a 11 m (BOLPAGNI & CERABOLINI, 2016).

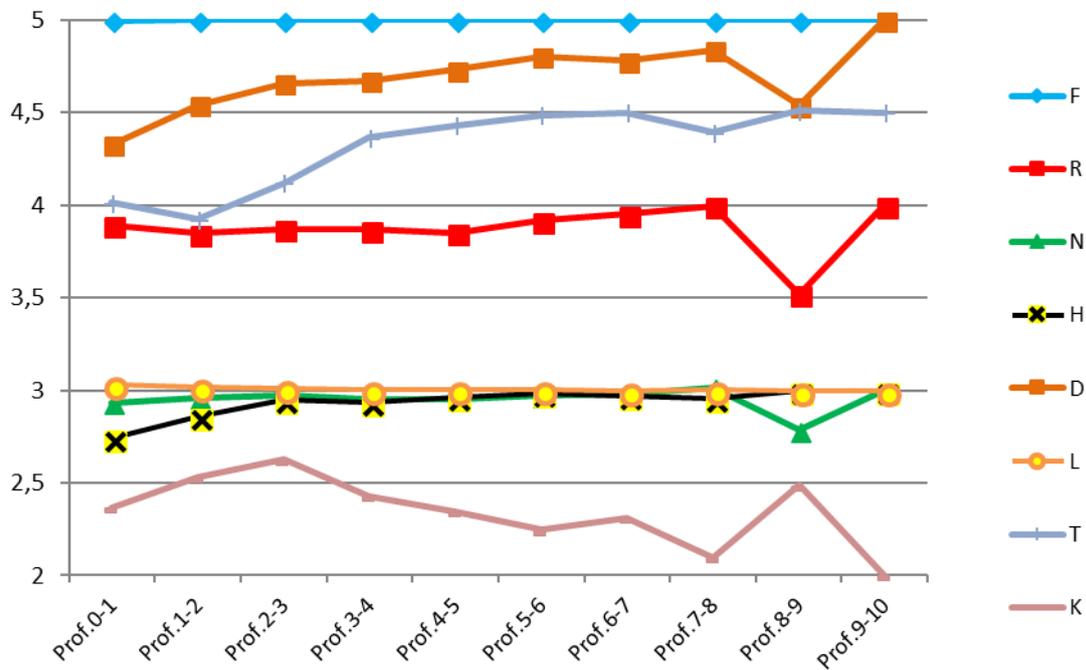
Utilizzando l'“indice di degrado, piante esotiche (%)” (BRUSA ET AL., 2017), è stato possibile quantificare, indicativamente, il disturbo arrecato al potameto e quindi il suo stato di conservazione, per orizzonte di profondità (Tabella 26). Secondo tale indice, infatti, ottenuto dal rapporto tra la somma delle coperture di tutte le specie esotiche diviso la somma delle coperture di tutte le specie, valori superiori a 35 (codice A), indicherebbero una diretta e forte influenza negativa delle esotiche e quindi uno stato di conservazione dell'habitat “mediocre”; invece, valori minori o uguali a 35 (codice M), denoterebbero una debole minaccia e di conseguenza uno stato di conservazione dell'Habitat “discreto”, mentre valori uguali a 0 (codice B) corrisponderebbero a condizioni “ottimali” per la conservazione dell'Habitat.

Tabella 26. Indice di degrado, specie esotiche (%). M= media importanza; A=alta importanza.

Profondità (m)	HABITAT 3150 Indice di degrado (%)	Codice di Importanza
0-1	16	M
1-2	26	M
2-3	53	A
3-4	72	A
4-5	77	A
5-6	90	A
6-7	91	A
7-8	93	A
8-9	74	A
9-10	100	A

I dati dell'“indice di degrado” raccolti nella *Tabella 26* nel complesso denotano il grave stato di conservazione in cui si trova il potameto (Habitat 3150) nel Lago Maggiore.

Infine, allo scopo di osservare eventuali differenze ecologiche tra i vari orizzonti di profondità è stato calcolato, in base alle coperture delle sole piante vascolari presenti, lo spettro ecologico riportato nella *Figura 48* utilizzando gli indici di Landolt (2010 e 1977).



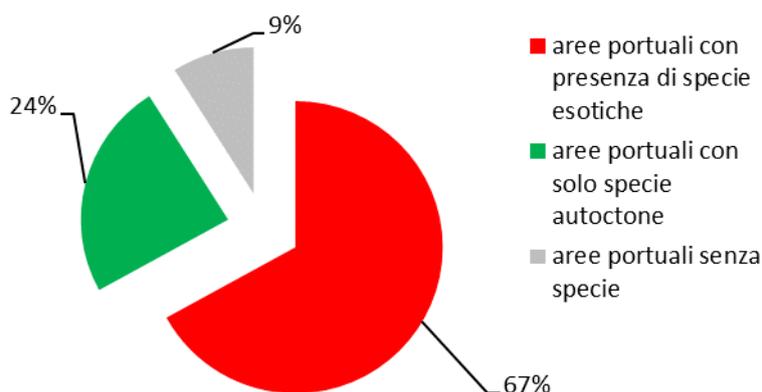
*Figura 48. Spettro ecologico ponderale calcolato usando le coperture delle specie presenti per orizzonte di profondità (escluse le macroalghe). Legenda: F= umidità; R acidità; N= tenore in nutrienti; H= tenore in humus; D= tessitura; L=luce; T= temperatura; K continentalità (Tabella 4).*

Da tale grafico si evince un’affinità ecologica tra le fitocenosi esotiche e quelle native del lago e in particolare con il potameto, in quanto non si osservano differenze ecologiche sostanziali nei vari orizzonti di profondità. Ciò conferma che l’invasività delle esotiche è soprattutto legata al loro carattere di specie “pioniere”.

## 8. L'IMPATTO DELLE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE SULLE ATTIVITÀ ANTROPICHE

Con l'intento di individuare eventuali situazioni critiche dovute all'eccessiva proliferazione di specie invasive che possono generare degli impatti negativi sulle attività di rimessaggio delle barche e su quelle turistico-ricreative legate alla navigazione, particolare attenzione è stata rivolta alla presenza delle macrofite all'interno delle aree portuali (porti, marinerie e cantieri). Tali aree, infatti, dato le loro caratteristiche di ambienti "chiusi", possono essere considerate sia luoghi di "rifugio", dove le specie aliene possono svilupparsi indisturbate dall'azione delle onde, dal vento e dalle correnti, sia delle vere e proprie aree "sorgente", da dove può aver inizio una nuova diffusione in tutto il lago. Ogni barca che arriva o parte da aree portuali è in sostanza un biglietto di sola andata per i propaguli di queste piante, che possono così propagarsi anche a notevolissima distanza dalla pianta madre. Un discorso analogo può essere fatto per gli uccelli che trovano rifugio e cibo in queste aree, grazie ai quali le esotiche possono "migrare" anche in altri corpi idrici o zone umide lontane dal lago.

I risultati dell'indagine, che ha interessato 79 aree portuali lungo tutto il lago, sono riportati nella *Figura 49*, dalla quale si evince che nel 67% delle aree portuali indagate è stata osservata la presenza delle esotiche, mentre nel restante 33% sono state trovate solo specie autoctone (24%) oppure, a causa dell'elevata profondità dell'area portuale, talvolta anche superiore ai 10 m, o per le azioni di ripulitura del fondale, sono risultate prive di specie (9%).



*Figura 49. Percentuale delle aree portuali indagate del Lago Maggiore con presenza delle macrofite esotiche.*

In particolare dai dati raccolti, riportati nell'allegato C, è stata realizzata la "Carta delle criticità delle aree portuali" in relazione alla presenza e all'invasività delle macrofite esotiche (*Figura 50*) in cui le aree portuali, codificate da un codice numerico progressivo (vedi Allegato C), sono state distinte in cinque tipologie a seconda del livello di criticità e quindi della maggior o minor necessità di intervenire per eradicare o controllare la problematica. Queste sono:

1. **Aree portuali ad alta criticità** (simbolo rosso); in cui è stata osservata una copertura abbondante (> 60%) delle esotiche invasive.
2. **Aree portuali a criticità media**; (simbolo arancione); in cui è stata osservata una copertura delle esotiche compresa tra 1% e il 60%.
3. **Aree portuali a bassa criticità** (simbolo giallo); dove la specie è stata osservata con copertura trascurabile (rara o >1%).
4. **Aree portuali non critiche** (simbolo verde); dove non sono presenti macrofite esotiche.
5. **Aree portuali pulite** (simbolo bianco); riferite a quelle aree in cui non sono state trovate macrofite.

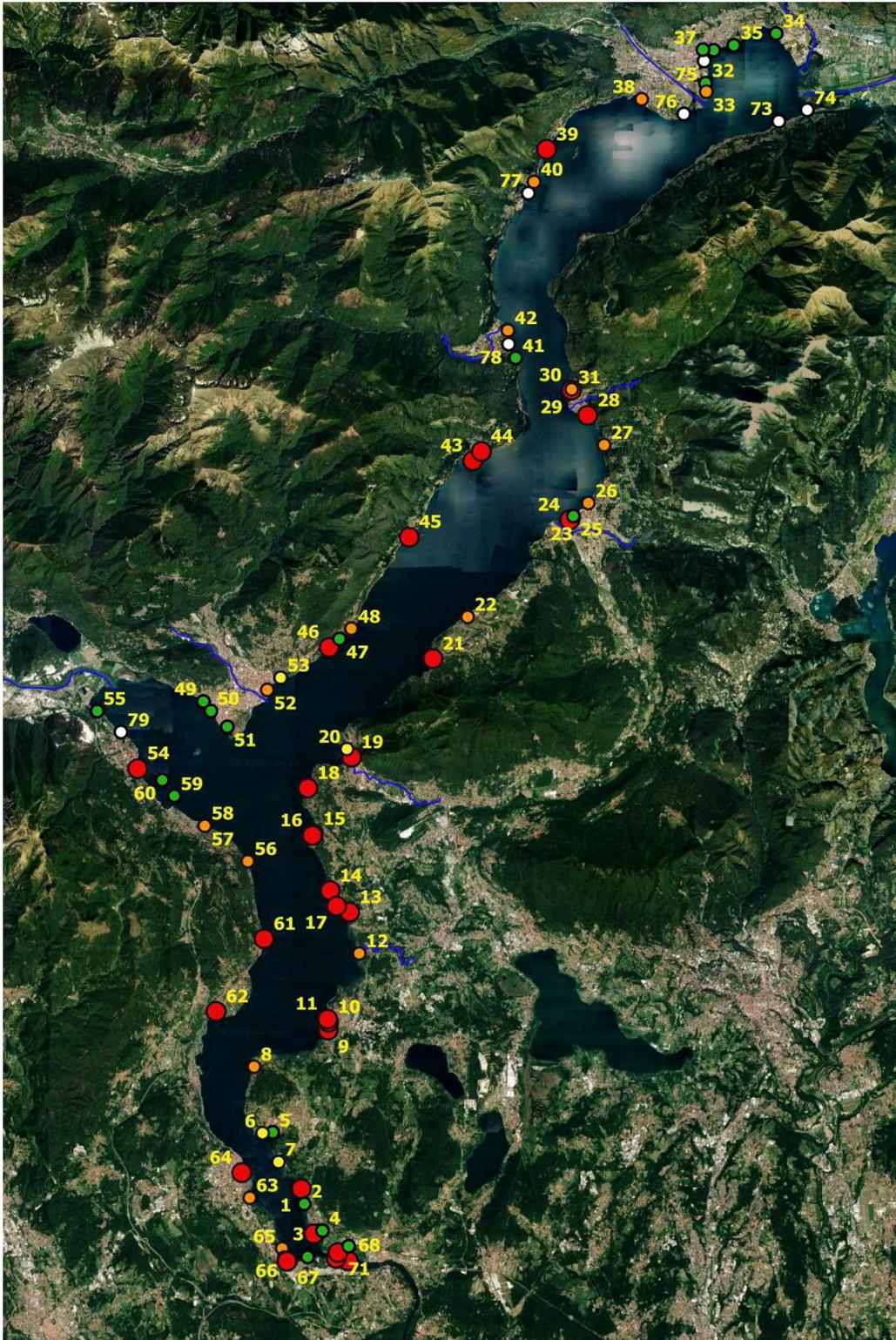


Figura 50. Carta delle criticità delle aree portuali.

In generale, in tutte le aree portuali individuate con “criticità”, come buona pratica per il contenimento delle esotiche invasive e per legge, grazie al D.Lgs 230/2017, si dovrebbero attuare azioni di prevenzione, controllo o eradicazione. Alcuni esempi di aree portuali ad alta criticità (Figura 51) sono il porto di Reno (cod. 15) a Leggiuno, il porto di Cerro (cod. 18) e il porto vecchio di Laveno (cod. 19) a Laveno-Mombello, il porto vecchio

“La Gabella” (cod. 30) a Maccagno con Pino e Veddasca e il cantiere nautico Giuseppe Botteselle (cod. 67) a Dormelletto.



*Figura 51. Area portuale ad alta criticità. Si osserva il denso tappeto di Lagarosiphon major che raggiunge quasi la superficie dell'acqua.*

Il problema dell'infestazione delle esotiche nelle aree portuali è ancora più accentuato quando quest'ultime sono localizzate in insenature poco profonde e protette del lago (baie o golfi), come per esempio il cantiere Motonautica Angerese (cod.5) e il Porto Asburgico (cod.6) nella piccola baia di Angera, il cantiere nautico Piccalunga (cod. 4) nel golfo di Lisanza, il cantiere nautico Marina di Verbella (cod. 71) e Fauser (cod.72) nel Golfo di Sant'Anna e i cantieri nautici Solcio (cod. 62) nell'insenatura a Lesa. In queste aree portuali, nonostante vengano effettuate azioni di pulizia del fondale, la criticità permane. In queste zone, infatti, le specie aliene, come evidenziato in *Figura 52*, formano una grande fascia, densa e continua che le imbarcazioni in entrata e in uscita dalle aree portuali sono obbligate ad attraversare (*Figura 53*), favorendo così la loro propagazione. Le baie e i golfi sono altresì un luogo di rifugio per numerosi anatidi, anch'essi inconsapevolmente “sfruttati” dalle esotiche per diffondersi.



Figura 52. Dettaglio dell'infestazione delle esotiche invasive nel Golfo Sant'Anna ricavato dalla carta di distribuzione delle esotiche nel Lago Maggiore. Legenda: Verde acceso area invasa da *E. nuttallii*; verde pallido= area invasa da *Lagarosiphon major*.



Figura 53. Passaggio con la barca in area invasa da *Elodea nuttallii*, nella piccola baia di Angera (VA).

Situazioni critiche dovute all'eccessiva proliferazione di specie invasive possono interessare anche le aree "Camping", con conseguente impatto negativo sulle attività turistico-ricreative legate al nuoto, alla pesca con l'amo e alla navigazione (moto d'acqua, barca, canottaggio, ecc..) e al decoro delle spiagge (Figura 55). Il problema, analogamente a quanto detto per le aree portuali, è più accentuato nelle aree localizzate nelle insenature poco profonde e protette del lago (baie e golfi), come avviene nel caso dell'International Camping di Ispra (Figura 54).



Figura 54. Accumulo di *Elodea nuttallii* dopo ripulitura del fondale davanti all'International Camping Ispra.



Figura 55. Azioni di ripulitura delle rive del lago di fronte ad aree di campeggio.

## 9. CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha evidenziato che la flora del Lago Maggiore risulta piuttosto povera di specie se relazionata all'intera fascia perilacuale e alla sua estensione lungo tutto il perimetro del lago. Sono state censite, infatti, 44 specie (39 piante superiori e 5 macroalghe), su una potenzialità stimata, in base ai censimenti storici reperiti in bibliografia, dal 1878 ad oggi, di 103 specie (94 piante vascolari e 9 piante inferiori). Tuttavia, considerando solo le macrofite più strettamente acquatiche rinvenute nella fascia litoranea, il Lago Maggiore risulta il primo lago in Lombardia e tra i primi d'Italia per numero di specie presenti. Nonostante ciò, sono solo 7 le specie che si rinvencono con più frequenza e abbondanza nel lago (esempio: *Potamogeton perfoliatus*, *Najas major*, *Potamogeton pusillus* e *Vallisneria spiralis*), mentre le altre sono poco comuni o rare, localizzate perlopiù in stazioni puntiformi e/o isolate e a rischio di estinzione. Ciò è dovuto soprattutto alla presenza delle specie esotiche invasive, che pur rappresentando solo il 10% delle specie presenti nel lago, sono capaci in breve tempo di ricoprire estese superfici sostituendosi alle specie native meno efficienti e rapide nell'acquisizione delle risorse (luce e nutrienti), nella crescita, nella riproduzione e nella colonizzazione di nuove aree. Nella loro strategia competitiva, inoltre, le specie esotiche modificano l'ambiente colonizzato a loro vantaggio, rendendolo inospitale ad eventuali altri competitori.

Il Lago Maggiore, tuttavia, racchiude ancora notevoli valenze naturalistico-ambientali meritevoli di conservazione e salvaguardia, come la presenza di 28 specie di pregio (specie protette o inserite nelle liste rosse delle specie a rischi di estinzione), quali ad esempio *Ceratophyllum demersum*, *Eleocharis acicularis*, *Gratiola officinalis*, *Hippuris vulgaris*, *Limniris pseudacorus*, *Littorella uniflora*, *Potamogeton nodosus*, *Ranunculus reptans*, *Ranunculus trichophyllus*, *Trapa natans* e *Zannichellia palustris*, e di 3 Habitat di interesse comunitario che sono:

- l'HABITAT 3150 "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*".
- l'HABITAT 3140: Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp.
- l'HABITAT 3130: Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli *Isoëto-Nanojuncetea*.

Nel lago sono state rinvenute 4 specie esotiche: *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Lagarosiphon major*, ed *Egeria densa*, di cui solo le prime tre sono considerate invasive.

Lo status di "invasive" per *Elodea canadensis*, *E. nuttallii* e *Lagarosiphon major* nel lago è confermato dal confronto dei dati e delle carte di distribuzione attuali delle esotiche con quelli riferiti al progetto ECORIVE (GOMARASCA & ROELLA, 2012), dove si è osservato come queste specie si siano diffuse lungo la linea di costa, più del doppio della distribuzione che avevano nel 2012. In pratica negli ultimi 5 anni, si è passati da 34 km a 87,4 km di linea di costa occupati da queste specie.

Tra queste, *Elodea nuttallii* è la più invasiva, estendendosi sul 44% (72,5 km) della linea di costa ed essendo al primo posto tra le specie più rappresentative del lago; seguita da *Lagarosiphon major*, che si estende sul 17% (29 km) della linea di costa e occupa il terzo posto tra le specie più rappresentative del lago, e da *Elodea canadensis* che attualmente si estende sul 3% (5,4 km) della linea di costa. *E. nuttallii*, inoltre, tra le esotiche invasive, è anche quella che nel lago si diffonde alle maggiori profondità raggiungendo i 10 m.

Quanto osservato sul Lago Maggiore sembra non coincidere con quello che sta avvenendo nel resto d'Europa dove *Lagarosiphon major*, considerata più competitiva di *Elodea* spp. (CAFFREY & ACEVEDO 2008; JAMES ET AL., 1999; RATTRAY ET AL., 1994), sta sostituendo sia *Elodea nuttallii* che *Elodea canadensis* nei corpi idrici dove

sono presenti entrambe (BRANQUART *ET AL.*, 2010). Tuttavia, la dominanza attuale di *E. nuttallii* nel lago potrebbe rappresentare solo una fase di passaggio verso la supremazia di *Lagarosiphon major*.

Dall'osservazione dei dati storici di distribuzione delle specie esotiche dagli anni '50 ad oggi, si nota che nonostante il persistere della loro azione invasiva, le specie autoctone hanno sempre trovato il modo di sopravvivere; ad esempio allontanandosi dalle aree di maggior invasività e colonizzando aree generalmente sfavorevoli alla loro presenza, oppure formando delle comunità dense e continue difficilmente penetrabili e sostituibili. Questo comportamento è reso possibile dalle caratteristiche delle comunità di queste piante che, in virtù di una maggiore variabilità genetica dovuta alla riproduzione sessuale, sono più resistenti ai cambiamenti ambientali rispetto a quelle esotiche, formate da cloni di uno stesso individuo e, che potrebbero andare incontro ad estinzione (salvo che in futuro si venga a scoprire che nel lago anche le specie esotiche attuino la riproduzione sessuale).

Le esotiche invasive rappresentano chiaramente una grave minaccia sia per la conservazione delle specie e degli habitat di pregio presenti nel lago, sia perché sono la causa di danni economici alle attività portuali e turistico-ricreative.

Allo stato delle conoscenze attuali, il problema dell'invasione delle specie alloctone nel Lago Maggiore è impossibile da eliminare, almeno non in tempi brevi; tuttavia può essere contenuto e controllato con un'attenta gestione. Per questo è fondamentale, innanzitutto, "prevenire", per limitare nuovi ingressi di propaguli delle specie aliene nel lago, e in secondo luogo "ridurre al minimo la loro propagazione", che può realizzarsi intervenendo soprattutto nelle "aree portuali" e "camping" (in particolare nelle baie e nei golfi dove è maggiore l'attività turistico-ricreativa legata alla navigazione), facendo riferimento alla "carta delle criticità delle aree portuali" allegata in questo lavoro. È importante che gli interventi scelti siano tra quelli eco-sostenibili (per esempio l'utilizzo delle stuoie di juta o anche il taglio meccanico con lama a V seguito dalla raccolta dei propaguli), e che siano svolti al momento giusto, generalmente prima che la "criticità" diventi alta. Infine, la figura di un esperto botanico è indispensabile sia per la scelta dell'intervento più efficace da attuarsi, in relazione anche alla tutela delle specie e habitat di pregio presenti nel lago sia per valutarne i risultati.

## 10. BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2005 - Qualità delle acque lacustri in Lombardia. 1°Rapporto Osservatorio dei Laghi Lombardi 2004 - Regione Lombardia, Arpa Lombardia e Fondazione Lombardia per l'ambiente.

Aeschimann D., Lauber K., Moser D. M. & Theurillat J.-P., 2005 - Flora alpina, Haupt Verlag, Bern.

Anderberg A., 2005 – *Elodea nuttallii*. Den virtuella floran. The Swedish Museum of Natural History, <http://linnaeus.nmr.se/flora/hydrocharita/elode/elodnut.html> Date of access: 32 2 april 2009.

Andolaro F., Blasi C., Capula M., Celesti-Grapow L., Frattaroli A., Zerunian S., Baccetti N., Catullo G., Contini F., Pretto F., Rocco M., 2009 - L'impatto delle specie aliene sugli ecosistemi: proposte di gestione - Esiti del tavolo tecnico - Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità – MATTM, DPN e WWF Italia

Assini S, Banfi E., Brusa G., Galasso G., Gariboldi L. & Guiggi A., 2010 - La flora esotica lombarda, in: Banfi E. & Galasso G. (eds.) Museo di Storia Naturale di Milano, Milano.

Auderset Joye D. & Schwarzer A., 2012 – Lista Rossa Caracee. Specie minacciate in Svizzera, stato 2010. Ufficio federale dell'ambiente, Berna, e Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatiques dell'Università di Ginevra. Pratica ambientale n.1213:72

Baars J., Cotzee R, Martin G., Hill M. P., Caffrey J.M., 2010 – Natural enemies from South Africa for biological control of *Lagarosiphon Major* (Ridl.) Moss & Wager. *Hydrobiologia* 656:149-158.

Bakker J. & Wilson S., 2001 - Competitive abilities of introduced and native grasses. *Plant Ecol.* 157: 119–127

Balciunas J. K. & Center T. D., 1981. Preliminary host specificity tests of a Panamanian *Parapoinx* as a potential biological control agent for hydrilla. In Baars J., R, Cotzee, Martin G., Hill M. P., Caffrey J.M., 2010 – Natural enemies from South Africa for biological control of *Lagarosiphon Major* (Ridl.) Moss & Wager. *Hydrobiologia* 656:149-158.

Balciunas J. K. & Burrows D. W., 1996. Distribution, abundance and field host-range of *Hydrellia balciunasi* Bock (Diptera: Ephydriidae) a biological control agent for the aquatic weed *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle. In Baars J., R, Cotzee, Martin G., Hill M. P., Caffrey J.M., 2010 – Natural enemies from South Africa for biological control of *Lagarosiphon Major* (Ridl.) Moss & Wager. *Hydrobiologia* 656:149-158.

Banfi E. & Galasso G. (eds.), 2010 – La flora esotica lombarda. Museo di Storia Naturale di Milano, Milano.

Banfi E., Galasso G., Assini S., Brusa G. & Gariboldi L., 2009 – Regional Experts: Lombardia. In: Celesti-Grapow L., Pretto F., Brundu G., Carli E. & Blasi C. (edit.): Contributo tematico alla Strategia Nazionale per la Biodiversità. Le invasioni di specie vegetali in Italia, an overview. Ministry for the Environment Land and Sea Protection, Nature Protection Directorate, Roma: 1-32 + CD-ROM.

Banfi E., Galasso G., Assini S., Brusa G. & Gariboldi L., 2010 - Lombardia. In: Celesti-Grapow L., Pretto F., Carli E. & Blasi C. (eds.). Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma: 35-42, 164-165, 181-207.

Barrat-Segretain M.H. & Elger A., 2004 - Experiments on growth interactions between two invasive macrophyte species. *Journal of Vegetation Science* 15:109-114.

Barrat-Segretain M.H., 1996 - Strategies of reproduction, dispersion and competition in river plants: a review. *Vegetatio* 123: 13–37.

Barrat-Segretain M.H., 2005 - Competition between invasive and indigenous species: impact of spatial pattern and developmental stage. *Plant Ecology* (2005) 180: 153–160

Barrat-Segretain M.H., Elger A., Sagnes P. and Puijalon S., 2002 - Comparison of three life-history traits of invasive *Elodea canadensis* Michx and *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St John. *Aquatic Botany* 74:299-313.

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, Fenu G., Festi F., Foggi B., Gallo L., Gottschlich G., Gubellini L., Iamónico D., Iberite M., Jiménez-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 - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*.

Bazzichelli G. & Abdelahad N., 2009 – Flora analitica delle caroficee – Editricesapienza, Roma.

Bennett C.A. & Buckingham G. R., 2000 - The herbivorous insect fauna of a submersed weed, *Hydrilla verticillata* (Alismatales: Hydrocharitaceae). In Baars J., R, Cotzee, Martin G., Hill M. P., Caffrey J.M., 2010 – Natural enemies from South Africa for biological control of *Lagarosiphon Major* (Ridl.) Moss & Wager. *Hydrobiologia* 656:149-158.

Best E.P.H., Woltman, H. and Jacobs, F.H.H., 1996 - Sediment-related growth limitations of *Elodea nuttallii* as indicated by a fertilization experiment. *Freshwater Biology* 36: 33-44.

Bianco P. M., Bellucci V., Jacomini C., 2016 (eds) - Effetti del Glifosate sulla qualità ambientale e sugli organismi viventi - PI®-TECHNOLOGY ITALY, PI® Pure SRL

Bilz M., Kell, S.P., Maxted, N. and Lansdown, R.V. 2011 - European Red List of Vascular Plants. Luxembourg, Publications Office of the European Union.

Biondi E., Blasi C., Burrascano S., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Galdenzi D., Gigante D., Lasen C., Spampinato G., Venanzoni R., Zivkovic L., 2009 - Manuale Italiano di interpretazione degli Habitat della Direttiva 92/43/CCE. <http://vnr.unipg.it/habitat/>

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.

Bolpagni R., Longhi D. & Bartoli M., 2007 – Relazioni tra macrofite e stato trofico in ambienti umidi perifluviali della Pianura Padana, *Studi Tren. Sci. Nat., Acta Biol.* 83: 145-150.

Bornand C., Gyax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S., Sager L., Santiago H., Eggenberg S. 2016 – Lista Rossa Piante vascolari. Specie minacciate in Svizzera. Ufficio federale dell'ambiente. Berna e Info Flora, Ginevra. *Pratica ambientale* n.1621:178

- Bowmer K. H., Mitchell D. S., and Short D. L., 1984 - Biology of *Elodea canadensis* Michx' and its management in Australian irrigation systems. *Aquat. Bot.* 18(1984): 231-238.
- Bowmer K.H., Jacobs S.W.L. and Sainty G.R., 1995 – Identification, Biology and Management of *Elodea Canadensis*, *Hydrocharitaceae*, *J. Aquat. Plant. Manage.* 33: 13-19.
- Branquart E., Stiers I., Triest L., Vanderhoeven S., Van Landuyt W., Van Rossum F., Verloove F., 2010 - *Elodea nuttallii* - Invasive species in Belgium, <http://ias.biodiversity.be/species/show/57>.
- Branquart E., Stiers I., Triest L., Vanderhoeven S., Van Landuyt W., Van Rossum F., Verloove F., 2010a - *Elodea canadensis* - Invasive species in Belgium, <http://ias.biodiversity.be/species/show/56>.
- Branquart E., Stiers I., Triest L., Vanderhoeven S., Van Landuyt W., Van Rossum F., Verloove F., 2013 - *Egeria densa* - Invasive species in Belgium, <http://ias.biodiversity.be/species/show/54>.
- Braun-Blanquet J., 1932 – Plant sociologi. McGraw Hill. Book Co., New York.
- Brusa G., 2016 – *Littorella uniflora* - La flora Insubrica. [www.guidobrusa.info.it](http://www.guidobrusa.info.it)
- 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.
- Bueno N.C., Prado J.F., Meurer T., Bicudo C., 2011 – New Record of *Chara* (Chlorophyta, Characeae) for Subtropical Southern Brazil - *Urbaniak*.
- Bueno N.C., Prado J.F., Meurer T., Bicudo C., 2016 – *Nitella* (Streptophyta, Characeae) from southern Brazil – *Iheringia Série Botânica*. Porto Allegre, 71(2):132-154
- Buholzer S., Nobis M., Schoenenberger N., Rometsch S., 2014 - Lista delle neofite invasive in Svizzera. Info Flora, il centro nazionale dei dati e delle informazioni sulla flora svizzera ([www.infoflora.ch](http://www.infoflora.ch)).
- Bull P.C., 1983 - Aquatic birds of the lake and its surroundings. In: Howard-Williams C. & Davies J., 1988 – The invasion of Lake Taupo by the submerged water weed *Lagarosiphon major* and its impact on the native flora. *DSIR Science, New Zealand Journal of Ecology* 11
- Buzzi F. & Oggioni A., 2014 – Protocollo di campionamento di macrofite acquatiche in ambiente lacustre, in: *Aut. Var., Metodi biologici per le acque superficiali interne, Manuali e Linee Guida 111/2014*, ISPRA.
- CABI, 2018. *Egeria densa*. In: *Compendio delle specie invasive*. Wallingford, Regno Unito: CAB International. [www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc)
- Cabrera Walsh G., Mattioli F. & Anderson L. W. J., 2007. Impact of the natural enemies on the potential damage of *Hydrellia* sp. (Diptera: Ephydriidae) on *Egeria densa*. In Baars J., R, Cotzee, Martin G., Hill M. P., Caffrey J.M., 2010 – Natural enemies from South Africa for biological control of *Lagarosiphon Major* (Ridl.) Moss & Wager. *Hydrobiologia* 656:149-158.
- Caffrey J.M. & Acevedo S., 2007 - Status and Management of *Lagarosiphon major* in Lough Corrib - 2007. Central Fisheries Board, Dublin, Ireland, pp. 119.

- Caffrey JM. & Acevedo S., 2008 - *Lagarosiphon major* in Lough Corrib - Management options. In: Moriarty C, Rosell R, Gargan P (eds), *Fish Stocks and their Environment*. Institute of Fisheries Management, pp 85-97.
- Caffrey JM., 1993a - Aquatic plant management in relation to Irish recreational fisheries development. *Journal of Aquatic Plant Management* 31:162-168, doi:10.1051/hydro:1993104
- Caffrey JM., 1993b - Plant management as an integrated part of Ireland's aquatic resource. *Hydroécologie Appliquée* 5: 77-96
- Caffrey JM., 2013 - "Management of *Lagarosiphon major* in Ireland's Great Western Lake Fisheries". RAFTS Perth, Scotland – 21 st March 2013.
- Caffrey JM., Millane M., Evers S., Moran H., Butler M., 2010 - A novel approach to aquatic weed control and habitat restoration using biodegradable jute matting. *Aquatic Invasions Volume 5, Issue 2*:123-129
- Caisova L. & Gabka M., 2009 – Charophytes (Characeae, Charophyta) in the Czech Republic: taxonomy, autecology and distribution. – *Fottea* 9(1): 1-43
- Cappelletti C., 1976 – *Trattato di Botanica*. Utet
- Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P.V., Assini S., Banfi E., Barni E., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M.R., Camarda I., Carli E., Conti F., Del Guacchio E., Domina G., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., Lucchese F., Medagli P., Passalacqua N.G., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Vidali M., Viegi L., Villani M.C., Wilhalm T. & Blasi C., 2010a - Non-native flora of Italy: Species distribution and threats. *Plant Biosystems* 144: 12–28.
- Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P.V., Banfi E., Bernardo L., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M.R., Camarda I., Carli E., Conti F., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., La Valva V., Lucchese F., Marchiori S., Mazzola P., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Siniscalco C., Villani M.C., Viegi L., Wilhalm T. & Blasi C. 2009 - Inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosystems*, 143: 386-430.
- Celesti-Grapow L., Pretto F., Carli E., Blasi C. (eds). 2010b - *Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia*. Roma, Casa Editrice Università La Sapienza, 208 pp. Incluso CD-ROM allegato a *Plant invasion in Italy - an overview*.
- Centre for Aquatic Plant Management, 2004 - Information Sheet 25: *Elodea nuttallii*, Nuttall's Pondweed. [www.nercallingford.ac.uk/research/capm/pdf/25%20Elodea%20nuttallii.pdf](http://www.nercallingford.ac.uk/research/capm/pdf/25%20Elodea%20nuttallii.pdf), date of access: 2009-04-22.
- Clayton J.S. & Franklyn G., 2005 - Assessment of the December 2004 - *Lagarosiphon major* control in Lake Wanaka. Internal report for the National Institute of Water and Atmospheric Research, New Zealand.
- Clayton J.S., 1996 - Aquatic weeds and their control in New Zealand lakes. In: Caffrey JM. & Acevedo S., 2008 - *Lagarosiphon major* in Lough Corrib – Management options. In: Moriarty C, Rosell R, Gargan P. (eds), *Fish Stocks and their Environment*. Institute of Fisheries Management, pp 85-97.
- Coffey BT, Wah CK., 1988 - Pressure inhibition of anchorage-root production in *Lagarosiphon major* (Ridl.) Moss: a possible determinant of its depth range. *Aquatic Botany* 29:289-301.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C., 2005 (eds.) - *An annotated checklist of the Italian vascular flora*, Palombi Editore, Roma.

- Conti F., Manzi A. & Pedrotti F., 1997 (eds.) - Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia, WWF, Società Botanica Italia, Camerino.
- Cook C.D.K., & Urmi-König K., 1985 - A revision of the genus *Elodea* (Hydrocharitaceae); in Bowmer K.H., Jacobs S.W.L. and Sainty G.R., 1995 – Identification, Biology and Management of *Elodea canadensis*, Hydrocharitaceae, J. Aquat. Plant. Manage. 33: 13-19.
- Cook CDK., 1982 - Pollination mechanisms in the Hydrocharitaceae. n: "Studies on Aquatic Vascular Plants", J-J Symoens, SS Hooper and P Compere, eds, pp. 1-15, Royal Bot. Society of Belgium, Brussels
- Cooke G. D., Welch E.B., Peterson S.A. and Newroth P. R., 1986 - Lake and reservoir restoration. In: Spicer K.W. & Catling P.M., 1988 - The biology of Canadian weeds, 88. *Elodea canadensis* Michx. Can. J. Plant Sci. 68: 1035-1051.
- Cross D. G., 1969 - Aquatic weed control using Grass Carp. J. Fish Biol. 1: 27-30.
- Csurhes S. & Edwards R., 1998 - Potential Environmental Weeds in Australia: Candidate Species for Preventative Control. Environment Australia.
- DAISIE, 2009 – Handbook of Alien Species in Europe. Invading nature: Springer series in invasion ecology 3.399 pp.
- Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S. & Vust M., 2015 - Guide des milieux naturels de Suisse. Rossolis, Bussigny, 3e édition: 435 p.
- Den Hartog C. & Segal S., 1964 – A new classification of the water plant communities. Acta Bot. Neerl., Leiden, 13:367-393.
- Desfayes M., 1995 – Appunti floristici sulle acque del Trentino e territori e circostanti. Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Arch., St., Sc., nat., Rovereto, 10(1994):223-248.
- Di Nino F., Muller S., Thiébaud G., 2005 - Response of *Elodea Nuttallii* (Planch.) H. St. John to manual harvesting in the north-east of France: in Josefsson, M., 2011 - NOBANIS - Invasive Species Fact Sheet – *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii* and *Elodea callitrichoides* – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), Date of access x/x/201x.
- Diba N.J., Naz S., & Azam SMGG., 2012 – *Chara contraria* Braun ex Kütz. (Characeae): A new record for Bangladesh, Algological Studies 141, p.3-9
- Eakin HL. & Barko JW, 1995 - Evaluation of the effect of benthic barrier placement on sediment physical and chemical conditions. In: Caffrey JM., Millane M., Evers S., Moran H., Butler M., 2010 - A novel approach to aquatic weed control and habitat restoration using biodegradable jute matting. Aquatic Invasions Volume 5, Issue 2:123-129
- Erhard D. & Gross E. M., 2006 - Allelopathic activity of *Elodea canadensis* and *Elodea nuttallii* against epiphytes and phytoplankton. Aquatic Botany 85 pp. 203-211.
- Espinosa-Rodríguez C. A., Valencia-del Toro G., Sarma S.S.S., Nandini S., 2016 - Allelopathic activity and chemical analysis of crude extracts from the macrophyte *Egeria densa* on selected phytoplankton species. International Allelopathy Foundation, Rohtak, India, Allelopathy Journal, 2016, 37, 1, pp 147-160.

Fowler M. C. & Robson T. O., 1978 - The effects of the food preferences and stocking rates of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella* Yal.) on mixed plant communities. *Aquatic Bot.* 5:261\*276.

Galasso G. & Banfi E., 2009 – Lombardy, the Italian region invaded most. In: A thematic contribution to the National Biodiversity Strategy. Plant invasion in Italy, an overview. Celesti-Grapow L., Pretto F., Brundu G., Carli E. & Blasi C. (eds). Ministry for the Environment land and Sea Protection, Nature Protection Directorate, Rome: 13.

Galasso G., Conti, F., Peruzzi L., Ardenghi N. M. G., Banfi E., Celesti-Grapow L., Albano A., Alessandrini A., Bacchetta G., Ballelli S., Bandini Mazzanti M., Barberis G., Bernardo L., Blasi C., Bouvet D., Bovio M., Cecchi L., Del Guacchio E., Domina G., Fascetti S., Gallo L., Gubellini L., Guiggi A., Iamónico D., Iberite M., Jiménez-Mejías P., Lattanzi E., Marchetti D., Martinetto E., Masin R. R., Medagli P., Passalacqua N. G., Peccenini S., Pennesi R., Pierini B., Podda L., 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., Wilhelm T. & Bartolucci F. 2018 - An updated checklist of the vascular flora alien to Italy, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, DOI:10.1080/11263504.2018.1441197

Garcia-Murillo P., 2010 – *Potamogeton* L. In: Talavera S., Gallego M.J., Romero Zarco C., & Herrero A. (Eds.) – *Flora Iberica*. Vol. 17. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, pp.64-85.

Gariboldi L., 2008 – Aspetti floristici e vegetazionali dell'area umida in Località Lavorascio. Relazione (Inedita).

Gariboldi L., Gomarasca S., Beghi A., Pandolfi F., Roella V. e Genoni P., 2017 - *Elodea nuttallii* (Planch.) H.St.John (Hydrocharitaceae), *Pagine Botaniche*, MSNM.

Ghazala B., Naila B., Shameel M., Shahzad S. and Leghari S.M., 2004 – Phycochemistry and bioactivity of two stonewort algae (Charophyta) of Sindh.

Giacomini V., 1950 – Contributo alla conoscenza della flora lombarda (con osservazioni sistematiche e fitogeografiche. *Atti Ist. Bot. Univ. Lab. Critt. Pavia, Pavia*, s,9(2):129-188.

Gledhill D., 2002 - The names of plants – Third edition, Cambridge University Press

Global Invasive Species Database (GISD) 2015 - Species profile *Lagarosiphon major*. Available from: <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=403> [Accessed 19 May 2018]

Gollasch S., 2006 - *Elodea canadensis* - DAISIE, European Invasive Alien Species Gateway [23 February 2011] [www.europe-alliens.org/pdf/Elodea\\_canadensis.pdf](http://www.europe-alliens.org/pdf/Elodea_canadensis.pdf)

Gomarasca S. & Roella V., 2012 – Ecomorfologia rive delle acque comuni - Campagna 2012 – Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere e Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia Dipartimento di Varese. Arpa Dipartimento di Varese.

Gommes R., 1976-77 - Etude ecologique des métaux lourdes chez les hydrophytes macrophytes des bassins méridionaux du Lac Majeur (Italie): in Guilizzoni P., Galanti G., Muntau H., 1989 – The aquatic macrophytes of Lake Maggiore species composition, spatial distribution and heavy metal concentrations in tissue. – *Mem.Ist.Ital. Idrobiol.* 46: 235-260.

Govaerts R., 2018 (eds.) - For a full list of reviewers see <http://apps.kew.org/wcsp/compilersReviewers.do> 2018 - WCSP: World Checklist of Selected Plant Families (version Aug 2017). In: Roskov Y., Abucay L., Orrell

T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds. (2018). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 28 th March 2018. Digital resource at [www.catalogueoflife.org/col](http://www.catalogueoflife.org/col). Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.

Guilizzoni P., Galanti G. e Muntau H., 1989 – The aquatic macrophytes of Lake Maggiore species composition, spatial distribution and heavy metal concentrations in tissue. *Mem.Ist.Ital. Idrobiol.* 46: 235-260.

Hofstra D. E. & Clayton J. S. 2001 - “Evaluation of Selected Herbicides for the Control of Exotic Submerged Weeds in New Zealand: I. The Use of Endothall, Triclopyr and Dichlobenil”. *J. Aquat. Plant Manage*, 39: 20-24.

Howard-Williams C. & Davies J., 1988 – The invasion of Lake Taupo by the submerged water weed *Lagarosiphon major* and its impact on the native flora. *DSIR Science, New Zealand Journal of Ecology* 11.

Info Flora, 2013 - *Elodea nuttallii*, *E. canadensis* – Centro nazionale dei dati e delle informazioni sulla flora svizzera, [www.infoflora.ch](http://www.infoflora.ch)

IPANE, 2018 - *Egeria densa* - The University of Georgia - Centro per le specie invasive e la salute degli ecosistemi - [https://www.eddmaps.org/ipane/ipanespecies/aquatics/Egeria\\_densa.htm](https://www.eddmaps.org/ipane/ipanespecies/aquatics/Egeria_densa.htm)

ISPRA, 2011 - Sostanze prioritarie per il monitoraggio dei prodotti fitosanitari nelle acque - aggiornamento 2011, Manuali e linee guida, 74/2011.

ISPRA, 2016 - Rapporto nazionale pesticidi nelle acque dati 2013-2014 – Rapporti, 244/2016.

Iwan Jones J., Eaton J. W., Hardwick K., 1993 - Physiological Plasticity in *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John. *J. Aquat. Plant Manage*, 31: 88-94.

James CS, Eaton JW, Hardwick K, 1999 - Competition between three submerged macrophytes, *Elodea canadensis* Michx, *Elodea nuttallii* (Planch.) St John and *Lagarosiphon major* (Ridl.) Moss. *Hydrobiologia*, 415:35-40.

Johnson R. L. & B. Blossey, 2002 - Eurasian watermilfoil: in Baars J., R, Cotzee, Martin G., Hill M. P., Caffrey J.M., 2010 – Natural enemies from South Africa for biological control of *Lagarosiphon Major* (Ridl.) Moss & Wager. *Hydrobiologia* 656:149-158.

Josefsson M., 2011 - NOBANIS - Invasive Species Fact Sheet – *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii* and *Elodea callitrichoides* – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), Date of access x/x/201x.

Kaplan Z. & Štěpánek J., 2003 – Genetic variation within and between populations of *Potamogeton pusillus* agg. *Plant Syst. Evol.* 239: 95-112.

Kaplan Z. & Wiegleb G., 1998 – An Account of the Species of *Potamogeton* L. (Potamogetonaceae). *Folia Geobotanica* 33:241-316.

Kaplan Z., 2002 – Phenotypic Plasticity in *Potamogeton* (Potamogetonaceae). Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic.

Kaplan Z., 2008 – A Taxonomic Revision of *Stuckenia* (Potamogetonaceae) in Asia, with Notes on the Diversity and Variation of the genus on a Worldwide Scale. Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic.

Kasselmann, C., 1995 - Aquarienpflanzen: in Ramey V, 2001 – *Lagarosiphon major* – Università della Florida / IFAS Center for Aquatic and Invasive Plants – website: <https://plants.ifas.ufl.edu/plant-directory/lagarosiphon-major/90/>

Klinkenberg B., 2017 -E-Flora BC: Atlante elettronico delle piante della British Columbia [eflora.bc.ca]. Laboratorio di Analisi Spaziale Avanzata, Dipartimento di Geografia, Università della British Columbia, Vancouver.

Lafontaine R.-M., Beudels-Jamar R.C., Delsinne T., Robert H., 2013 - Risk analysis of the Curly Waterweed *Lagarosiphon major* (Ridley) Moss. - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium from the Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 57 p.

Landolt E., 1977 - Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora, Veeoffentlichungen des Geobotan. Inst. der eidg.Techn. Hochschule Rubel Zurich.

Landolt E., Bäumler B., Ehrhardt A., Hegg. O., Klötzli F., Lämmler W., Nobis M., Rudmann-maurer K., Schweingruber F.H., Theurillat J.-P., Urmi E., Vust M., Wohlgemuth T., 2010, – Flora indicativa. Ecological indicator values and biological attributes of the flora of Switzerland and the Alps. Haupt, Bern.

Larson D. 2003 - Predicting the threats to ecosystem function and economy of alien vascular plants in freshwater environments, SLU, Rapport 2003:7

Larson D. & Willén E., 2006 - Främmande och invasionsbelägna arter I Sverige: in Josefsson, M., 2011 - NOBANIS - Invasive Species Fact Sheet – *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii* and *Elodea callitrichoides* – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), Date of access x/x/201x.

Lechowicz, M.J. & Adams M.S., 1975. A note on aquatic macrophytes in Lake Maggiore. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 32: 49-55.

Ludovisi A., Pandolfi P. & Taticchi, 2004 – A proposed framework for the identification of habitat utilization patterns of macrophytes in River Po catchment basin lake (Italy). Hydrobiologia, 523:87-101.

Macchi P., 2005 - La flora della provincia di Varese. Catalogo delle piante vascolari – Provincia di Varese

Martin G.D., Coetzee J-A, 2014 – Competition Competition between two aquatic macrophytes, *Lagarosiphon major*(Ridley) Moss (Hydrocharitaceae) and *Myriophyllum spicatum* Linnaeus (Haloragaceae) as influenced by substrate sediment and nutrients. Aquatic Botany 114: 1– 11.

Martini F., Bona E., Federici G., Fenaroli F.& Perico G., 2012 - Flora vascolare della Lombardia centro-orientale. 1 Parte generale. Trieste: Ed. LINT.

Mason R. 1964 - Identificazione di piante acquatiche in Nuova Zelanda. Pagine 229-250 in Atti del 17 New Zealand Weed and Pest Control Conference.

- McConnachie A. J., Hill M. P. & Byrne M. J., 2004 - Field assessment of a frond-feeding weevil, a successful biological control agent of red waterfern, *Azolla filiculoides*, in southern Africa. *Biological Control* 29:326–331.
- McGregor P. G. & Gourlay H., 2002. Assessing the prospects for biological control of *Lagarosiphon major* (Hydrocharitaceae). DOC Science Internal Series 57. Department of Conservation, Wellington: 14 pp.
- Mielecki M. & Peiczynska E., 2005. The influence of fragmentation on the growth of *Elodea canadensis* Michx. in different light conditions. *Polish Journal of Ecology* 53:155-164.
- Morabito G., 2009 - Gestione e recupero degli ecosistemi lacustri – PaneLE2 - Scienza dell’Ambiente – Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, CNR.
- Morabito G., 2016 – Ricerche sull’evoluzione del Lago Maggiore, Aspetti Limnologici. CIP AIS, Programma triennale 2016-2018.
- National Heritage Trust., 2003 - *Lagarosiphon (Lagarosiphon major)* Guida alla gestione delle infestanti. Dipartimento Ambiente e Patrimonio e CRC per Australian Weed Management.
- Nault M.E. & Mikulyuk A., 2009 - “African *Elodea (Lagarosiphon major)* A Technical Review of Distribution, Ecology, Impacts, and Management”. Wisconsin Dept. of Natural Resources PUB-SS1050, Madison, Wisconsin, USA.
- O’Grady MF., Kelly M., O’Reilly S., 2009 - Brown trout in Ireland. *Irish Freshwater Fisheries Ecology and Management Series: Number 6*. In: Caffrey JM., Millane M., Evers S., Moran H., Butler M., 2010 - A novel approach to aquatic weed control and habitat restoration using biodegradable jute matting. *Aquatic Invasions Volume 5, Issue 2:123-129*
- Oggioni A., 2010 – PALMa, Piante Acquatiche Lago Maggiore – CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi.
- Osservatorio Regionale Biodiversità, 2018 – Scheda *Lagarosiphon major* (Ridley) Moss – peste d’acqua arricciata. [www.biodiversità.lombardia.it](http://www.biodiversità.lombardia.it) (pdf. gennaio,2018)
- Parochetti J., Arsenovic M., Getsinger K., Stubbs D., Haller W., 2008 - Addressing the need for herbicides for aquaticweeds in irrigation water in the US. *Outlooks on Pest Management*, June 2008.
- Pignatti S., 1980 – Reflections on the phytosociological approach and the epistemological basis of vegetation science. *Vegetatio* 42: 181-185.
- Pignatti S., 1982 – *Flora d’Italia – Edagricole*, Bologna.
- Pignatti S., 1994 – *Ecologia del paesaggio*. Utet, Torino.
- Pignatti S., 2017 – *Flora d’Italia vol. I – Edagricole*, Bologna.
- Pirola A., 1970 - *Elementi di fitosociologia*, Ed. Clueb, Bologna.
- Preston C.D., 1995 - *Pondweeds of Great Britain and Ireland – BSBI Handbook No 8*
- Ramey V., 2001 – *Lagarosiphon major* – Università della Florida / IFAS Center for Aquatic and Invasive Plants – website: <https://plants.ifas.ufl.edu/plant-directory/lagarosiphon-major/90/>

Ratray MR, Howard-Williams C., Brown JMA., 1991 - The photosynthetic and growth rate responses of two freshwater angiosperms in lakes of different trophic status: Responses to light and dissolved inorganic carbon. *Freshwater Biol.* 25:399-407.

Ratray MR, Howard-Williams C., Brown JMA., 1994 - Rates of early growth of propagules of *Lagarosiphon major* and *Myriophyllum triphyllum* in lakes of differing trophic status. *New Zealand J. Marine Freshwater Res.* 28:235-241

Regione Lombardia, 2010 - Flora e piccola fauna protette in Lombardia. CFA della Regione Lombardia.

Regione Piemonte, 2017 - D.G.R. 12 giugno 2017, n. 33-5174 - Aggiornamento degli elenchi delle specie vegetali esotiche invasive del Piemonte approvati con DGR 23-2975 del 29 febbraio 2016 e approvazione del documento "Linee Guida per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali nell'ambito di cantieri con movimenti terra e interventi di recupero e ripristino ambientale". Bollettino Ufficiale n. 26 del 29/06/2017.

RLCN 2013 - 9.3.1.1.1 Regolamento della legge cantonale sulla protezione della natura. <https://m3.ti.ch/CAN/RLLeggi/public/index.php/raccolta-leggi/idLegge/1884>

Roella V. & Elvio F., 2011 - Ecomorfologia rive delle acque comuni – Campagna 2011 - Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere e Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia Dipartimento di Varese. Arpa Dipartimento di Varese.

Rolland T., 1995 - Approche écophysiological du rôle de l'azote ammoniacal dans la répartition de deux macrophytes aquatiques, *Elodea canadensis* Michx. et *Elodea nuttallii* St. John. Impact sur l'Activité Nitrate Reductase et l'Activité Photosynthétique: in Thèse de Doct., Strasbourg, 1-303.

Rolland T., Robach F., Tremolieres M., Dester S., 1995 – L'Activité Nitrate Réductase chez les plantes aquatiques: un outil biologique du suivi de la contamination ammoniacale. In Marqueurs biologiques de Pollution, 21-22 septembre 1995, Chinon, 189-199.

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. (Eds.), 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.

Rowe D.K. & Schipper C.M., 1985 - An assessment of the impact of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in New Zealand waters. N.Z. Ministry of Agriculture and Fisheries Environmental Report 58: 1-177.

Sakayama H., Kasai F., Watanabe M.M., Kawachi M., Shigyo M., Nishihiro J., Washitani I., Krienitz L. and Motomi I., 2009 – Taxonomic reexamination of *Chara globularis* (Charales, Charophyceae) from Japan based on oospore morphology and rbcL gene sequences, and the description of *C. leptospora* sp. Nov. – *J. Phycol.* 45, 917-927

Sand-Jensen K., 2000 - An introduced vascular plant – the Canadian waterweed (*Elodea canadensis*). In: Weidema, I. (ed.). 2000 Introduced species in the Nordic countries. NordTema 2000:13 pp. 96-100.

Schmieder K., 1998 - Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967: in Erhard D., Gross E. M., 2006 - Allelopathic activity of *Elodea canadensis* and *Elodea nuttallii* against epiphytes and phytoplankton. *Aquatic Botany* 85 pp. 203-211.

Schoenenberger N., Röthlisberger J. e Carraro G., 2014 - La flora esotica del Cantone Ticino (Svizzera), Bollettino della Società ticinese di scienze naturali - 102, 2014, p. 13-30.

Schutz L.J.C., 2007. Insect communities associated with three submerged aquatic macrophytes, with emphasis on the phytophagous species. MSc. In Baars J., R, Cotzee, Martin G., Hill M. P., Caffrey J.M., 2010 – Natural enemies from South Africa for biological control of *Lagarosiphon Major* (Ridl.) Moss & Wager. Hydrobiologia 656:149-158.

Schwarz AM, oward-Willimas C., 1993 - Aquatic weed-bed structure and photosynthesis in two New Zealand lakes. Aquatic Bot. 46: 263-281.

Scoppola A. & Spampinato G., 2005 - Atlante delle specie a rischio di estinzione, CD a cura di: Min. Amb. E Tut. Del Territorio, DPN Dir. Prot. Natura.

Segretariato tecnico CIP AIS, 2016 – Pannello di controllo del Lago Maggiore, 2016 – Commissione Internazionale Per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere, Torino.

Selvaggi A., Soldano A., Pascale M., Dellavedova R. (EDS.) 2016 – Note floristiche Piemontesi n. 706-773. Rivista piemontese di St.Naturale, 37: 327-363.

Sheppard A. W., Shaw R. H. & Sforza R., 2005. Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. Weeds Research 46: 93–117.

Simpson D.A., 1988 - Phenotypic plasticity of *Elodea nuttallii* (Planch.) H.St.Jonh and *Elodea canadensis* in the British Isles, Watsonia, London, 17(2):121-132.

Simpson D.A., 1990 - Displacement of *Elodea canadensis* Michx by *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St John in the British Isles. Watsonia 18: 173–177.

Spicer K.W. & Catling P.M., 1988 - The biology of Canadian weeds, 88. *Elodea canadensis* Michx. Can. J. Plant Sci. 68: 1035-1051.

Stace C., 2010 – New Flora of the British Isles Third Edition – Cambridge University press.

Strickland R.R., Harding J.S., Shearer K.A., 2000 - Biology of Lake Dunstan. Prepared for Contact Energy Ltd. Cawthron Report No. 563.

Symoens J.J., Triest L., 1983 - Monograph of the African genus *Lagarosiphon Harvey* (Hydrocharitaceae). Bull. Jard. Bot. Nat. 53, 441–488.

The University of Queensland, 2011 - *Lagarosiphon major* Fact Sheet. Special edition of Environmental Weeds of Australia for Biosecurity Queensland.

Thiébaud G., Gillard M., Deleu C., 2016 - Growth, regeneration and colonisation of *Egeria densa* fragments: the effect of autumn temperature increases. Springer, Dordrecht, Netherlands, Aquatic Ecology, 50, 2, pp 175-185.

Thiébaud G., Rolland T., Robach F., Tremolieres M., Muller S., 1997 – Quelques consequences de l'introduction de deux especes de macrophytes, *Elodea Canadensis* Michaux et *Elodea nuttallii* St. John, dans les ecosystems a quatiques continentaux: exemple de la plaine d'Alsace et des Vosges du Nord (Nord-Est de la France). Bull. Fr. Pêche Piscic. (1997) 344/345: 441 -452.

- Tison J.-M., De Foucault B. (cords), 2014 – Flora Gallica. Flore de France. Biotope, Mèze: 1:196 p.
- Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Moore D. M., Valentine D. H., Walters S. M. & Webb D. A., 1980 - Flora Europaea, 1 ed. Cambridge University Press, Cambridge, 5 (Alismataceae-Orchidaceae).
- UFAM, 2011 – Lista delle specie prioritarie a livello nazionale. Specie prioritarie per la conservazione e la promozione nazionale, stato 2010. Ufficio federale dell’ambiente. Berna. Pratica ambientale n.1103: 132 pag.
- Uotila P., 2009 - Hydrocharitaceae – In: Euro+Med Plantbase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity.
- Urbaniak J., Gabka M., 2014 – Polish Charophytes – An illustrated Guide to Identification. UWP, Wrocław.
- Ussery TA, Eakin HL, Payne BS, Miller AC., Barko JW, 1997 - Effects of benthic barriers on aquatic habitat conditions and macroinvertebrate communities. Journal of Aquatic Plant Management 39: 69-73.
- Van der Weyer K. & Schmidt C., 2007 -Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz del Landes Brandenburg.
- Vöge M., 1994 - Tauchbeobachtungen in Siedlungsgewässern von *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John: Erhard D., Gross E. M., 2006 - Allelopathic activity of *Elodea canadensis* and *Elodea nuttallii* against epiphytes and phytoplankton. Aquatic Botany 85 pp. 203-211.
- Wager V.A., 1927 - The structure and life history of the South African Lagarosiphons. Transactions of the Royal Society of South Africa 16: 191-212. Questa pagina web è stata creata nel giugno 2001 da Victor Ramey.
- Wisconsin Department of Natural Resources, 2012 - Endothall Chemical Fact Sheet, <http://dnr.wi.gov/lakes/plants/factsheets/EndothallFactsheet.pdf>
- Woodfield R., 2006 - Invasive seaweed threatens California’s coastline-an update. Ballast Exc. 6, 10- 11.

#### Siti internet consultati

- Wikipedia.org
- [www.actaplantarum.org](http://www.actaplantarum.org)
- [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)
- [www.biodiversita.lombardia.it](http://www.biodiversita.lombardia.it)
- [www.europe-aliens.org](http://www.europe-aliens.org);
- [www.info.flora.ch](http://www.info.flora.ch);
- [www.regione.piemonte.it/ambiente/tutela\\_amb/spec\\_bot.pdf-esoticheinvasive.htm](http://www.regione.piemonte.it/ambiente/tutela_amb/spec_bot.pdf-esoticheinvasive.htm)

## Allegato A

### Lista delle specie rinvenute nel Lago Maggiore in base ai censimenti floristici degli ultimi 139 anni

L'elenco floristico sotto riportato è aggiornato anche con i dati dell'ultimo censimento eseguito nel presente progetto (Tabella 2; Tabella 3).

Tabella A.1. Lista delle specie rinvenute nel Lago Maggiore dal 1878 al 2017. NB. Nella lista floristica sopra riportata sono state omesse tutte le specie di dubbia determinazione o con indicazioni generiche, come ad esempio *Callitriche* sp., *Sparganium* cf. *minimum*, *Typha* sp., *Chara* sp. e *Ranunculus* spp., rinvenute nei vari lavori presi in considerazione. Le specie esotiche sono evidenziate con il colore rosso.

Genere-Specie	Sinonimo	Famiglia		Censimenti 1878-1950 (*)	Censimenti 1951-2000 (*)	Censimenti 2001-2017 (*)
<i>Alisma lanceolatum</i> With.		ALISMATACEAE			X	
<i>Alisma plantago-</i> <i>aquatica</i> L.		ALISMATACEAE			X	
<i>Baldellia</i> <i>ranunculoides</i> (L.) Parl.		ALISMATACEAE			X	
<i>Lemna gibba</i> L.		ARACEAE			X	
<i>Lemna minor</i> L.		ARACEAE			X	X
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.		ARACEAE				X
<b><i>Impatiens</i> <i>glandulifera</i> Royle</b>		BALSAMINACEAE			X	
<i>Myosotis laxa</i> Lehm. subsp. <i>cespitosa</i> (Schultz) Hyl. ex Nordh.	<i>Myosotis</i> <i>cespitosa</i> Schultz	BORAGINACEAE			X	
<i>Nasturtium</i> <i>officinale</i> R.Br.		BRASSICACEAE			X	
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser		BRASSICACEAE			X	X
<i>Ceratophyllum</i> <i>demersum</i> L.		CERATOPHYLLACEAE		X	X	X
<i>Ceratophyllum</i> <i>submersum</i> L.		CERATOPHYLLACEAE			X	
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.		CYPERACEAE				X
<i>Carex elata</i> All. subsp. <i>elata</i>		CYPERACEAE				X
<i>Carex</i> <i>pseudocyperus</i> L.		CYPERACEAE			X	X
<i>Cyperus fuscus</i> L.		CYPERACEAE				X
<i>Cyperus michelianus</i> (L.) Delile		CYPERACEAE				X
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.		CYPERACEAE			X	X
<b><i>Eleocharis</i> <i>atropurpurea</i> (Retz.) J.Presl &amp; C.Presl</b>		CYPERACEAE			X	

Genere-Specie	Sinonimo	Famiglia		Censimenti 1878-1950 (*)	Censimenti 1951-2000 (*)	Censimenti 2001-2017 (*)
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult. subsp. <i>palustris</i>		CYPERACEAE			X	
<i>Eleocharis uniglumis</i> (Link) Schult.		CYPERACEAE			X	
<i>Fimbristylis annua</i> (All.) R. & S.	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	CYPERACEAE		X		
<i>Schoenoplectiella supina</i> (L.) Lye	<i>Schoenoplectus supinus</i> (L.) Palla; <i>Cyperus supinus</i> (L.) Missbach & E.H.L. Krause	CYPERACEAE			X	X
<i>Schoenoplectiella mucronata</i> (L.) J.Jung & H.K.Choi	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> (L.) Palla	CYPERACEAE			X	
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	<i>Scirpus lacustris</i> L.	CYPERACEAE			X	X
<i>Schoenoplectus triqueter</i> (L.) Palla		CYPERACEAE			X	
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	<i>Scirpus holoschoenus</i> L.; <i>Holoschoenus australis</i> (L.) Rchb.	CYPERACEAE				X
<i>Elatine hexandra</i> (Lapierre) DC.		ELATINACEAE			X	X
<i>Elatine hydro Piper</i> L.		ELATINACEAE		X	X	X
<i>Equisetum palustre</i> L.		EQUISETACEAE			X	
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC.		HALORAGACEAE			X	
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.		HALORAGACEAE		X	X	X
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.		HALORAGACEAE			X	
<b><i>Egeria densa</i> Planch.</b>	<i>Elodea densa</i> (Planch.) Caspary	HYDROCHARITACEAE		X	X	X
<b><i>Elodea canadensis</i> Michx.</b>		HYDROCHARITACEAE		X	X	X
<b><i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John</b>		HYDROCHARITACEAE				X
<i>Hydrocharis morsus- ranae</i> L.		HYDROCHARITACEAE			X	
<b><i>Lagarosiphon major</i> (Ridl.) Moss</b>		HYDROCHARITACEAE		X	X	X
<i>Najas major</i> All.	<i>Najas marina</i> auct., non L.; <i>Najas marina</i> var. <i>intermedia</i>	HYDROCHARITACEAE		X	X	X

Genere-Specie	Sinonimo	Famiglia		Censimenti 1878-1950 (*)	Censimenti 1951-2000 (*)	Censimenti 2001-2017 (*)
	(Wolfg. ex Gorski) Rendle					
<i>Najas minor</i> All.		HYDROCHARITACEAE				X
<i>Vallisneria spiralis</i> L.		HYDROCHARITACEAE			X	X
<i>Limniris pseudacorus</i> (L.) Fuss	<i>Iris pseudacorus</i> L.	IRIDACEAE			X	X
<i>Isoetes echinospora</i> Durieu		ISOETACEAE		X	X	
<i>Juncus capitatus</i> Weigel		JUNCACEAE			X	
<i>Juncus effusus</i> L.		JUNCACEAE			X	
<i>Lycopus europaeus</i> L.		LAMIACEAE				X
<i>Utricularia vulgaris</i> L.		LENTIBULARIACEAE			X	
<b><i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell</b>		LINDERNIACEAE				X
<i>Lindernia procumbens</i> (Krocker) Philcox	<i>Lindernia palustris</i> Hartmann; <i>Lindernia pyxidaria</i> All.	LINDERNIACEAE			X	
<i>Lythrum salicaria</i> L.		LYTHRACEAE				X
<i>Trapa natans</i> L.		LYTHRACEAE		X	X	X
<i>Nymphoides peltata</i> (Gmelin) O. Kuntze		MENYANTHACEAE			X	
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.		NYMPHACEAE			X	
<i>Nymphaea alba</i> L.		NYMPHACEAE			X	
<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliott		ONAGRACEAE			X	
<i>Callitriche brutia</i> Petagna	<i>Callitriche hamulata</i> Kuetz.; <i>Callitriche pedunculata</i> D.C.	PLANTAGINACEAE		X	X	
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtn.		PLANTAGINACEAE		X	X	
<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall		PLANTAGINACEAE			X	
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.		PLANTAGINACEAE			X	
<i>Gratiola officinalis</i> L.		PLANTAGINACEAE				X
<i>Hippuris vulgaris</i> L.		PLANTAGINACEAE			X	X
<i>Littorella uniflora</i> (L.) Asch.	<i>Littorella lacustris</i> L.	PLANTAGINACEAE		X	X	X
<i>Veronica anagallis- aquatica</i> L. subsp. <i>anagallis-aquatica</i>		PLANTAGINACEAE			X	
<i>Veronica beccabunga</i> L.		PLANTAGINACEAE			X	

Genere-Specie	Sinonimo	Famiglia		Censimenti 1878-1950 (*)	Censimenti 1951-2000 (*)	Censimenti 2001-2017 (*)
<i>Phalaris arundinacea</i> L. subsp. <i>arundinacea</i>	<i>Phalarioides arundinacea</i> L.; <i>Typhoides arundinacea</i> (L.) Moench	POACEAE			X	X
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. subsp. <i>australis</i>		POACEAE			X	X
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre	<i>Polygonum amphibium</i> L.	POLYGONACEAE			X	
<i>Persicaria maculosa</i> Gray	<i>Polygonum persicaria</i> L.	POLYGONACEAE			X	
<i>Groenlandia densa</i> (L.) Fourr.		POTAMOGETONACEAE			X	
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber		POTAMOGETONACEAE			X	X
<i>Potamogeton crispus</i> L.		POTAMOGETONACEAE		X	X	X
<i>Potamogeton lucens</i> L.		POTAMOGETONACEAE			X	X
<i>Potamogeton natans</i> L.		POTAMOGETONACEAE			X	
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.		POTAMOGETONACEAE			X	X
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.		POTAMOGETONACEAE		X	X	X
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	<i>Potamogeton panormitanus</i> Biv.	POTAMOGETONACEAE		X	X	X
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. Et Schl.		POTAMOGETONACEAE				X
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	POTAMOGETONACEAE				X
<i>Zannichellia palustris</i> L.		POTAMOGETONACEAE		X	X	X
<i>Hottonia palustris</i> L.		PRIMULACEAE			X	X
<i>Ranunculus aquatilis</i> L.		RANUNCULACEAE			X	
<i>Ranunculus baudotii</i> Godr.		RANUNCULACEAE			X	
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.		RANUNCULACEAE			X	
<i>Ranunculus lingua</i> L.		RANUNCULACEAE			X	
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank		RANUNCULACEAE			X	
<i>Ranunculus penicillatus</i> (Dumort.) Bab.		RANUNCULACEAE			X	
<i>Ranunculus reptans</i> L.		RANUNCULACEAE			X	X
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.		RANUNCULACEAE			X	

Genere-Specie	Sinonimo	Famiglia		Censimenti 1878-1950 (*)	Censimenti 1951-2000 (*)	Censimenti 2001-2017 (*)
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix		RANUNCULACEAE			X	X
<i>Limosella aquatica</i> L.		SCROPHULARIACEAE			X	
<i>Sparganium emersum</i> Rehm.	<i>Sparganium simplex</i> Huds. subsp. <i>fluitans</i> (Gren. & Godr.) Arcang.	TYPHACEAE			X	
<i>Sparganium erectum</i> L.	<i>Sparganium ramosum</i> Huds., nom. illeg.	TYPHACEAE			X	
<i>Sparganium microcarpum</i> (Neuman) Čelak.	<i>Sparganium erectum</i> L. subsp. <i>microcarpum</i> (Neuman) Domin	TYPHACEAE			X	
<i>Typha latifolia</i> L.		TYPHACEAE				X
<b>Macroalghe</b>						
<i>Chara delicatula</i> Desvaux		CHARACEAE		X	X	X
<i>Chara globularis</i> J.L.Thuiller	<i>Chara fragilis</i> Desvaux	CHARACEAE			X	X
<i>Chara vulgaris</i> L.		CHARACEAE				X
<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. Agardh		CHARACEAE			X	X
<i>Nitella opaca</i> (C.Agardh ex Bruzelius) C.Agardh		CHARACEAE			X	X
<b>Muschi</b>						
<i>Octodicerias fontanum</i> (Bach. Pyl.) Lindb.	<i>Fissidens fontanus</i> (Bach. Pyl.) Steud.	FISSIDENTACEAE			X	
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.		FONTINALACEAE			X	X
<i>Amblystegium riparium</i> (Hedw.) Schimp.		AMBLYSTEGIACEAE			X	
<b>Epatiche</b>						
<i>Riccia fluitans</i> L.		RICCIACEAE			X	

(\*) Bibliografia consultata per i censimenti

dal 1878 al 1950: Macchi (2005; segnalazione del 1878), Schröter & Wilczek (1904) e Koch (1950).

dal 1951 al 2000: Guilizzoni e Galanti (1989), Oggioni (2010), Macchi (2005), Ludovisi et al. (2014).

dal 2001 al 2017: Gariboldi (2008), Oggioni (2010), Roella e Elvio (2011), Gomarasca et al. (2012); Brusa (2016); Selvaggi et al. (2016); Gariboldi et al. (2017).

## Allegato B

### Aspetto e caratteri diagnostici

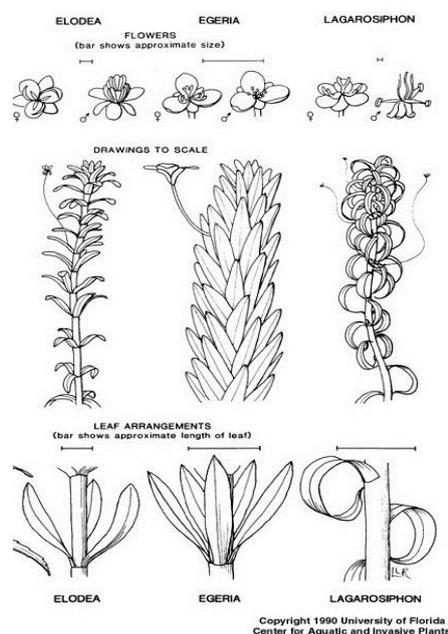


Figura B.1. Hydrocaritaceae esotiche a confronto: Iconografia (da Università della florida – modificata); foto UO CRLMBAS, da sinistra a destra: fg di *L. major* (apice), fg di *E. canadensis*, fg di *E. nuttallii*.

Tabella B.1. Caratteri distintivi delle 4 specie esotiche del Lago Maggiore

SPECIE	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Elodea canadensis</i>	<i>Egeria densa</i>	<i>Lagarosiphon major</i>
<b>Aspetto</b>	esile	robusto	grande e robusto	robusto, tubuloso
<b>colore</b>	verde chiaro	verde scuro	verde scuro brillante	verde scuro, lucido
<b>Foglie</b>	sottili e ritorte a elica (talvolta arcuato-arricciate a simulare <i>L. major</i> , ma corte), larghe meno di 1,75 mm, oppure secondo Simpson (1988), $0.4 \pm 0.02$ mm (misura da prendere 0.5 mm sotto l'apice)	un po' arcuate, rigidette, larghe più di 1,75 mm, oppure secondo Simpson (1988) $1.1 \pm 0.03$ mm (misura da prendere 0.5 mm sotto l'apice)	Grandi (più larghe e più lunghe di <i>Elodea</i> ), piane	arcuato-arricciate
<b>Disposizione fg sul fusto</b>	verticillate a 3(4), con internodi lunghi rispetto <i>E. canadensis</i>	verticillate a 3(4)	verticillate a 4-6	spirale nella parte inferiore
<b>Margine foglie</b>	leggermente denticolate	leggermente denticolate	leggermente denticolate	non denticolate
<b>Apice fg</b>	da strettamente acuto (o acuto-apiculato) ad acuminato	da largamente acuto a ottuso	subacuto-ottuso	acuto
<b>Fiori</b>	Piccoli, violetti, solo individui femminili	Piccoli, biancastri-lilla, solo individui femminili	grandi, bianchi, solo individui maschili	Piccoli, bianchi o rosati, solo individui femminili



campeonato	Data	Codice aree portuali	luogo	comune	Nai_min	Nai_maj	Pot_per	Pot_pus	Pot_pec	Myr_spi	Val_spi	Cer_dem	Tra_nat	Spi_pol	Elo_can	Elo_rut	Lag_maj	Ege_des	Nit_fle	Cha_glo
	20/09	42	Porto lido Cannobio	CANNOBIO			+	+								2			+	
	12/09	43	Porto Riviera Cannero	CANNERO RIVIERA			+			+						3	2			
	20/09	44	Porto Cannero	CANNERO RIVIERA			+	r		+	+	+			+	+	5			
	07/09	45	Porto Pieggio	OGGEBBIO			2										5			
	07/09	46	Pontili ormeggio	GHIFFA		+										5				
	07/09	47	Darsena	GHIFFA		3	4				+									
	07/09	48	Porticciolo Ghiffa	GHIFFA		+				r	3					3	r			
	05/09	49	Porto Suna	VERBANIA		+				r		+								
	05/09	50	Darsena Suna	VERBANIA								r								
	06/09	51	Porto vecchio di Pallanza	VERBANIA		+						5								
	06/09	52	Porto vecchio di Intra	VERBANIA												+				
	06/09	53	Porticciolo canottieri di Intra	VERBANIA		+	+			r							r			
	28/08	54	Porto vicino a Molino di Ripa	BAVENO			3									5				
	30/08	55	Cantiere del Verbano di Augusto Bottagisio & C. Sas	BAVENO						+										
	25/08	56	Officina Lupo - Boat Service	STRESA			5									3				
	25/08	57	Cantiere Vidoli	STRESA		+	4									2				
	25/08	58	Porto Stresa	STRESA							r					+	+			
	28/08	59	Porto Isola Bella - Stresa	STRESA		r														
	28/08	60	Porto Isola dei Pescatori	STRESA			+				4									
	25/08	61	Porto Belgirate	BELGIRATE												4				
	25/08	62	Cantieri Nautici Solcio	LESA			r									4				
		63	Cantiere Motonautica Verbano	ARONA												3				
		64	Cantiere Gestione Navigazione Laghi	ARONA												3	+			
		65	Cantiere All SCAF Yachting club	DORMELLETTO		2					+					2				
		66	Cantiere nautico Santa Lucia	DORMELLETTO													r			
		67	Cantiere nautico Giuseppe Botteselle	DORMELLETTO												5	+			
		68	Yachting center Il Porticciolo	CASTELLETTO SOPRA TICINO							+						5			
		69	Cantiere nautico Magnoler	CASTELLETTO SOPRA TICINO			r				r						5			
		70	C M Cantieri del Lago Maggiore di P Caranchini C Soc A	CASTELLETTO SOPRA TICINO									+							

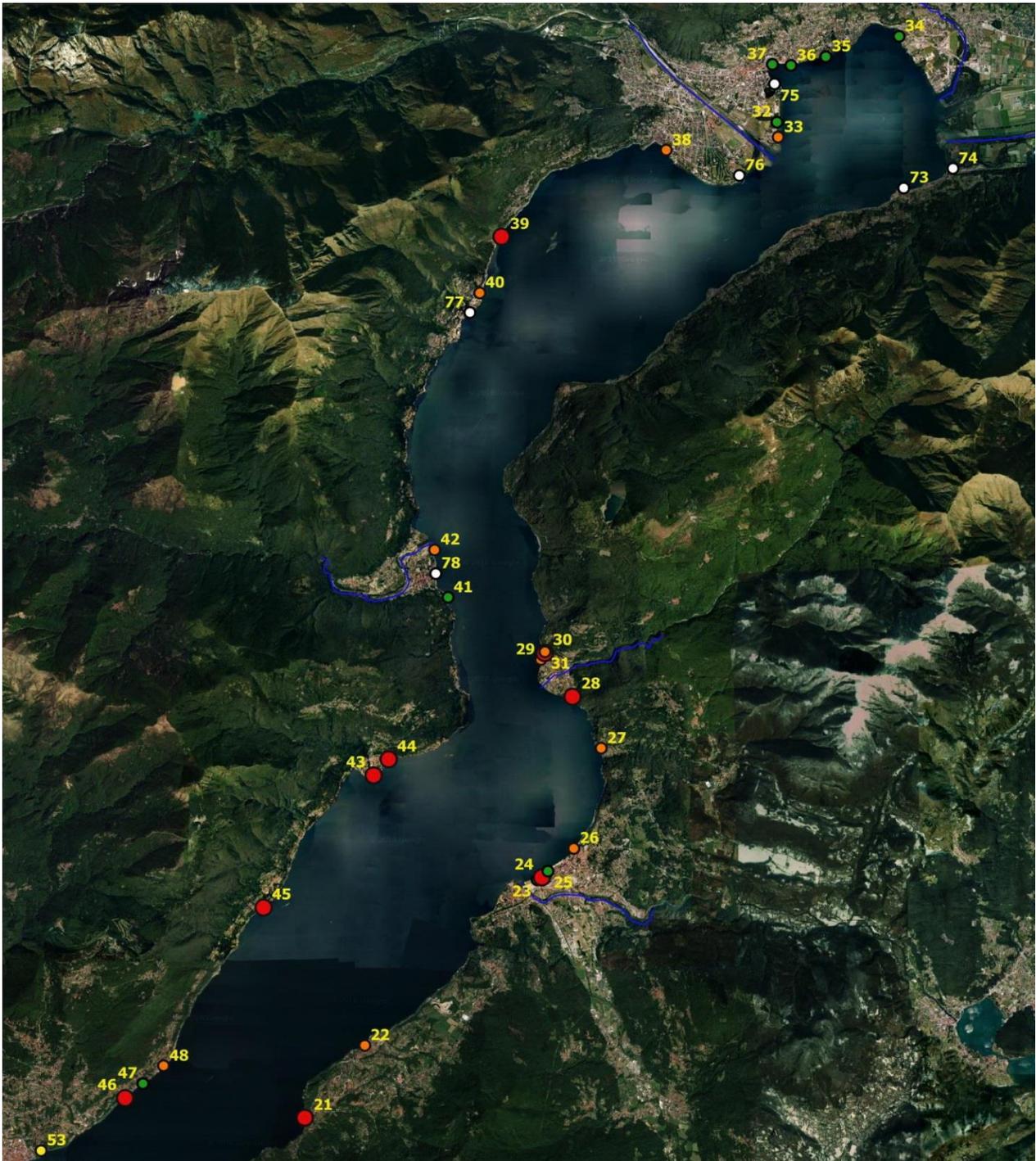


Figura C.1. Carta delle criticità delle aree portuali della parte Nord del lago, dovuta all'invasività delle macrofite esotiche.

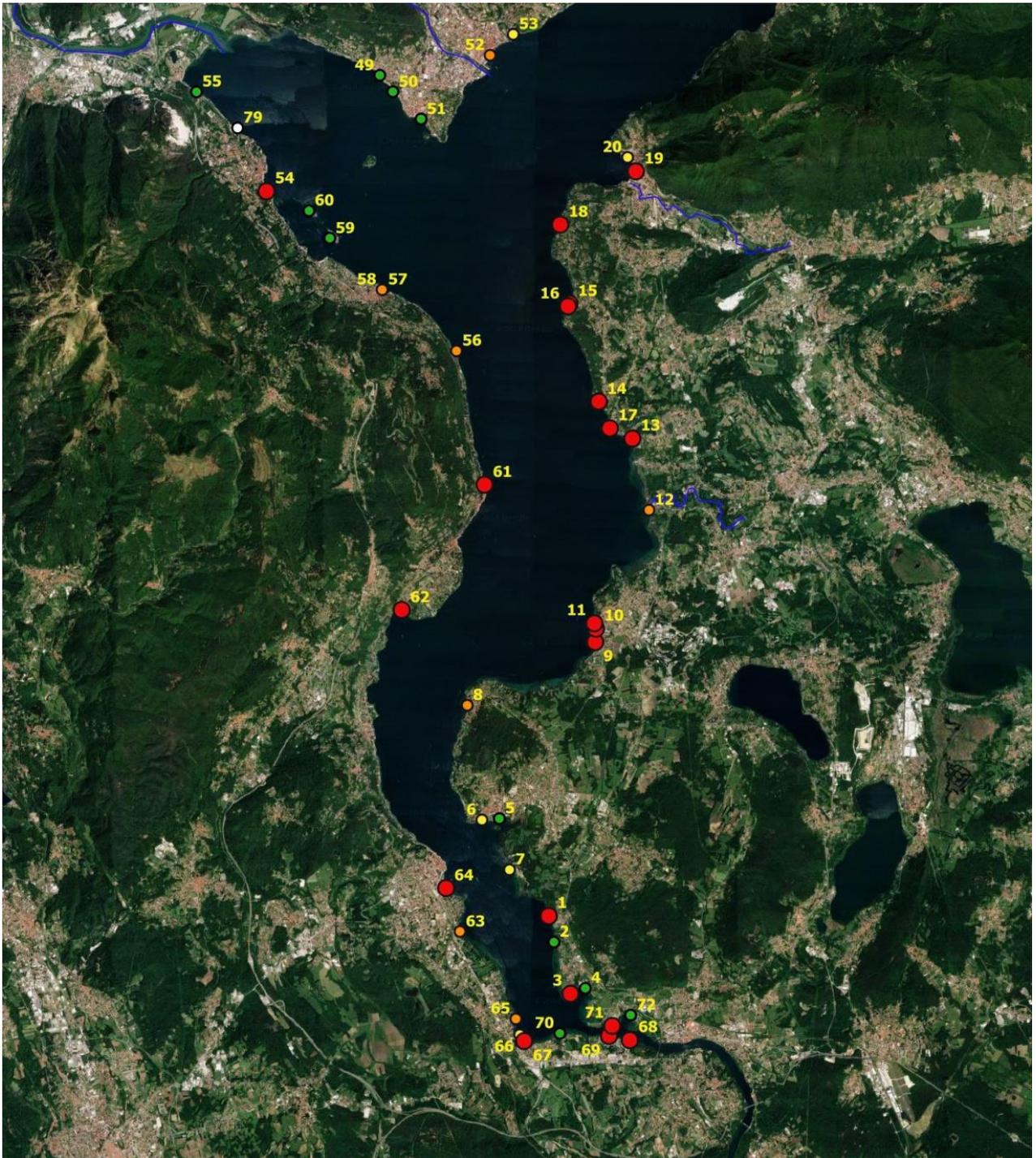


Figura C.2. Carta delle criticità delle aree portuali della parte Sud del lago, dovuta all'invasività delle macrofite esotiche.

## **Allegato D**

### **Localizzazione dei transetti nel censimento 2017**

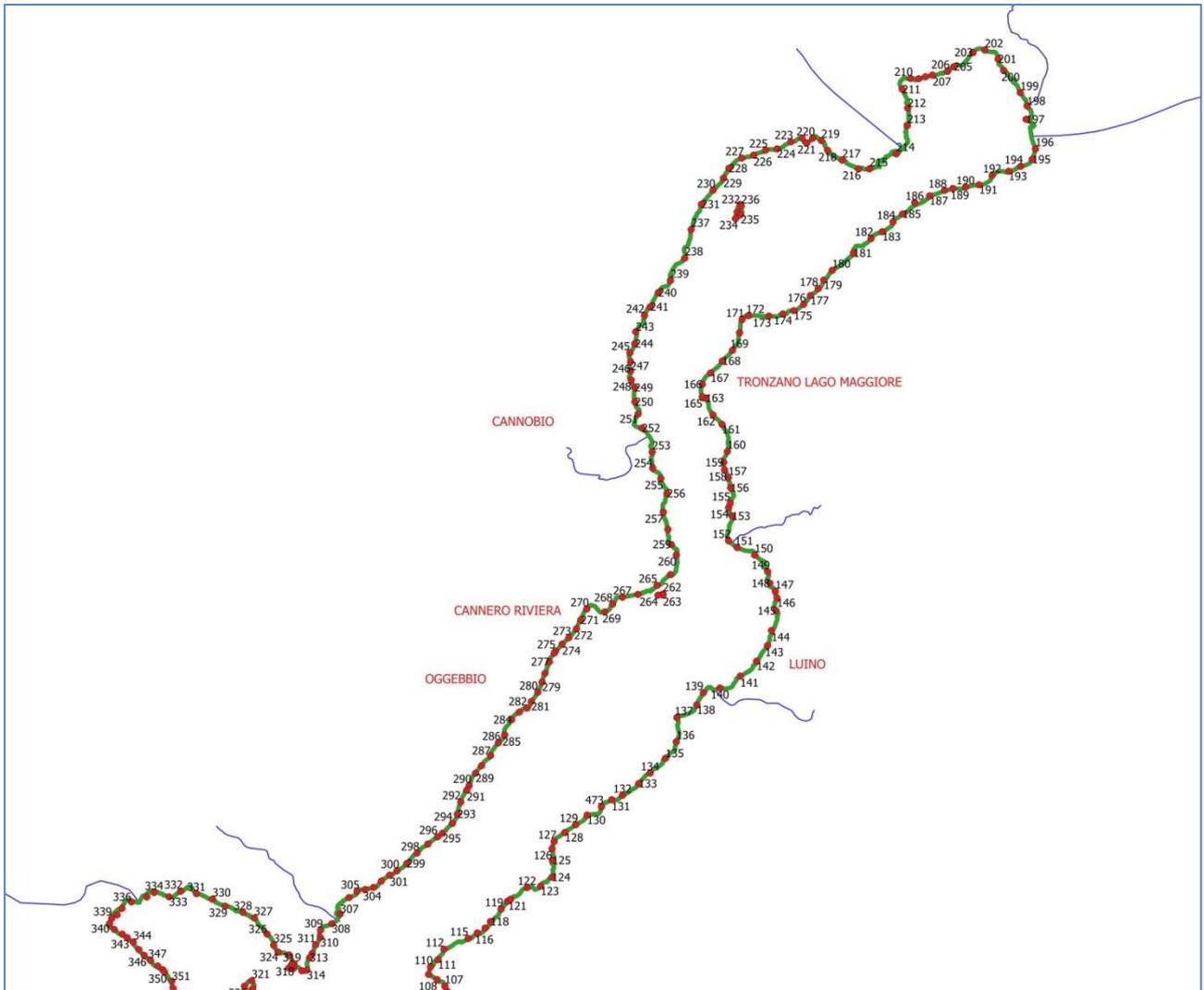


Figura D.1. Transetti eseguiti nella parte Nord del lago.

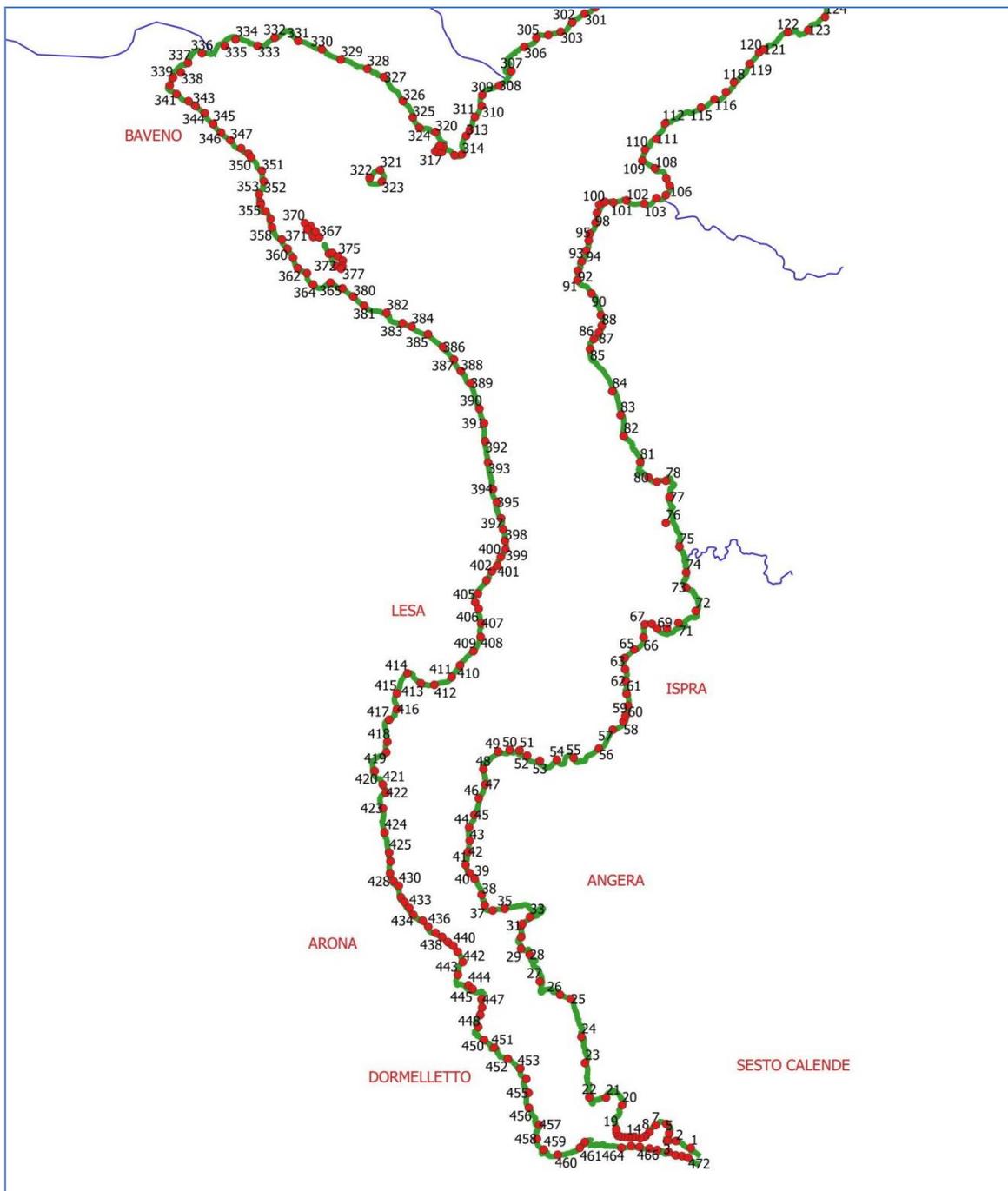


Figura D.2. Transetti eseguiti nella parte Sud del lago.

# **SPECIE ALLOCTONE INVASIVE NEL BACINO DEL LAGO MAGGIORE (SPAM)**

## ***PARTE 2: Studio dei molluschi bivalvi***



Programma triennale 2016-2018

### **Rapporto annuale 2017**

A cura di Nicoletta Riccardi

*Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto per lo Studio degli Ecosistemi*

*Sede di Verbania Pallanza*

## 1. INTRODUZIONE

L'introduzione di specie aliene, i cambiamenti climatici e il degrado degli habitat sono attualmente i maggiori fattori di "rischio" per l'equilibrio degli ecosistemi acquatici. L'insediamento di specie alloctone può, infatti, modificare in maniera drastica la struttura dell'ecosistema, alterando gli equilibri trofici e le condizioni fisico-chimiche dell'ambiente e causando la scomparsa di specie autoctone. Questo si riflette inevitabilmente sui beni e i servizi che i laghi e i corsi d'acqua possono fornire, quali, in primo luogo, la qualità delle acque, il rendimento della pesca commerciale e il turismo. È ovvio che gli effetti sono tanto più importanti quanto maggiore è la capacità della specie aliena di riprodursi rapidamente e di monopolizzare l'ambiente (colonizzazione di massa), come tipicamente accade nel caso di invasioni delle specie di bivalvi precedentemente menzionate.

Questi molluschi possono raggiungere densità e biomassa molto elevate causando modificazioni degli ecosistemi ed effetti negativi sulle attività umane. Infatti, negli ambienti in cui si sono acclimatati, hanno causato variazioni della dinamica dei nutrienti e della struttura delle reti trofiche, oltre a danni economici dovuti a impatto diretto o indiretto sulle attività umane. Ad esempio, nel caso di *Corbicula* e *Dreissena* spp., un impatto sulle attività umane deriva dall'ostruzione dei canali di irrigazione e drenaggio e delle prese d'acqua per usi industriali e civili. L'impatto di *Corbicula* sugli ecosistemi recipienti, ovviamente proporzionale alla sua abbondanza, si esercita sia tramite la competizione per l'alimento e per lo spazio con gli organismi bentonici e planctonici, sia per effetto delle alterazioni strutturali dei substrati dovute all'accumulo di ingenti quantità di gusci che permangono nell'ambiente anche dopo la morte del mollusco stesso.

Nel corso di campionamenti per la verifica dello stato delle popolazioni autoctone di molluschi nel Lago Maggiore, apparentemente in forte diminuzione negli ultimi decenni, già nel 2010 era stata rinvenuta la presenza di due specie di origine asiatica (*Corbicula fluminea* e *Sinanodonta woodiana*) annoverate tra le specie invasive di più rapida e ampia diffusione a livello mondiale (<http://www.europealiens.org/speciesTheWorst.do>). La presenza nel Lago Maggiore di una terza specie di elevato impatto, *Dreissena polymorpha*, è nota dagli anni '90, benché non ne fosse mai stata verificata né l'abbondanza né la distribuzione con la profondità. A tale proposito, merita ricordare che non è mai stata verificata l'eventuale presenza di *Dreissena rostriformis bugensis*, generalmente insediata a profondità maggiori della congenerica *D. polymorpha*.

Al fine di studiare la dinamica di popolazione/espansione delle specie aliene *Corbicula fluminea* e *Sinanodonta woodiana* nel Lago Maggiore, dal 2010 sono stati effettuati monitoraggi periodici delle aree littorali lungo l'intero perimetro del lago. Dopo un primo insediamento nel bacino sud del lago sia *Corbicula* che *Sinanodonta* hanno esteso l'areale di diffusione verso nord. I monitoraggi condotti durante l'estate del 2013 rivelavano uno spostamento del fronte di insediamento delle popolazioni di *Corbicula* fino al bacino svizzero del lago, mentre *Sinanodonta* risultava ancora limitata al bacino italiano, con la popolazione più a nord rilevata a Germignaga. La riserva delle Bolle di Magadino e il limitrofo porticciolo ospitavano già nel 2013 una popolazione abbondante, ben strutturata e riproduttiva di *Corbicula fluminea*, mentre non era stata rinvenuta *Sinanodonta woodiana*.

## 2. ATTIVITÀ SVOLTE

Sulla base delle informazioni basate sui dati pregressi, nel 2017 è stato condotto uno studio mirato alla valutazione dell'evoluzione dei popolamenti alloctoni lungo l'intero perimetro del Lago Maggiore. A questo scopo sono state selezionate stazioni rappresentative delle diverse tipologie di habitat nelle quali sono stati rilevati i seguenti parametri: composizione in specie, densità e struttura dimensionale delle popolazioni,

distribuzione lungo transeiti di profondità. La mappa sottostante (Figura 56) indica le stazioni nelle quali è stato effettuato il campionamento durante il 2017 (punti di colore giallo) e quelle nelle quali erano stati effettuati i rilievi negli anni 2014 e 2016 (punti di colore rosso), che rappresentano i dati più recenti dei monitoraggi in corso dal 2010.

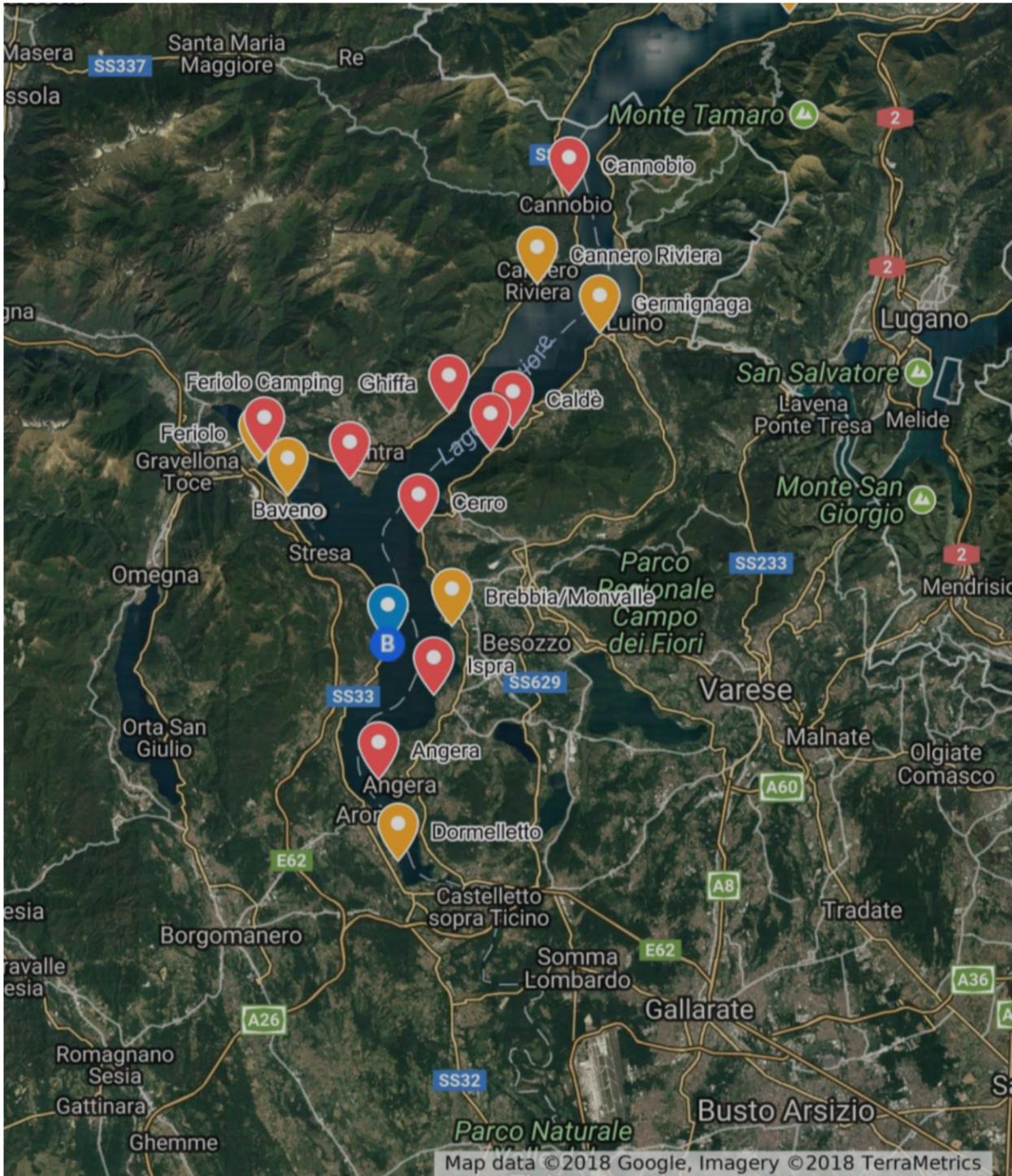


Figura 56. Stazioni nelle quali è stato effettuato il campionamento durante il 2017 (punti di colore giallo) e quelle nelle quali erano stati effettuati i rilievi negli anni 2014 e 2016 (punti di colore rosso).

### 3. RISULTATI PRELIMINARI

Poiché i dati ottenuti dai campionamenti del 2017 sono ancora in fase di elaborazione, di seguito sono riportati solo i risultati preliminari relativi alla distribuzione nelle diverse stazioni e alle diverse profondità (Figura 57).

Sia *Corbicula fluminea* che *Dreissena polymorpha* sono presenti in tutte le stazioni esaminate, ma con variazioni di densità molto ampie a seconda della stazione e della profondità. La struttura del substrato, determinata dalla pendenza della sponda e dall'ondazione, può essere ritenuta la causa più probabile delle differenze osservate. Sia la distribuzione orizzontale che quella verticale, sembrano indicare una tendenza a differenziare la nicchia delle due specie alloctone più abbondanti, *Corbicula* e *Dreissena*. E', infatti evidente, come nelle stazioni con una forte dominanza di *Corbicula* (Dormelletto, Monvalle, Baveno, Feriolo, Magadino) *Dreissena* sia poco abbondante; viceversa, *Corbicula* è presente in densità limitata nelle stazioni di Belgirate e Cannero. Sia a Belgirate che a Germignaga è, inoltre, evidente una dominanza di *Corbicula* a bassa profondità, di *Dreissena* a profondità maggiori. Questa distribuzione riflette le differenti esigenze ecologiche di *Corbicula*, che necessita di sedimenti incoerenti (melmoso-sabbiosi), rispetto a *Dreissena*, provvista di bisso per aderire a substrati duri. Da ciò, la dominanza di *Corbicula* nelle stazioni con sponde litorali a bassa pendenza (Dormelletto, Monvalle, Feriolo, Germignaga) mentre *Dreissena* è più abbondante nelle stazioni a elevata pendenza e con substrato roccioso o misto (Belgirate, Cannero).

Questa osservazione trova conferma anche nei dati relativi alle stazioni di Ghiffa e Caldè, caratterizzate da pendenza elevata e substrato prevalentemente roccioso, dove nel 2014 e 2016 *Dreissena* risultava dominante (Figura 58). E' importante osservare che le stazioni e/o le profondità con dominanza di *Dreissena* su *Corbicula* sono anche quelle che mantengono una maggiore abbondanza di specie native, in particolare *Unio elongatulus* (Figura 57 e Figura 58). A supporto dell'ipotesi che *Corbicula* eserciti un impatto maggiore di *Dreissena* sulle specie native, si può osservare la tendenza di *Unio elongatulus* a occupare profondità maggiori rispetto alle aree litorali monopolizzate da *Corbicula*.

Le preferenze di habitat svolgono sicuramente un ruolo chiave nel determinare la diversa abbondanza relativa di *Corbicula* e *Dreissena* nei tre bacini principali del lago. *Corbicula* domina il bacino sud, meno profondo e con sponde basse e di scarsa pendenza, mentre la maggiore diversità di habitat e pendenza delle sponde mantiene una maggiore differenziazione tra le stazioni dei bacini centro e nord.



Figura 57. Densità (ind  $m^{-2}$ ) delle popolazioni di bivalvi alloctoni e nativi nelle stazioni rappresentative dei tre bacini (SUD, CENTRO, NORD) del Lago Maggiore a profondità crescenti da 0,5 a 18 metri. Unio, Anodonta e Sinanodonta sono tracciate lungo l'asse principale, Corbicula e Dreissena lungo l'asse secondario.



Figura 58. Evoluzione temporale della densità delle specie invasive e native di bivalvi lungo il perimetro del Lago Maggiore tra il 2014 e il 2017. A sinistra (A, B, e C) è schematizzata la composizione in specie nelle diverse stazioni dal 2014 al 2017, a destra l'evoluzione temporale della composizione tassonomica nei tre bacini principali del Lago Maggiore. Stazioni: 1= Angera; 2 = Ispra; 3 = Cerro; 4 = Monvalle; 5 = Dormelletto; 6 = Belgirate; 7 = Feriolo camping; 8 = Feriolo porto; 9 = Pallanza; 10 = Ghiffa; 11 = Baveno; 12 = Caldè; 13 = Punta Granelli; 14 = Cannero; 15 = Germignaga; 16 = Cannobio; 17 = Magadino.

# **SPECIE ALLOCTONE INVASIVE NEL BACINO DEL LAGO MAGGIORE (SPAM)**

## ***PARTE 3: Studio dei macrocrostacei***



Programma triennale 2016-2018

## **Rapporto annuale 2017**

A cura di Angela Boggero

Collaboratori: Laura Garzoli, Luca Migliori, Leonardo Mantovani e Marta Dugaro

*Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto per lo Studio degli Ecosistemi*

*Sede di Verbania Pallanza*

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta l'attività eseguita dal CNR-ISE (Istituto per lo Studio degli Ecosistemi) di Verbania Pallanza in qualità di supporto tecnico-scientifico su incarico di ARPA Lombardia, facenti capo al Progetto *Specie alloctone invasive nel bacino del Lago Maggiore (SPAM)*.

Il servizio offerto prevedeva supporto tecnico-scientifico per le seguenti attività:

- a) partecipazione ad incontri con il personale di ARPA per la pianificazione delle attività: definizione delle specie da campionare, dei siti e delle frequenze di campionamento;
- b) campionamenti di macrocrostacei (e.g. *Orconectes limosus*, *Procambarus clarkii*) e molluschi bivalvi (e.g. *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Anodonta woodiana*) nei siti concordati;
- c) predisposizione di un rapporto contenente gli esiti dei campionamenti, le valutazioni riguardo distribuzione e abbondanza delle specie alloctone invasive presenti, con riferimento anche a dati pregressi.

## 2. ATTIVITÀ PRELIMINARI

### 2.1 Richieste di permessi

Nella primissima fase di lavoro, si è provveduto a richiedere il permesso di pesca a scopo scientifico al Commissariato italiano per la Convenzione italo-svizzera sulla Pesca, all'Ente di Gestione delle Aree Protette del Ticino e del Lago Maggiore, al Parco Lombardo del Ticino e alla Fondazione Bolle di Magadino. Tutti hanno dato il loro permesso, tranne il Parco Lombardo del Ticino che sino ad oggi non ha risposto alla nostra richiesta. Inoltre, si è ottenuto il permesso dell'Ufficio Federale per l'Ambiente (OFEV) per il trasporto di Decapodi vivi anche al di fuori del territorio svizzero purché venissero prese tutte le precauzioni ad evitarne la fuga. Questo ci ha permesso di iniziare i lavori in modo ufficiale e senza remore.

### 2.2 Scelta delle nasse

In ottobre, si è inoltre provveduto all'acquisto di tre tipologie di nasse per verificare quale fosse la più idonea alla cattura. Tutte e tre le tipologie sono state scelte fra quelle più comunemente utilizzate per la cattura di macrocrostacei: variano i materiali utilizzati per la loro costruzione, la dimensione delle maglie della rete esterna e la tipologia di apertura.

Sono state utilizzate nasse di tre tipi:



***Trappy Trap***



***Nassa ad inganno***



***Trappola Pirat***

1. Trappy Trap: a due ingressi, include scatola per esche e attacco, dimensioni interne della maglia: 20 mm. Tenute chiuse da una barra di metallo. Dimensioni della nassa: 50x20 cm, diametro ingresso: 50 mm.
2. Nassa ad inganno: a due ingressi, richiudibile a molla, tasca porta-esca e attacco, dimensioni nassa aperta = 30x60 cm, dimensioni nassa chiusa: 30x2,5 cm, dimensioni maglie: 1x1 cm, diametro: 14,5 cm.
3. Trappola Pirat: a doppia entrata, apribile a metà, completa di astuccio porta-esca, ripiegabile e impilabile. Dimensioni: 61x32x25 cm. Dotate di maglie che permettono l'uscita degli individui al di sotto della taglia minima legale per pesci e gamberi nativi.

Le nasse, dotate di una corda venivano legate a picchetti posti nelle vicinanze della vegetazione o vicino a pontili, in modo che fossero immerse nell'acqua e toccassero parte del fondale. Come esca per attirare i gamberi nelle gabbie si è provveduto ad inserire all'interno dell'apposita tasca una scatoletta di cibo per gatti forata, in modo che l'odore funzionasse da richiamo. Le trappole venivano calate al pomeriggio tardi e raccolte 24 ore dopo, nel pomeriggio del giorno seguente, in modo da non causare fenomeni di aggressività

fra individui e/o morte degli individui e consentire il rilascio di esemplari di eventuali catture accessorie. Successivamente, i gamberi raccolti sono stati trasferiti in laboratorio dove sono stati congelati per poi essere analizzati attraverso il rilievo di parametri morfologici e morfometrici, e pesati. I gamberi sino ad oggi catturati, sono stati cercati in tutti i possibili rifugi (ad esempio, girando le pietre) con le mani e in alcune occasioni si è provveduto all'uso di nasse.

Dalle analisi eseguite sulle catture effettuate, si è deciso di scegliere la nassa ad inganno richiudibile (*Figura 59*) che presenta le caratteristiche migliori. Infatti, permette: 1) la cattura contemporanea di individui grandi e piccoli, 2) la facile estrazione degli individui catturati, 3) l'innesco dall'esterno, 4) un facile ancoraggio a qualsiasi substrato.



*Figura 59. Nassa da pesca richiudibile*

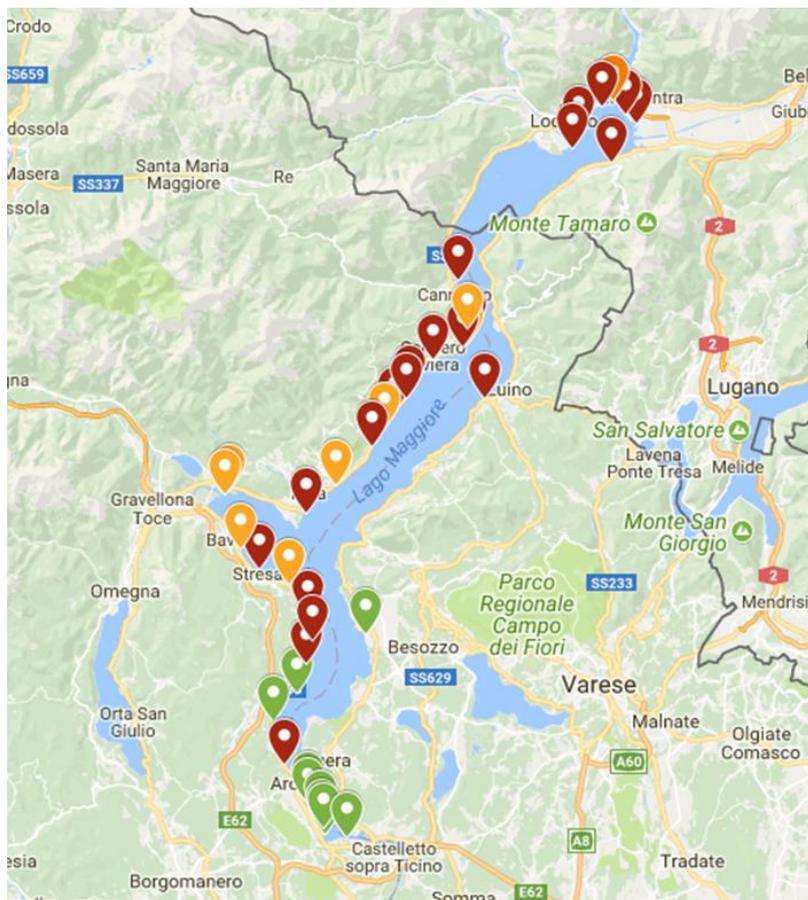
### **3. SOPRALLUOGHI PREPARATORI**

Per quanto riguarda il lavoro di campagna, nell'autunno del 2017, sono state predisposte delle schede (allegate al presente documento):

1. Elenco materiali utili al campionamento
2. Caratterizzazione dei siti
3. Campionamento

L'uso delle schede ha permesso di standardizzare il metodo sulla linea di costa del lago, di ottenere dati caratterizzanti i singoli siti sia dal punto di vista ambientale che faunistico (specie aliene) per una loro dettagliata descrizione, e di rilevare una prima schematizzazione del numero di specie presenti in ogni sito e della suddivisione in sessi. Tali analisi sono poi state approfondite in laboratorio dove si sono svolte le analisi morfometriche, illustrate nel seguito.

In ottobre sono stati avviati una serie di sopralluoghi preparatori (date: 7, 24 agosto lungo la sponda lombarda, 11, 19, 20, 27 ottobre lungo la costa piemontese del lago e 15, 16 novembre lungo la costa svizzera) per verificare l'idoneità o meno dei diversi siti monitorati alla presenza di macrocrostacei. I siti sono stati ispezionati a piedi da riva per il settore italiano del lago, mentre in Svizzera ci si è mossi facendo uso di un'imbarcazione messa a disposizione da colleghi della Fondazione Bolle di Magadino. Lo sforzo di campionamento per ciascun rilievo è stato standardizzato a 20 minuti di ispezione per ciascun sito per 3 operatori. La distanza minima tra una stazione e l'altra è stata fissata in 1 km.



*Figura 60. Siti indagati nel 2017 per verificare l'eventuale presenza di macrocrostacei invasivi. In rosso siti non idonei, in giallo siti idonei all'insediamento, in verde siti dove si è riscontrata la presenza di specie invasive.*

In Piemonte si sono ispezionati visivamente 13 siti compresi fra Verbania Pallanza e il confine, 18 siti compresi fra Verbania Pallanza e Castelletto Ticino, 2 siti sulla sponda lombarda e 7 siti sulla sponda svizzera del lago alla ricerca di esoscheletri o tracce della presenza di macrocrostacei (Figura 60). In alcuni siti si sono fatti ritrovamenti, ed altri sono stati ritenuti idonei alla colonizzazione per la presenza di arbusti, radici esposte, macrofite emerse. La maggior parte della sponda monitorata è di tipo roccioso quindi sfavorevole alla colonizzazione da parte del gambero e difficilmente raggiungibile da riva. Altra tipologia di sponda è caratterizzata dalla presenza di massi o ciottoli mescolati a ghiaia con scarsa presenza vegetale, ma raggiungibile dalla strada statale. In linea generale, i siti esaminati si presentano quindi costituiti da substrato grossolano (ciottoli e massi) sulla sponda nord del Lago Maggiore, mentre a partire della piana di Fondotoce il lago è caratterizzato da un fondale con sedimento più fine, ricco di sostanza organica e particellato organico

grossolano (piccoli frammenti vegetali, etc) frammisti a sabbia, ghiaia e/o ciottoli di piccole dimensioni più idoneo all'instaurarsi di popolazioni di gamberi alloctoni.

Nei siti italiani, si è in alcuni casi ritrovato l'esoscheletro di gamberi o parti del corpo quali: chele o cefalotorace che ci hanno fatto pensare alla loro presenza nella località (in particolare, spesso i resti appartenevano a *Procambarus clarkii* GIRARD, 1852). In altri siti sono invece stati trovati singoli individui o gruppi di individui di *Orconectes limosus* Rafinesque, 1817 di piccole dimensioni.

Entrambe le specie sono facilmente riconoscibili: *Procambarus clarkii* perché possiede colorazione rossa del corpo e *Orconectes limosus* perché ha la punta delle chele di colore arancione.



*Procambarus clarkii*

*Orconectes limosus*

Per quanto attiene ai siti svizzeri, questi sono caratterizzati per lo più da sedimento fine, sabbia e ghiaia nella zona delle Bolle di Magadino. In queste zone non si sono fatti ritrovamenti, ma nello stesso autunno, un pescatore professionista, il signor Walter Branca, ha segnalato alla Fondazione Bolle di Magadino la presenza di un individuo nella zona antistante Tenero/Mappo e Rivapiana di Minusio. Gli esemplari sono stati rinvenuti all'interno di un tronco cavo sommerso o tramite reti da pesca e la Fondazione Bolle di Magadino ha richiesto un'identificazione della specie e la segnalazione scritta (BOGGERO ET AL., 2018). L'identificazione del gambero come *Pacifastacus leniusculus* (DANA, 1852) è stata effettuata mediante l'ausilio di specifiche chiavi tassonomiche (MAZZONI ET AL., 2004; SOUTY-GROSSET ET AL., 2006). La specie è facilmente riconoscibile in quanto presenta una tipica macchia bianca nel punto di articolazione delle chele (Figura 61).

Per il bacino svizzero del Lago Maggiore è la prima segnalazione di gamberi non nativi, essendo finora *Orconectes limosus* e *Procambarus clarkii* presenti solo nella parte italiana centro-meridionale del lago.



Figura 61. Esempio di *Pacifastacus leniusculus* rinvenuto nel Lago Maggiore nel 2017. Le frecce nere indicano la caratteristica macchia che conferisce il nome comune alla specie: gambero da segnale.

L'introduzione di *Pacifastacus leniusculus* in Europa, in Scandinavia, risale agli anni '60 del secolo scorso. La sua introduzione era volta alla risoluzione del problema della riduzione degli stock delle popolazioni di gamberi nativi utilizzati per l'alimentazione.

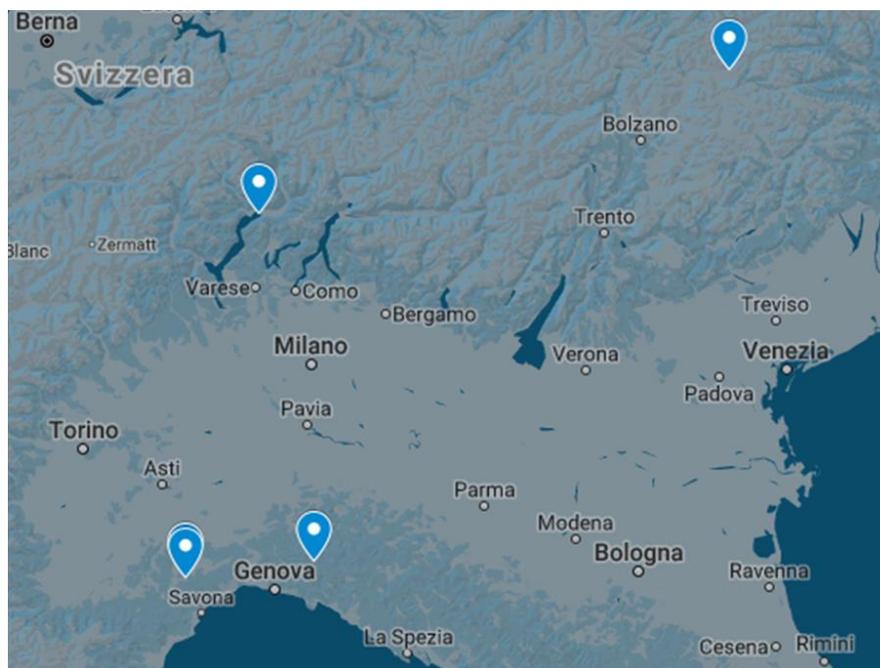


Figura 62. Distribuzione attuale di *P. leniusculus* in Italia.

In Italia, il primo ritrovamento di questa specie risale al 1981 (Figura 62), in un torrente presso Brunico (BZ) (MACHINO, 1997), in cui probabilmente era giunto dall'Austria. Una successiva segnalazione venne fatta nel 2002, indicando una popolazione presente all'interno del Lago del Brugneto (GE) (CAPURRO ET AL., 2007), la cui

presenza era dovuta con tutta probabilità al rilascio di esemplari da parte di acquariofili o pescatori. Successivamente due studi svolti nel Torrente Valla, situato nell'Appennino ligure-piemontese, segnalano la presenza della specie sia in provincia di Alessandria nel 2009 (CANDIOTTO ET AL., 2010) che in provincia di Savona nel 2015 (GHIA ET AL., 2017). Ad oggi, queste risultano essere le uniche popolazioni di questa specie presenti in Italia. La presenza di *P. leniusculus* ha spesso impatti negativi sugli ecosistemi acquatici in cui la specie viene introdotta, dove rappresenta una minaccia per le specie di Decapodi autoctoni. Le sue maggiori dimensioni e l'aggressività che lo contraddistingue lo rendono, infatti, un buon competitore (HOLDICH, 2003). Inoltre, questa specie è il principale vettore della peste del gambero causata dall'oomicete *Aphanomyces astaci*, che colpisce le popolazioni autoctone di gambero causandone elevate mortalità. L'introduzione di *P. leniusculus* ha impatti negativi anche sull'intera comunità di invertebrati, causando una riduzione della densità delle loro popolazioni di circa il 60% (CRAWFORD ET AL., 2006). Infine, provoca una riduzione del numero di specie di Plecotteri, Chironomidi, Ditteri e Irudinei (CRAWFORD ET AL., 2006).

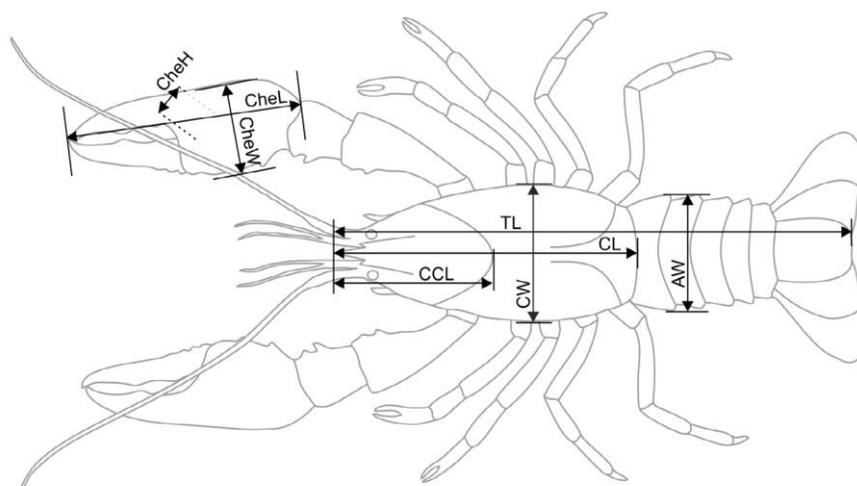
Le attività sono ancora in corso.

#### 4. ANALISI MORFOMETRICHE

L'attività di laboratorio svolta, fa riferimento alla scheda 4 *Misure morfometriche del 10/2017* (allegata al seguente documento) ed è consistita nella valutazione di (in parentesi le lettere identificative delle misure valutate, *Figura 63*):

- a. Separazione degli organismi in base al sesso (M ♂, F ♀)
- b. lunghezza totale (espressa in cm) tra il rostro e la fine del telson (TL),
- c. lunghezza del cefalo-torace (in cm), ossia della parte rostro-cervicale del carapace (CCL),
- d. ampiezza del torace (cm), ossia larghezza del carapace (CW),
- e. dissimmetria chela Sx (in g), ossia peso della chela sinistra (CheW S)
- f. dissimmetria chela Dx (in g), ossia peso della chela destra (CheW D)
- g. peso totale (in g) dell'individuo (TW)

Queste misure sono state prese su ogni individuo riscontrato nelle stazioni indagate, per raccogliere i primi dati morfometrici relativi alle diverse specie. Si è fatto riferimento al lavoro di Vlach e Valdmanová (2015) per uniformare le proprie misure a quelle normalmente raccolte su macrocrostacei (*Figura 63*), riducendo il lavoro alle variabili più significative.



*Figura 63. Misure valutate: TL= lunghezza totale del corpo, CL = lunghezza del cefalo-torace, CW = ampiezza del torace, CheW = Peso delle chele (destra e sinistra separatamente), TW = Peso dell'individuo (Vlach & Valdmanová, 2015 modificata).*

Tutti gli individui raccolti sono stati trasferiti in laboratorio in contenitori di plastica e congelati. Successivamente, sono stati pesati con bilancia digitale e misurati con un calibro con la precisione di 0,1 mm. I dati misurati sono stati ulteriormente analizzati nelle loro forme relative come rapporti: rapporto tra lunghezza e ampiezza del carapace e tra peso della chela sinistra rispetto alla destra (in %).

Le attività di elaborazione sono ancora in corso.

## 5. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Boggero A., Dugaro M., Migliori L. & Garzoli L. 2018. Prima segnalazione del gambero invasivo *Pacifastacus leniusculus* (Dana 1852) nel Lago Maggiore (Cantone Ticino, Svizzera). Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali, 106: accettato per la stampa.
- Candiotta A., Delmastro G., Dotti L. & Sindaco R. 2010. *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), un nuovo gambero esotico naturalizzato in Piemonte (Crustacea, Decapoda, Astacidae). Rivista piemontese di Storia naturale, 31: 73-82.
- Capurro M., Galli L., Mori M. & Arillo A. 2009. Struttura della popolazione del gambero alloctono *Pacifastacus leniusculus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) nel Lago del Brugnato (Liguria, Italia nord occidentale). Biologia Ambientale, 23: 13-20.
- Crawford L., Yeomans W. & Adams C. 2006. The impact of introduced signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* on stream invertebrate communities. Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 16: 611-621.
- Ghia D., Fea G., Gruppuso L., Bo T., Candiotta A., Fenoglio S. & Sacchi R. 2017. Distribuzione e naturalizzazione del gambero invasivo *Pacifastacus leniusculus* nel Torrente Valla (Italia nord-occidentale). Italian Journal of Freshwater Ichthyology, 4: 101-108.
- Holdich D.M. 2003. Crayfish in Europe - an overview of taxonomy, legislation, distribution, and crayfish plague outbreaks. In: Holdich D. & Sibley P., eds. Management & Conservation of Crayfish. Nottingham: Environment Agency, 15–34.
- Machino Y. 1997. Présence de l'écrevisse de Californie (*Pacifastacus leniusculus*) en Italie. L'Astaciculteur de France, 52: 2-5.
- Mazzoni D., Gherardi F. & Ferrarini P. 2004. Guida al riconoscimento dei gamberi d'acqua dolce. Seconda edizione. Greentime SpA, Bologna, 34 pp.
- Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noël P.Y., Reynolds J.D. & Haffner P. (eds). 2006. Atlas of Crayfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, Patrimoines naturels, 64: 187 pp.
- Vlach P. & Valdmanová L. 2015. Morphometry of the stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in the Czech Republic: allometry and sexual dimorphism. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 416: 16 p12.



## 1.2 Caratterizzazione dei siti



# Sopralluogo gamberi invasivi

Angela Boggero<sup>1</sup>, Marta Dugaro<sup>2</sup> & Laura Garzoli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Largo Tonolli 50-52, 28922 Verbania-Pallanza

<sup>2</sup> Liceo Statale "B. Cavalieri", Via Madonna di Campagna 18, 28922 Verbania Pallanza

Tel: 0323-518300

e-mail: a.boggero@ise.cnr.it

Mod: 1.2, Ed: 10/2017, Rev: 0				Pagina: 1/1	
<b>Sito:</b>		<b>Operatore:</b>		<b>Data:</b>	
				<b>Ora:</b>	
<b>Caratterizzazione geografica sito:</b>					
Coordinate GPS				Indirizzo:	
N:		E:		Comune:	
Note per l'accesso:					
<b>Caratterizzazione ambientale:</b>					
Substrato: <input type="radio"/> Sabbioso <input type="radio"/> Limoso <input type="radio"/> Ciottoli <input type="radio"/> Roccia <input type="radio"/> Mucillagine					
<input type="radio"/> Altro:					
Vegetazione dominante: <input type="radio"/> Saliceta <input type="radio"/> Ontaneta <input type="radio"/> Canneto <input type="radio"/> Altro:					
<b>Presenza altra fauna (segnalare se vivo o resti):</b>					
<input type="radio"/> <i>Unio</i>		<input type="radio"/> <i>Corbicula</i>		<input type="radio"/> <i>Anodonta</i> <input type="radio"/> <i>Sinanodonta</i>	
Altre tracce:					
<b>Risultati sopralluogo</b>					
Idoneo per nasse (SI/NO Frequentato/NON frequentato):					
Note:					
Presenza <i>Procambarus</i> :			Presenza <i>Orconectes</i> :		
<input type="radio"/> Visto vivo		Note:	<input type="radio"/> Visto Vivo		Note:
<input type="radio"/> Resti			<input type="radio"/> Resti		
<b>Sito:</b>		<b>Operatore:</b>		<b>Data:</b>	
				<b>Ora:</b>	
<b>Caratterizzazione geografica sito:</b>					
Coordinate GPS				Indirizzo:	
N:		E:		Comune:	
Note per l'accesso:					
<b>Caratterizzazione ambientale:</b>					
Substrato: <input type="radio"/> Sabbioso <input type="radio"/> Limoso <input type="radio"/> Ciottoli <input type="radio"/> Roccia <input type="radio"/> Mucillagine					
<input type="radio"/> Altro:					
Vegetazione dominante: <input type="radio"/> Saliceta <input type="radio"/> Ontaneta <input type="radio"/> Canneto <input type="radio"/> Altro:					
<b>Presenza altra fauna (segnalare se vivo o resti):</b>					
<input type="radio"/> <i>Unio</i>		<input type="radio"/> <i>Corbicula</i>		<input type="radio"/> <i>Anodonta</i> <input type="radio"/> <i>Sinanodonta</i>	
Altre tracce:					
<b>Risultati sopralluogo</b>					
Idoneo per nasse (SI/NO Frequentato/NON frequentato):					
Note:					
Presenza <i>Procambarus</i> :			Presenza <i>Orconectes</i> :		
<input type="radio"/> Visto vivo		Note:	<input type="radio"/> Visto Vivo		Note:
<input type="radio"/> Resti			<input type="radio"/> Resti		

### 1.3 Campionamento



## Sopralluogo gamberi invasivi

Angela Boggero<sup>1</sup>, Marta Dugaro<sup>2</sup> & Laura Garzoli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Largo Tonolli 50-52, 28922 Verbania-Pallanza

<sup>2</sup> Liceo Statale "B. Cavaliere", Via Madonna di Campagna 18, 28922 Verbania Pallanza

Tel: 0323-518300

e-mail: a.boggero@ise.cnr.it

Mod: 1.3, Ed: 10/2017, Rev: 0 Pagina: 1/1

<b>Operatore:</b>	<b>Data:</b>	<b>Ora:</b>
-------------------	--------------	-------------

Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:
Sito:	<input type="radio"/> <i>Procambarus</i>	<input type="radio"/> <i>Orconectes</i>	<input type="radio"/> By-catches
N° tot:		N° tot:	Numero:
Nassa n.	n°♂:    n°♀:	n°♂:    n°♀:	Specie:

