



CONSORZIO PARCO LOMBARDO
DELLA VALLE DEL TICINO

PONTEVECCHIO DI MAGENTA (MI)

PIANO DI GESTIONE DEL SIC IT2010008
"LAGO DI COMABBIO"

QUADRO CONOSCITIVO



SOMMARIO

SOMMARIO.....	1
INVENTARIO DELLE PREVISIONI NORMATIVE RIFERITE AL SITO NATURA 2000	5
DESCRIZIONE DEL SITO NATURA 2000.....	8
1. DESCRIZIONE FISICA	8
1.1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	8
1.1.1. Territorio del comune di Comabbio.....	11
1.1.2. Territorio del comune di Vergiate	12
1.1.3. Territorio del comune di Varano Borghi	12
1.1.4. Territorio del comune di Mercallo	13
1.1.5. Territorio del comune di Ternate.....	13
1.2. CLIMA REGIONALE E LOCALE	14
1.2.1. Clima regionale.....	14
1.2.2. Clima locale	16
1.3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	19
1.3.1. Il bacino idrogeologico del Lago di Comabbio.....	24
1.4. PEDOPAESAGGIO	26
1.4.1. Profondità utile del suolo	31
1.4.2. Carbonio organico del primo orizzonte.....	32
1.4.3. Capacità protettive per le acque sotterranee.....	33
1.4.4. Capacità protettive per le acque superficiali	34
1.5. IDROLOGIA	35
1.5.1. Bacino imbrifero e idrografia.....	36
1.5.2. Morfologia della conca lacustre	37
1.6. ASPETTI LIMNOLOGICI	40
1.6.1. Temperatura.....	41
1.6.2. Ossigeno disciolto	43
1.6.3. pH.....	45
1.6.4. Trasparenza.....	46
1.6.5. Fosforo totale	47
1.6.6. Le opere di fognatura e di collettamento	51
1.6.6.1. Il collettore consortile del Lago di Comabbio.....	51
1.6.6.2. Evoluzione e stato attuale delle opere fognarie	53
1.6.7. Stima dei carichi di fosforo gravanti sul lago	56
1.6.7.1. Metodologia di stima	56
1.6.7.2. Carichi puntiformi.....	56
1.6.7.3. Carico di origine diffusa	60
1.6.7.4. Quantificazione dei carichi.	62
1.6.8. Stato trofico del lago	67
1.6.8.1. Il problema dell'eutrofizzazione	67
1.6.8.2. Classificazione trofica delle acque.....	68
1.6.8.3. Modelli di eutrofizzazione.....	71
1.6.9. L'attuale condizione trofica del Lago di Comabbio.....	74
1.6.9.1. Andamento dei parametri chimico-fisici e stato trofico	74
1.6.9.2. Classificazione trofica del lago.....	74



1.6.9.3. Applicazione di modelli per la stima del tempo di recupero per il lago di Comabbio.....	78
1.6.9.4. Analisi dei risultati e previsioni sullo stato trofico del lago	89
1.6.10. Classificazione del lago secondo il D. lgs. 152/99	90
1.7. SEDIMENTI LACUSTRI	91
2. DESCRIZIONE BIOLOGICA.....	94
2.1. GLI HABITAT DI INTERESSE COMUNITARIO.....	94
2.1.1. Habitat 3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition	104
2.1.2. Habitat prioritario 7210: Paludi calcaree con Cladium mariscus e specie del Caricion davallianae	105
2.1.3. Habitat prioritario 91E0: Foreste alluvionali di Alnus glutinosa e Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)	106
2.1.4. Habitat 91F0: Foreste miste riparie di grandi fiumi a Quercus robur, Ulmus laevis e Ulmus minor, Fraxinus excelsior o Fraxinus angustifolia (Ulmenion minoris).....	108
2.1.5. Habitat integrativi	109
2.1.5.1. CORINE 22.431 Comunità idrofile ancorate sul fondo con foglie larghe.....	109
2.1.5.2. CORINE 44.921 Formazioni igrofile a Salix cinerea	109
2.1.5.3. CORINE 53.21 Vegetazione erbacea a grandi carici	109
2.2. LA FLORA	110
2.3. LA FAUNA.....	114
2.3.1. Invertebrati	114
2.3.2. Pesci	117
2.3.3. Anfibi	120
2.3.4. Rettili	123
2.3.5. Uccelli	125
2.3.5.1. Uccelli migratori abituali elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE	126
2.3.5.2. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE.....	146
2.3.6. Mammiferi	154
3. DESCRIZIONE SOCIO-ECONOMICA DEL SITO	160
3.1. INVENTARIO DEI SOGGETTI AMMINISTRATIVI E GESTIONALI CHE HANNO COMPETENZE SUL TERRITORIO NEL QUALE RICADE IL SITO	160
3.2. INVENTARIO E VALUTAZIONE DELL'INTENSITA' DELLE ATTIVITA' UMANE PRESENTI ALL'INTERNO DEL SITO	161
3.2.1. Agricoltura, industria, allevamento, artigianato.....	161
3.2.2. Caccia	164
3.2.3. Pesca	166
3.2.3.1. Pesca sportiva.....	167
3.2.3.2. Pesca professionale.....	168
3.2.4. Navigazione e balneazione.....	168
3.2.5. Canottaggio	169
3.2.6. Servizi	171
3.2.6.1. Collegamenti.....	171
3.2.6.2. Attrezzature turistiche	171
3.2.7. La popolazione.....	172
3.3. CENNI STORICI	175
3.3.1. Civiltà intorno al lago.....	175
3.3.2. Storia di Comabbio.....	177
3.3.3. Storia di Vergiate	177
3.3.4. Storia di Varano Borghi.....	178



3.3.5. Storia di Mercallo	179
3.3.6. Storia di Ternate	179
3.4. PRESENZE STORICO-MONUMENTALI E RILEVANZE AMBIENTALI.....	180
ANALISI CONCLUSIVA DELLO STATO ATTUALE DEL SIC	181
4. BIBLIOGRAFIA	184



INVENTARIO DELLE PREVISIONI NORMATIVE RIFERITE AL SITO NATURA 2000

Nell'ambito delle previsioni normative, il SIC IT2010008 Lago di Comabbio è interessato da:

1. una normativa nazionale e regionale, riguardante tutte le aree SIC e ZPS.

Normativa			Stato di attuazione in Regione Lombardia
Europea	Nazionale	Regionale	
<u>Direttiva 79/409/CEE</u> Concernente la conservazione degli uccelli selvatici <u>Direttiva 92/43/CEE</u> Relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche	<u>Legge 11/02/1992 n. 157</u> "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio" (e succ. modifiche) <u>DPR 8/9/97 n. 357</u> "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche" <u>D.M. 3/4/2000</u> "Elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE e dei siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della direttiva 92/43/CEE" Decreto del Ministero dell'Ambiente del 25 marzo 2005, pubblicato nella Gazzetta ufficiale n. 168 del 21 luglio 2005, con il quale è stato pubblicato l'elenco delle ZPS classificate	<u>d.g.r. 30/07/2004 n. 7/1853</u> "Individuazione degli enti gestori dei proposti siti di importanza comunitaria (SIC) non ricadenti in aree naturali protette, e delle zone di protezione speciale (ZPS), designate dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 3 aprile 2000" <u>d.g.r. 15/10/2004 n. 7/19018</u> "Procedure per l'applicazione della valutazione di incidenza alle Zone di Protezione Speciale (ZPS) ai sensi della direttiva 79/409/CEE, contestuale presa d'atto dell'avvenuta classificazione di 14 ZPS ed individuazione dei relativi soggetti gestori" <u>d.g.r. 25/01/06, n.8/1791</u> "Rete Europea Natura 2000: individuazione degli enti gestori di 40 Zone di Protezione Speciale (ZPS) e delle misure di conservazione transitorie per le ZPS e definizione delle procedure per l'adozione e l'approvazione dei piani di gestione dei siti"	<u>ZPS</u> Designate in totale 66 ZPS.



Normativa			Stato di attuazione in Regione Lombardia
Europea	Nazionale	Regionale	
<p><u>Direttiva 92/43/CEE</u></p> <p>Relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche</p>	<p>DPR 8/9/97 n. 357</p> <p>“Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”</p> <p>D.M. 3/4/2000</p> <p>“Elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE e dei siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della direttiva 92/43/CEE”</p> <p>DPR 12/03/2003 N. 120</p> <p>“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”</p> <p>Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio del 3 settembre 2002 “Linee guida per la gestione dei siti Rete Natura 2000”</p> <p>Decreto del Ministero dell’Ambiente 25 marzo 2004, pubblicato nella Gazzetta ufficiale n. 167 del 19 luglio 2004, con il quale è stato definito l’elenco dei SIC per la regione biogeografica alpina in Italia</p> <p>Decreto del Ministero dell’Ambiente 25 marzo 2005, pubblicato nella Gazzetta ufficiale n. 156 del 7 luglio 2005, con il quale è stato definito l’elenco dei SIC per la regione biogeografica continentale in Italia</p>	<p><u>d.g.r. 8/8/2003 n. 7/14106</u></p> <p>“Elenco dei proposti siti di importanza comunitaria ai sensi della Direttiva 92/43/CEE per la Lombardia, individuazione dei soggetti gestori e modalità procedurali per l’applicazione della valutazione di incidenza”. L’allegato A contenente l’elenco dei SIC inseriti in aree protette e dei rispettivi enti gestori è stato rettificato con d.g.r. 30/07/2004 n. 7/18454</p> <p><u>d.g.r. 30/07/2004 n. 7/18453</u></p> <p>“Individuazione degli enti gestori dei proposti siti di importanza comunitaria (SIC) non ricadenti in aree naturali protette, e delle zone di protezione speciale (ZPS), designate dal Decreto del Ministero dell’Ambiente 3 aprile 2000”</p>	<p><u>SIC</u></p> <p>In Lombardia sono presenti 175 SIC e 18 Proposti pSIC. L’80,2% della superficie dei SIC è inclusa in parchi e il 19,8% è esterna ad essi.</p> <p>La Commissione europea ha approvato con Decisione 2004/69/CE del 22/12/2003 tutti i siti proposti appartenenti alla regione biogeografica Alpina; con Decisione 2004/798/CE del 7 dicembre 2004 tutti i siti proposti appartenenti alla regione biogeografica Continentale.</p> <p><u>Con d.g.r. n. 7/14106</u> la Regione Lombardia ha approvato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l’elenco dei pSIC lombardi e le tavole inerenti la loro individuazione cartografica; • l’affidamento agli enti gestori dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali della gestione dei pSIC situati, anche parzialmente, all’interno delle aree protette; • l’approvazione delle Linee Guida per la gestione dei SIC e pSIC in Lombardia; • l’approvazione delle modalità procedurali per l’applicazione della valutazione di incidenza; • l’approvazione dei contenuti minimi che deve avere la relazione di incidenza. <p><u>Con d.g.r. n. 7/18453</u> la Regione ha individuato gli enti gestori dei pSIC lombardi non ricadenti all’interno di aree protette.</p>



Normativa			Stato di attuazione in Regione Lombardia
Europea	Nazionale	Regionale	
<u>Direttiva 2000/60/CE</u> 23 ottobre 2000		<u>LR n.26 del 12 dicembre 2003</u> Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energie, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche	<u>PTUA. Piano di Tutela e Uso delle Acque.</u> Adozione tramite: Atto di indirizzo per la politica di uso e tutela delle acque della Regione Lombardia – Linee strategiche per un utilizzo razionale, consapevole e sostenibile della risorsa idrica.

2. L'insieme delle previsioni normative locali costituite da:

- a. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Varese (attualmente in fase di approvazione);
- b. Piano Territoriale di Coordinamento del Parco del Ticino (D.G.R. 5983/2001 - ad oggi valido per il comune di Vergiate);
- c. Piano Faunistico-Venatorio della Provincia di Varese;
- d. Piano Ittico della Provincia di Varese;
- e. Piani Regolatori dei Comuni rivieraschi;
- f. D.G.R. n.7/10487 del 30.09.2002 – Allegato 1: Direttive in materia di demanio della navigazione interna. "Approvazione delle direttive per l'esercizio della delega di funzioni amministrative attribuite ai comuni e alle loro gestioni associate in materia di demanio della navigazione interna".



DESCRIZIONE DEL SITO NATURA 2000

1. DESCRIZIONE FISICA

1.1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

Il SIC IT2010008 Lago di Comabbio è situato nella fascia collinare che si estende ai piedi delle Prealpi Varesine, tra il Lago Maggiore ed il Fiume Olona. Esso si inserisce nel contesto del paesaggio collinare degli anfiteatri morenici. Ultima scoria dei movimenti glaciali quaternari, l'ambito degli anfiteatri morenici assume una precisa individualità di forma e struttura. Essi sono segni di livello macroterritoriale che occupano con larghe arcature concentriche i bacini inferiori dei principali laghi nel Varesotto, tra cui appunto il Lago di Comabbio, e si distinguono dall'ambito delle colline pedemontane di formazione terziaria sia per la loro conformazione planimetrica e altitudinale, con elevazioni costanti e non eccessive, sia per la costituzione dei suoli (in genere ghiaiosi) e per la vegetazione naturale e di uso antropico ed i piccoli e medi bacini lacustri, rimasti chiusi fra gli sbarramenti morenici, costituiscono una loro prerogativa, insieme a torbiere e paludi. Il paesaggio attuale del SIC, come quello delle colline moreniche più in generale, è anche il risultato dell'opera di intervento umano che nel tempo ha, almeno in parte, modellato e ridisegnato il territorio ereditato dalle glaciazioni.

Dei circa 466 ha di area complessiva del SIC, ben il 75% è coperto dalla superficie lacustre del Lago di Comabbio (avente un'area di circa 349 ha), il cui valore paesaggistico è esaltato dalla cornice delle Alpi e Prealpi sullo sfondo a Nord (Figura 1 e Figura 2).

Dal punto di vista amministrativo, il SIC si trova interamente in Provincia di Varese e si estende nei territori di cinque comuni, con queste proporzioni: per il 26% (120 ha) nel comune di Comabbio, per il 24% (112 ha) nel comune di Vergiate, per il 20% (95 ha) nel comune di Varano Borghi, per il 19% (86 ha) nel comune di Merello ed infine per il restante 11% (53 ha) nel comune di Ternate.

Tabella 1. Dati geografici del SIC.

Parametro (unità di misura)	Valore
Latitudine N (°)	45° 45' 42"
Longitudine E Greenwich	8° 41' 29"
Quota media (m s.l.m.)	243 (livello medio del lago)
Quota massima (m s.l.m.)	260
Area (ha)	466,56
Perimetro (km)	12,309
Regione amministrativa (% dell'area del SIC)	100% Lombardia
Provincia (% dell'area del SIC)	100% Provincia di Varese



Figura 1. Localizzazione geografica del SIC "Lago di Comabbio".

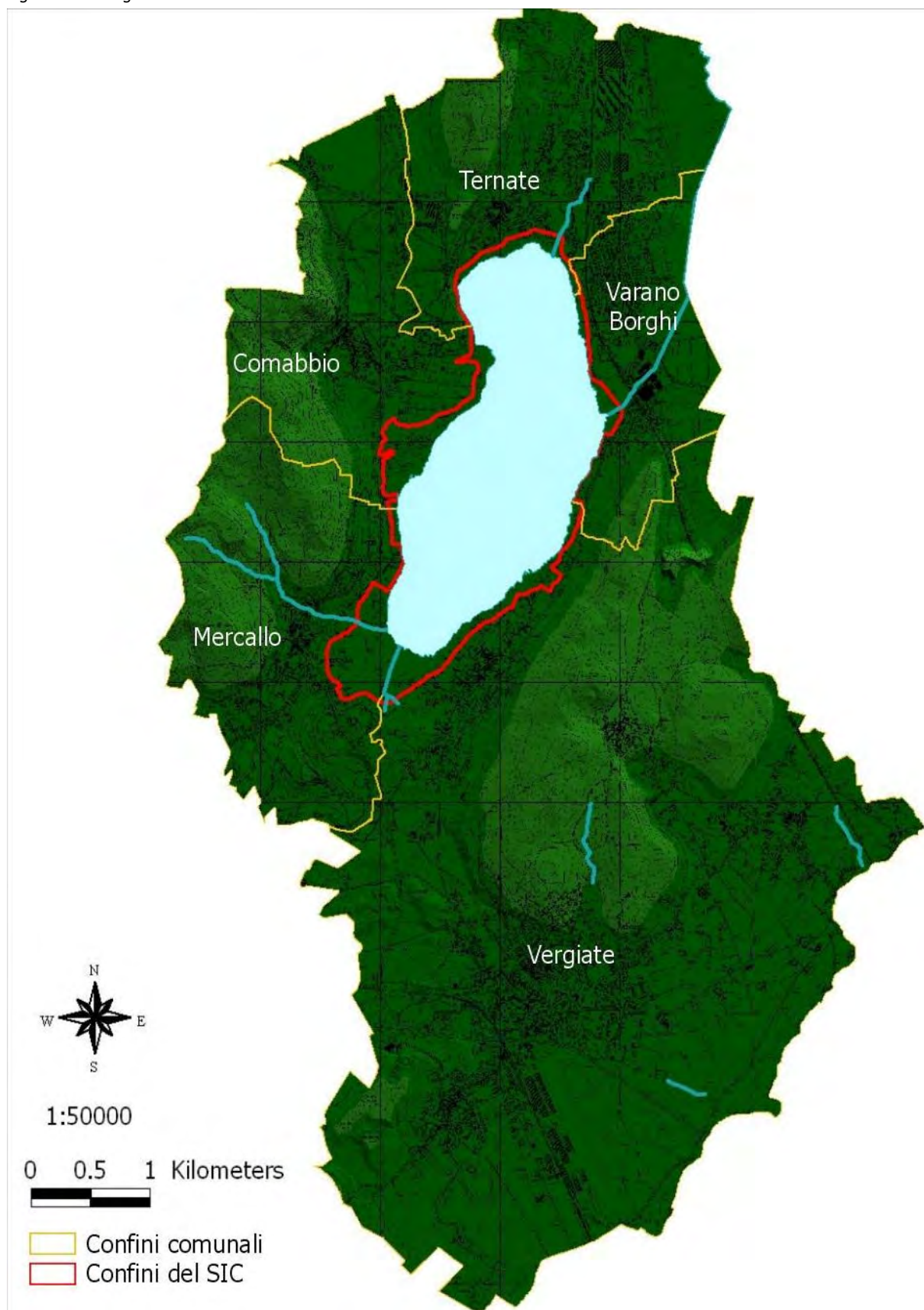


Figura 2. Vista del Lago di Comabbio da Corgeno, frazione di Vergiate (direzione Nord-Ovest).





Figura 3. SIC Lago di Comabbio e territori comunali interessati.



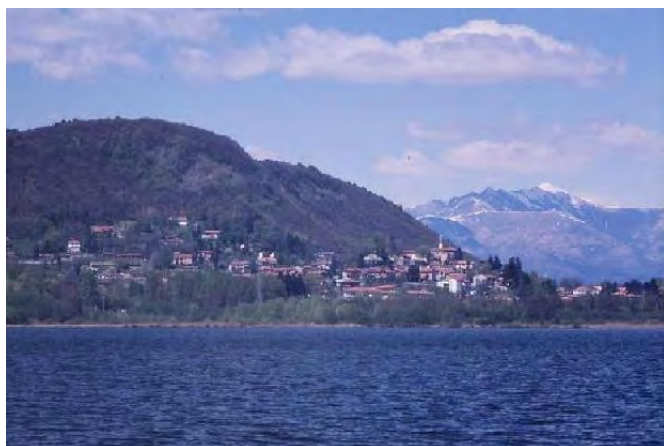


Come illustrato in Figura 3, la gran parte dei territori comunali rientranti entro i confini del SIC è coperta dalla superficie lacustre. La ripartizione esatta tra terre emerse e superficie lacustre delle porzioni di territorio comunale comprese nel SIC è dettagliata in Tabella 2.

Tabella 2. Ripartizione dei territori comunali rientranti entro i confini del SIC, tra superficie lacustre e terre emerse.

Comune	Territorio comunale nel SIC			Territorio comunale nel SIC			
				SUPERFICIE LACUSTRE		TERRE EMERSE	
	Area (ha)	% area del SIC	% di territorio comunale	Area (ha)	% area del SIC	Area (ha)	% area del SIC
Comabbio	120	26%	25%	90	19%	30	6%
Vergiate	112	24%	5%	82	18%	30	6%
Varano Borghi	95	20%	29%	87	19%	9	2%
Mercallo	86	19%	16%	49	10%	37	8%
Ternate	53	11%	11%	41	9%	12	3%

1.1.1. Territorio del comune di Comabbio



Il comune di Comabbio (codice ISTAT: 12054) si affaccia a nord sulla sponda sud-est del Lago di Monate, posta ad una quota di circa 268 m s.l.m. mentre a sud-est sorge sulla sponda nord-occidentale dell'omonimo lago, posta ad una quota di circa 245 m s.l.m., che corrisponde anche alla quota minima di altitudine del territorio comunale. Esso confina a est con Ternate, a sud con Mercallo e a sud-est, al centro del lago, confina con Varano Borghi e, per un breve tratto, con Vergiate. Dista

17 km da Varese e si trova ad un'altitudine media di 307 m s.l.m. Ha una superficie territoriale di 4,89 km² di cui una parte è occupata dalla superficie lacustre. Il suo territorio comprende le frazioni o località di Monte Pelada, C.na Zerbino, Careggio, C.na della Palude, sito delle Querce.

La quota massima registrabile all'interno del territorio comunale è di circa 47 m s.l.m., localizzata sul Monte Pelada, sul confine ovest con il comune di Osmate e su un rilievo posta a sud-ovest dello stesso monte. Altri rilievi, attorno ai 450-460 m s.l.m., sono situati sul confine nord-ovest con il Comune di Osmate e sul confine sud-ovest con i comuni di Mercallo e Sesto Calende.

Il centro del paese è ubicato nella zona centrale del territorio comunale, ai piedi del Monte Pelada.

L'intero territorio comunale è attraversato, in direzione nord-sud, dalla strada provinciale n. 54 che lambisce ad est il centro del paese.



1.1.2. Territorio del comune di Vergiate



Il comune di Vergiate dista 18 km da Varese, si trova ad un'altitudine di 270 m s.l.m., ha una superficie territoriale di 21,6 km². Il comune comprende le frazioni di Cimbro, Corgeno, Cuirone e Sesona ed una moltitudine di località tra cui le più famose sono: C.na Cajelli, C.na Nuova, C.na Ciabattino, C.na Prada, C.na Torretta, Mirasole, Lazzaretto, C.na S.Gallo, C.na Ronchetto, Villaggio del Fanciullo, S.Martino, Torre Daverio,

Ponte Laveggio, C.na Boschetti, C.na Campirolo, C.na Livello, S. Rocco, Monte Vigano, Monte S.Giacomo. Tutto il territorio comunale rientra nel Parco della Valle del Ticino. Per un breve tratto lungo il confine nord-ovest, esso si affaccia con la frazione di Corgeno, sulla sponda sud-orientale del Lago di Comabbio, lungo la quale si trova la quota minima presente sul territorio, pari a circa 245 m s.l.m.

La quota massima registrabile nel comune è di 427 m s.l.m. ed è localizzata nella parte settentrionale del territorio, sul Monte San Giacomo, a nord del quale sorgono le Colline San Giacomo che, spingendosi fino all'interno del territorio di Varano Borghi, raggiungono una quota di circa 400 m s.l.m.

A sud del Monte San Giacomo, si possono localizzare il Monte Vigano (circa 410 m s.l.m.) ed il Monte Ferrera (circa 370 m s.l.m.).

Ai piedi del Monte Ferrera, nella parte centrale del territorio, si trova il centro del paese, a sud-ovest del quale è ubicata la frazione Sesona, da cui è divisa dalla linea ferroviaria Gallarate-Domodossola e dall'autostrada A8 Milano-Laghi.

A nord del centro del paese, la catena di monte posta in direzione nord-sud, divide la frazione di Corgeno dalla frazione di Cuirone. Infine, la frazione di Cimbro è situata a nord-est del centro di Vergiate, ai piedi del Monte Ferrera.

Parte del confine a sud-est con i comuni di Mornago e Arsago Seprio è segnato dal percorso del Torrente Strona, affluente diretto in sinistra orografica del Fiume Ticino.

All'interno del bacino imbrifero del Lago di Comabbio ricade esclusivamente la frazione di Corgeno, per questo i dati sull'uso del suolo e sulla popolazione riportati nel capitolo di descrizione socio-economica riguardano solo questo insediamento.



1.1.3. Territorio del comune di Varano Borghi

Il territorio comunale di Varano Borghi, la cui superficie è pari 3,3 km², confina a nord con Ternate, a est con il comune di Casale Litta e, per un breve tratto, con il comune di Inarzo, a sud con Vergiate e ad ovest, al centro del lago, con Comabbio. Dista 16 km da Varese e si trova ad un'altitudine massima di 281 m. Il suo territorio comprende la frazione di



Boffalora.

Esso si affaccia, con il confine occidentale, sulla sponda orientale del Lago di Comabbio. La quota minima, di circa 239 m s.l.m. è localizzata lungo il confine con il Comune di Casale Litta, all'interno della Palude Brabbia (altro Sito di Importanza Comunitaria – codice IT2010007 - in gestione alla Provincia di Varese), dove parte del confine con Casale Litta è segnato dal Canale Brabbia, unico emissario del Lago di Comabbio che collega quest'ultimo al Lago di Varese.

Il centro del paese è localizzato nella parte nord del territorio comunale, ad una quota media di 260 m s.l.m., mentre a sud si trova la frazione di Boffalora, direttamente confinante con la frazione Corgeno di Vergiate.

La quota massima, di circa 390 m s.l.m. è localizzata sul confine a sud con Vergiate, dove sorgono le Colline di San Giacomo.

1.1.4. Territorio del comune di Merello



Il comune di Merello dista 18 km da Varese, si trova ad un'altitudine di 277 m ed ha una superficie territoriale di 5,35 km². Il suo territorio comunale comprende le frazioni o località di C.na Mirabella, Monte del Porto, C.na Boga, C.na Bellingera, Campaccio, Monte della Croce.

Esso si affaccia nella parte nord-est sulla sponda sud-occidentale del Lago di Comabbio. La quota minima presente nel territorio risulta di circa 230 m s.l.m. nella zona sud-ovest

del comune, in prossimità della centrale di trasformazione dell'energia elettrica. La quota massima, di circa 460 m s.l.m., è raggiunta dalle alture esistenti sul confine nord con il comune di Comabbio; la riva del Lago di Comabbio è a una quota di circa 245 m s.l.m.

Un'ulteriore collinetta presente sul territorio comunale è il Monte del Porto che raggiunge i 415 m s.l.m. ed è localizzata nella parte ovest del territorio.

Il centro del paese è situato nella zona centrale, ai piedi del Monte del Porto ed è lambito, nella parte orientale, dalla strada provinciale n.54 che attraversa l'intero territorio comunale in direzione nord- sud.

1.1.5. Territorio del comune di Ternate



Il comune di Ternate dista 15 km da Varese, si trova ad un'altitudine di 281 m ed ha una superficie territoriale di circa 5 km². Il suo territorio comprende le frazioni o località di S.Sepolcro, S.Maria, Roncaccio. Esso si affaccia con il confine sud-orientale sulla sponda nord del Lago di Comabbio, lungo la quale si trova una quota di circa 243

m s.l.m., allo stesso livello del lago in condizioni normali.



La quota minima, di circa 238 m s.l.m. è localizzata nella zona nord-est, lungo il confine con i comuni di Cazzago Brabbia e Inarzo, dove sono anche localizzate le torbiere.

La quota massima, di circa 370 m s.l.m., è localizzata sull'altura esistente a nord del capoluogo, in prossimità del confine con il comune di Travedona Monate.

Il centro del paese è situato nella zona sud del territorio, sulla sponda del lago ad una quota di circa 250-270 m s.l.m.

Il territorio comunale è attraversato in direzione nord-sud dalla linea ferroviaria Gallarate-Luino e vede la presenza di una cava di pietra situata subito a nord del centro.

1.2. CLIMA REGIONALE E LOCALE

1.2.1. Clima regionale

Il clima è l'insieme degli stati dell'atmosfera osservati su di un periodo di tempo sufficientemente lungo (30 anni secondo l'Organizzazione Meteorologica Mondiale - OMM).

Partendo da tale principio possiamo descrivere il clima della Lombardia a diverse scale, da quella macroclimatica (es. il clima europeo) a quella mesoclimatica (mesoclima padano, mesoclima alpino e mesoclima insubrico) fino a giungere al clima locale e al microclima. La scala mesoclimatica, scelta in questa descrizione, è quella che sembra più idonea a dare una visione sufficientemente significativa del territorio lombardo.

Se consideriamo l'aspetto della Lombardia notiamo una serie di elementi fisici che incidono profondamente sul clima:

- la relativa vicinanza del Mediterraneo, fonte di masse d'aria umida e mite;
- la presenza dell'Arco Alpino e dell'Appennino, barriere in grado di creare notevoli discontinuità orografiche, conferendo caratteri di elevata stabilità alle masse d'aria della pianura, fenomeno questo che risulta particolarmente evidente nel periodo invernale ed in quello estivo;
- la presenza di tutti i principali laghi prealpini italiani con il ben noto effetto sul clima;
- la presenza di una delle maggiori conurbazioni europee: l'area metropolitana milanese.

Ciò giustifica la distinzione in tre mesoclimi principali padano, alpino e dei laghi - mesoclima insubrico - cui si deve aggiungere il clima delle aree urbane.

Clima Padano e clima Insubrico

La Pianura Padana è relativamente uniforme dal punto di vista climatico, con piogge limitate (da 600 a 1000 mm), ma ben distribuite nell'anno, temperature medie annue tra 11 e 14°C, nebbie frequenti, ventosità ridotta con molte ore di calma, elevate umidità relative e frequenti episodi temporaleschi.

In inverno l'area padana presenta sovente uno strato di aria fredda in vicinanza del suolo che, in assenza di vento, determina la formazione di gelate e di nebbie spesso persistenti che tendono a diradarsi solo nelle ore



pomeridiane. E' raro che in questo periodo le perturbazioni influenzino la zona; in qualche caso però tali condizioni si verificano con precipitazioni che possono essere nevose in presenza di apporti di aria fredda siberiana (anticiclone russo).

Il passaggio alla stagione primaverile risulta di norma brusco e caratterizzato da perturbazioni che determinano periodi piovosi di una certa entità; man mano che la stagione avanza i fenomeni assumono un carattere temporalesco sempre più spiccato.

L'attività temporalesca tuttavia vede il suo apice nel periodo estivo quando si registrano elevati accumuli di energia utile per innescarla e sostenerla. Essa risulta relativamente intensa con precipitazioni quantitativamente superiori a quelle invernali.

In autunno il tempo è caratterizzato dal frequente ingresso di perturbazioni atlantiche, che possono dare luogo a precipitazioni di entità rilevante. Il periodo autunnale è anche quello più favorevole al manifestarsi di situazioni alluvionali nell'area padana (es. alluvione del Polesine del '51, alluvione del Piemonte del '94).

In quest'area si distingue tuttavia l'area insubrica caratterizzata da abbondanza di precipitazioni ed in cui l'azione delle masse d'acqua dei laghi contiene gli abbassamenti termici invernali e mitiga la calura estiva. Altri elementi caratteristici della zona dei laghi sono la scarsità delle nebbie e la presenza di venti locali caratteristici (es. brezze di lago).

Clima alpino

Altra zona mesoclimatica è quella alpina, zona ad orografia complessa, con temperature invernali rigide, temperature estive poco elevate, piogge piuttosto abbondanti concentrate soprattutto nel periodo estivo con valori più alti nella fascia altimetrica dei 500-1500 m, intensa radiazione solare e ventosità elevata garantita tanto dalle brezze (di monte e di valle) che dall'interazione del rilievo con la circolazione generale (foehn, venti da incanalamento ecc.).

In realtà il clima di quest'area presenta una spiccata variabilità locale sia a causa delle diverse altitudini sia per effetto dell'esposizione dei versanti. Da segnalare in particolare la zona alpina interna, caratterizzata in particolare da scarsità di precipitazioni (clima endoalpino).

Clima urbano

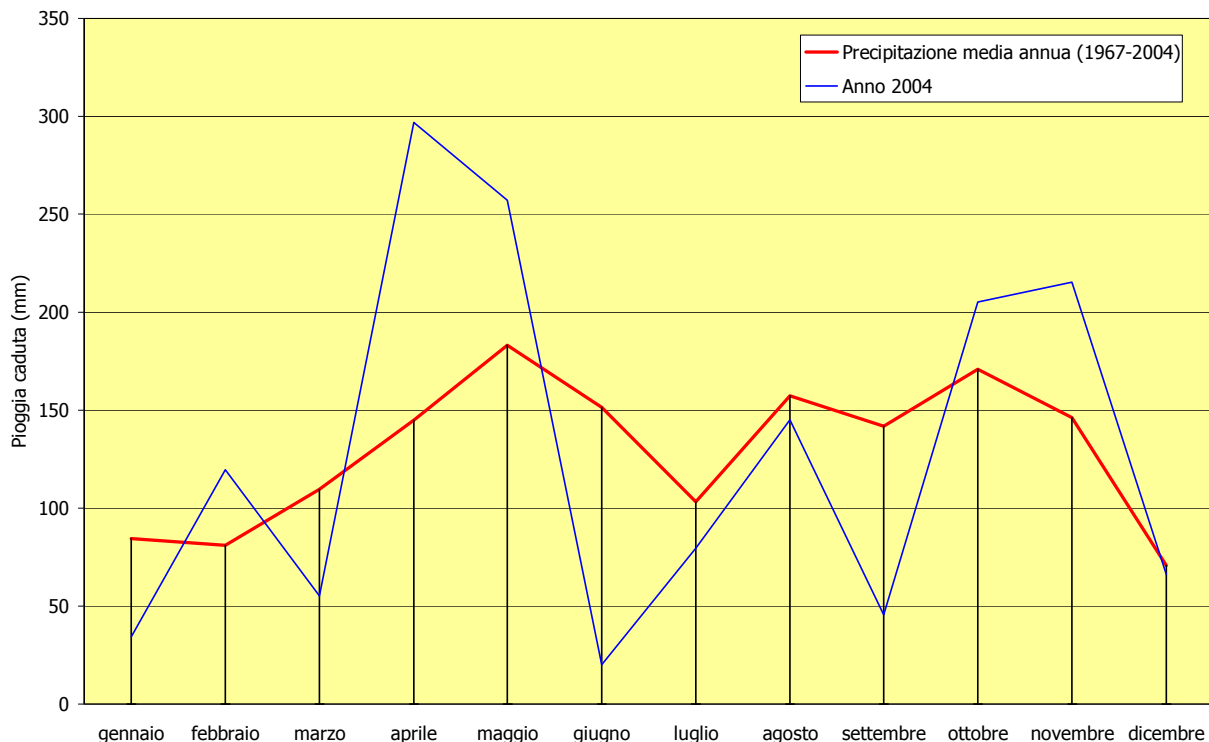
Parlando del clima della Lombardia non possiamo trascurare il clima delle aree urbane la cui importanza è sempre crescente. Le aree urbane sono caratterizzate da temperature sensibilmente superiori a quelle delle aree rurali circostanti ("isola di calore") ed alterati sono anche i livelli di precipitazioni, di umidità relativa, di vento e radiazione solare. Il clima urbano trae origine dall'interazione di una vasta e complessa serie di fattori, fra cui un ruolo primario hanno le emissioni di calore, umidità e polveri collegate all'attività dell'uomo. In Lombardia l'isola di calore più consistente è quella di Milano, come attesta il fatto che in inverno con condizioni di tempo stabile e cielo sereno le temperature minime notturne del centro città risultano ormai di 4-6°C al di sopra di quelle registrate nelle aree rurali limitrofe.



1.2.2. Clima locale

Il regime pluviometrico del territorio varesino ha un ciclo annuale ben definito, tipico delle regioni temperate e rientrante nella categoria del mesoclima insubrico, caratterizzato da due periodi piovosi (da Aprile a Giugno e da Settembre a Novembre) intervallati ad un periodo scarsamente piovoso (Luglio–Agosto) e ad uno quasi secco (Dicembre-Marzo). I mesi mediamente più piovosi sono Aprile, Maggio e Novembre (Figura 4).

Figura 4. Andamento della piovosità mensile nel periodo 1967-2004 (Fonte dati: Centro Geofisico Prealpino – www.astrogeo.va.it).



Le temperature medie mensili raggiungono un valore minimo di 1,5 °C in Gennaio, salgono gradualmente fino a Luglio in cui si ha una temperatura media di 21,3 °C e scendono ancora gradualmente fino a tornare al minimo di Gennaio.

Il clima del territorio varesino si diversifica in relazione alle diverse zone. Nella zona montuosa la temperatura media annua varia dai 9 agli 11 gradi e la piovosità dai 1800 ai 2100 mm di pioggia annui, con frequenti nevicate a quote oltre i 1000 metri.

La zona collinare gode di una temperatura media annua di 13 gradi con piovosità media tra i 1400 e 1500 mm. La zona del Lago Maggiore è particolarmente mite grazie all'azione mitigatrice svolta dalla grande quantità d'acqua del lago.

La zona di pianura, quella in cui si colloca il Lago di Comabbio, è più fredda con una media di 12 gradi e dai 1100 ai 1400 mm di pioggia annui.

Interessante e allo stesso tempo "preoccupante" notare che, come accade in altre parti del globo, anche l'analisi statistica delle serie di dati meteorologici riferiti al territorio della Provincia di Varese, raccolte da

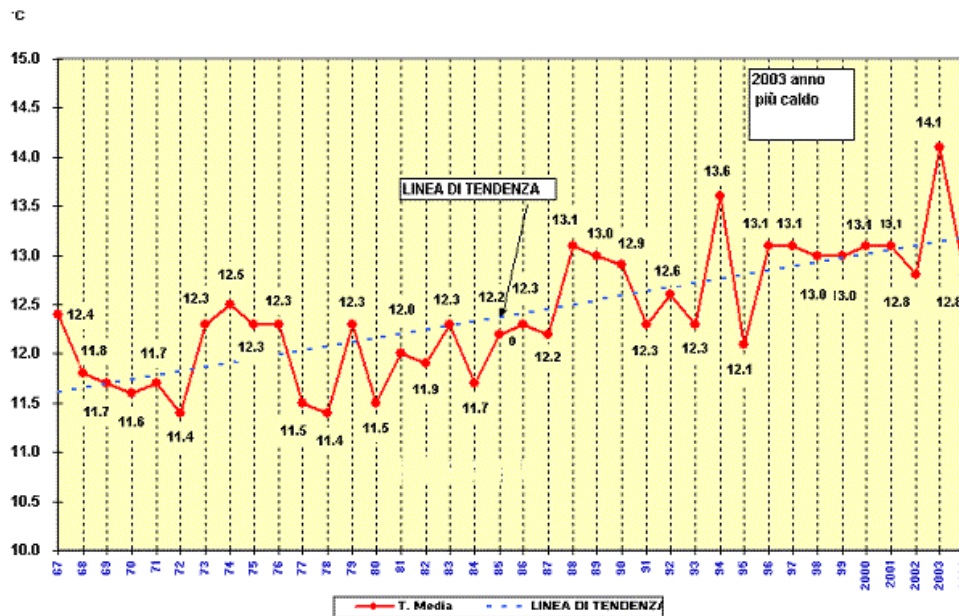


oltre 38 anni dal Centro Geofisico Prealpino, aiutano a capire cosa e quanto sta cambiando nel clima della regione insubrica a causa dell'Effetto Serra.

Come illustrato in Figura 5, la linea di tendenza mostra che la temperatura media a Varese si è innalzata di circa 1,4 gradi (da 11.6 a 13.0) da 38 anni a questa parte. L'anno più caldo è stato il 2003, grazie alla primavera ed estate più calde mai registrate a Varese.

L'aumento di temperatura sembra concentrato negli anni successivi al 1988. I dati relativi alla temperatura dell'intero pianeta (www.wmo.ch) segnalano un aumento di 0,6 gradi dal 1900 ai nostri giorni con tutti gli anni più caldi concentrati nell'ultimo decennio, primo fra tutti il 1998, secondo il 2002.

Figura 5. Temperatura media annuale e linea di tendenza, in provincia di Varese nel periodo 1967-2004.



Nelle diverse stagioni i cambiamenti climatici si manifestano in maniera differente. L'aumento delle temperature è più spiccato nei mesi primaverili e autunnali (Figura 6 e Figura 7). Le precipitazioni invece diminuiscono soprattutto nei mesi di gennaio e febbraio con tendenza a persistenti periodi anticiclonici. L'aumento di temperatura dalla metà degli anni ottanta a Varese è molto marcato per i mesi da Marzo ad Agosto (quasi 2 gradi).

Il riscaldamento climatico non si fa invece sentire in inverno. L'aumento delle temperature massime è infatti contrastato dalla diminuzione delle minime dovuta a prolungati periodi di tempo anticiclonico con frequente inversione termica.



Figura 6. Temperatura media della Primavera (Marzo-Aprile- Maggio) – Periodo 1967-2003.

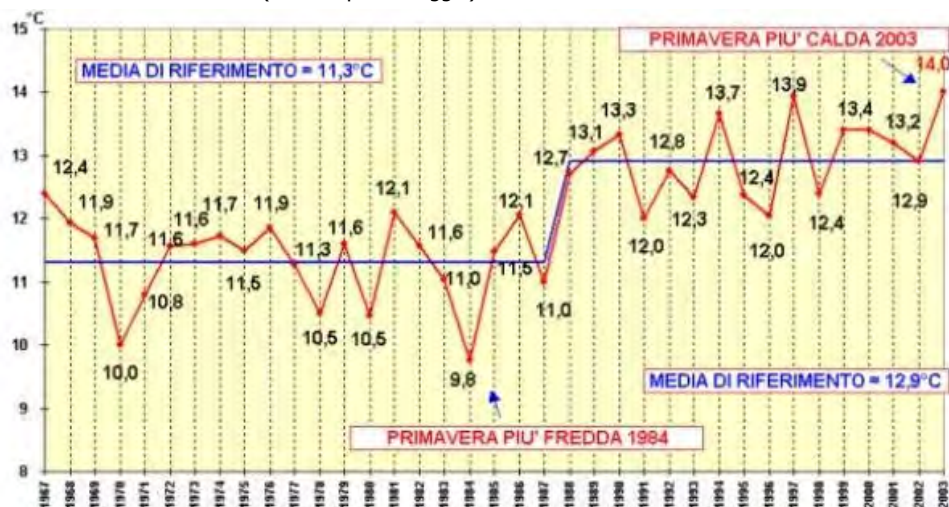
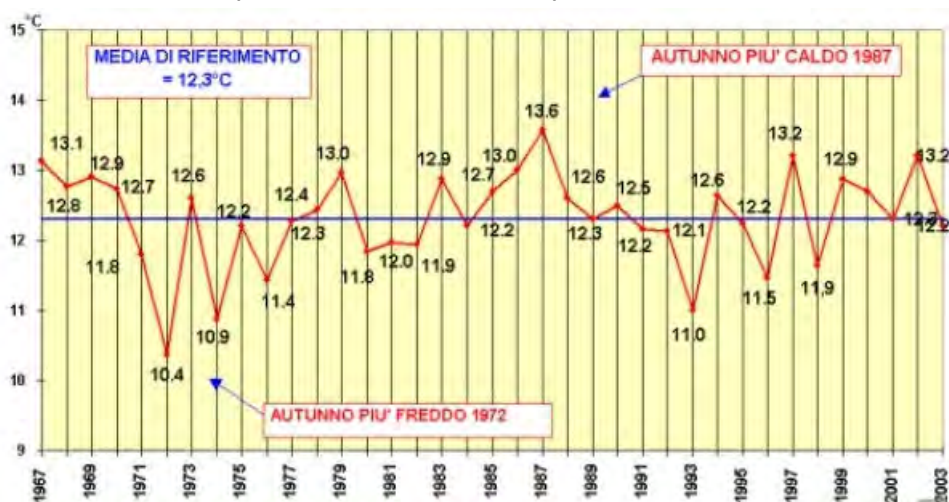


Figura 7. Temperatura media dell'Autunno (Settembre – Ottobre - Novembre) – Periodo 1967-2003.





1.3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Il Lago di Comabbio si trova all'interno di una conca lacustre ai piedi delle Prealpi Varesine, in una fascia collinare situata tra il Lago Maggiore e il Fiume Olona.

Circa 20.000 anni fa esso faceva parte di un antico sistema lacustre che comprendeva gli attuali laghi di Varese, di Comabbio e di Biandronno, con un livello dell'acqua più alto dell'attuale di almeno 20 metri. L'emissario del sistema, identificabile con il Torrente Acquanegra, recapitava direttamente nel Verbano. Col tempo l'acqua si è aperta la strada verso sud, erodendo l'incile del Bardello, e il grande sistema lacustre si è così abbassato di circa 20 metri lasciando scoperta una zona paludosa compresa tra il Lago di Varese e il Lago di Comabbio, e cioè l'attuale Palude Brabbia.

Il lago si trova inserito nella provincia di Varese nel cui territorio sono individuabili tre fasce altimetriche che si susseguono da nord verso sud:

- la porzione montana, formata da rilievi superiori ai 600 m s.l.m., si estende tra Varese e Laveno fino al confine svizzero; occupa il 32% del territorio;
- la fascia collinare (altitudine compresa tra i 200 m s.l.m. e i 600 m s.l.m.), che occupa la zona centrale della provincia e costituisce il 46% del territorio;
- la zona pianeggiante (altitudine inferiore ai 200 m s.l.m.), che si estende dall'estremo sud della provincia terminando approssimativamente all'altezza dei comuni di Lonate Pozzolo, Gallarate e Saronno; rappresenta il 22% del territorio provinciale.

Nella zona montana affiorano formazioni rocciose antiche intensamente piegate: i porfidi quarziferi (rocce eruttive effusive prodotte dal raffreddamento alla superficie terrestre di magmi granitici) del Permiano, gli gneiss e i micascisti (rocce metamorfiche derivate dalla trasformazione di rocce preesistenti in particolari condizioni di pressione e di temperatura) di età Permiana, i calcari e le dolomie (rocce sedimentarie depositatesi in ambiente marino) che vanno dal pre-Permiano al Giurese.

La zona collinare si estende dai comuni di Ispra, Angera, Sesto Calende, ad ovest, fino al fiume Olona ad est. All'interno di quest'area è situato il Lago di Comabbio.

Nella zona collinare troviamo un'estesa fascia longitudinale costituita a ovest da una zona di colline moreniche disposte ad anfiteatro verso i laghi ed intervallate da ripiani torbosi e vallette intermoreniche. L'azione dei ghiacci portò anche alla formazione delle cuvette dei laghi di Varese, Comabbio, Monate e Biandronno.

La zona orientale, non essendo stata interessata dagli effetti della glaciazione, presenta invece pianori alluvionali terrazzati su cui poggiano cerchie moreniche pre-würmiane e alcuni dossi rocciosi mesozoici coperti di materiale quaternario di trasporto. L'altopiano che si estende lungo la valle dell'Olona e dell'Arno coincide con questa zona.

Il basamento è costituito da dossi collinosi di arenarie e conglomerati oligo-miocenici formati da ciottoli di diversa granulometria compattati con sabbia.



Questi dossi affiorano solo in alcune zone dei depositi morenici e alluvionali del quaternario; queste zone le troviamo presso Taino, Mercallo e le colline di Corgeno.

Nella zona di Angera troviamo altri affioramenti più antichi ovvero dolomie del Trias (Rocca di Angera) e porfidi quarziferi del tardo Permiano, mentre nella zona di Caravate, Besozzo e Gvirate affiorano calcari bianchi e marne durissime del tardo Cretaceo-Eocene. La zona collinare è interessata in massima parte dai depositi morenici di almeno undici invasioni glaciali oltre che dai depositi alluvionali di altrettante fasi interglaciali.

Durante l'era Quaternaria si sono susseguiti una serie di eventi che si possono così riassumere: la presenza di morene fangose antiche (le Günziane) nella parte più orientale della fascia collinare, attestano la presenza di numerosi laghi compresi tra i dossi rocciosi pre-Pliocenici. Sopra il morenico cosiddetto "Günz", si estende un'alluvione grossolana formata da ghiaie ("ceppo") abbandonate dai fiumi nel periodo interglaciale (es. Valle Olona). Sopra queste ghiaie troviamo i depositi di altre glaciazioni (ad es. Mindel): sono terreni molto alterati, decalcificati e di color rosso-bruno ("ferretto") probabilmente dovuto ad un periodo interglaciale molto caldo e umido. Segue, con l'interglaciale Mindel-Riss, un'erosione del "ferretto" da parte dei fiumi e un successivo deposito alluvionale ("diluvium medio"). Sopra la superficie sia del "ferretto" sia delle alluvioni vengono a poggiarsi le fronti dei ghiacciai di altre glaciazioni, fra cui quelli Rissiani che abbandonano le morene della ennesima glaciazione (Casorate, Bizzozero). Segue una nuova erosione e successiva sedimentazione di ghiaie ("diluvium recente"); sopra queste ghiaie si depositano le morene cosiddette Würmiane (Dormelletto, Sesto Calende, ecc.). Sopra tutto vi sono tracce di depositi alluvionali post-glaciali.

Nella fascia collinare sono situati tre laghi: il Lago di Varese, di Comabbio e di Monate. La loro origine è certamente collegata all'escavazione glaciale anche se un innalzamento del loro livello può essere dovuto agli sbarramenti morenici. Per quanto riguarda l'origine del Lago Maggiore, risalente al Quaternario, si può accettare la teoria dell'escavazione glaciale del Würm solo tenendo conto che l'azione glaciale ha determinato l'allargamento e l'affondamento della precedente valle fluviale; infatti studi recenti sostengono che il vero profilo del Lago Maggiore non è ad "U" (valle glaciale) ma a "V" (valle fluviale). C'è da dire anche che il lago si allunga in corrispondenza di una frattura di età più antica rispetto alla sua origine (che è, come detto prima, del quaternario).

La fascia collinare delle prealpi è strutturalmente disposta a pieghe sinclinali e anticlinali. Queste colline non hanno mai rappresentato un ostacolo all'avanzamento dei ghiacciai del Quaternario. Alcune di queste pieghe hanno canalizzato questi ghiacciai, come ad esempio la sinclinale che è attualmente occupata dal Lago di Varese, oppure l'anticlinale di Comabbio, oggi sede dell'omonimo lago. Le colline di questa zona si sono trovate anche a svolgere un ruolo importante trovandosi in contatto con le zone dove i ghiacci erano più sottili e le morene più deboli. La loro struttura fatta di solidi conglomerati e arenarie ha permesso loro di resistere ai ghiacci che le hanno aggirate. Quando i ghiacciai si sono ritirati le morene si sono modellate sull'ossatura delle colline che durante la massima espansione glaciale spuntavano all'esterno (vedi Lago



Maggiore, Lago di Varese, in particolare sui versanti del Monte della Croce, del Monte Pelada, S. Giacomo, S. Quirico).

Infine, la parte più meridionale del territorio provinciale risulta costituita dalla fascia pianeggiante che degrada lentamente verso Milano. Questa zona è caratterizzata da un fondo di ghiaie alluvionali deposte durante il quaternario antico dai fiumi Ticino e Olona, coperto da coni di deiezioni incastrati gli uni negli altri e separati da gradini.

Come sopra accennato l'origine del Lago di Comabbio è da attribuirsi al ritiro dell'imponente ghiacciaio del Verbano, che originò anche i bacini del Lago di Varese e di Monate. L'escavazione determinò la formazione di un substrato terziario impermeabile al di sopra del quale troviamo un substrato di depositi quaternari costituiti da una coltre di sedimenti incoerenti di origine glaciale, fluvio-glaciale e lacustre. Anche nelle zone circostanti troviamo un'ampia diffusione di questi depositi incoerenti, fra i quali emergono i testimoni dell'antica struttura della zona, costituita dai rilievi rocciosi pre-quaternario.

Gli affioramenti rocciosi più antichi presenti nella zona risalgono al Terziario, in particolare tra i comuni di Ternate e di Comabbio troviamo una lunga striscia stretta di calcari nummulitici risalenti all'Eocene. Queste rocce ricche di gusci calcari hanno contribuito alla formazione dei terreni altamente impermeabili. Gli strati immediatamente superiori sono rappresentati dalla formazione della Gonfolite, che rappresentano il tipico deposito regressivo di mare profondo dell'età oligocenica, sedimentato in vicinanza di una costa in via di rapido innalzamento. La formazione della Gonfolite forma i principali rilievi orografici della zona (Monte Pelada, Monte della Croce, Colline di San Giacomo).

Per quanto riguarda i depositi quaternari, iniziati circa 1,8 milioni di anni fa, sono formati da ciottoli della prima glaciazione (Günz) per lo più ricoperti da depositi morenici della quarta glaciazione (Würn), da sabbie, argille, ghiaia e ciottoli lasciate durante il ritiro dei ghiacci. Tutto ciò va a formare la collina principale che si estende su gran parte della zona.

Gli affioramenti più recenti risalgono invece al periodo post glaciale. Essi sono costituiti da frane, torbe e limo, presenti soprattutto nelle zone più paludose del Lago di Comabbio tra Mercallo e Corgeno e all'imbocco del Canale Brabbia. Lo spessore di questi raggiunge localmente varie decine di metri.

È possibile concludere che il bacino imbrifero è costituito da un substrato terziario essenzialmente impermeabile, ricoperto per più della metà da una coltre quaternaria, contenente livelli permeabili e acquiferi.

Il Lago di Comabbio occupa la zona più depressa del bacino e si trova in comunicazione con la falda freatica sottostante, la quale si sviluppa sia nei terreni incoerenti del Quaternario sia intorno al lago stesso. Il serbatoio lacustre e la falda si trovano quindi sostenuti dai terreni impermeabili del substrato roccioso pre-quaternario e, localmente dai depositi argillosi del Günz. La falda inoltre si trova inclinata dalla periferia del bacino verso il lago, con il quale si trova in equilibrio idrodinamico. Variazioni stagionali della falda si ripercuotono quindi direttamente sui livelli del lago.



Figura 8. Sezione geologica.

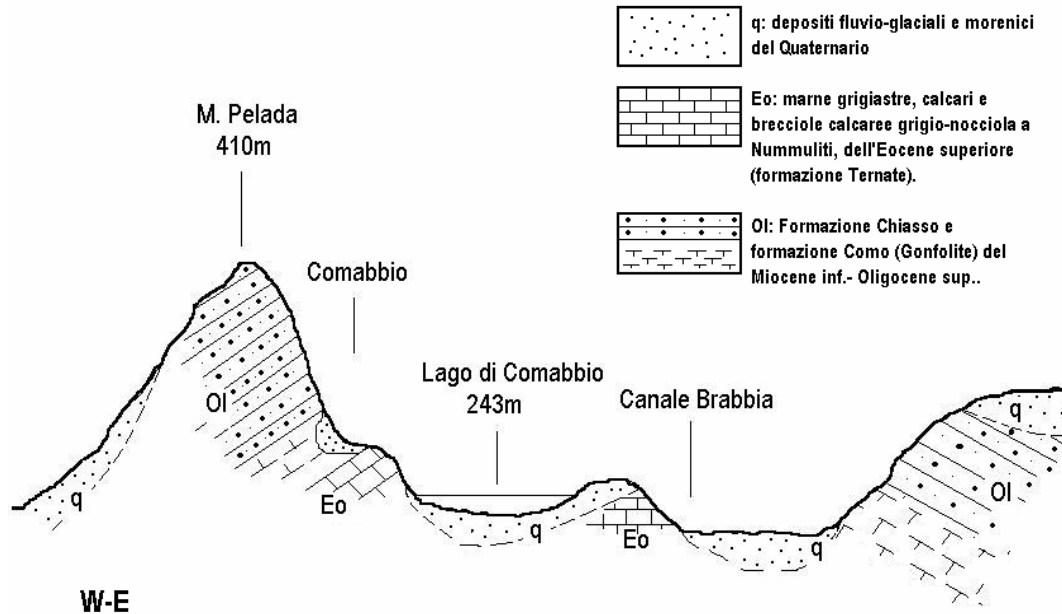


Figura 9. Successione stratigrafica tipica della zona collinare situata a ovest del Lago di Varese, tra Brebbia e Gaggio.

Quaternario	50-80 m	Sabbie argillose, sabbie e ghiaie (fluvio-glaciale e morene del Wurm). Argille e ciottoli (Gunz) (q)
Oligocene sup. - Miocene inferiore	200m	Conglomerati poligenici rossastri a cemento arenaceo, quarzoareniti e arenarie arcose grigio-giallastre. (Ol)
	80m	Marne arenacee grigio-giallastre e argille marmose grigio bluastre. (Ol)
Eocene sup.	>50m	Calcari e breccie calcaree grigio-nocciola e marne grigiastre. (Eo)
Cretaceo medio-sup.		Calcari marmosi e arenarie. (Formazione scaglia rossa).
	250-300m	Marne e calcari marmosi grigio-giallastri e bluastri con ciottoli inclusi, conglomerati e arenarie
		Calcari marmosi variegati con fucoidi.
Giurassico sup. - Cretaceo inf.	>100m	Calcari biancastri regolarmente stratificati, con selce.



Figura 10. Successione litografica semplificata prevalente nel territorio della Provincia di Varese. In parentesi sono indicate le zone di affioramento.

Quaternario	Pleistocene		Depositi alluvionali post-glaciali e morene
	Pliocene		Argille azzurre (Taino)
Terziario	Miocene		Sabbie e conglomerati lacustro-glaciali, Gonfolite.
	Oligocene		(Marcallo-Corgeno-Taino)
	Eocene		Calcari marnosi (Ternate)
Secondario	Cretaceo		Marne scistose (Besozzo - Corgeno)
	Giurassico		Calcari grigi (Laveno)
	Triassico		Dolomie (Angera - Arona)
Primario	Permiano		Porfidi quarziferi (Angera-Valganna)
			Micacisti (Piemonte)
			Graniti (Baveno)

Di particolare interesse per l'area in esame sono i seguenti strati:

- **Formazione Ternate (Eo):** costituito da Marne grigiastre, calcari e brecce calcaree grigio nocciola a Nummuliti, dell'Eocene superiore. Sono depositi calcari bioclastici, interessati da fenomeni di risedimentazione; la formazione Ternate è caratterizzata da lacune stratigrafiche sia al letto che al tetto ed affiora per 50-60 m di spessore nelle cave di Ternate e Travedona; affiora anche, in piccoli lembi, presso Varano Borghi.
- **Depositi fluvio-glaciali e morenici:** formato da argille e ciottoli (Günz), sormontate da sabbie argillose e ghiaie (morene del Würn e fluvio-glaciali) e avente permeabilità buona (più di 10^{-3} cm/s e a porosità intergranulare).



1.3.1. Il bacino idrogeologico del Lago di Comabbio

I bacini idrogeologici del Lago di Comabbio e del Lago di Monate sono concatenati tramite la falda presente nei depositi würmiani-prewürmiani posti a sud del bacino del Lago di Monate.

Il Lago di Comabbio viene drenato tramite tre vie principali:

1. circa 100 l/s sono drenati verso il bacino del Lago di Varese;
2. osservando le caratteristiche geologiche della morena sotto Mercallo, troviamo uno strato di circa 30 m molto permeabile così pure lungo un allineamento che conduce verso la valle dello Strona; questo fa ipotizzare che in questa direzione il Comabbio sia drenato. Da Mercallo le acque drenate raggiungono poi Sesto Calende lungo un paleoalveo dello Strona; il Lago di Monate alimenta quindi il bacino Lentate-Sesto Calende;
3. il deflusso verso il centro di Vergiate risulta essere piuttosto ridotto a causa della presenza di uno sbarramento impermeabile; tale sbarramento è dovuto alla presenza del dosso gonfolitico del Monte Vigano che prosegue al di sotto della copertura morenica che separa il bacino di Monate-Comabbio dal bacino Cimbro-Daverio.

Il Lago di Comabbio riceve dalla falda del Lago di Monate acqua tramite i sedimenti fluvioglaciali sottostanti la morena che separa i due bacini idrografici.

Una notevole parte dell'alimentazione della falda deriva dalle precipitazioni il cui apporto è stimabile in oltre 280 l/s (Prima sintesi sulle conoscenze idrologiche della provincia di Varese – Amministrazione Provinciale di Varese – dicembre 1983).

Il bacino imbrifero del lago, che si estende su una superficie di circa 16 km², si sviluppa in una zona prevalentemente collinare, che culmina con il Monte Pelada a 471 metri s.l.m. e degrada verso la conca lacustre, la cui superficie si trova invece a 228 metri s.l.m. (zero idrometrico).

Il limite superficiale del bacino corre per oltre il 50% del suo sviluppo lineare su terreni rocciosi, per la rimanente parte su terreni incoerenti. La ripartizione areale del bacino, ricavata direttamente dalla carta geologica (CNR, 1982), è riportata in Tabella 3.

Tabella 3. Ripartizione superficiale del bacino del Lago di Comabbio [Barnaba, 1982].

Copertura	Km ²	%
Formazione dei Calcarei Nummulitici	0.41	2.6
Membro marnoso della Formazione delle Gonfolite	0.08	0.5
Membro conglomeratico della Formazione delle Gonfolite	3.27	20.4
Depositi quaternari	8.80	55
Lago di Comabbio	3.38	21
Laghetto di Mercallo	0.06	0.4

Sotto il profilo geologico, analizzando i vari complessi sedimentari, si possono individuare tre fondamentali tipi di terreni:

1. *Terreni coerenti impermeabili (3.1%)*: a questa classe si possono ascrivere i complessi rocciosi compatti che, in base alle loro caratteristiche fisiche, favoriscono lo scorrimento superficiale delle



acque di precipitazione, ostacolandone l'infiltrazione nel sottosuolo; vi appartengono i "Calcarei Nummulitici" eocenici, le marne del Membro inferiore della "Gonfolite" oligocenica e le argille del Günz.

2. *Terreni coerenti, a permeabilità molto ridotta (20,4%)*: vi appartengono il Membro conglomeratico della Gonfolite, in cui si nota un debole incremento della permeabilità nei termini più alti della successione.
3. *Terreni incoerenti, permeabili (55%)*: a questa classe appartengono i depositi glaciali e fluvio-glaciali quaternari e in particolare gli orizzonti sabbioso-ghiaiosi del Würm. Data l'assenza di cemento, questi terreni hanno generalmente una buona permeabilità, costituendo quindi degli ottimi serbatoi idrici. Locali variazioni della granulometria e incremento della componente argillosa possono tuttavia comportare riduzioni anche notevoli della permeabilità di questi terreni.

Si è quindi in presenza di un bacino imbrifero costituito da un substrato essenzialmente impermeabile, affiorante principalmente lungo i bordi del bacino, ricoperto per oltre la metà della superficie da una coltre quaternaria, contenente livelli permeabili e acquiferi.

Il serbatoio lacustre di Comabbio, che occupa la parte topograficamente più depressa della zona, è in comunicazione con la falda acquifera sotterranea (falda freatica) che si sviluppa attorno al lago stesso. La falda, come il resto del serbatoio lacustre, è sostenuta da terreni impermeabili del substrato roccioso e, localmente, dai depositi argillosi del Günz; è inclinata dalla periferia del bacino verso il lago, con il quale si trova in equilibrio idrodinamico; di conseguenza le fluttuazioni stagionali della falda freatica si ripercuotono direttamente sul livello della superficie lacustre.

L'alimentazione idrica della falda e del bacino lacustre di Comabbio avviene essenzialmente ad opera degli afflussi meteorici, mancando altre importanti fonti di alimentazione superficiale e profonda. Per lo specchio lacustre è possibile distinguere:

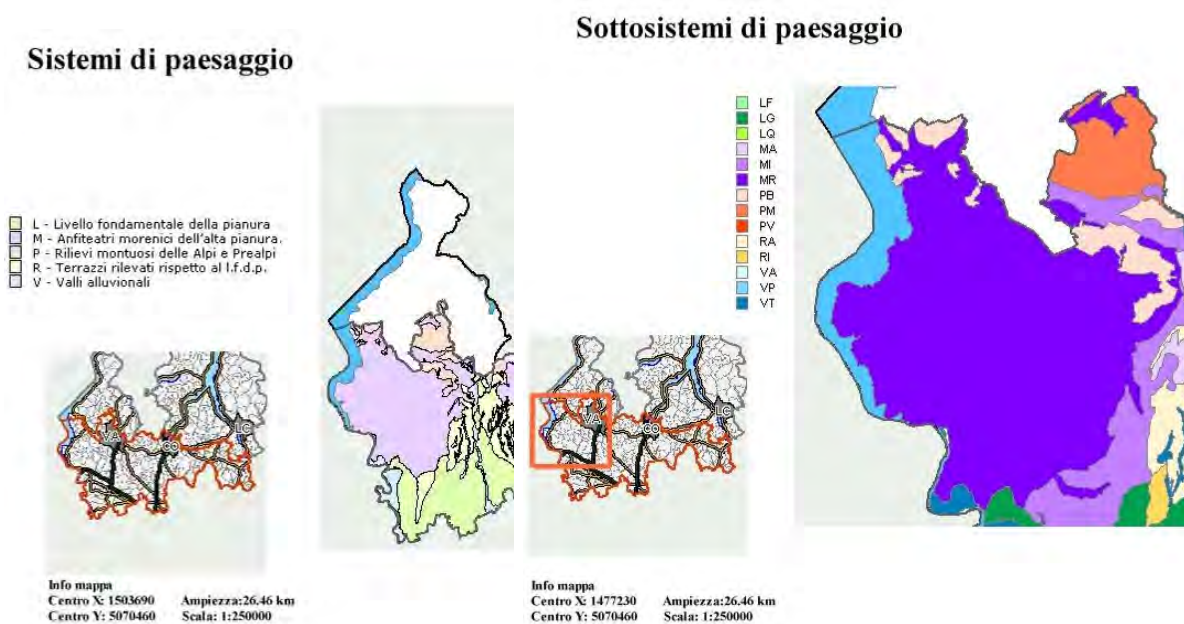
- a) *alimentazione diretta*: costituita dalle acque meteoriche che ricadono direttamente sul lago;
- b) *alimentazione indiretta*: costituita dagli afflussi che ricadono nelle aree degli affioramenti, dando luogo ad un modesto sistema idrico superficiale e ad uno sotterraneo che alimenta lo specchio attraverso la falda freatica;
- c) *apporti di origine sorgiva*.



1.4. PEDOPAESAGGIO

Come accennato nel capitolo riguardante la geologia, il Lago di Comabbio e il suo bacino imbrifero sono formati da depositi fluvio-glaciali morenici del Quaternario. Si è di fronte quindi a pedopaesaggi morenici recenti (Figura 11) attribuiti al glaciale Würm, dove troviamo anfiteatri e cordoni morenici con morfologia aspra, pendente ed accidentata e sono costituiti da sedimenti glaciali e subordinatamente fluvio-glaciali e fluvio-lacustri, generalmente poco alterati ed in apparenza privi di coperture eoliche. A causa dei processi di erosione e rimodellamento molto attivi, i suoli presenti sono poco evoluti e vengono continuamente ringiovaniti dai processi di erosione delle parti superiori del profilo. I suoli sono inoltre da poco a molto profondi, spesso pietrosi e scheletrici, e presentano una tessitura moderatamente grossolana oppure grossolana e permeabile. Tendenzialmente si trovano suoli acidi e ben drenati. Gli orizzonti superficiali sono spesso ad accumulo di sostanza organica (epipedon umbrici).

Figura 11. Sistemi di paesaggio – taglio alla Provincia di Varese (MR= Morenico Recente).



Nelle zone immediatamente a ridosso del lago sono presenti 5 tipi di suoli diversi organizzati in tre unità cartografiche.

I suoli presenti sono:

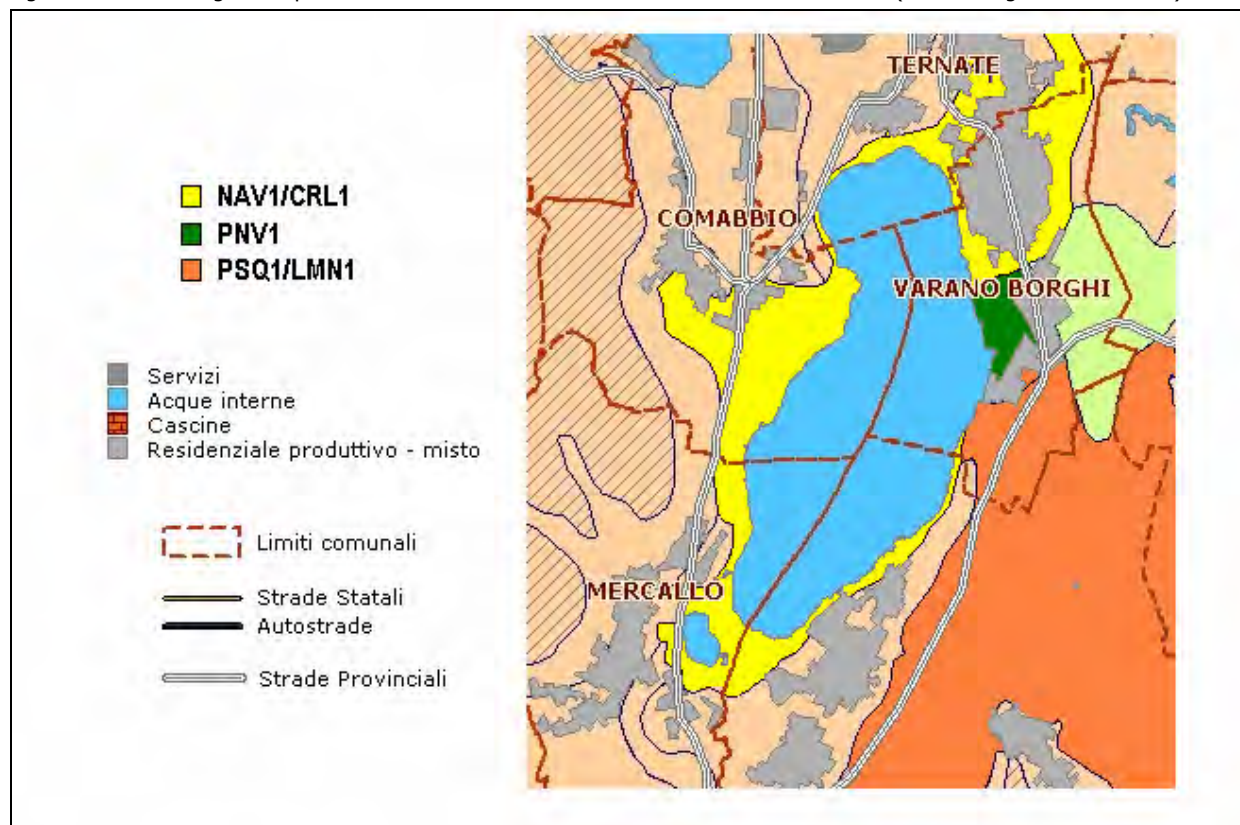
1. Pasque franca (PSQ1),
2. Lomnago Franco sabbiosa (LMN1),
3. Cà Nova 2 Franco sabbiosa (NVA1),
4. Carolina Franca (CRL1),
5. Prato Nuovo Sabbioso franca (PNV1).



Le unità cartografiche invece sono:

1. NVA1/CRL1,
2. PSQ1/LMN1,
3. PNV1.

Figura 12. unità cartografiche presenti nel territorio interessato dal SIC e nel bacino imbrifero (da www.regione.lombardia.it).



Pasque (PSQ).

Descrizione generale.

Classificazione: USDA: Dystrudepts coarse loamy, mixed, superactive, mesic.

FAO: Humic Cambsols

Topsoil: presenta uno spessore di 25-30 cm, con un colore bruno scuro, tessitura franca, non calcareo, a reazione neutra e scheletro comune.

Subsoil: formato da tre orizzonti cambici dello spessore medio di 30 cm, di colore bruno e bruno-nerastro, scheletro comune e tessitura franco sabbiosa. È scarsamente o per niente calcareo, a reazione subacida.

Substrato roccioso: substrato litologico prequaternario alterato a partire da 60 cm; in alcuni punti è però affiorante.

Drenaggio: buono

Permeabilità: moderata

Parent material: marne moderatamente alterate; a tratti vi sono deposizioni di materiali mornici a clasti poco classati.

Substrato: limi sabbiosi con ghiaia; calcarei o molto calcarei

Profondità utile: 120-201cm (substrato lapideo o ciotoloso).

Morfologia: collinare ondulata rimodellata dall'attività glaciale

Distribuzione nella provincia di Varese: settore sud-ovest rispetto al Lago di Varese con un'estensione complessiva di 3600 Ha.

Caratteristiche ambientali.

Soil region: morenico verbanico



UDP: Cordoni morenici principali e secondari, compresi quelli addossati ai versanti montuosi, generalmente a morfologia netta, con pendenze da basse a molto elevate, costituiti da depositi grossolani poco classati immersi in matrice fine (sabbie e limi).

Uso del suolo: prati permanenti asciutti.

Genesi ed evoluzione dei suoli:

Processi genetici: brunificazione, liscivazione.

Orizzonti genetici: Ap-Bw-C

Orizzonti diagnostici: Epipedon Umbrico, Orizzonte

Nell'area considerata è si trova un'espressione territoriale di questo suolo indicata come Pasque franca (PSQ1) che presenta le seguenti caratteristiche specifiche:

Morfologia: collinare ondulata rimodellata dall'attività glaciale

Drenaggio: buono

Permeabilità: moderata

Parent material: marne moderatamente alterate. A tratti vi sono deposizioni di materiali morenici a clasti poco classati.

Uso del suolo: prati permanenti asciutti

Proprietà applicative: sono suoli adatti all'agricoltura, ma essendo a rischio di erosione hanno limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; per limitazioni connesse alla pendenza non sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici e dei fanghi di depurazione; hanno capacità protettiva bassa nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al runoff, e moderata nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria. Hanno un valore naturalistico medio.

Lomnago(LMN).

Descrizione generale.

Classificazione: USDA: Humic-pachic Dystrudepts coarse loamy, mixed, superactive, mesic.

FAO: Dystric Cambisols

Topsoil: profondità media di circa 50 cm, colori bruno scuri, scheletro scarso, tessitura franco sabbiosa, reazione subacida, non calcarei

Subsoil: orizzonti profondi con spessore medio di 30 cm, scheletro frequente, tessitura franco sabbiosa, reazione subacida - neutra, non calcarei.

Substrato roccioso: a partire da 150 cm.

Drenaggio: buono.

Permeabilità: moderatamente elevato.

Parent material: depositi glaciali costituiti da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa

Substrato: sabbie limose con ghiaia non calcaree.

Profondità utile: 170cm (idromorfia)

Morfologia: rilievo di morena di fondo, generalmente a morfologia netta.

Distribuzione nella provincia di Varese: settore sud-ovest rispetto al Lago di Varese 13000 Ha

Caratteristiche ambientali.

Soil region: morenico verbanico

UDP: Cordoni morenici principali e secondari, compresi quelli addossati ai versanti montuosi, generalmente a morfologia netta, con pendenze da basse a molto elevate, costituiti da depositi grossolani poco classati immersi in matrice fine (sabbie e limi).

Uso del suolo: cereali tipo mais.

Genesi ed evoluzione dei suoli.

Processi genetici: humificazione, liscivazione, alterazione parent material.

Orizzonti genetici: Ap -Bw - Cg

Orizzonti diagnostici: Epipedon Ochrico, Orizzonte Cambico.

L'espressione territoriale di questo suolo presente nella zona del Lago di Comabbio è indicata come Lomnago franco sabbiosa (LMN1) che presenta le seguenti caratteristiche specifiche.

Morfologia: rilievo di morena di fondo, generalmente a morfologia netta.

Drenaggio: buono.

Permeabilità: moderatamente elevata.

Parent material: depositi glaciali costituiti da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa.



Uso del suolo: cereali tipo mais

Proprietà applicative e indicazioni gestionali: come per i suoli Pasque, i suoli Lomnago sono adatti all'agricoltura ma con le stesse limitazioni dovute all'erosione; anche per quanto riguarda lo spandimento di fanghi di depurazione e reflui zootecnici hanno le stesse caratteristiche dei suoli Pasque; presentano capacità nei confronti delle acque superficiali protettiva moderata per limitazioni legate al runoff, e bassa nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è alto.

A livello gestionale essendo suoli a rischio erosione idrica dovuta alla pendenza, bisogna considerare pratiche volte a minimizzarne gli effetti. In questi suoli è inoltre presente uno spessore umbrico elevato che conferisce, come sopra accennato un elevato valore naturalistico. Diventa quindi opportuno preservare l'integrità e le caratteristiche di tale orizzonte. Presentando inoltre una certa vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee e una moderata capacità protettiva per le acque superficiali, si deve prestare una certa attenzione all'uso di concimi e fitofarmaci.

Cà Nova 2 (NVA)

Descrizione generale.

Classificazione: USDA: Oxyaquic Udifluvents coarse loamy, mixed, superactive, nonacid, mesic.

FAO: Umbric Fluvisols

Topsoil: spessore medio di 40-50 cm, colore bruno scuro, scheletro assente, tessitura franco sabbiosa, non calcareo, reazione subacida.

Subsoil: caratterizzato dalla presenza della falda, con colori ridotti, scheletro assente, tessitura sabbioso franca che diventa sabbiosa con la profondità, reazione subacida, non calcareo.

Drenaggio: mediocre.

Permeabilità: moderatamente elevata.

Parent material: sedimenti lacustri costituiti da sabbie non calcaree.

Substrato: sabbie limose non calcaree.

Profondità utile: da 75 a 100 (falda)

Morfologia: conche lacustri e aree poste in prossimità di corsi d'acqua.

Distribuzione nella provincia di Varese: settore tra Varese e il Lago Maggiore 2700 Ha.

Caratteristiche ambientali.

Soil region: morenico verbanico

UDP: Aree in cui l'idromorfia è dovuta alla falda subaffiorante, riscontrabile sia in corrispondenza di conche lacustri - parzialmente o completamente prosciugate e prive di drenaggio esterno naturale - sia in prossimità di corsi d'acqua. Ove i ristagni idrici sono più superficiali, sono diffusi depositi organici e vegetazione spontanea igrofila.

Uso del suolo: prati permanenti asciutti

Genesi ed evoluzione dei suoli.

Processi genetici: alterazione parent material, brunificazione, gleyzzazione.

Orizzonti genetici: A-Cg

Orizzonti diagnostici: Epipedon Umbrico

Nella zona circostante il Lago di Comabbio troviamo come espressione territoriale di questo suolo la Cà Nova 2 franco sabbiosa (NVA1). Le caratteristiche specifiche di questa tipologia sono:

Morfologia: conche lacustri e aree poste in prossimità di corsi d'acqua

Drenaggio: mediocre

Permeabilità: moderata

Parent material: sedimenti lacustri costituiti da sabbie non calcaree

Uso del suolo: prati permanenti asciutti

Proprietà applicative: i suoli NVA1 sono adatti all'agricoltura, ma a causa della presenza di acqua di profilo, devono essere adottate severe limitazioni tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative. È un suolo adatto allo spandimento dei reflui zootecnici, con lievi limitazioni dovute alla presenza di falda, alla granulometria e alla pendenza, e presentano problemi gestionali legati al drenaggio. Sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione, con moderate limitazioni connesse alla capacità di scambio cationico. Presentano capacità protettiva moderata nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al comportamento idrologico e al runoff, e bassa nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla presenza di falda; il loro valore naturalistico è basso.



Carolina(CRL)

Descrizione generale.

Classificazione: USDA: Aeric Humaquepts corse loamy over sandy or sandy skeletal, mixed, superactive, nonacid, mesic
FAO: Gley-Umbric Regosols

Topsoil: orizzonti superficiali con uno spessore medio di 30 cm con colori ridotti bruni grigiastri molto scuri, tessitura moderatamente grossolana (franco sabbiosa), scheletro assente, non calcareo, reazione subacida.

Subsoil: presenta colori molto ridotti (grigio rossastri) e scheletro assente, tessitura moderatamente grossolana (grossolana oltre i 130 cm), non calcarei, reazione subacida.

Drenaggio: lento.

Permeabilità: moderatamente elevata.

Parent material: depositi morenici con sabbie non calcaree.

Substrato: sabbie limose non calcaree

Profondità utile: da 75 a 100 cm (falda)

Morfologia: conche lacustri e aree poste in prossimità di corsi d'acqua degli anfiteatri morenici dell'alta pianura.

Distribuzione nella provincia di Varese: settore tra Varese e il Lago Maggiore 2800 Ha

Caratteristiche ambientali.

Soil region: morenico verbano.

UDP: aree in cui l'idromorfia è dovuta alla falda subaffiorante, riscontrabile sia in corrispondenza di conche lacustri - parzialmente o completamente prosciugate e prive di drenaggio esterno naturale - sia in prossimità di corsi d'acqua. Ove i ristagni idrici sono più superficiali, sono diffusi depositi organici e vegetazione spontanea igrofila.

Uso del suolo: prati polifiti asciutti, cereali tipo mais.

Genesi ed evoluzione dei suoli.

Processi genetici: gleyzzazione.

Orizzonti genetici: A-Cg

Orizzonti diagnostici: Epipedon Umbrico.

Come espressione territoriale intorno al Lago di Comabbio troviamo la Carolina franca (CRL1) con le presenti caratteristiche:

Morfologia: conche lacustri e aree poste in prossimità di corsi d'acqua degli anfiteatri morenici dell'alta pianura.

Drenaggio: lento.

Permeabilità: bassa.

Parent material: depositi morenici con sabbie non calcaree.

Uso del suolo: prati polifiti asciutti, cereali tipo mais.

Proprietà applicative e indicazioni gestionali: i suoli CRL1 sono adatti all'agricoltura, presentando tuttavia limitazioni molto severe, legate alla presenza di acqua nel profilo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; non sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici, per limitazioni dovute alla presenza di falda; non sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione, per limitazioni connesse alla presenza di falda; hanno capacità protettiva bassa nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al comportamento idrologico, e bassa nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla presenza di falda; il loro valore naturalistico è medio.

Prato nuovo(PNV)

Descrizione generale.

Classificazione: USDA: Aeric Fluvaquents sandy over loamy, mixed, superactive, mesic.

FAO: Gley-Eutric Fluvisols.

Topsoil: spessore di 30 cm, colori tra bruno e bruno scuro, con screziature comuni, scheletro assente, tessitura sabbioso-franco o franco sabbiosa, non calcareo, a reazione neutra.

Subsoil: presenta tessitura moderatamente fine, colori bruno grigiastri, scheletro scarso; non calcareo, a reazione subalcalina.

Drenaggio: lento.

Permeabilità: moderatamente bassa.

Parent material: depositi limosi prevalentemente di origine lacustre

Substrato: sabbie limose scarsamente calcaree.

Profondità utile: 100 cm (substrato idromorfo).

Morfologia: conche lacustri e aree poste in prossimità di corsi d'acqua.

Distribuzione nella provincia di Varese: settore limitrofo alla porzione meridionale del Lago di Varese 590 Ha



Caratteristiche ambientali.

Soil region: morenico verbanico

UDP: aree in cui l'idromorfia è dovuta alla falda subaffiorante, riscontrabile sia in corrispondenza di conche lacustri - parzialmente o completamente prosciugate e prive di drenaggio esterno naturale - sia in prossimità di corsi d'acqua. Ove i ristagni idrici sono più superficiali, sono diffusi depositi organici e vegetazione spontanea igrofila.

Uso del suolo: pioppeti.

Genesi ed evoluzione dei suoli.

Processi genetici: gleyzzazione.

Orizzonti genetici: A-Cg.

Orizzonti diagnostici: Epipedon Ochrico.

L'espressione territoriale di questo suolo presente nella zona del Lago di Comabbio è indicata come Lomnago franco sabbiosa (PNV1) che presenta le seguenti caratteristiche specifiche:

Morfologia: conche lacustri e aree poste in prossimità di corsi d'acqua.

Drenaggio: lento.

Permeabilità: moderatamente bassa.

Parent material: depositi limosi prevalentemente di origine lacustre.

Uso del suolo: pioppeti.

Proprietà applicative e indicazioni gestionali: i suoli PNV1 sono adatti all'agricoltura, presentando tuttavia severe limitazioni, legate alla presenza di acqua nel profilo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spargimento dei reflui zootecnici, con moderate limitazioni dovute alla granulometria, e presentano problemi gestionali legati al drenaggio; non sono adatti allo spargimento dei fanghi di depurazione, per limitazioni connesse alla granulometria; hanno capacità protettiva moderata nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al comportamento idrologico, e bassa nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; il loro valore naturalistico è medio, per una certa vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee e una moderata capacità protettiva per le acque superficiali, si deve prestare una certa attenzione all'uso di concimi e fitofarmaci.

1.4.1. Profondità utile del suolo

Rappresenta la porzione di suolo espressa in cm dalla superficie che consente lo sviluppo organico e funzionale delle radici, in coerenza con le profondità dei fattori limitanti (falda o strati non attraversabili) eventualmente presenti nel suolo. È cioè la distanza fra la superficie e gli strati del suolo in cui fattori fisici e/o chimici ostacolano lo sviluppo in profondità degli apparati radicali della maggior parte delle colture agrarie.

Sono considerati fattori limitanti lo sviluppo degli apparati radicali:

- roccia coerente dura o soffice;
- fragipan;
- orizzonte petrocalcico e altri orizzonti impenetrabili;
- falda permanente e gley;
- materiali esclusivamente scheletrici, sabbiosi o sabbioso-scheletrici;
- orizzonti a granulometria fortemente contrastante rispetto a quella degli orizzonti soprastanti.

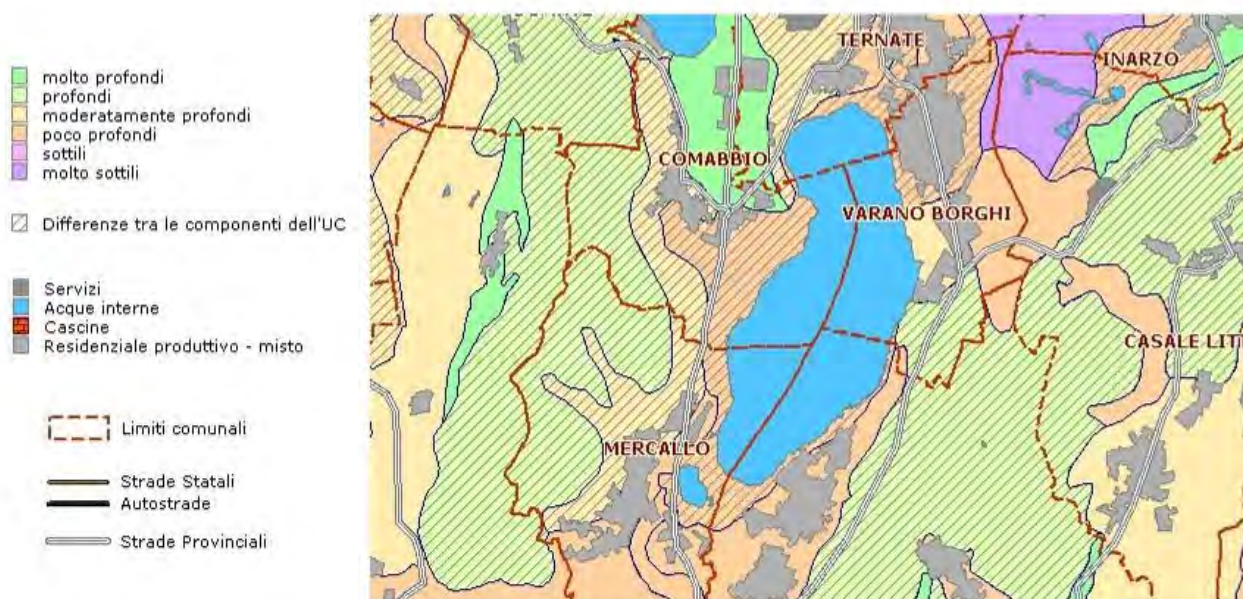
Il tipo di struttura ed il diverso grado di consistenza esercitano un'influenza significativa sulla possibilità di sviluppo degli apparati radicali. Si distinguono le seguenti classi di profondità dei suoli:



classe	profondità (cm)
molto sottili	< 25
sottili	25 - 50
moderatamente profondi	50 - 100
profondi	100 - 150
molto profondi	> 150

Considerando l'area del SIC e, più estesamente, del bacino imbrifero del Lago di Comabbio, si osserva la dominanza di suoli poco profondi e dunque poco adatti alle pratiche agricole.

Figura 13. Profondità utile del suolo nell'area d'interesse.

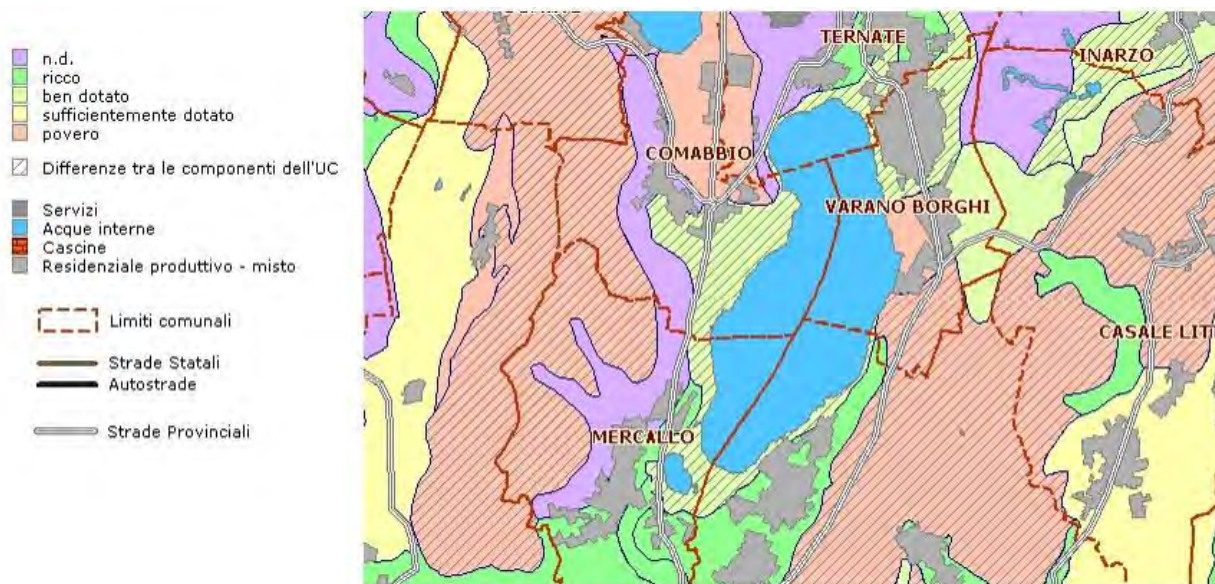


1.4.2. Carbonio organico del primo orizzonte

E' il carbonio contenuto nell'humus e nella sostanza organica in decomposizione nell'orizzonte superficiale del suolo. Il carbonio organico, misurato in laboratorio mediante attacco del campione con energici ossidanti, è un parametro importante per valutare la fertilità dei suoli, in quanto capace di influenzarne positivamente la capacità di trattenere acqua ed elementi minerali e la stabilità strutturale. L'analisi di questo parametro per l'area di interesse fa registrare mediamente una discreta fertilità del terreno.



Figura 14. 2.4.2. Carbonio organico del primo orizzonte nell'area di interesse.



1.4.3. Capacità protettive per le acque sotterranee

Il suolo protegge l'ambiente, il sistema delle acque profonde e superficiali e le catene alimentari dall'inquinamento, agendo da filtro e da tampone e favorendo le trasformazioni biochimiche.

Questa interpretazione esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti idrosolubili in profondità con le acque di percolazione in direzione delle risorse idriche sottosuperficiali. Le precipitazioni e, soprattutto l'irrigazione, sono considerate le principali fonti di acqua disponibile per la lisciviazione dei prodotti fitosanitari o dei loro metaboliti attraverso il suolo. La valutazione della capacità protettiva dei suoli assume pertanto una rilevanza particolare nelle aree ove vengono utilizzate tecniche irrigue a forte consumo di acqua.

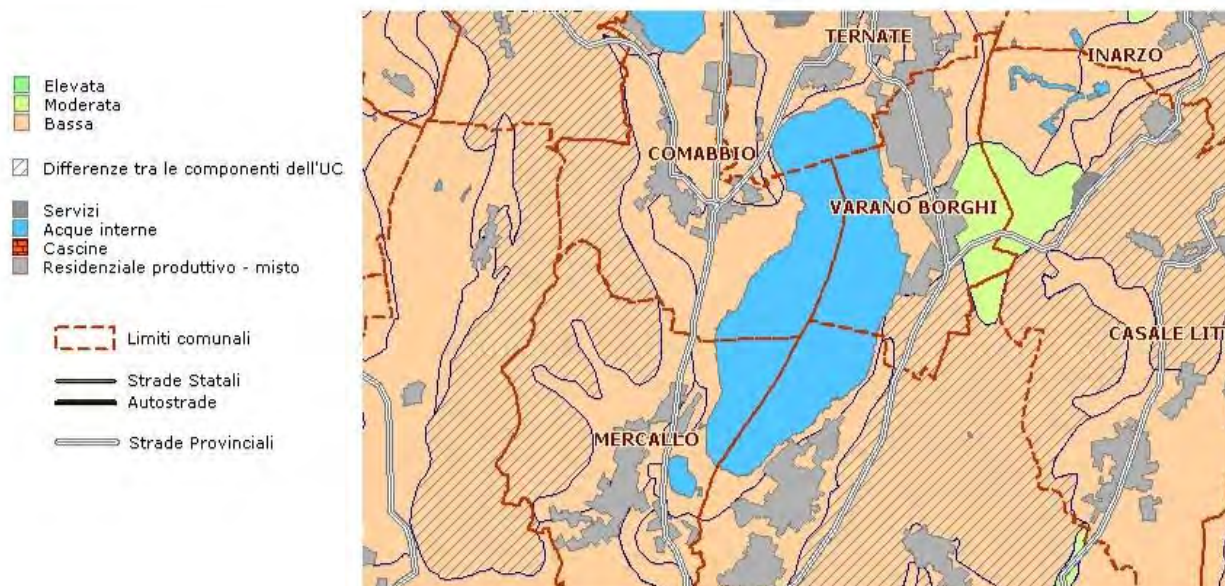
L'interpretazione proposta esprime la potenziale capacità del suolo di trattenere i fitofarmaci entro i limiti dello spessore interessato dagli apparati radicali delle piante e per un tempo sufficiente a permetterne la degradazione; non è invece riferita a specifici antiparassitari o famiglia di prodotti fitosanitari.

Le proprietà pedologiche prese in considerazione nel modello interpretativo sono correlate con la capacità di attenuazione e il comportamento idrologico del suolo: tali proprietà sono permeabilità, profondità della falda, granulometria, proprietà chimiche (pH, CSC). Il modello prevede, in sintonia anche con criteri interpretativi analoghi utilizzati in Europa e negli Stati Uniti, la ripartizione dei suoli in tre classi di capacità protettiva nei confronti delle acque profonde: elevata, moderata e bassa.

Per quanto concerne l'area in esame, viste le caratteristiche geologiche e pedogenetiche, la capacità protettiva delle acque sotterranee risulta essere qui piuttosto bassa.



Figura 15. Capacità protettive per le acque sotterranee nell'area di interesse.



1.4.4. Capacità protettive per le acque superficiali

Questa interpretazione, complementare alla Capacità protettiva per le acque sotterranee, esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti con le acque di scorrimento superficiale in direzione delle risorse idriche di superficie.

Gli inquinanti distribuiti sul suolo possono essere trasportati nelle acque che scorrono sulla superficie del suolo stesso, o in soluzione, o adsorbiti sulle particelle solide contenute in tali acque.

Come la precedente, anche questa interpretazione ha carattere generale e consente la ripartizione dei suoli in tre classi a decrescente capacità protettiva.

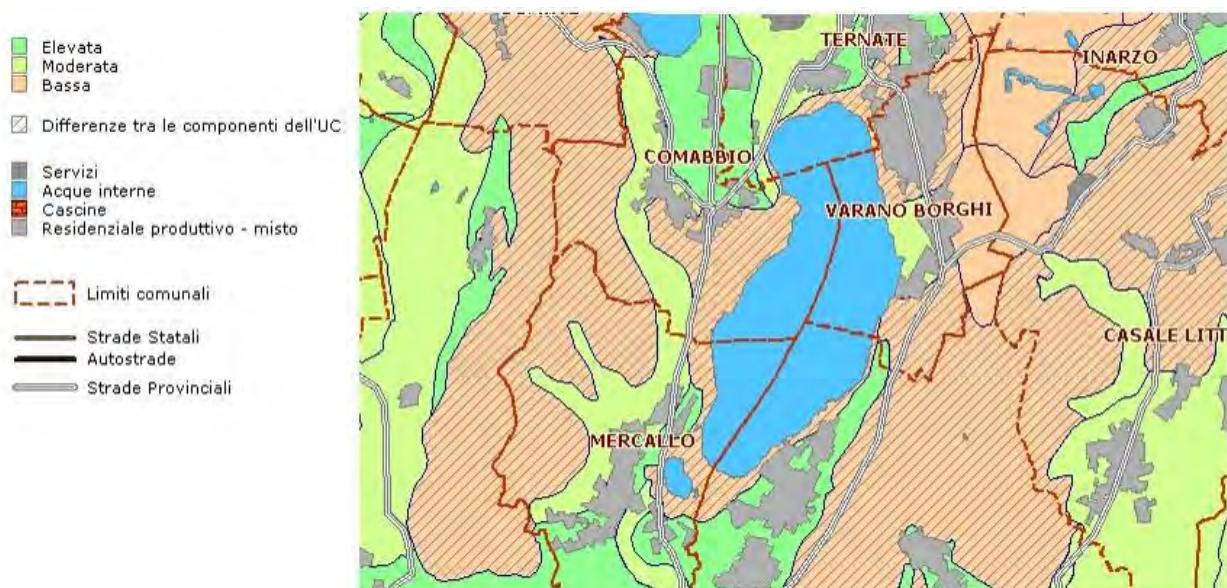
Molto spesso il comportamento idrologico dei suoli è tale che a capacità protettive elevate nei confronti delle acque superficiali corrispondono capacità protettive nei confronti delle acque profonde minori e viceversa. Infatti, solo suoli profondi, a granulometria equilibrata e che presentano orizzonti relativamente poco permeabili intorno al metro di profondità, a giacitura pianeggiante hanno contemporaneamente una buona capacità di accettazione delle acque meteoriche ed irrigue e una bassa infiltrabilità profonda. Le proprietà pedologiche prese in considerazione nel modello interpretativo sono correlate con la suscettività dei suoli a determinare scorrimenti superficiali e fenomeni erosivi: tali proprietà sono gruppo idrologico, indice di runoff superficiale, rischio di inondabilità.

Nelle aree di pianura non alluvionabili, dove la pendenza è molto modesta o addirittura inesistente, la capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali è comunque prevalentemente correlata al tipo idrologico dei suoli, che è un'espressione sintetica delle modalità e dei tempi di deflusso delle acque di origine meteorica o irrigua.

Anche in questo caso la capacità protettiva per le acque superficiali è piuttosto bassa nell'area di interesse.



Figura 16. Capacità protettive per le acque superficiali nell'area di interesse.



1.5. IDROLOGIA

Per quanto concerne gli aspetti idrologici del SIC, essi devono essere valutati allargando la visione al bacino imbrifero del lago, solo in piccola parte ricadente nel territorio del SIC.

Vengono in particolare di seguito esaminati i seguenti aspetti idrologici:

- il bacino imbrifero del lago e l'idrografia;
- la morfologia della conca lacustre;
- le caratteristiche limnologiche del lago, valutate sulla base dei dati raccolti negli ultimi vent'anni.

Prima sono però elencate di nuovo in maniera sintetica le principali caratteristiche morfologiche, geografiche e idrologiche del Lago di Comabbio:

Bacino imbrifero (lago compreso)	15,8	km ²
Superficie lago	3,57	km ²
Volume lago	16,25	m ³ * 10 ⁶
Portata emissario	0,31	m ³ /s
Tempo teorico di ricambio	1,47	anni
Profondità media	4,55	m
Profondità massima	8	m
Rapporto areale bacino / lago	4,41	
Altitudine del livello medio	243	m s.l.m.
Lunghezza	3,62	km
Larghezza	1,38	km
Lunghezza della costa	9	km
Indice di sinuosità	1,34	
Emissario	Canale Brabbia – Lago di Varese – Torrente Bardello – Lago Maggiore – Fiume Ticino – Fiume Po	



1.5.1. Bacino imbrifero e idrografia

Il bacino imbrifero del Lago di Comabbio si estende su una superficie di circa 16 km², si sviluppa in una zona prevalentemente collinosa, che culmina con il Monte Pelada a 471 metri s.l.m. e degrada verso la conca lacustre, la cui superficie si trova invece a 228 metri s.l.m. (zero idrometrico).

La rete idrica superficiale del bacino è piuttosto modesta: il Canale Brabbia, emissario del lago, assicura il deflusso del bacino del Lago di Comabbio verso il Lago di Varese, attraverso un percorso di circa 3.5 km lungo la palude torbosa situata ad est di Varano Borghi (Palude Brabbia).

Le portate di questo canale sono caratterizzate da un'elevata variabilità temporale, ascrivibile al regime pluviometrico ed al breve tempo di corrivazione del bacino idrografico.

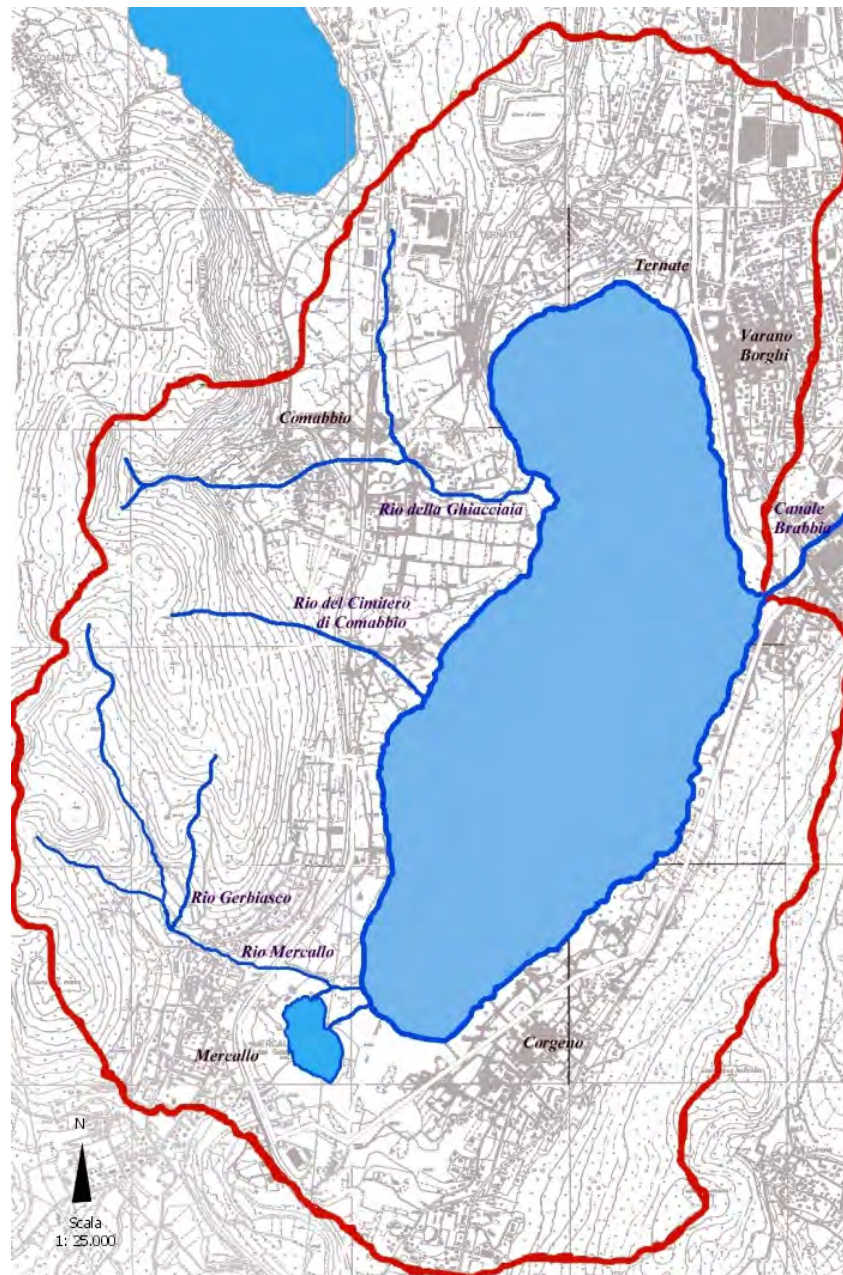
Le portate del Canale Brabbia sono regolate attraverso una stazione di chiusura ubicata nel punto di emissione; in questo modo è possibile controllare sia il livello del lago, sia le portate dell'emissario, che attualmente si aggirano attorno ad un valore medio annuo di circa 0,3 m³/s; per quanto riguarda gli immissari, si tratta sempre di corsi d'acqua minori a carattere torrentizio (Tabella 4), tranne che per un piccolo corso d'acqua, il Rio Peschè, che si immette in lago all'altezza del Perco Berrini di Ternate, incanalato. In Figura 2 sono rappresentati i confini del bacino drenato del Lago di Comabbio, ed i principali corsi d'acqua presenti al suo interno.

Tabella 4. Principali corsi d'acqua del bacino del Lago di Comabbio.

Nome del corso d'acqua	Rapporti con il lago
Canale Brabbia	EMISSARIO
Rio della Ghiacciaia	IMMISSARIO
Rio del Cimitero di Comabbio	IMMISSARIO
Rio Peschè	IMMISSARIO
Rio Mercallo	IMMISSARIO



Figura 17. Il bacino imbrifero del Lago di Comabbio e la sua rete idrografica.



1.5.2. Morfologia della conca lacustre

Tutto quanto di seguito esposto deriva da uno studio pregresso compiuto dalla GRAIA srl nel 1999 (GRAIA, 1999).

Il Lago di Comabbio è classificato come lago glaciale sbarrato da morena (Tonolli, 1975) ed in particolare come lago intermorenico. La genesi di questo tipo di laghi è la seguente: il materiale morenico deposto dal ghiacciaio, se acquista un certo grado di impermeabilità, connesso alla presenza di materiale minuto negli interstizi degli elementi più grossolani, è in grado di trattenere le acque. Il materiale fine trasportato dal torrente glaciale può così rendere una medesima morena impermeabile nella sua sezione inferiore, mentre la



parte superiore rimane filtrante, determinando in questo modo il livello medio della massa d'acqua trattenuta. Proprio in rapporto ai processi che ne determinano l'origine, questi laghi sono generalmente poco profondi.

In particolare i laghi intermorenici sono bacini racchiusi all'interno di cerchie moreniche tra loro intersecate, specialmente negli anfiteatri dei grandi laghi marginali. Il Lago di Comabbio, insieme al Lago di Varese e al Lago di Monate, si trova nell'anfiteatro del Lago Maggiore.

Il Lago di Comabbio, confrontato con i due laghi intermorenici appena citati, è caratterizzato da una profondità media particolarmente bassa. La sua scarsa profondità ha purtroppo giocato un ruolo fondamentale nel processo di degrado ambientale che ha interessato il lago negli ultimi 50 anni.

Sono di seguito ricalcolati il volume occupato dalle acque lacustri e la profondità media; tale determinazione è fatta utilizzando una planimetria delle aree isobatimetriche del Lago di Comabbio realizzata in uno studio precedente e rielaborata (Figura 18) con la base della Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000.

Il volume del lago è stato determinato ipotizzando il bacino lacustre costituito da una serie di tronchi di cono sovrapposti uno all'altro, aventi per base la superficie delle isobate ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$) e per altezza l'equidistanza che le separa (h). Il calcolo del volume tra due isobate di aree A_1 e A_2 è stato effettuato con la formula di Simpson:

$$V = \frac{h}{3} \times (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

Il volume totale è dato dalla somma dei volumi compresi tra le isobate considerate.

Dall'applicazione della formula di Simpson al Lago di Comabbio si è ottenuto un volume di circa 16,25 milioni di m³.

Dal rapporto tra volume totale e superficie (3,57 km²) si è ottenuta una profondità media di circa 4,5 metri.

In Tabella 5 sono riportate le principali grandezze morfologiche che caratterizzano il lago.

La morfometria della cuvetta lacustre ha inoltre permesso la definizione delle curve ipsografiche che rappresentano le distribuzioni cumulative delle aree e dei volumi in rapporto alla profondità delle cuvette lacustri. Queste curve consentono di effettuare comodi confronti fra lago e lago.

In Figura 19 e in Figura 20 sono rispettivamente illustrate le due curve ipsografiche, in particolare:

- curva ipsografica delle superfici, espressa in percentuali dell'area dell'isobata zero (superficie del lago);
- curva ipsografica dei volumi, espressa in percentuali del volume dell'isobata zero (volume totale dell'acqua del lago).



Figura 18. Batimetria del Lago di Comabbio (isobate da 1 m).

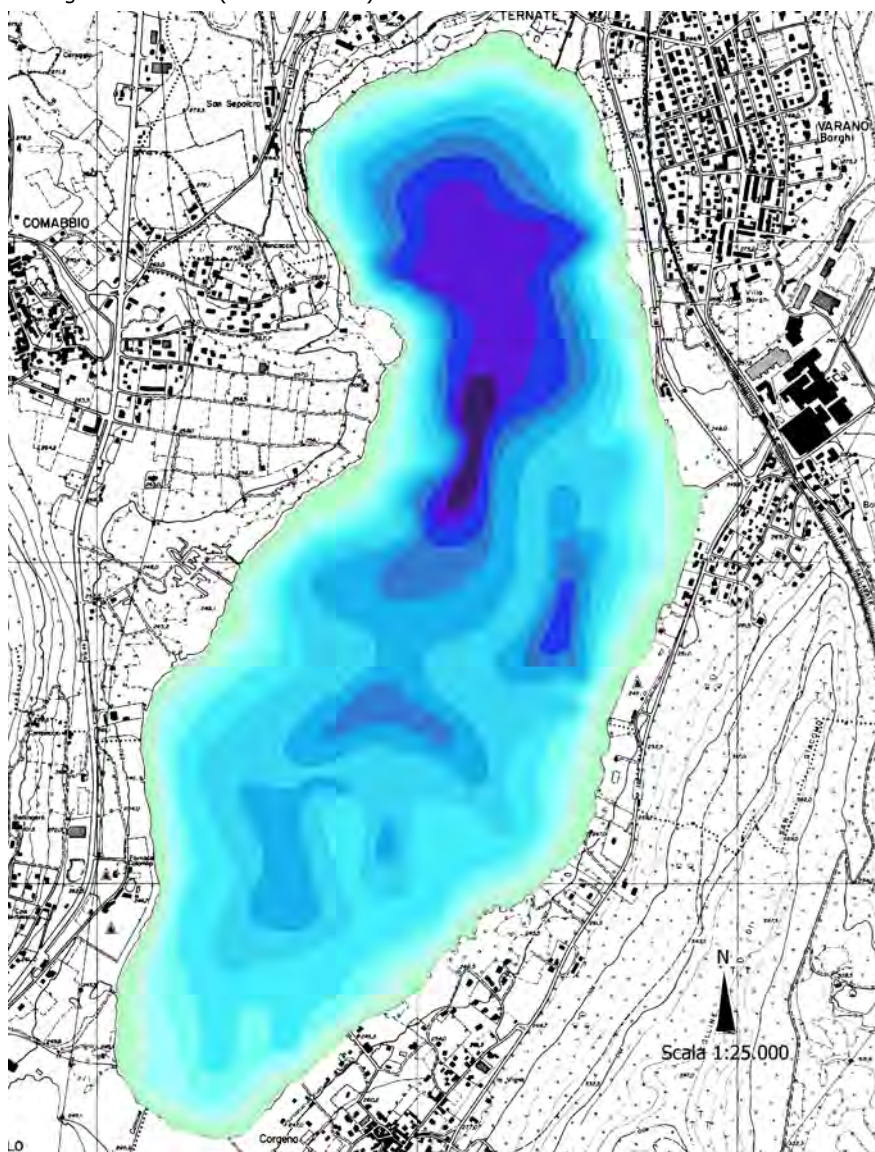


Tabella 5. Principali grandezze morfometriche che caratterizzano il Lago di Comabbio (GRAIA srl, 1999).

Parametro	Valore
Bacino imbrifero (lago compreso)	15,8 km ²
Superficie lago	3,57 km ²
Volume lago	16,25 m ³ * 10 ⁶
Portata emissario	0,31 m ³ /s
Tempo teorico di ricambio	1.47 anni
Profondità media	4,55 m
Profondità massima	8 m
Rapporto areale bacino / lago	4,41
Altitudine del livello medio	243 m s.l.m.
Lunghezza	3,62 km
Larghezza	1,38 km
Lunghezza della costa	9 km
Indice di sinuosità	1,34



Figura 19. Curva ipsografica delle superfici (GRAIA srl, 1999).

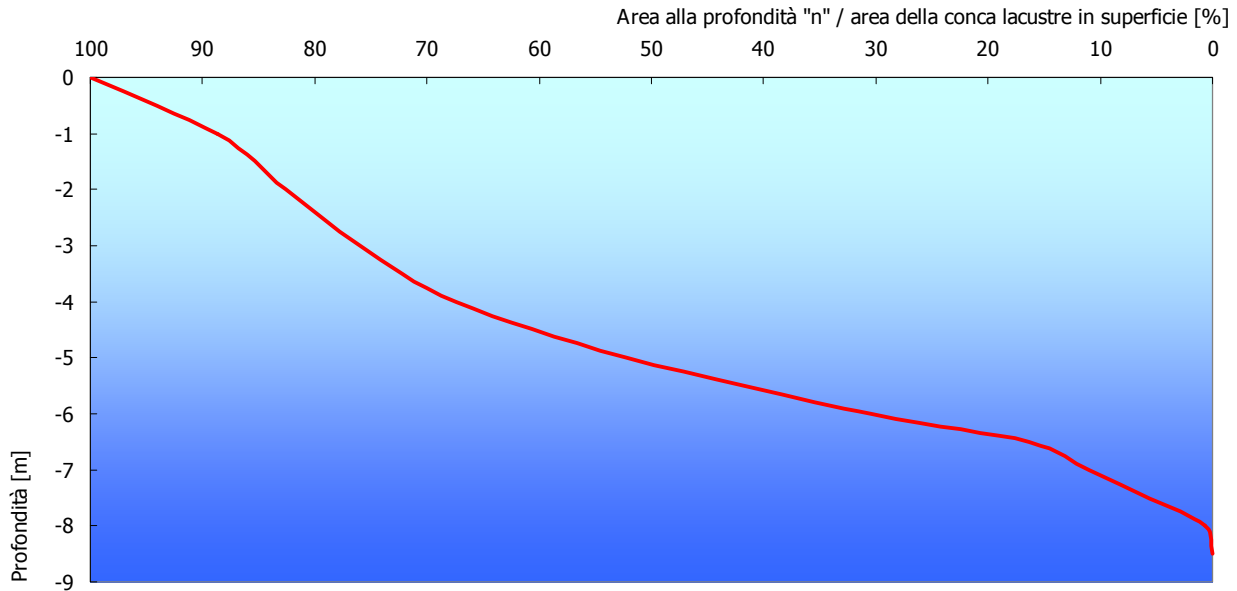
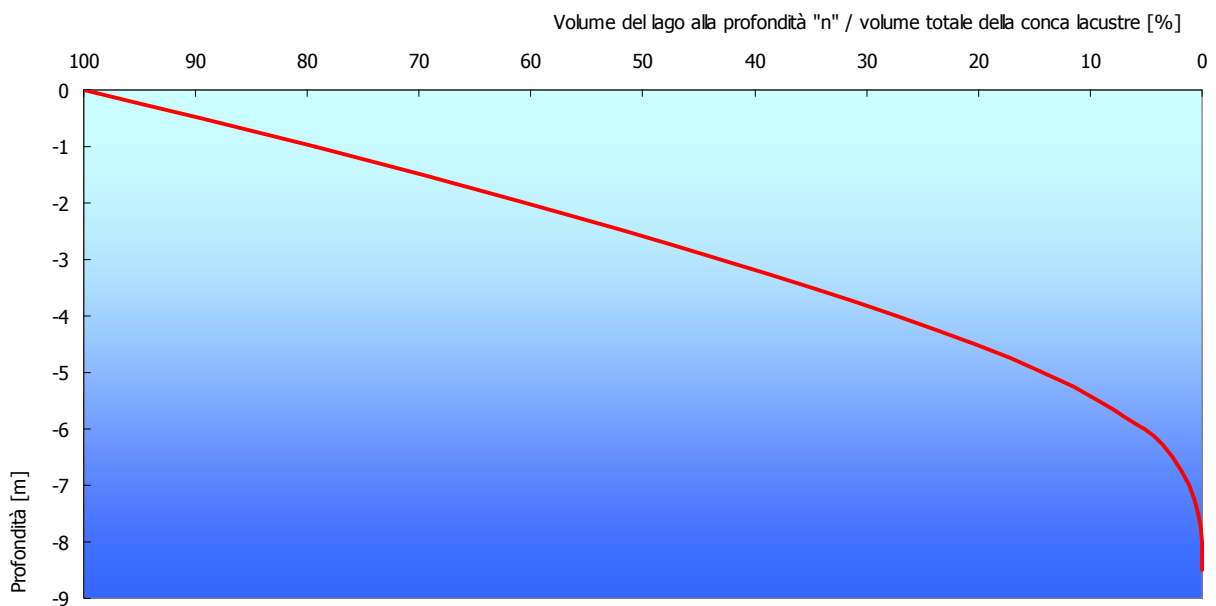


Figura 20. Curva ipsografica dei volumi.



1.6. ASPETTI LIMNOLOGICI

Vengono in questa fase analizzati i parametri limnologici che sono più direttamente collegati con la vita acquatica e dunque con il comparto biotico dell'ecosistema lacustre. Tali parametri chimici e fisici sono:

- temperatura dell'acqua;
- ossigeno disciolto;
- pH;
- trasparenza;
- composti del fosforo.



Quanto esposto di seguito costituisce un aggiornamento al 2003 del lavoro di caratterizzazione limnologica del Lago di Comabbio, compiuto da GRAIA srl nel 1999.

1.6.1. Temperatura

La temperatura rappresenta un importante fattore di regolazione dei principali processi chimico-fisici che avvengono in un corpo idrico e del metabolismo degli organismi acquatici, per i quali spesso costituisce un fattore limitante.

Da essa dipendono altre caratteristiche fisiche dell'acqua quali viscosità, densità e conducibilità elettrica, nonché solubilità dei gas, in particolare dell'ossigeno, e velocità dei cicli di nutrienti.

Il fattore più importante ed efficace per l'apporto di calore ad un lago è la radiazione solare, coadiuvata dall'azione del vento. Altre cause che agiscono sulla temperatura dell'acqua come temperatura dell'aria, evaporazione e piogge dipendono a loro volta dall'intensità della radiazione solare. Cause che agiscono sulla temperatura del lago, indipendenti dall'irraggiamento solare sono: processi biologici, calore terrestre, immissari, emissario e conduzione del fondo.

Il rimescolamento tra le acque profonde e quelle superficiali di un lago è determinato essenzialmente dai seguenti fattori:

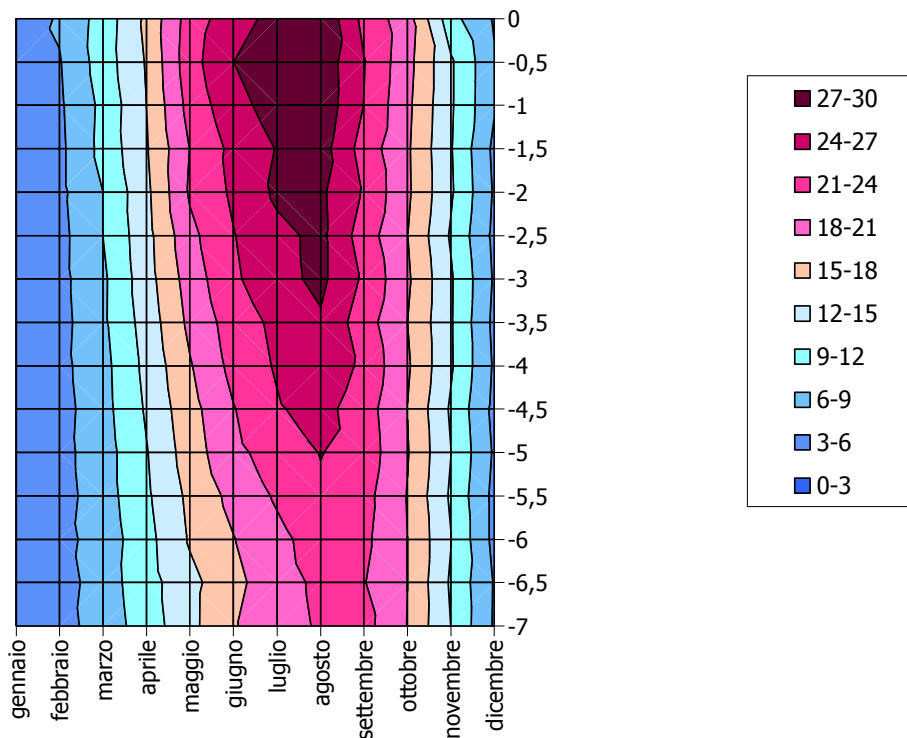
- azione del vento;
- moto ondoso;
- temperatura;
- densità;
- salinità;

Nel periodo estivo, durante il quale si verifica il maggiore irraggiamento solare, gli strati superficiali dell'acqua risultano decisamente più caldi rispetto a quelli profondi; si formano così due zone termicamente distinte (ipolimnio e epilimnio) che, a causa della loro differenza di temperatura e di densità, non si miscelano, anche in caso di forte vento. Al contrario, durante il periodo invernale (isotermia), la scarsa o nulla differenza tra temperatura delle acque superficiali e quella delle acque profonde, consente il rimescolamento delle acque.

La formazione di ghiaccio nei mesi invernali rappresenta un altro importante ostacolo per il rimescolamento delle acque, non essendoci in questo periodo nessuna interazione né meccanica né termica tra acqua e aria. Grazie alle campagne di monitoraggio condotte dalla GRAIA srl negli ultimi anni e ai dati pregressi desunti dalla letteratura scientifica, è possibile descrivere l'andamento stagionale della temperatura nel Lago di Comabbio.



Figura 21. Andamento stagionale del gradiente termico nel Lago di Comabbio nel periodo 1976 – 2003 (fonte dati: GRAIA srl – periodo 1992-2003; GRAIA srl, 1999.)



L'andamento della temperatura nel Lago di Comabbio illustrato in Figura 21 mostra che il massimo rimescolamento del lago è osservabile in gennaio, quando si registra una temperatura media di 4°C lungo tutta la colonna d'acqua e quando peraltro non sono rari fenomeni di leggera inversione termica per la formazione del ghiaccio superficiale che arriva a costituire uno strato spesso anche più di 15 cm.

Figura 22. Lago di Comabbio ghiacciato: inverno 2001-2002.



Il periodo del rimescolamento è piuttosto lungo, interessando mediamente i mesi da novembre a marzo. Da aprile comincia a intravedersi una leggera stratificazione che raggiunge il suo massimo nel periodo tra luglio e agosto, con un gradiente termico medio di circa 9°C. La scarsa profondità del Lago di Comabbio impedisce tuttavia il verificarsi di fenomeni di stratificazione tali da bloccare il rimescolamento per lunghi periodi: vento



e moto ondoso, anche di carattere ordinario, sono infatti in grado di rimescolare completamente le acque del lago anche nei mesi più caldi. Si può dunque concludere che non avviene una stratificazione termica sufficientemente marcata da impedire il completo rimescolamento delle acque nel periodo estivo: questa caratteristica ha un ruolo fondamentale nella determinazione dei tempi di ricambio effettivo del lago.

1.6.2. Ossigeno disciolto

Tra i gas disciolti nelle acque naturali, l'ossigeno riveste un ruolo fondamentale in quanto elemento vitale per la flora e la fauna acquatica e quindi per lo stesso ecosistema.

La solubilità dell'ossigeno in una soluzione acquosa in equilibrio con l'atmosfera è proporzionale alla pressione parziale nella fase gassosa e diminuisce in modo non lineare al crescere della temperatura e della salinità dell'acqua. A parità di condizioni fisiche e chimiche, il contenuto di ossigeno disciolto nelle acque non è statico: esso è in continuo equilibrio dinamico, essendo in ogni momento determinato dal bilancio tra il consumo provocato dai processi biologici (respirazione) e biochimici (mineralizzazione della sostanza organica, nitrificazione, ecc.), e dalla riossigenazione, dovuta alla produzione fotosintetica e/o agli scambi con l'atmosfera. Le sue naturali fluttuazioni possono essere drasticamente modificate dall'apporto di sostanze inquinanti a forte richiesta di ossigeno che, accelerandone il consumo, costituiscono una fonte di rischio per l'ecosistema lacustre e rendono l'ambiente acquatico inadatto ad usi antropici (potabile, irriguo, ricreazionale).

Per una valutazione più diretta ed immediata delle variazioni stagionali, è utile esprimere le misure di ossigeno non soltanto in termini ponderali assoluti [mg/l], ma anche in percentuale di saturazione, vale a dire il rapporto tra la concentrazione di ossigeno misurata e quella teorica di equilibrio (saturazione) alle condizioni riscontrate di temperatura e pressione atmosferica.

L'ossigeno è l'elemento che più influenza i processi metabolici degli organismi acquatici; la sua concentrazione nelle acque lacustri ha una variabilità sia nell'arco dell'anno, sia lungo il profilo verticale: dall'analisi delle curve "ossigeno-profondità" in differenti periodi dell'anno è infatti possibile trarre valide indicazioni sullo stato trofico di un lago.

In laghi eutrofici, durante il periodo di stratificazione termica, è probabile l'instaurarsi di condizioni anossiche in prossimità del fondo a causa del consumo di ossigeno dovuto ai processi di degradazione della sostanza organica (alghe sedimentate sul fondo) da parte dei batteri presenti nell'interfaccia acqua-sedimenti. La deossigenazione ipolimnetica è estremamente critica nei periodi che seguono sviluppi algali particolarmente intensi (inizio autunno).

I dati disponibili relativi al Lago di Comabbio (Figura 23, Figura 24 e Figura 25) hanno evidenziato che, nonostante la breve e instabile stratificazione termica, si verifica invece una stratificazione dell'ossigeno ben più lunga e stabile che si estende nei mesi da maggio a settembre, con un accenno anche nei mesi tra febbraio e marzo. In superficie permane per tutta l'estate uno stato di sovrasaturazione dovuta alla produzione primaria da parte delle alghe, mentre negli strati profondi si assiste ad una progressiva riduzione



della concentrazione dell'ossigeno. Nella parte profonda del lago si crea così una zona anossica che si amplia sempre più con il procedere dell'estate. Questa condizione favorisce la formazione di composti ridotti quali acido solfidrico, ammoniaca, metano.

Nel periodo autunnale il rimescolamento delle acque profonde con le acque superficiali favorisce l'ossidazione delle sostanze ridotte accumulate sul fondo del lago. L'ossidazione delle sostanze ridotte depaupera anche gli strati superficiali dell'ossigeno, fenomeno che può in alcuni casi comportare la completa scomparsa dell'ossigeno lungo la colonna d'acqua. In alcune occasioni tale decremento ha determinato, soprattutto durante la notte, imponenti morie di pesci (in particolare negli anni '80). Le morie notturne sono conseguenza del fatto che, in concomitanza con un deficit generale dell'ossigeno, durante la notte le piante cessano l'attività fotosintetica, rendendone conseguentemente ancor più critica la disponibilità.

Figura 23. Andamento stagionale della concentrazione d'ossigeno disciolto (mg/l). Medie calcolate per il periodo 1979-2003 (fonti dati: GRAIA srl periodo 1992-2003; GRAIA srl, 1999).

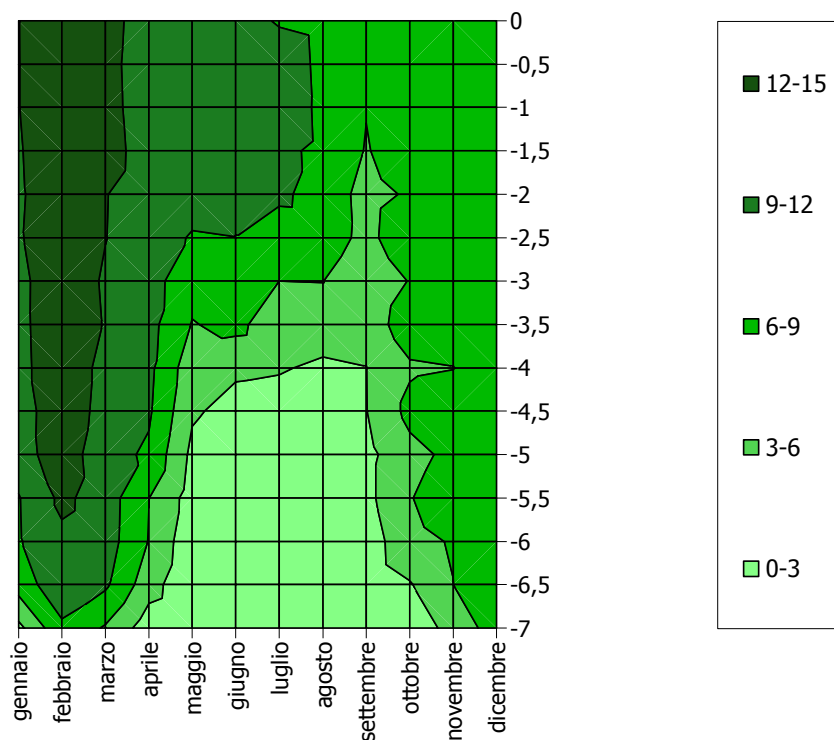




Figura 24. Andamento mensile della concentrazione di ossigeno disciolto (mg/l) nel periodo 2000-2003.

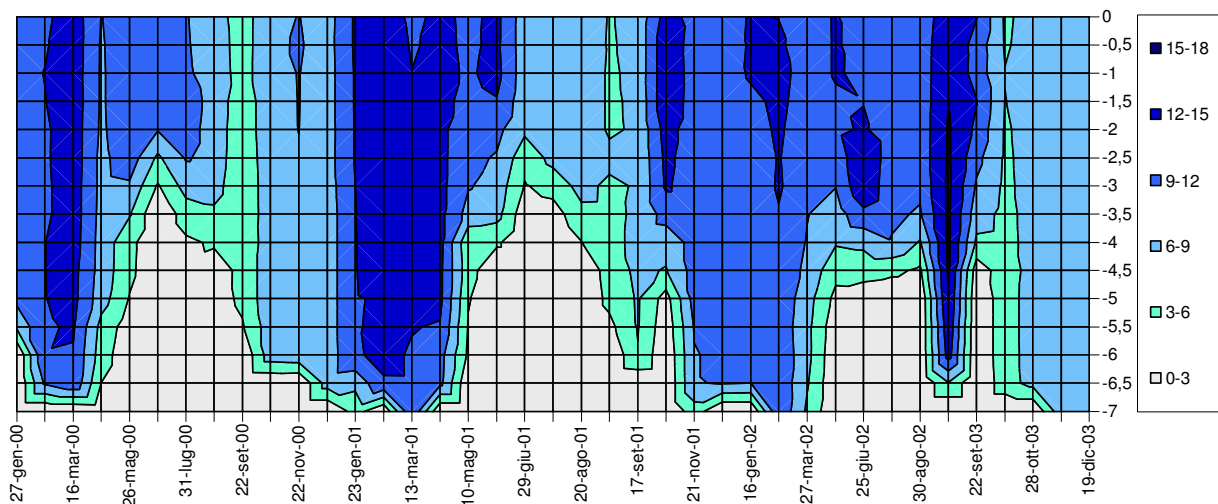
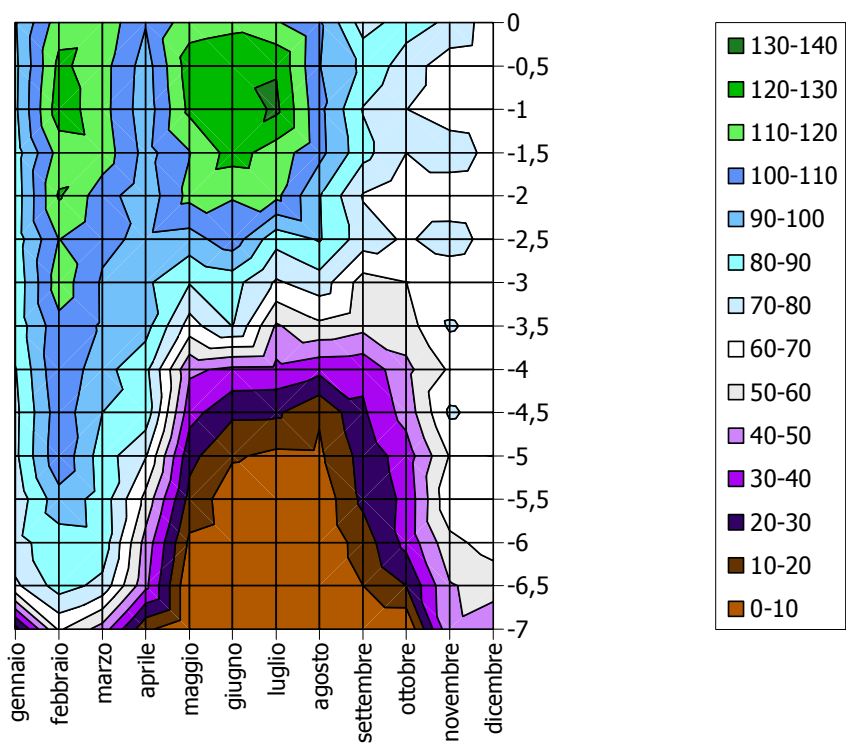


Figura 25. Andamento stagionale del livello di saturazione dell'ossigeno disciolto (%). Medie calcolate per il periodo 1976-2003 (fonti dati: GRAIA srl periodo 1992-2003; GRAIA srl, 1999).



1.6.3. pH

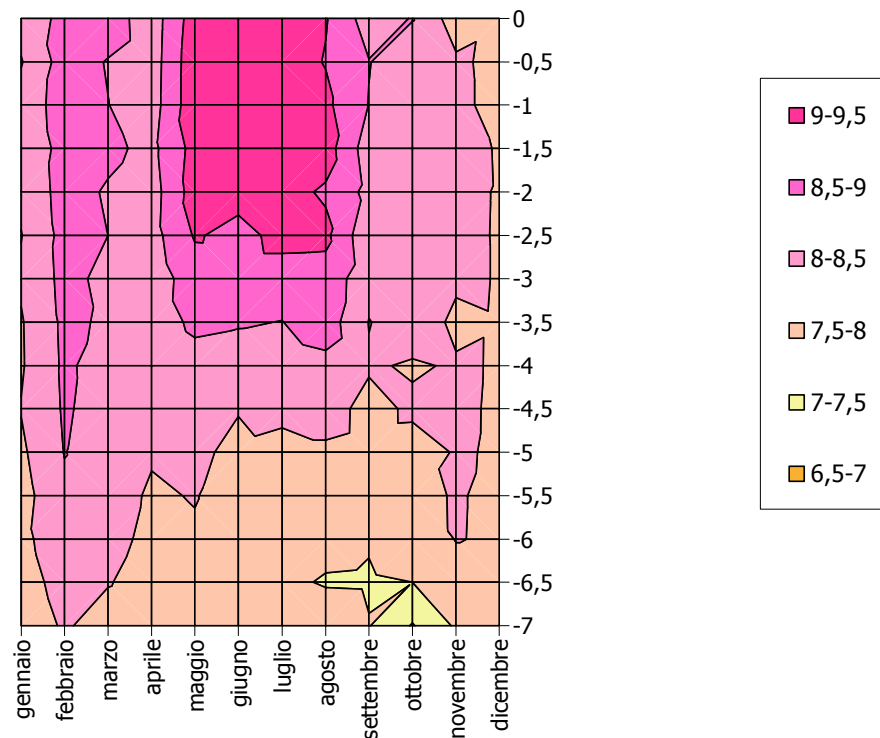
Il pH rappresenta uno dei parametri ambientali che maggiormente influiscono sulle comunità flora - faunistiche acquatiche. Solo con pH idonei è possibile infatti agli organismi animali e vegetali colonizzare gli



ambienti acquatici insediandovisi in maniera stabile e duratura. Normalmente le acque naturali presentano un pH che si scosta di poco dalla neutralità (pH 7), anche se vi sono casi di ambienti naturali con pH acidi (acque sulfuree pH 4-5) o basici (laghi chiusi ricchi di soda pH 10-11). L'attività umana può determinare variazioni di pH anche piuttosto significative (acidificazione o basificazione), con conseguenti effetti negativi sulle comunità presenti negli ambienti interessati.

Le variazioni di pH nel Lago di Comabbio sono solitamente imputabili alle fioriture algali: infatti, la sottrazione di anidride carbonica da parte degli organismi vegetali, comporta un innalzamento del valore di pH. In Figura 26 è evidente come, durante le fioriture algali più imponenti (cioè in primavera e in estate), il pH tenda a discostarsi dal suo valore naturale (7-8).

Figura 26. Andamento stagionale del pH. Medie calcolate per il periodo 1977-2003 (Fonti dati: GRAIA srl – periodo 1992 – 2003; GRAIA srl, 1999).



1.6.4. Trasparenza

La trasparenza è un indicatore del livello trofico dei laghi. I valori di questo parametro subiscono, durante l'anno, delle notevoli fluttuazioni associabili a fioriture algali in atto. La determinazione di questo parametro viene effettuata mediante un disco circolare di diametro standard (disco di Secchi), che viene calato in acqua mediante una corda metrata; la media tra la distanza alla quale il disco di Secchi scompare alla vista e la distanza alla quale ricompare fornisce la misura della trasparenza (espressa in metri). In laghi oligotrofi il valore della trasparenza è mediamente alto (7-10 m); in alcune circostanze (periodo invernale) può raggiungere anche valori maggiori di

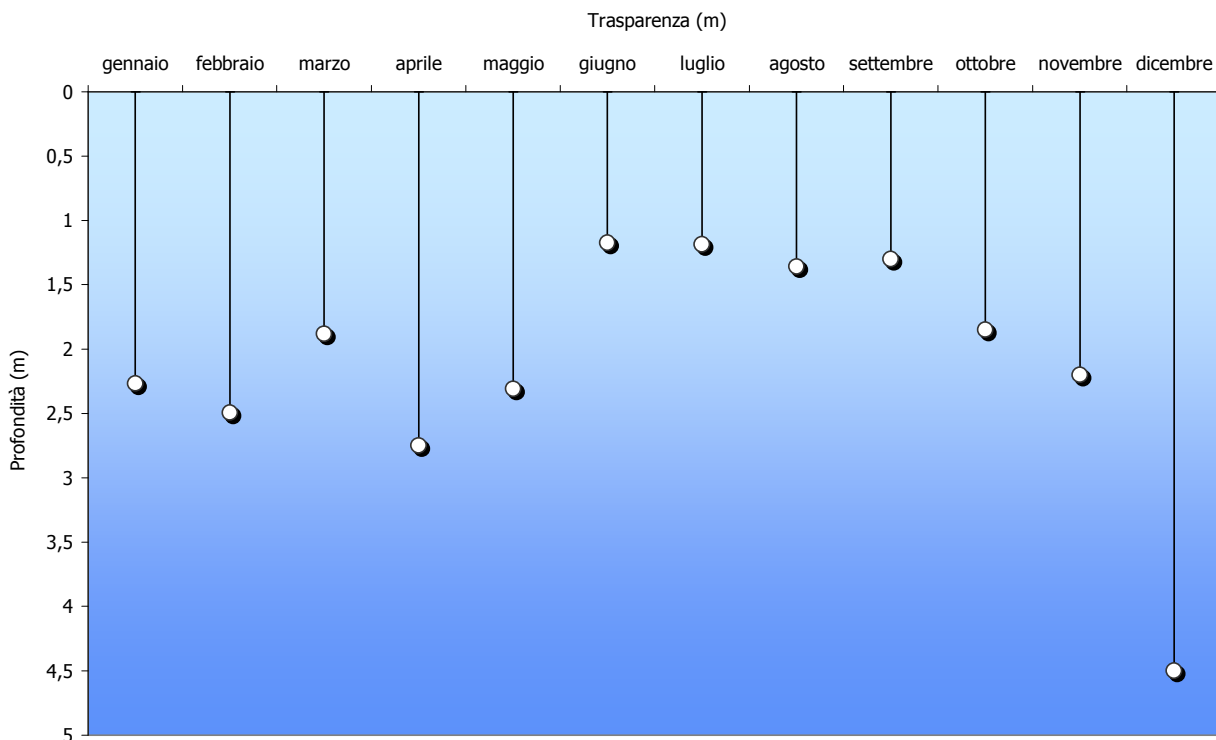


15 m.

Al contrario in laghi eutrofi o ipertrofi la trasparenza può ridursi a poche decine di centimetri in occasione di *blooms* algali particolarmente intensi.

Il Lago di Comabbio presenta mediamente valori di trasparenza dell'ordine di 2 m (Figura 27). Essa è superiore in inverno, quando non si manifestano particolari fioriture algali e si possono rilevare valori di trasparenza anche intorno ai 7 m, come capitato nel dicembre 2003; si riduce invece leggermente nel periodo primaverile ed in maniera pronunciata nel periodo estivo, per le fioriture algali, facendo registrare una trasparenza media intorno al metro, fino a valori minimi di 30 cm (valore misurato nel 1997 alla fine del mese di maggio).

Figura 27. Andamento del disco di Secchi nel periodo 1996-2003.



1.6.5. Fosforo totale

Il fosforo è l'elemento maggiormente analizzato tra quelli monitorati nei laghi, a causa della sua estrema importanza nei processi che regolano la crescita dei microrganismi; inoltre è disponibile in natura in quantitativi relativamente limitati. Proprio per questo motivo è considerato l'elemento chiave di regolazione dell'equilibrio tra organismi acquatici e livello trofico delle acque lacustri.

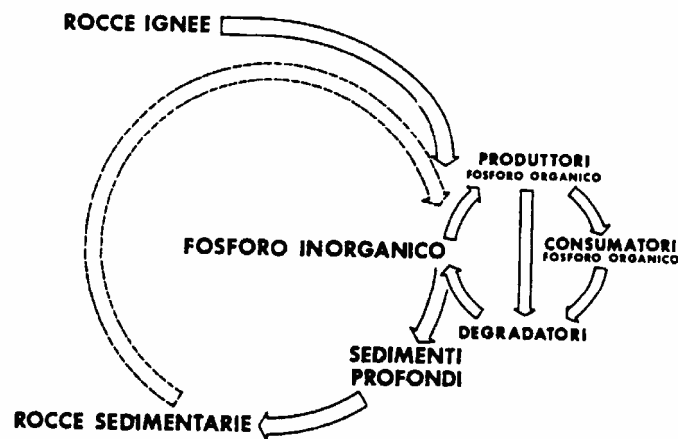
Fonti naturali di quest'elemento sono rappresentate dall'erosione delle rocce ignee e dalla decomposizione della sostanza organica. Scarichi domestici, effluenti industriali e zootecnici, e dilavamento di terreni intensamente fertilizzati sono i principali responsabili dell'incremento delle concentrazioni di fosforo rilevate



in corrispondenza di zone ad elevata presenza di attività antropiche. Alte concentrazioni di fosfati indicano infatti la presenza di queste tipologie di inquinamento.

Il fosforo, nutriente essenziale per gli organismi viventi e componente fondamentale del ciclo biologico (Figura 28), si presenta nelle acque lacustri sia in forma disciolta che particolata; in acque naturali è presente essenzialmente come ortofosfato disciolto, polifosfato e fosforo organico. Variazioni continue tra queste differenti forme sono dovute ad un ciclo di reazioni quali la sintesi e la decomposizione delle molecole organiche e delle forme inorganiche ossidate.

Figura 28. Ciclo del fosforo (Marchetti, 1989).



Il fosforo rappresenta un fattore limitante per la crescita algale e pertanto controlla la produttività primaria del corpo d'acqua; in condizioni naturali, il fosforo si trova raramente ad elevate concentrazioni, poiché viene rimosso attivamente dai produttori primari. E' stato dimostrato in diversi studi che l'aumento della concentrazione di fosforo totale nei bacini lacustri ne aumenta la produttività, evidenziando l'esistenza di una stretta relazione tra concentrazione di fosforo e condizioni trofiche del lago.

Il fosforo di per sé non costituisce un fattore di rischio tossicologico per le specie animali e in particolare per i pesci; tuttavia, i suoi effetti eutrofizzanti sulle acque e i processi che ne conseguono (anossia, putrefazione, ecc.) possono comportare indirettamente gravi limitazioni alla sopravvivenza delle biocenosi.

Nel Lago di Comabbio la presenza dei composti di fosforo in quantità estremamente elevate costituisce indubbiamente la principale causa del degrado ambientale che lo interessa in questi anni.

Per il bacino in esame, i dati a disposizione relativi alle concentrazioni di fosforo totale, disponibili solo a partire dal 1976, sono caratterizzati da una notevole disomogeneità e dal fatto di essere stati raccolti senza nessuna continuità temporale (in alcuni anni non è stato effettuato nessun campionamento). In Figura 29 sono riportati i valori medi sulla colonna misurati in ciascuna campagna di monitoraggio dal 1976 al 2004 ed in Figura 30 sono invece rappresentati i valori medi annui di fosforo totale, ricavati attraverso l'elaborazione degli stessi dati. Da entrambi i grafici emerge un picco massimo di concentrazione di fosforo intorno al 1979-1980; da allora la quantità di fosforo nell'acqua comincia la sua discesa, fino ad assestarsi in questi ultimi anni intorno ai 50 µg P/l.



Figura 29. Andamento del fosforo totale nel periodo 1973-2004.

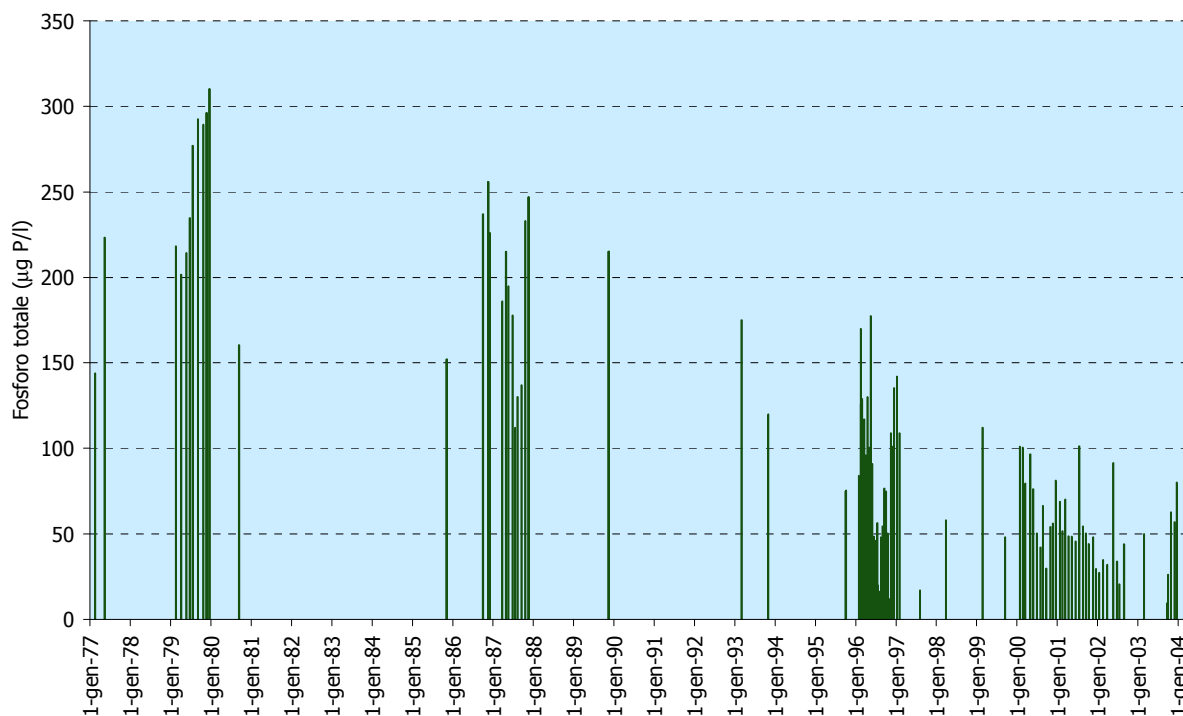
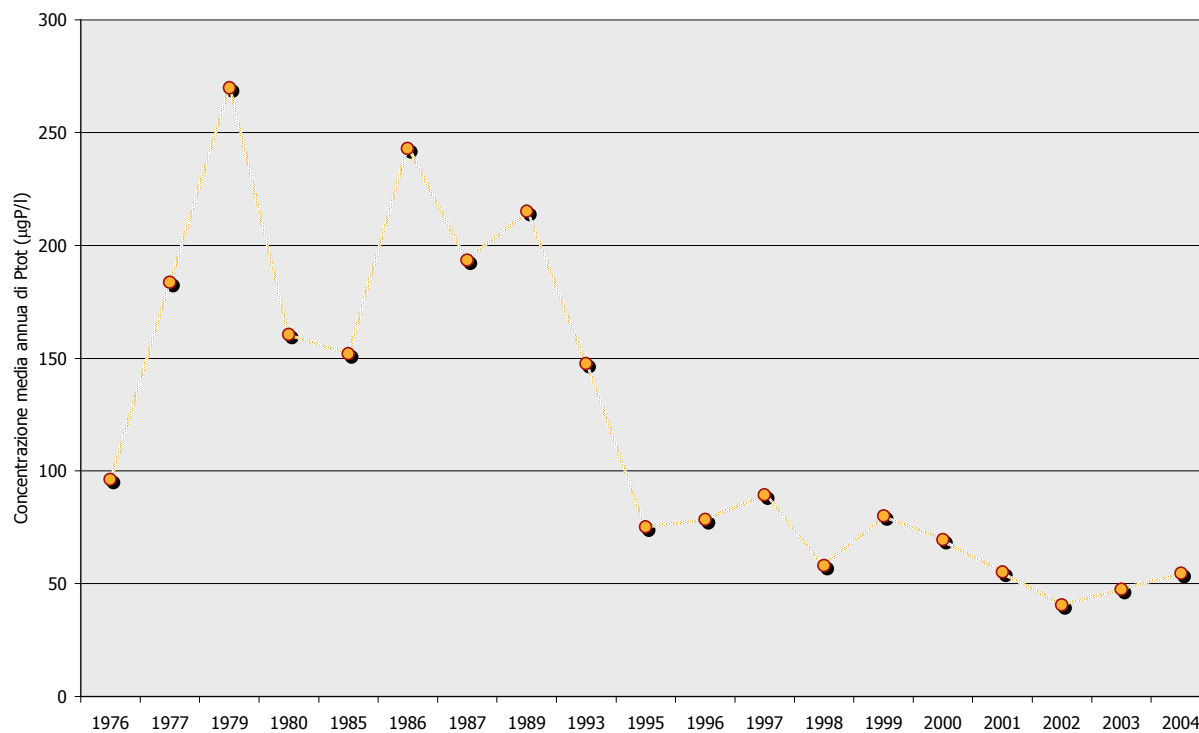


Figura 30. Andamento dei valori medi annuali di fosforo nel periodo 1976-2004.





I valori assunti dalla concentrazione di fosforo totale nelle acque del lago è da correlare principalmente:

1. all'andamento degli altri parametri chimico-fisici considerati, di cui il fosforo può essere ritenuto responsabile (diretto e indiretto);
2. allo stato dei sistemi fognari dei comuni che si affacciano sul lago;
3. all'uso del suolo nel bacino imbrifero del lago.

Per quanto riguarda questi due ultimi punti, essi sono trattati di seguito: scarichi fognari e acque di scorrimento superficiale non possono che rappresentare infatti le principali sorgenti di fosforo per il lago.

Per quanto concerne invece gli altri parametri chimico-fisici del lago, è necessario individuare le relazioni esistenti tra concentrazione di fosforo e andamento dei parametri chimico-fisici, così da avere una visione globale dello stato del lago e dei fenomeni che avvengono al suo interno.

Durante i mesi primaverili, appena la temperatura dell'acqua è sufficientemente alta per consentirne lo sviluppo, avvengono le prime fioriture algali. I valori più alti di trasparenza si collocano infatti all'inizio dell'inverno, periodo caratterizzato dalla massima scarsità di fitoplancton. Le fioriture che, a causa dell'elevata quantità di nutrienti presenti nel lago, sono particolarmente intense, si susseguono pressoché ininterrottamente per tutta la stagione calda, interessando prettamente gli strati superficiali del lago, dove l'irraggiamento solare è massimo. Si è visto infatti come i valori più alti di pH, imputabili alla presenza di alghe, si riscontrino durante i mesi in cui le fioriture sono più intense e sono particolarmente elevati proprio in superficie.

Le alghe, come tutti gli organismi vegetali, consumano ossigeno durante la respirazione e ne producono attraverso la fotosintesi; inoltre, una volta morte, per la loro degradazione sono necessarie notevoli quantità di ossigeno. Poiché molto dell'ossigeno prodotto da ciascuno di questi organismi viene rilasciato in atmosfera, complessivamente la presenza di alghe porta ad un abbassamento della concentrazione di ossigeno nel lago. Le concentrazioni più basse si riscontrano invece negli strati più profondi per i seguenti motivi:

- 1) la degradazione delle alghe, quindi il maggior consumo di ossigeno, avviene sul fondo del lago;
- 2) le alghe in vita, in grado di produrre ossigeno attraverso la fotosintesi, si trovano in superficie;
- 3) gli apporti di ossigeno da parte dell'atmosfera interessano più direttamente gli strati superficiali.



1.6.6. Le opere di fognatura e di collettamento

Quanto di seguito riportato è desunto dallo studio condotto sul Lago di Comabbio dalla GRAIA srl nel 1999 per conto della società I Due Laghi srl (GRAIA srl, 1999).

1.6.6.1. *Il collettore consortile del Lago di Comabbio*

Tra gli anni '50 e gli anni '70 in tutta Italia ed in particolare nelle regioni settentrionali, si è verificato il fenomeno noto come "*boom economico*". Questi anni sono stati caratterizzati da un'intensa crescita demografica ed un ancora più rapido sviluppo industriale.

Alla fine degli anni '70 nelle acque del Lago di Varese si manifestarono i primi effetti degli scarichi civili ed industriali immessi nel lago, che, nel precedente ventennio, erano diventati tali da non poter più essere sopportati dal lago senza che ne risentisse l'ecosistema dello stesso.

Il Lago di Comabbio appartiene al bacino drenato del Lago di Varese: questo significa che tanto le acque meteoriche che cadono nel bacino imbrifero del Lago di Comabbio, quanto i reflui civili ed industriali prodotti nei cinque comuni ubicati all'interno dello stesso, confluivano direttamente nel Lago di Varese.

Nonostante nel bacino del Lago di Comabbio gli effetti dello sviluppo economico si siano manifestati più tardi rispetto al Lago di Varese, gli anni '70 hanno segnato anche l'inizio del degrado del Lago di Comabbio.

Nel 1967 è stato approvato il progetto per la costruzione dei collettori circumlacuali per tutelare le acque del Lago di Varese. In seguito a questa decisione, nel 1974 è stato istituito il "Consorzio del Lago di Comabbio", affinché si occupasse della realizzazione di un collettore che, circondando il lago, raccogliesse le acque nere generate all'interno del bacino in modo da:

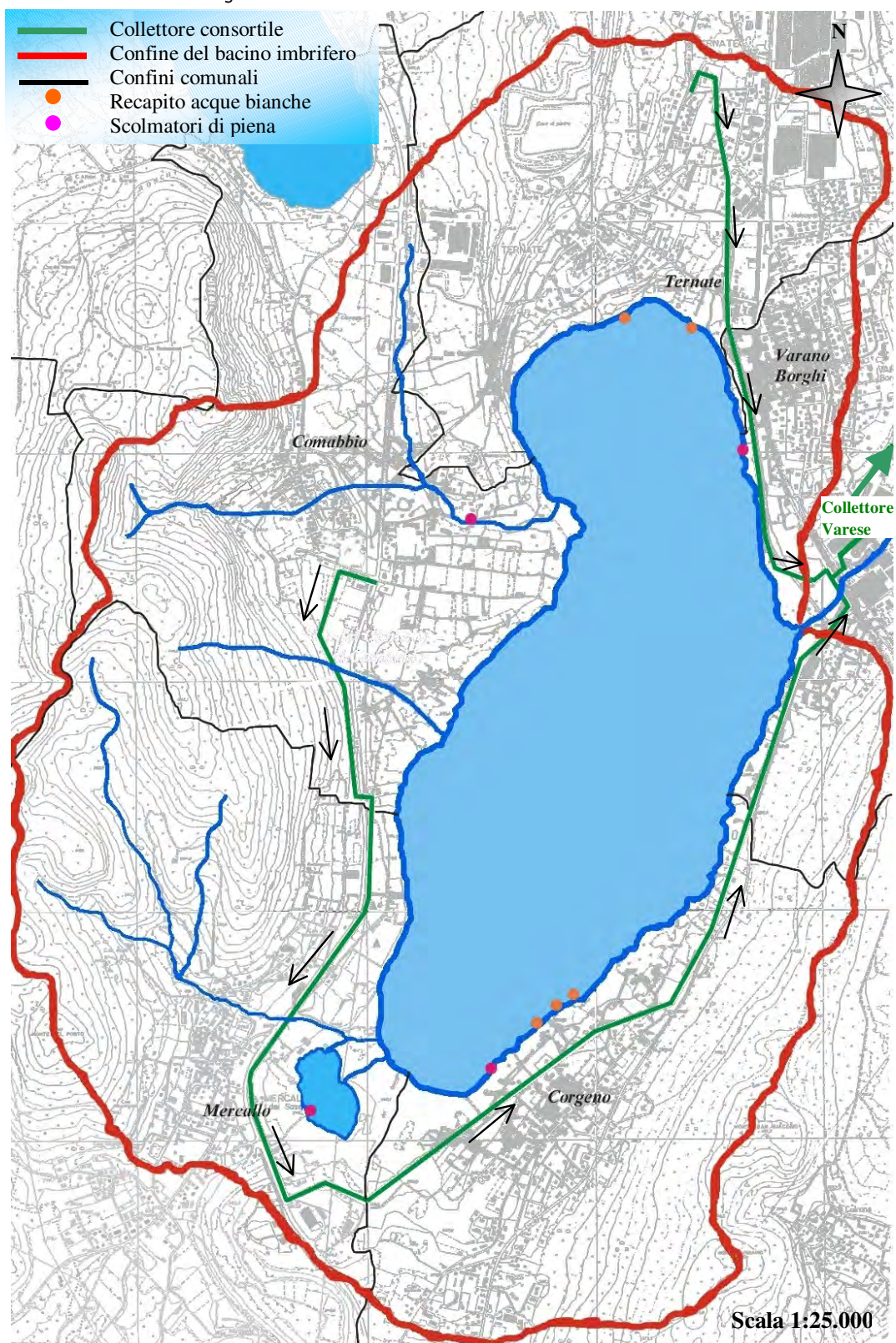
1. preservare il Lago di Comabbio dall'immissione di acque reflue ricche di nutrienti ed altre sostanze inquinanti;
2. evitare che queste stesse acque finissero successivamente nel Lago di Varese.

Il Consorzio, costituito dai Comuni di Varano Borghi, Ternate, Vergiate, Mercurio e Comabbio, ha ricevuto nel 1980 il primo finanziamento per la realizzazione del **Collettore Consortile del Lago di Comabbio**, che avrebbe dovuto raccogliere i reflui generati all'interno del bacino del Lago di Comabbio e recapitarli all'interno del collettore circumlacuale del Lago di Varese. In questo modo, entrambi i laghi sarebbero stati tutelati dall'immissione di acque reflue ricche di nutrienti capaci di compromettere la qualità delle loro acque. Il collettore consortile, ultimato verso la fine degli anni '80, è costituito da due rami principali che si congiungono a Varano Borghi in prossimità del punto di origine del Canale Brabbia (Figura 31):

- ♦ il primo, in cui i reflui circolano in senso orario, raccoglie gli scarichi fognari di Ternate e Varano Borghi;
- ♦ il secondo, in cui la circolazione avviene invece in senso antiorario, inizia a Comabbio, e passando per Mercurio e Corgeno, raggiunge il primo ramo a Varano Borghi.



Figura 31. Il collettore consortile del Lago di Comabbio.





1.6.6.2. Evoluzione e stato attuale delle opere fognarie

Periodo precedente alla realizzazione del collettore

Le reti fognarie dei comuni che si affacciano sul lago, dal 1950 ad oggi, sono state soggette a continue opere di adattamento dettate in un primo momento dalla necessità di dotare i centri abitati di reti fognarie idonee, successivamente dai vincoli legati all'allacciamento al collettore consortile.

Negli anni '50 la maggior parte delle abitazioni non erano servite dalla fognatura: in questo lavoro è stato stimato che circa il 20 % della popolazione fosse servito dalla rete fognaria mentre il restante 80 % fosse dotato di fosse biologiche (ISTAT, 1950-1990, PRRA, 1984). Si è inoltre ipotizzato che le acque reflue raccolte dal sistema fognario venissero recapitate a lago in seguito ad un trattamento mediante "chiarificatore".

Fino alla realizzazione del collettore, il sistema fognario è stato progressivamente intensificato attraverso la realizzazione di reti di tipo "misto", caratterizzate dal fatto di convogliare acque reflue e acque meteoriche in un unico sistema drenante (Tabella 6). Attorno al 1960 sono stati inoltre realizzati i primi impianti di depurazione comunali, piccoli apparati in grado di garantire livelli di rimozione qualitativamente migliori rispetto ai chiarificatori. Nel 1984 i sistemi fognari dei comuni affacciati sul Lago di Comabbio erano in grado di drenare i reflui civili di oltre l'80% della popolazione residente nel bacino e il 70 % delle acque bianche raccolte all'interno delle aree urbanizzate.

Tabella 6. Popolazione servita dal sistema fognario nel periodo 1950-1984 [ISTAT, 1999 - PRRA, 1984 - Uffici comunali, 1999].

		1950	1960	1970	1980	1984
Popolazione insediata		4979	6072	7971	9207	10228
Popolazione residente	totale	4833	5924	7821	7537	8143
	servita	1000	3000	5050	5100	6735
	non servita	3833	2924	2771	2437	1408
Popolazione fluttuante	totale	146	148	150	1670	2085
	servita	0	50	80	540	650
	non servita	146	98	70	1130	1435

In Tabella 6 è riportato il numero di abitanti che progressivamente è stato servito dal sistema fognario; in Tabella 7 è invece possibile vedere come sono state progressivamente trattate le acque raccolte dalle reti fognarie. I valori riportati in Tabella 7 sono stati ottenuti ipotizzando che la popolazione fluttuante sia presente mediamente nei comuni per un periodo di tre mesi l'anno.

Tabella 7. Evoluzione temporale delle modalità di trattamento delle acque reflue.

	1950	1960	1970	1980	1984
Abitanti allacciati a depuratore	0	603	2282	3141	5518
Abitanti serviti da chiarificatore	1000	2410	2789	2094	1380
Abitanti non serviti	3870	2948	2789	2720	1767

Dai dati riportati nelle precedenti tabelle si evince che, al termine della realizzazione del collettore consortile, l'efficienza dei sistemi fognari dei cinque comuni compresi nel bacino del Lago di Comabbio, poteva essere



ritenuta soddisfacente: la maggior parte della popolazione era infatti servita da reti fognarie, quasi tutte dotate di sistemi depurativi, che però recapitavano le proprie acque nel lago.

Nell'arco di pochi anni, collegando le reti preesistenti al collettore, sarebbe stato possibile evitare che le acque reflue, comunque ricche di nutrienti, venissero recapitate nel lago.

Durante il periodo di realizzazione del collettore i problemi legati alla revisione del sistema fognario erano sostanzialmente di tipo qualitativo, dovuti essenzialmente alla tipologia delle reti preesistenti nei comuni interessati dal collettamento. Le reti miste sono, infatti, soggette a escursioni di portate estremamente elevate, poiché nei periodi secchi raccolgono esclusivamente le acque nere, in caso di pioggia devono invece drenare anche ingenti quantità di acque meteoriche.

Nel caso in esame, poiché i carichi inquinanti associati alle acque di scorrimento superficiale raccolte nei cinque centri abitati non sono sufficientemente elevati da mantenere costanti i parametri qualitativi delle stesse (Capitolo 1.7), il collettore era interessato da:

- ◆ portate modeste con alte concentrazioni di inquinanti nei periodi secchi;
- ◆ portate elevate e basse concentrazioni in caso di eventi meteorici.

Questa situazione ha comportato essenzialmente tre ordini di problemi:

1. Il depuratore che tratta le acque provenienti dal collettore è un sistema di tipo biologico; questi impianti raggiungono la massima efficienza quando possono trattare acque con concentrazioni di inquinanti costanti e sufficientemente elevate. In caso di pioggia le acque provenienti dal bacino del Lago di Comabbio non presentavano i requisiti appena esposti, riducendo quindi il livello di efficienza dell'impianto.
2. Per i motivi esposti al punto precedente, il dimensionamento del collettore è stato concepito affinché vi fosse recapitata solo una minima parte delle acque bianche provenienti dall'area urbanizzata del bacino drenato. In caso di eventi meteorici di media entità, al collettore giungeva un volume d'acqua superiore alla sua capacità, comportando l'entrata in funzione degli scolmatori di piena, che dovrebbero invece sversare le acque fognarie nel lago solo in caso di eventi particolarmente critici.
3. Le reti miste raccolgono l'acqua piovana proveniente da circa il 30 % del bacino drenato; il fatto che una parte rilevante dell'acqua meteorica raccolta nel bacino, venisse sottratta al lago ed immessa nel collettore, ha avuto effetti non trascurabili sui tempi di ricambio del lago stesso.



Nonostante la realizzazione del collettore abbia portato ad un generale miglioramento nella qualità delle acque immesse nel lago, da un'analisi della situazione negli anni in cui le reti fognarie dei comuni serviti dal collettore venivano allacciate, è emersa la necessità di trasformare le reti miste dei diversi comuni in reti separate.

Una volta effettuati i lavori volti alla separazione delle reti è possibile:

1. immettere nel collettore acque prettamente nere caratterizzate da portate pressoché costanti e da concentrazioni di nutrienti sufficientemente elevate;
2. versare nel lago le sole acque bianche provenienti dal bacino drenato del lago stesso, garantendone un tempo di ricambio prossimo a quello naturale.

Negli ultimi dieci anni, le amministrazioni comunali interessate si sono dedicate ad intraprendere i necessari lavori di separazione delle reti fognarie.

In Tabella 8 è riportata la situazione al 1999 delle reti fognarie dei cinque comuni appartenenti al bacino del Lago di Comabbio. La percentuale di rete separata è espressa dal rapporto tra il numero di abitanti serviti da sistema separato ed il numero complessivo di abitanti serviti.

Tabella 8. Situazione nel 1999 del sistema fognario nei comuni appartenenti al Bacino del Lago di Comabbio [Uffici comunali, 1999].

		Ternate	Varano	Comabbio	Mercallo	Corgeno	Totale
Popolazione insediata		2282	3039	1980	2566	1432	11299
Popolazione residente	totale	2282	2239	980	1566	1232	8299
	servita	2236	2153	950	1520	1112	7971
	non servita	46	86	30	46	120	328
Popolazione fluttuante	totale	0	800	1000	1000	200	3000
	servita	0	800	950	1000	150	2900
	non servita	0	0	50	0	50	100
Numero di reti miste		0	1	1	1	0	3
Numero di reti separate		2	1	1	1	1	6
% di rete separata		96	16	0	56	100	53,6

In Figura 31, oltre al tracciato del collettore, sono rappresentati i punti di scarico delle reti di acque bianche e degli scolmatori di piena.

Dalla Tabella 8 si vede che alcuni comuni già nel 1999 possedevano una rete completamente separata ed in grado di servire oltre il 90 % della popolazione insediata (Corgeno e Ternate).

Sebbene i lavori di adeguamento e completamento della rete fognaria avrebbero dovuto essere ultimati in questi ultimi anni, le ipotesi di carico di fosforo attuale sul lago, formulate nel capitolo seguente, sono state cautelativamente mantenute stabili rispetto alla situazione nel 1999.



1.6.7. Stima dei carichi di fosforo gravanti sul lago

La stima dei carichi puntiformi è stata compiuta utilizzando i dati ISTAT dell'ultimo censimento e le informazioni reperite presso gli uffici comunali (GRAIA srl, 1999). Tali stime sono in ultima analisi confrontate con i carichi di fosforo indicati dal PTUA (Regione Lombardia, 2004).

1.6.7.1. Metodologia di stima

I principali tipi di modelli per la stima degli apporti di nutrienti, e nello specifico di fosforo (fattore limitante lo sviluppo algale nel Lago di Comabbio) ai laghi, possono essere raggruppati in tre tipologie:

1. misure dirette dell'apporto di nutrienti, attraverso campagne di monitoraggio della qualità degli immissari;
2. bilancio dei carichi di nutrienti attraverso la stima degli apporti di origine puntiforme e diffusa; tale metodologia prevede per il carico di origine diffusa l'applicazione di opportuni coefficienti ricavati dalla letteratura di settore (coefficienti IRSA, EPA, OECD; studi finalizzati al risanamento di laghi applicati ad altre situazioni geografiche);
3. applicazione di modelli semi-empirici per la determinazione dell'apporto diffuso, attraverso l'analisi del trasporto solido in base all'erosività dei terreni, al loro contenuto di nutrienti, all'uso del suolo, alle precipitazioni, etc. (per es. modelli Storm, Creams, etc.).

I dati sito-specifici (dati territoriali del bacino imbrifero del Lago di Comabbio) permettono l'utilizzo della metodica indicata al punto 2.

Questa tipologia di modelli permette di determinare, attraverso la seguente espressione, il carico di nutrienti apportato al bacino lacustre:

$$[C_{tot.}] = [C_d] + [C_z] + [C_a] + [C_i] + [C_m]$$

dove:

$[C_{tot.}]$ = carico annuale complessivo di fosforo apportato al bacino [kg/anno]

$[C_d]$ = carico annuale di fosforo di origine diffusa [kg/anno]

$[C_z]$ = carico annuale di fosforo proveniente dall'allevamento [kg/anno]

$[C_a]$ = carico annuale di fosforo di origine antropica [kg/anno]

$[C_i]$ = carico annuale di fosforo proveniente dalle attività industriali [kg/anno]

$[C_m]$ = carico annuale di fosforo di origine meteorica [kg/anno]

L'equazione utilizzata è definita empirica in quanto i coefficienti adottati vengono determinati attraverso misure di qualità dell'acqua in siti campione; in particolare tali misure sono effettuate per un periodo significativo in piccoli bacini idrografici (bacini campione) e sono in grado di fornire, per le diverse tipologie di utilizzo del suolo, coefficienti unitari il più possibile rappresentativi dell'area oggetto dello studio.

L'utilizzo di modelli empirici, basati sui coefficienti unitari, richiede una prima distinzione tra apporti di origine puntiforme e apporti di origine diffusa.

1.6.7.2. Carichi puntiformi

I carichi puntiformi possono essere divisi in due principali sotto-categorie:



- ♦ carichi puntiformi di origine civile;
- ♦ carichi puntiformi di origine industriale.

La determinazione del carico puntiforme di fosforo generato dalla popolazione civile avviene attraverso i seguenti punti:

1. **Valutazione degli apporti pro-capite:** la letteratura internazionale, nonché il Piano Regionale di Risanamento delle Acque della Regione Lombardia propone l'utilizzo, sia in fase progettuale che pianificatoria, di un coefficiente di apporto pro-capite di fosforo totale di base pari a $0.53 \text{ kgP}_{\text{tot}} \text{ procapite / anno}$ (pari a $1.8 \text{ g/abitate/die}$). I principali contributi di fosforo nelle acque reflue urbane risultano essere dovuti a:

- fosfati da detersivi: questo contributo ha subito nell'ultimo decennio un notevole decremento per la drastica riduzione dei fosfati contenuti nei detersivi;
- fosfati da rifiuti domestici e del metabolismo umano: rappresenta attualmente il contributo più significativo di fosforo ed è legato alle abitudini alimentari nei diversi paesi e nelle diverse epoche.

La stretta dipendenza dall'epoca storica a cui sono soggetti i contributi appena elencati comporta la necessità di considerare il carico di P procapite annuo variabile in funzione del periodo considerato. Nella fase elaborativa del presente studio, si assumerà dunque:

- $0.53 \text{ kgP}_{\text{tot}} \text{ procapite / anno}$ dal 1950 al 1970;
- $1.067 \text{ kgP}_{\text{tot}} \text{ procapite / anno}$ dal 1970 al 1990;
- $0.657 \text{ kgP}_{\text{tot}} \text{ procapite / anno}$ dal 1990 ad oggi.

2. **Valutazione degli abitanti residenti e totali:** vengono presi in considerazione i dati relativi alle seguenti tipologie di popolazione:

- abitanti residenti (A_r);
- abitanti fluttuanti (intesi come popolazione turistica massima) (A_f).

Relativamente a quest'ultimo punto, difatti, la popolazione fluttuante massima è ipotizzata presente per 3 mesi/anno, mentre quella residente risulta presente tutto l'anno; è ovvio che se bisogna definire un carico medio annuo, la popolazione di riferimento risulta essere quella residente più una frazione di quella fluttuante (popolazione fluttuante massima / n° medio di mesi di residenza della popolazione fluttuante massima).

3. **Valutazione dei carichi originali civili:** utilizzando gli apporti pro-capite definiti al punto 1 ed i dati sulla popolazione riportati in precedenza, è possibile calcolare un carico medio annuo ovvero un carico massimo giornaliero:

- carico medio annuo: calcolato tramite la popolazione civile media ($A_r + A_f/4$);



- carico massimo giornaliero: calcolato tramite la popolazione civile massima ($Ar+Af$).

Per il calcolo dei carichi effettuato nel presente lavoro, verrà utilizzato un carico civile medio annuale, anche perché, nella valutazione del carico che perviene ai laghi, è richiesto questo tipo di dato.

4. **Valutazione del carico a lago per gli abitanti fognati e depurati**: il carico di inquinanti fognati e infine convogliati in un impianto di depurazione, viene calcolato attraverso dei coefficienti che tengono conto delle caratteristiche di depurazione (dipendenti dal tipo di trattamento utilizzato). Nel presente studio sono stati utilizzati i coefficienti di recapito a lago riportati in Tabella 9, funzioni dei diversi sistemi d'abbattimento utilizzati all'interno del bacino.

Tabella 9. Coefficienti di abbattimento e di rimozione utilizzati per la stima dei carichi civili in ingresso al Lago di Comabbio.

Tipologia di raccolta dei reflui civili	Fattore di abbattimento per il fosforo [%]	Fattore di recapito al lago [%]
Fosse biologiche (+ dispersione nel suolo)	10 - 20	10
Chiarificatori	55	45
Depuratori comunali	75	25
Collettore		0

Nel caso in esame il fosforo raccolto dal collettore e trattato dall'impianto di depurazione non viene considerato in quanto tale carico viene convogliato al di fuori del bacino imbrifero lacuale e, quindi, a valle del Lago di Varese (nel Fiume Bardello, immissario del Lago Maggiore); tale contributo è dunque da considerarsi verosimilmente nullo. Nella parte elaborativa saranno utilizzati i **fattori di recapito** a lago che rappresentano la porzione di fosforo prodotto dalle sorgenti puntiformi civili che confluisce effettivamente nelle acque del lago.

5. È inoltre considerato un contributo di nutrienti dovuto agli scaricatori di piena del sistema fognario (reti miste). Tale apporto è indicato nel PRRA pari al 3 % del fosforo immesso nelle reti fognarie.

La determinazione del carico puntiforme di fosforo proveniente dalle attività industriali avviene invece attraverso i seguenti punti:

1. **Valutazione delle fonti inquinanti**: la letteratura internazionale classifica come settori industriali i cui reflui sono ricchi di fosforo, le seguenti attività produttive:

- *industria alimentare*;
- *industria tessile*.

Come già anticipato, il parametro da utilizzare per quantificare l'entità delle fonti inquinanti è il numero di addetti, per il periodo considerato e per i settori che interessano lo studio.



2. **Valutazione degli apporti di origine industriale:** noto il numero di addetti impiegati nei settori interessati è necessario conoscere l'apporto unitario di fosforo per le due diverse tipologie di attività produttive; l'operazione di stima viene condotta in due fasi:

- valutazione della portata unitaria di acqua in uscita;
- valutazione della concentrazione media di fosforo totale presente negli scarichi.

I coefficienti utilizzati nel presente studio sono i seguenti:

INDUSTRIA	Portata unitaria in uscita	Concentrazione media di fosforo totale nelle acque reflue
Industria alimentare	0,84 m ³ / addetto	31 mg / m ³
Industria tessile	2,71 m ³ / addetto	9 mg / m ³

Utilizzando i carichi unitari forniti dal prodotto tra concentrazioni medie ed i dati sull'industria, è possibile calcolare un carico medio annuale generato da industria tessile e da industria alimentare.

3. **Valutazione del carico a lago per le attività industriali:** come per i carichi di origine civile, il carico di inquinanti riversato nel lago viene calcolato attraverso dei coefficienti che tengono conto di eventuali impianti di depurazione interni alle singole aziende e dell'allacciamento alla rete fognaria da parte delle stesse. Poiché si ipotizza che la frazione di fosforo trattenuto abbia un andamento temporale crescente, sono stati utilizzati dei coefficienti diversi a seconda dell'epoca considerata che tengono conto della percentuale di fosforo recapitato al lago; nel presente studio sono stati utilizzati i coefficienti di recapito a lago riportati in Tabella 10, funzioni dell'evoluzione temporale dei sistemi di abbattimento:

Tabella 10. Coefficienti di abbattimento e di rimozione utilizzati per la stima dei carichi industriali in ingresso al Lago di Comabbio.

Periodo considerato	Fattore di recapito al lago [%]
1950 - 1959	100
1960 - 1970	95
1970 - 1980	80
1980 - 1990	30
1990 - 1999	0

Come per gli scarichi civili, il fosforo raccolto dal collettore (quindi nel periodo 1990 – 1999) e trattato dall'impianto di depurazione viene convogliato al di fuori del bacino imbrifero lacuale ed è quindi da considerarsi nullo.

Attraverso le valutazioni proposte in questo paragrafo è possibile il calcolo del carico totale di fosforo che perviene al lago, generato da tutte le sorgenti puntiformi presenti all'interno del bacino.



1.6.7.3. Carico di origine diffusa

Una parte determinante per la stima dei carichi risiede nella quantificazione e nella qualificazione degli inquinanti e/o nutrienti provenienti dal settore agricolo e da quello zootecnico, nonché dall'apporto da parte dei suoli, anche se non coltivati.

Le esperienze internazionali (EPA, l'esperienza francese, quella europea e comunitaria in genere) mostrano particolare attenzione verso questa forma di inquinamento delle acque, la cui quantificazione risulta spesso di difficile valutazione, essendo fortemente dipendente dai fattori meteorologici, dal trasporto solido dai suoli verso le acque correnti, dall'uso del suolo e dai sistemi di concimazione e/o fertilizzazione.

La quantificazione dei carichi d'origine zootecnica risulta anch'essa essenziale, come già accennato, per la valutazione della concentrazione prevista di fosforo (e, quindi, dello stato trofico) dei laghi (ad esempio, utilizzando il metodo di stima di Vollenweider).

Tra le metodologie disponibili per la valutazione del carico diffuso, l'unica realmente applicabile al territorio oggetto della nostra indagine, risulta essere quella a coefficienti: in pratica, risulta impossibile l'applicazione di metodologie semiempiriche o misure dirette del carico, in quanto non sono disponibili valori di concentrazione nelle acque immesse nel lago che consentano simulazioni affidabili di questo genere. Le sorgenti di fosforo diffuse possono essere suddivise in:

- suoli (urbani, agricoli e non coltivati);
- insediamenti zootecnici;
- acque meteoriche che interessano esclusivamente il lago.

Apporto dovuto ai suoli

Il carico annuale di fosforo proveniente dai suoli si ottiene attraverso la seguente espressione:

$$[C_s] = a_1 \cdot U_1 + a_2 \cdot U_2 + a_3 \cdot U_3 + \dots + a_n \cdot U_n$$

dove:

- U_i = superficie di suolo per diversa tipologia d'uso del suolo (aree agricole, boscate, urbane etc.)
[km²];
- a_i = coefficienti di apporto dei suoli [kg/(km² * anno)].

In letteratura sono reperibili coefficienti di apporto dei nutrienti, suddivisi per classi di uso del suolo, con particolare riferimento alle diverse pratiche agricole, copertura forestale, attività zootecnica intensiva, aree urbane ed altre tipologie di suolo. Relativamente al territorio italiano sono stati elaborati dall'IRSA coefficienti di apporto unitario per il fosforo.

Per stimare l'apporto di fosforo dai suoli, possono essere utilizzati i coefficienti riportati di seguito (IRSA, 1978):

- per suoli non coltivati con caratteristiche geo-morfologiche paragonabili a quelle dei suoli che costituiscono il bacino del Lago di Comabbio, l'apporto di fosforo è pari a 0,1 kgP/ha/anno;



- per aree agricole sfruttate non intensivamente si considera un apporto di 0,6 kgP/ha/anno;
- per aree urbanizzate in assenza di sistemi di canalizzazione l'apporto medio è di 1,5 kgP/ha/anno.

Per le aree urbanizzate è necessario considerare la tipologia e l'efficienza dei sistemi di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche provenienti dal territorio urbano (acque di *runoff*); in seguito all'analisi svolta sull'evoluzione dei sistemi fognari nei diversi comuni e considerando che la maggior parte delle reti fognarie costruite nel periodo d'interesse sono di tipo "misto", sono state ricavate le percentuali di recapito a lago di seguito riportate:

1950 - 1980	1981 - 1988	1989 - 1990	1990 - 1999
90 %	70 %	40 %	50 %

L'andamento decrescente subito da questi parametri nel periodo 1950 – 1990 è da attribuirsi al progressivo aumento delle opere di raccolta e trattamento delle acque di *runoff* (collettore incluso); l'andamento crescente degli ultimi anni è dovuto invece ai più recenti lavori di separazione del sistema fognario.

Apporti dovuti agli insediamenti zootecnici

Nel periodo considerato dal presente studio, la pratica dell'allevamento non ha mai avuto un ruolo particolarmente rilevante in nessun comune appartenente al bacino del Lago di Comabbio; in seguito ad un'analisi condotta sui dati ISTAT relativi al periodo considerato nel presente studio, si è ritenuto sufficiente prendere in esame i soli allevamenti di bovini e di avicunicoli.

La Regione Lombardia nel Piano Regionale di Risanamento delle Acque presenta alcuni criteri (adottati poi dalle singole Province) per la stima e quantificazione del carico diffuso di origine agricola e/o zootecnica; in particolare, il carico diffuso zootecnico che perviene alle acque superficiali del bacino è stato calcolato pari al 30% del carico originario prodotto per quanto riguarda gli avicunicoli, e pari al 10% del prodotto per i bovini. I carichi unitari relativi ad allevamenti di bovini ed avicunicoli riportati nel lavoro di Chiaudani e Premazzi ("Valutazione dei possibili metodi per combattere il fenomeno dell'eutrofizzazione nelle acque della Comunità Europea" in Quaderni di Ingegneria Ambientale, 1988) possono essere stimati come 9,5 kgP/capo/anno per bovini e 0,06 kgP/capo/anno per avicunicoli.

In base ai dati ISTAT, ai parametri e ai carichi unitari appena proposti, è possibile stimare la quantità di fosforo totale recapitato nel lago come prodotto tra numero di capi, carico unitario e porzione recapitata a lago.

Carico dovuto alle precipitazioni dirette

Il contributo di fosforo dall'atmosfera viene influenzato da eventi naturali e provocati dall'intervento dell'uomo. La deposizione di fosforo dalle piogge in un'area unitaria può variare da 0,05 a 1 kgP/ettaro/anno (Loehr, 1974). Occorre mettere in evidenza che la deposizione di fosforo dalle piogge in un bacino imbrifero



è compresa nei coefficienti unitari di generazione da parte dei terreni agricoli o naturali; in questa categoria devono dunque essere considerate esclusivamente le precipitazioni dirette sullo specchio lacustre. Questo tipo di sorgente diffusa potrebbe rappresentare un carico significativo solo nel caso di un elevato rapporto tra l'area del corpo idrico e quella del bacino imbrifero.

Nel caso in esame, il carico di fosforo sulla superficie del lago può essere stimato pari ad un valore di 20 mgP/m³/anno.

1.6.7.4. Quantificazione dei carichi.

In base ai dati su popolazione, uso del suolo, attività zootecniche e industriali, alla metodologia e ai coefficienti, è possibile stimare l'apporto di fosforo totale al Lago di Comabbio nel periodo compreso tra il 1950 e il 1999.

La stima dei carichi è basata su:

- dati ISTAT riferiti al periodo d'interesse;
- dati ricavati dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque (1984);
- dati raccolti negli Uffici comunali in occasione del presente lavoro (1999).

Vista la frequenza decennale dei dati ISTAT, si è ritenuto opportuno costruire degli scenari in cui viene stimato l'apporto di fosforo negli anni per i quali si possiedono dati oggettivi. Per questo motivo la stima dei carichi entranti è stata fatta esclusivamente per i seguenti anni critici:

- 1950
- 1960
- 1970
- 1980
- 1984
- 1990
- 1999

Le ipotesi per la definizione dei parametri (Paragrafo 1.6.7.1) e successivamente per la stima dei carichi sono le seguenti:

1. gli allacciamenti dei sistemi fognari comunali al collettore consortile sono stati effettuati per la maggior parte tra il 1984 e il 1990;
2. le acque raccolte dal collettore, ad esclusione del contributo dovuto agli scolmatori di piena, non interferiscono in nessun modo con l'apporto di nutrienti al Lago di Comabbio;
3. la frazione di acqua di *runoff* recapitata nel lago è cresciuta progressivamente fino alla realizzazione del collettore, si è ridotta in seguito al collettamento delle reti miste ed ha subito un successivo incremento dovuto alla decisione delle amministrazioni comunali di separare le reti fognarie;
4. l'apporto di fosforo dovuto alla presenza di fosfati nei detersivi è stato critico nel periodo compreso tra 1970 e 1984;



5. dopo la realizzazione del collettore tutte le industrie alimentari e tessili presenti sul territorio sono state coltate;

6. l'apporto dovuto alle precipitazioni è rimasto costante per tutto il periodo considerato.

In Tabella 11 sono illustrati i dati su cui si basa la stima; in Tabella 12 sono invece sintetizzati i valori dei coefficienti.

Tabella 11. Dati d'origine per la stima dei carichi di fosforo gravanti nel Lago di Comabbio nel periodo 1950 -1999.

		U.M.	1950	1960	1970	1980	1984	1990	1999
Uso del suolo	Area urbana	km ²	1,40	2,00	2,40	2,60	3,11	4,42	5,73
	Area agricola	km ²	9,74	9,17	3,38	0,50	0,54	0,85	0,33
	Area non coltiva	km ²	1,05	1,02	6,41	9,09	8,54	6,92	6,13
Insediamenti zootecnici	Bovini	capi	220	220	200	283	198	208	30
	Avicunicoli	capi	800	800	800	800	800	924	500
Popolazione	Abitanti serviti allacciati a depuratore	Ab.	0	603	2282	3141	5518	1610	0
	Abitanti serviti da chiarificatore	Ab.	1000	2410	2789	2094	1380	805	0
	Abitanti serviti che recapitano nel collettore	Ab.	0	0	0	0	0	5635	8696
	Abitanti non serviti	Ab.	3870	2948	2789	2720	1767	834	353
Attività industriali	Alimentari	Addetti	7	9	11	11	11	0	0
	Tessili	Addetti	6	116	178	238	238	0	0
Precipitazioni totali			mm	1400	1400	1400	1400	1400	1400

Tabella 12. Valori dei parametri utilizzati per la stima dei carichi di fosforo gravanti nel Lago di Comabbio nel periodo 1950 - 1999.

Carichi unitari di fosforo in funzione dell'uso del suolo		
1,5	kgP/ha/anno	Aree urbane
0,1	kgP/ha/anno	Aree incolte
0,6	kgP/ha/anno	Aree agricole
Frazione di acqua di runoff che confluisce a lago nei diversi anni		
90	%	1950
90	%	1960
90	%	1970
90	%	1980
70	%	1984
40	%	1990
50	%	1999
Carichi unitari di fosforo e frazione recapitata a lago, associati all'allevamento		
9,5	kgP/capo/anno	Bovini
0,06	kgP/capo/anno	Avicunicoli
10	%	Percentuale di fosforo recapitata al lago per bovini



30	%	Percentuale di fosforo recapitata al lago per avicunicoli
Carichi unitari di fosforo e frazione recapitata a lago di origine antropica		
0,53	KgP/ab/anno	Carico procapite nel periodo 1950 - 1970
1,067	KgP/ab/anno	Carico procapite in presenza di fosfati nei detersivi
0,657	KgP/ab/anno	Carico procapite attuale
25	%	Percentuale di fosforo recapitata al lago con depuratore
45	%	Percentuale di fosforo recapitata al lago con chiarificatore
10	%	Percentuale di fosforo recapitata al lago con fosse biologiche
Carichi unitari di fosforo e frazione recapitata a lago, associati alle attività industriali		
0,84	m ³ /operaio	Portata uscente per le industrie alimentari
2,71	m ³ /operaio	Portata uscente per le industrie tessili
31	mg / m ³	Concentrazione media in scarichi di industrie alimentari
9	mg / m ³	Concentrazione media in scarichi di industrie tessili
100	%	Percentuale di fosforo recapitata a lago [1950]
95	%	Percentuale di fosforo recapitata a lago [1960]
80	%	Percentuale di fosforo recapitata a lago [1970]
30	%	Percentuale di fosforo recapitata a lago [1980]
Carico unitario di fosforo associato alle precipitazioni		
20	mgP/m ³ /anno	Concentrazione di fosforo nelle acque meteoriche

Attraverso la metodologia illustrata nel precedente paragrafo, è quindi possibile stimare il carico annuale di fosforo associato ad ogni singola fonte puntiforme o diffusa; i risultati ottenuti, espressi in kgP / anno, sono riportati in Tabella 13 e in Figura 32.

Tabella 13. Carichi annuali di fosforo recapitati a lago e divisi per tipologia (kg/anno).

Fonte		1950	1960	1970	1980	1984	1990	1999
Uso del suolo	Area urbana	189	270	324	351	326	265	430
	Area agricola	584	550	203	30	32	51	20
	Area non coltivata	11	10	64	91	85	69	61
Insediamenti zootecnici	Bovini	209	209	190	269	188	198	29
	Avicunicoli	14	14	14	14	14	17	9
Popolazione	Abitanti serviti allacciati a depuratore	0	161	609	838	906	264	0
	Abitanti serviti con chiarificatore	239	1157	1339	1005	662	192	0
	Abitanti allacciati al collettore	0	0	0	0	0	0	0
	Abitanti non serviti	205	315	298	290	189	55	23
Industria	Alimentare	67	81	84	31	31	0	0
	Tessile	53	981	1268	636	636	0	0
Scolmatori		7	40	58	55	47	14	0
Precipitazioni totali		100	100	100	100	100	100	100
TOTALE								672



Figura 32. Evoluzione temporale degli apporti di fosforo al Lago di Comabbio divisi per tipologia delle fonti.

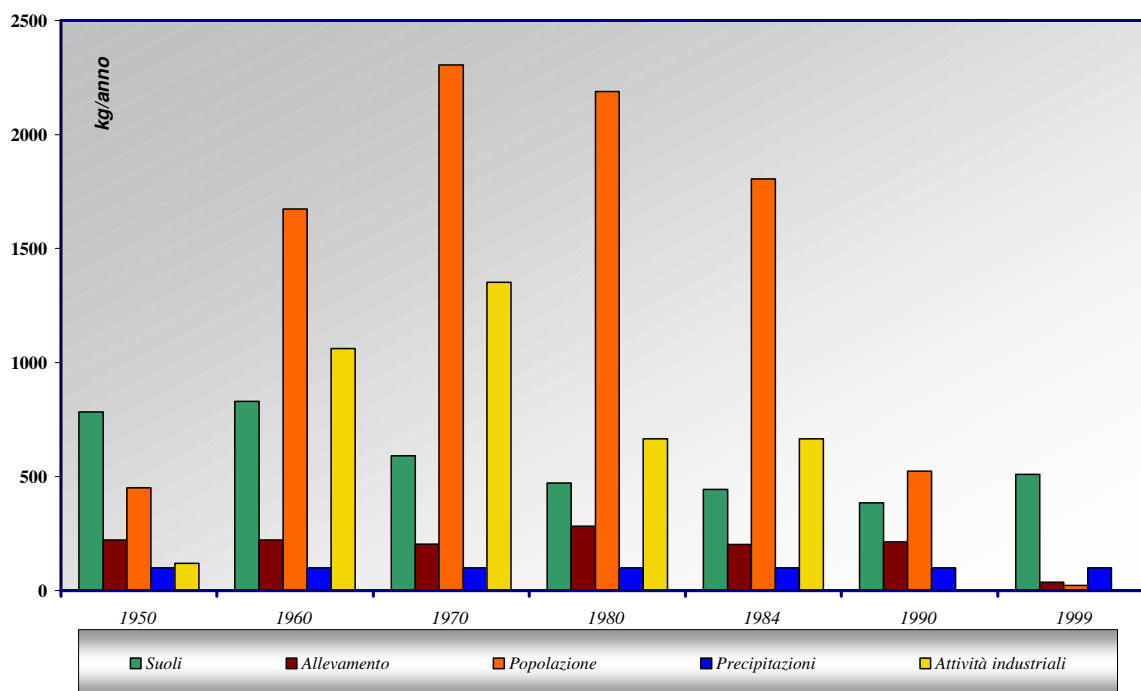


Tabella 14. Evoluzione temporale degli apporti di fosforo al Lago di Comabbio divisi per tipologia delle fonti (kg/anno).

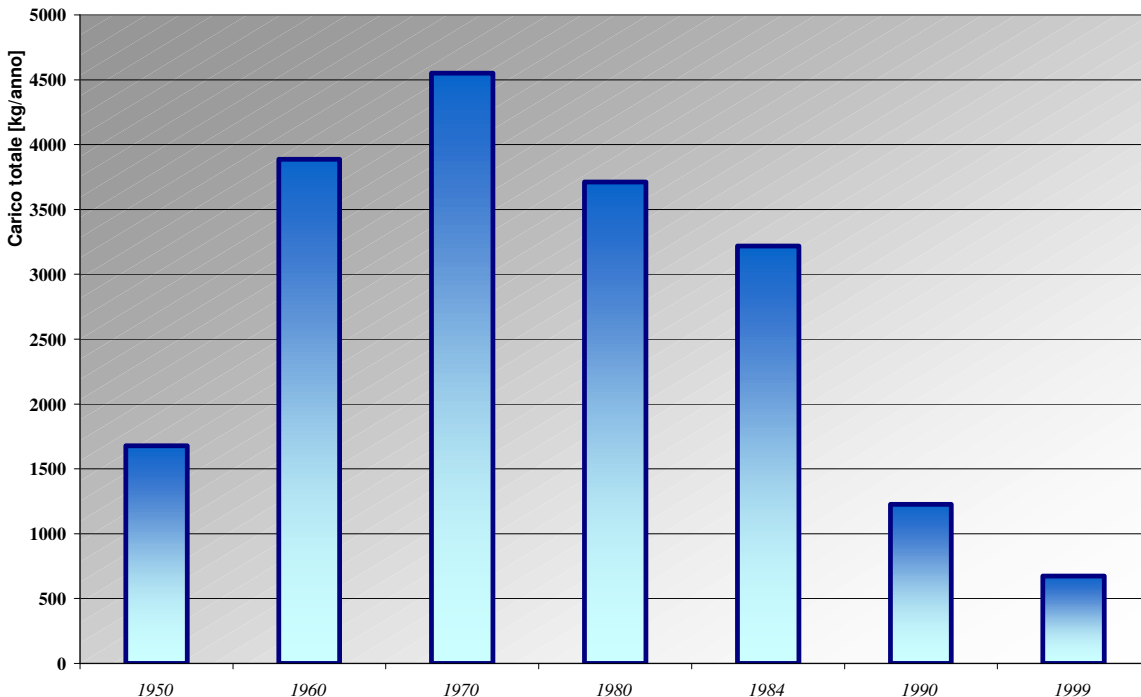
Fonti	1950	1960	1970	1980	1984	1990	1999
Suoli	784	831	591	472	444	385	511
Allevamento	223	223	204	283	203	214	38
Popolazione	451	1672	2303	2189	1804	525	23
Precipitazioni	100	100	100	100	100	100	100
Attività industriali	120	1062	1351	667	667	0	0
Totale	1678	3888	4550	3711	3218	1224	672

Dall'analisi dell'evoluzione temporale del carico totale di fosforo recapitato al lago (Tabella 14 e Figura 33) è possibile concludere che:

- il valore massimo di carico stimato si presenta negli anni '70, periodo in cui, al termine dell'intensa crescita demografica ed industriale non erano ancora state realizzate reti fognarie idonee e tantomeno introdotte tecnologie sufficientemente efficienti per l'abbattimento dei carichi di nutrienti recapitati nel lago;
- la realizzazione dei piccoli impianti di depurazione costruiti negli anni seguenti, supportata dalla rimozione dei fosfati dai detersivi, ha portato nel 1984 ad un abbattimento di quasi il 30% dei carichi stimati per il 1970 (Figura 33).
- la realizzazione del collettore consortile ha comportato un'ulteriore ingente riduzione del carico totale di fosforo: il carico stimato per il 1999 corrisponde approssimativamente al 20 % di quello stimato per il 1984 (Figura 33).



Figura 33. Andamento temporale del carico totale di fosforo scaricato nel Lago di Comabbio tra il 1950 e il 1999.



La stima dei carichi apportati al lago, per quanto sia stata eseguita attraverso modelli parametrici che possono comportare un certo livello di incertezza (10 – 15 %), mostra come nell'ultimo ventennio la riduzione dei carichi di fosforo immessi nel lago sia stata notevole.

È a questo punto necessario individuare e caratterizzare quelli che sono i meccanismi di interazione tra lago e nutrienti. Una volta definiti questi processi sarà possibile:

- stimare i tempi necessari al lago per reagire alla riduzione di carico;
- definire il carico massimo di fosforo che il lago può sopportare all'equilibrio senza che il suo stato trofico naturale ne risenta;
- capire se l'attuale apporto di fosforo è sufficientemente ridotto affinché ciò si verifichi effettivamente.

Da notare che il carico di fosforo annuo stimato per il 1999, pari a 672 kgP/anno, che verrà adottato nei paragrafi successivi per la valutazione dello stato trofico e dell'evoluzione trofica prevista del lago, è molto vicino al valore di carico di fosforo stimato anche dall'ARPA (Regione Lombardia, 2004), per gli stessi obiettivi, pari a 600 kgP/anno.



1.6.8. Stato trofico del lago

Esso è valutato sia attraverso i risultati dello studio condotto dalla GRAIA srl nel 1999 aggiornato con i dati degli ultimi anni (di cui si riporta la versione integrale delle analisi effettuate per questo aspetto), sia attraverso i dati forniti dal Programma di Tutela ed Uso delle Acque (Regione Lombardia, 2004).

1.6.8.1. Il problema dell'eutrofizzazione

Dal 1960 si cominciò ad osservare un cambiamento nella qualità delle acque di numerosi laghi e serbatoi artificiali a causa dell'aggiunta di sostanze nutrienti (azoto e fosforo) provenienti, per la maggior parte, da attività umane. Le principali sorgenti furono identificate nelle acque di scarico civili ed industriali e nel carico diffuso proveniente dal settore agricolo (fertilizzanti chimici ed organici).

Il fenomeno dell'eutrofizzazione è la "risposta" delle acque al sovrarricchimento in nutrienti; in assenza di adeguate misure di controllo, tale fenomeno procede molto velocemente e a tutt'oggi costituisce una delle tipologie più frequenti d'inquinamento delle acque lacustri (OECD, 1982).

Le acque eutrofizzate presentano le seguenti caratteristiche:

- ⇒ produttività biologica elevata e frequente crescita algale;
- ⇒ acque dell'ipolimnio aventi preoccupanti deficit di ossigeno nel periodo di stratificazione termica;
- ⇒ ridotta diversità di piante ed animali acquatici, crescita di piante acquatiche nella zona litorale;
- ⇒ acque che presentano una qualità non idonea ad usi pregiati della risorsa idrica (uso potabile, balneazione).

Secondo Vollenweider (1982) le categorie trofiche possono essere individuate in funzione di contenuto di nutrienti, capacità produttiva e capacità demolitoria secondo i criteri illustrati in Tabella 15.

Tabella 15. Individuazione delle classi trofiche secondo Vollenweider.

Classe trofica	Contenuto di nutrienti	Capacità produttiva	Capacità demolitoria
<i>ultraoligotrofia</i>	Molto basso	Bassa	Completa
<i>oligotrofia</i>	Basso	Bassa	Quasi completa
<i>mesotrofia</i>	Medio	Medio-alta	Sufficiente
<i>eutrofia</i>	Alto	Alta	Insufficiente
<i>ipertrofia</i>	Elevatissimo	Molto alta	Decisamente insufficiente

Dal momento che il fenomeno dell'eutrofizzazione è legato all'apporto di nutrienti, siano essi di origine naturale o antropica, risulta importante verificare quale di essi (essenzialmente, il fosforo o l'azoto) risulta essere il fattore limitante per la produttività. Una delle metodologie più usate riguarda l'utilizzo dei rapporti di massa dei composti del P e del N biodisponibili. Chiaudani e Vighi (1974) utilizzano il rapporto N/P per definire quale dei due nutrienti è limitante: un rapporto $N/P \leq 5$ indica una limitazione da azoto, mentre un rapporto $N/P \geq 10$ indica un limite da fosforo. Nel Lago di Comabbio il rapporto tra le concentrazioni medie misurate di azoto inorganico totale e fosforo ortofosfato supera il valore di 20, indicando nel fosforo l'elemento limitante per la produttività algale; tale situazione è tipica della maggior parte dei laghi italiani.

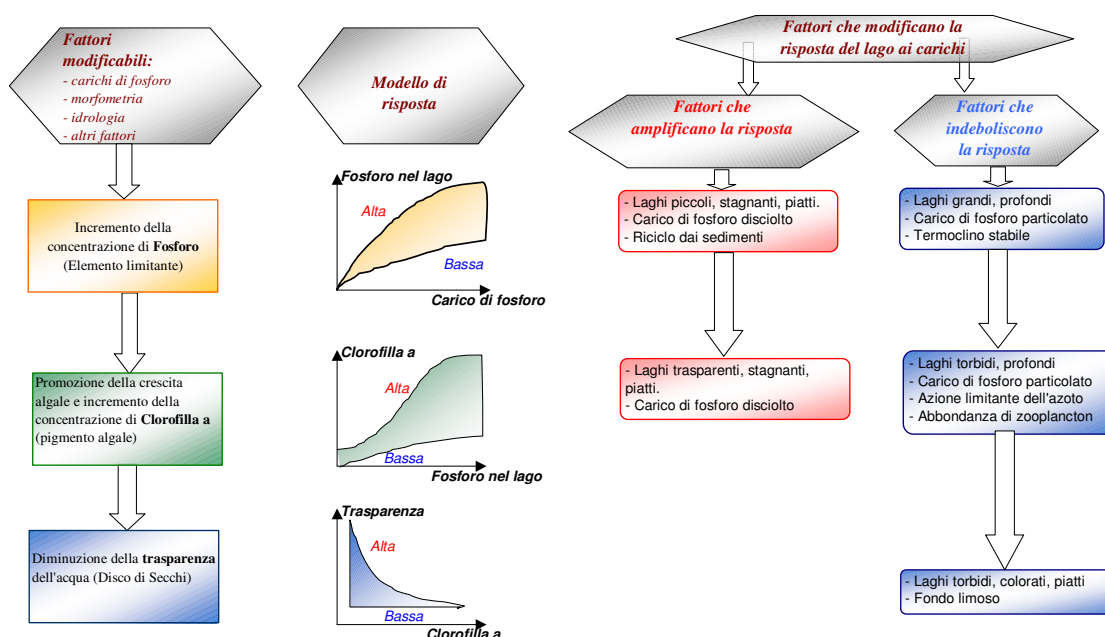


Uno studio di settore (Gaggino, 1985- *The water quality of Italian Lakes*) ha evidenziato che nell'85 % dei 131 laghi italiani esaminati il fattore limitante è effettivamente il fosforo.

Questo nutriente è dunque il principale cardine per le strategie di controllo dei fenomeni di eutrofizzazione delle acque lacustri.

In Figura 34 sono rappresentati i parametri che regolano lo stato trofico ed i fattori che ne tamponano e ne amplificano la risposta.

Figura 34: Fattori che regolano lo stato trofico di un lago (fonte: U.S. EPA).



1.6.8.2. Classificazione trofica delle acque

Nonostante la parola "trofia" non abbia un significato preciso, caratterizzazioni e classificazioni sono correntemente utilizzate per descrivere lo stato trofico di un lago. In particolare si cita il sistema di classificazione sviluppato dall'OECD nel quadro del "Programma di controllo delle acque dolci (OECD, 1982)". Questo studio si basa sull'analisi statistica di più di cento laghi e relativi stati trofici; tali laghi sono situati in numerosi paesi, per lo più a clima temperato; dallo studio sono state stabilite delle relazioni causa-effetto tra apporti nutritivi e qualità delle acque dei laghi, partendo da un'analisi statistica di un'importante base di dati. Si riportano due differenti sistemi di classificazione derivanti dallo studio sopracitato:

- *sistema a valori fissi*
- *sistema probabilistico*

Il primo definisce dei limiti sui più importanti parametri in grado di caratterizzare lo stato trofico di un lago: tali parametri e relativi limiti per singola classe trofica sono rappresentati in Tabella 16.



Tabella 16. Valori per definire le classi trofiche attraverso il sistema a valori fissi (OECD, 1982).

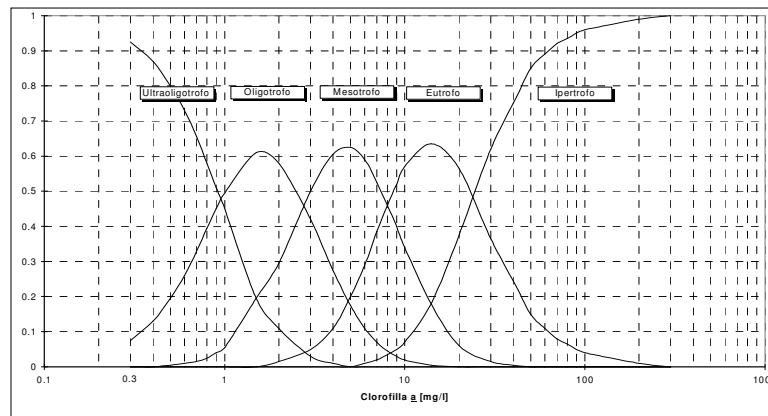
Stato trofico	P totale - media annua ($\mu\text{g/l}$)	Chla-media annua ($\mu\text{g/l}$)	Chla max annua ($\mu\text{g/l}$)	Secchi-media annua (m)	Secchi-min annuo (m)
Ultra-oligotrofia	<4	<1	<2.5	>12	>6
Oligotrofia	<10	<2.5	<8	>6	>3
Mesotrofia	10-35	2.5-8	8-25	6-3	3-1.5
Eutrofia	35-100	8-25	25-75	3-1.5	1.5-0.7
Ipertrofia	>100	>25	>75	<1.5	<0.7

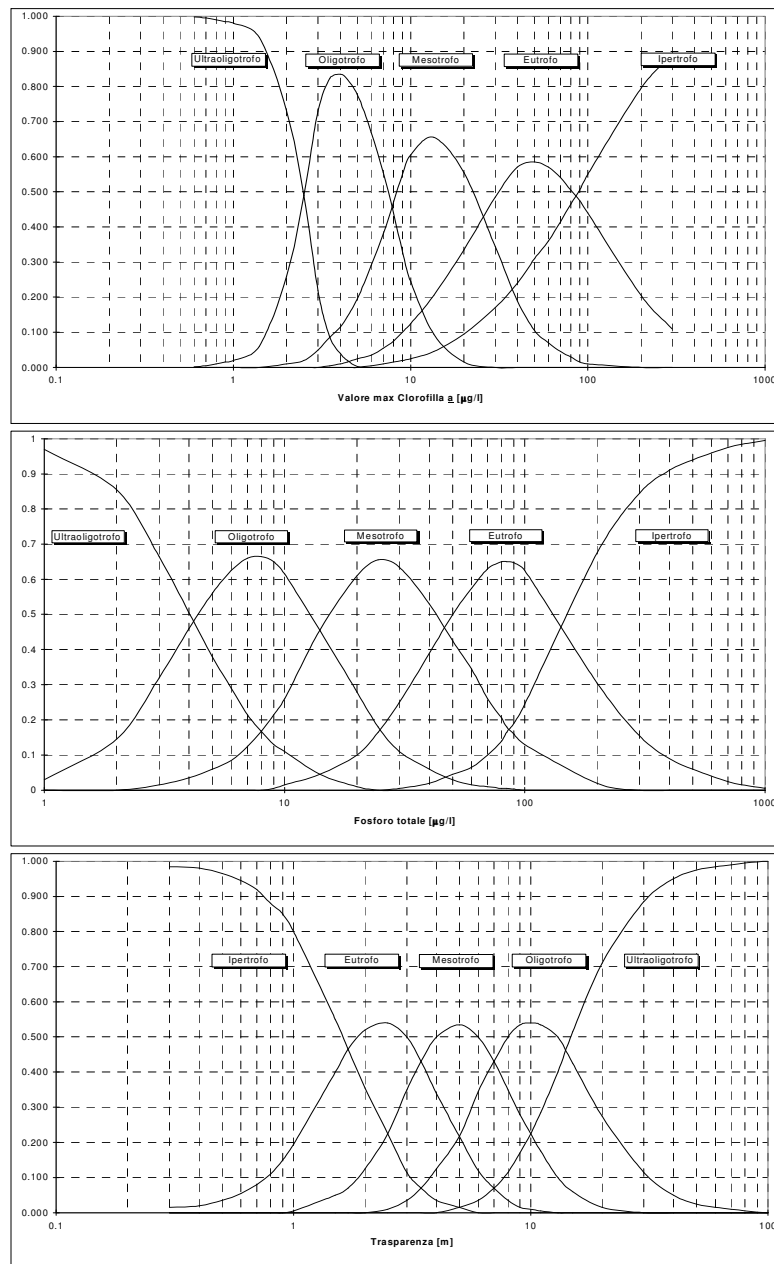
Ovviamente questo genere di classificazione contiene un importante inconveniente, costituito dalla rigida differenziazione in classi in funzione esclusivamente del parametro utilizzato; è quindi possibile (anzi, frequente) che uno stesso lago venga classificato in due classi differenti, a seconda del parametro utilizzato. Di converso, questo sistema non spiega la discrepanza tra la classificazione proposta e il reale stato trofico di un lago.

Questi inconvenienti vengono superati attraverso una seconda classificazione "*probabilistica*", basata su uno studio statistico che tiene conto dello stato trofico del lago e dei principali parametri indicatori (P totale medio, Clorofilla media e max, trasparenza media). Vengono quindi determinate delle curve probabilistiche (Figura 35) in grado di correlare ogni singolo parametro con i diversi stati trofici. Il risultato è quello di definire un quadro meno netto, ma più realistico, della "probabilità" di un lago di appartenere ad un determinato stato trofico.

Per esempio un lago con un valore di P_{tot} di 10 $\mu\text{g/l}$ ha una probabilità del 10% di essere ultraoligotrofo, del 63% oligotrofo, del 23% mesotrofo e dell'1% eutrofo.

Figura 35. Distribuzione probabilistica per l'attribuzione del livello trofico (OECD, 1982).





Un altro indice utilizzato per la definizione dello stato trofico di un lago è il Trophic State Index (Carlson, 1977): può essere stimato prendendo in considerazione i valori di trasparenza (disco di Secchi), concentrazione di fosforo totale e clorofilla; utilizzando una regressione lineare tra profondità con disco Secchi e concentrazione di fosforo superficiale e clorofilla, Carlson stimò le seguenti relazioni caratterizzanti gli indici di stato trofico da lui proposti:

$$\text{TSI (SD)} = 10 \cdot (6 - \ln \text{SD} / \ln 2)$$

$$\text{TSI (Chl)} = 10 \cdot [6 - (2.04 - 0.68 \cdot \ln \text{Chl}) / \ln 2]$$

$$\text{TSI (TP)} = 10 \cdot [6 - \ln(48 / \text{TP}) / \ln 2]$$

dove con SD si indica la trasparenza, con Chl la *clorofilla a* e con TP la concentrazione di fosforo totale.



L'indice di stato trofico può essere determinato da ciascuno dei tre parametri qui rappresentati; in particolare, il disco Secchi potrebbe non essere un buon indicatore in laghi molto torbidi e la clorofilla dovrebbe essere il miglior indicatore per quanto concerne il periodo estivo.

L'indice di Carlson si presenta con una scala numerica di facile lettura (da 1 a 100) e permette di correlare lo stato trofico relativo ad un parametro con quello definito per un altro parametro, permettendo, così, di trarre utili informazioni riguardo i fenomeni determinanti lo stato di trofia delle acque.

Per quanto concerne l'indice relativo al fosforo totale, esso si presenta come un buon indicatore nei periodi (ad esempio, inverno, autunno e primavera) nei quali decresce il valore relativo alla clorofilla; ovviamente, tale discorso vale nel caso del fosforo come fattore limitante della crescita algale.

Esistono anche numerosi indici biologici dello stato trofico delle acque: essi possono essere legati ai macroinvertebrati bentonici (ad esempio, il Benthic Quality Index, Wiederholm, 1980), fitoplancton, pesci, macrofite e zooplancton: essi hanno però lo svantaggio che i dati per la loro elaborazione non sono solitamente disponibili, se non dopo avere effettuato una campagna "ad hoc" per la loro determinazione.

1.6.8.3. Modelli di eutrofizzazione

I modelli in grado di descrivere lo stato trofico di un lago possono essere suddivisi in modelli stocastici, modelli empirici-statistici ed in modelli dinamici o ecologici più complessi.

Fatta eccezione per i modelli stocastici, quasi tutti i modelli sono basati su considerazioni di bilancio e di flusso dei nutrienti: essi servono per prevedere l'evoluzione della qualità dell'acqua o la risposta biologica di un lago ad una variazione del carico dei nutrienti (ad esempio il collettamento dei reflui depurati al di fuori del bacino imbrifero). Benché i modelli stocastici e quelli empirici non tengano conto di numerose variabili e fenomeni in grado di determinare lo stato trofico di un lago, a causa della loro semplicità d'uso essi vengono maggiormente utilizzati rispetto ai modelli dinamici per predire lo stato trofico del lago.

1.6.8.3.1. Modelli stocastici

I modelli appartenenti a questa categoria sono caratterizzati dal fatto di non considerare assolutamente le caratteristiche fisiche del sistema interessato: questo tipo di modelli opera cercando delle funzioni di correlazione all'interno della serie storica della variabile d'uscita (nel caso specifico la concentrazione di fosforo nei diversi anni) oppure tra variabile in uscita e altre variabili.

In particolare, una volta definite:

U_t = valore assunto dalla variabile principale al tempo t ;

E_t^1 = valore assunto dalla variabile esterna "1" al tempo t ;

E_t^2 = valore assunto dalla variabile esterna "2" al tempo t ;

E_t^n = valore assunto dalla variabile esterna "N" al tempo t ;

i modelli stocastici si possono suddividere in tre categorie:



1. modelli autoregressivi [Modelli AR]: forniscono il valore di U_t in funzione del valore assunto da U in tempi precedenti. In particolare un modello AR_r è un modello autoregressivo di ordine " r " che fornisce il valore di U_t in funzione del valore assunto da U negli r momenti precedenti. Indicando con a_i gli r parametri da stimare in fase di calibrazione del modello, sarà: $U_t = a_1 * U_{t-1} + a_2 * U_{t-2} + \dots + a_r * U_{t-r}$.
2. modelli a media mobile [Modelli MA]: forniscono il valore di U_t in funzione del valore assunto dalle variabili E^j al tempo precedente. In particolare un modello MA_s è un modello a media mobile di ordine " s " che fornisce il valore di U_t in funzione del valore assunto dalle s variabili E^j al tempo precedente. Indicando con b_i gli s parametri da stimare in fase di calibrazione del modello sarà: $U_t = b_1 * E_{t-1}^1 + b_2 * E_{t-1}^2 + \dots + b_s * E_{t-1}^s$.
3. modelli autoregressivi a media mobile [Modelli ARMA]: forniscono il valore di U_t in funzione del valore assunto da U in tempi precedenti e da quello assunto dalle variabili E^j al tempo precedente. In particolare un modello $ARMA_{rs}$ è un modello autoregressivo a media mobile di ordine " r, s " che fornisce il valore di U_t in funzione del valore assunto dalla variabile U negli r momenti precedenti e dalle s variabili E^j al tempo precedente. Indicando con a_i e con b_i gli $r + s$ parametri da stimare in fase di calibrazione del modello sarà:
 $U_t = a_1 * U_{t-1} + a_2 * U_{t-2} + \dots + a_r * U_{t-r} + b_1 * E_{t-1}^1 + b_2 * E_{t-1}^2 + \dots + b_s * E_{t-1}^s$.

1.6.8.3.2. Modelli empirici

Tra questa tipologia di modelli, quelli derivanti dallo studio dell'OECD del 1982 rivestono una posizione di primaria importanza. In particolare tale studio utilizza la seguente equazione (Vollenweider, 1976) in grado di sviluppare un modello di stima della concentrazione media di P_{tot} basato sugli apporti del nutriente:

$$[P]_l = [P]_i / (1 + \tau_w^{0.5})$$

$[P]_l$ = concentrazione media attesa di fosforo totale nel lago (mg/l);

$[P]_i$ = concentrazione negli apporti di acqua nel lago (= L_p/q_s);

L_p = apporti annuali di P per unità di superficie ($mg/(m^2 * anno)$);

q_s = apporti annuali d'acqua per unità di superficie ($m^3/(m^2 * anno)$);

τ_w = tempo teorico di ricambio delle acque (anni);

Tale formula è stata quindi testata e modificata tramite una regressione statistica dallo studio dell'OECD sopracitato. Il risultato è un'ottima correlazione tra il carico di fosforo e la concentrazione attesa del nutriente nel lago:

$$[P]_l = 1.55 \{ [P]_i / (1 + \tau_w^{0.5}) \}^{0.82} \quad (r=0.93)$$

La formula può essere applicata in entrambe le direzioni: dato il carico influente nel bacino lacustre si può calcolare la concentrazione attesa di P, viceversa data tale concentrazione si può calcolare il carico influente ammissibile (per esempio, imponendo una determinata concentrazione di P desiderata). Ben si presta, quindi, questa formula, a valutare l'incidenza di opere volte alla riduzione del carico influente nel lago, sia in fase di programmazione che di verifica delle stesse.



Nello studio dell'OECD sono pure presenti interessanti correlazioni tra i principali parametri indicatori dello stato trofico di un lago, in particolare tra concentrazione di P (e quindi, carico di P influente) e altri elementi caratterizzanti lo stato di trofia quali Clorofilla e trasparenza (disco di Secchi). Buone correlazioni si hanno, per esempio, tra concentrazione di P e Clorofilla e tra concentrazione media di Clorofilla e sua concentrazione massima.

Si vuole qui citare pure un altro modello empirico volto alla definizione dello stato trofico "naturale" di un lago: si tratta di una recente proposta del modello empirico definito "*indice MEI*" (Vighi e Chiaudani, 1985). Infatti, nei laghi sottoposti ad eutrofizzazione di origine antropica, gli apporti di origine civile ed industriale determinano incrementi nella concentrazione di nutrienti, ma non la sostanziale alterazione dei parametri usualmente utilizzati per il calcolo del MEI (solidi disciolti totali, alcalinità, conducibilità).

Le relazioni in grado di correlare stato trofico naturale (espresso come concentrazione di P nel lago) ed indice MEI sono:

$$\text{Log P} = 1.48 + 0.33 (\pm 0.09) \text{Log MEI}_{\text{alc}} \quad r = 0.83$$

$$\text{Log P} = 0.75 + 0.27 (\pm 0.11) \text{Log MEI}_{\text{cond}} \quad r = 0.71$$

dove:

MEI_{alc} = alcalinità [$\text{meq/l/profondità media}$];

MEI_{cond} = conducibilità [$\mu\text{S/cm a } 20^\circ\text{C/profondità media}$].

Le due equazioni possono essere considerate di validità generale ed indipendenti dalla diversa posizione geografica dei laghi.

E' comunque da preferirsi, laddove si dispone di dati, l'utilizzo della relazione contenente l'alcalinità, in quanto tale parametro risente in misura minore rispetto alla conducibilità degli effetti legati ai diversi contributi di origine antropica.

Entrambi i modelli sono stati utilizzati anche su laghi italiani; si cita per esempio il lavoro "*Il Lago di Garda - Evoluzione trofica e condizioni ambientali attuali*" del 1990 (Chiaudani e Premazzi), Ministero dell'Ambiente, Università di Milano, Istituto dell'Ambiente.

Si cita, inoltre, la formula dell'indice morfoedafico, indicata nei "*Criteri di Pianificazione del PRRA*", da utilizzarsi per il calcolo della concentrazione di fosforo naturale; il valore ottenuto, aumentato del 25 %, rappresenta il criterio di qualità obiettivo finale per i laghi lombardi:

$$\text{Log P} = 0.87 + 0.3 \text{Log MEI}_{\text{cond}}$$

1.6.8.3.3. Modelli dinamici

Contrariamente ai modelli statistici, i modelli dinamici sono caratterizzati da una descrizione strutturale e matematica dei principali processi fisici, chimici e biologici del lago; i principali vantaggi di questi modelli sono di:

- permettere di tenere in considerazione i dettagli spazio-temporali;
- considerare un gran numero di parametri significativi: fitoplancton, zooplancton, ecc.;
- essere più precisi dei modelli statistico-empirici;



Gli svantaggi propri di questi modelli risiedono nel fatto che necessitano di una base di dati rilevante e la loro precisione può essere inficiata dalla non perfetta conoscenza di uno dei processi simulati; questi modelli non sono poi facilmente applicabili ad altri contesti, soprattutto in considerazione del fatto che spesso contengono elementi di "interfaccia" specifici del lago su cui sono stati testati.

1.6.9. L'attuale condizione trofica del Lago di Comabbio

1.6.9.1. Andamento dei parametri chimico-fisici e stato trofico

Considerando irraggiamento solare e temperatura come variabili esogene e interpretando la trasparenza come un indicatore di intensità delle fioriture algali è possibile ricostruire i fenomeni che avvengono nel lago nell'arco dell'anno.

All'inizio della primavera si verifica una prima fioritura (probabilmente si tratta di *Diatomee*), dovuta all'accumulo di nutrienti durante l'inverno, periodo in cui, a causa dei bassi valori di temperatura e luce, non si sviluppa nessun organismo in grado di smaltirli. In questa fase, in concomitanza ad un aumento di luce e temperatura, si nota l'aumento della concentrazione di ossigeno in superficie dovuta alla produzione fotosintetica da parte delle alghe e una graduale riduzione della concentrazione di fosforo totale che viene progressivamente smaltito dalle stesse. Conseguenza della crescita algale è la progressiva diminuzione dell'ossigeno disciolto sul fondo; questo fenomeno, dovuto alla richiesta di ossigeno per degradare le alghe morte, coinvolge successivamente anche gli strati superficiali. Dal secondo grafico si nota inoltre che l'assenza di ossigeno sul fondo si protrae fino all'inizio di Ottobre.

All'inizio dell'estate, periodo in cui luce e temperatura (specialmente in superficie) raggiungono il valore massimo, si ha un'ulteriore riduzione di nutrienti, associata ad un abbassamento del valore di trasparenza: questi due fenomeni sono da attribuirsi ad un'intensificazione delle fioriture algali che smaltiscono ossigeno e riducono la trasparenza del lago; in questa fase, inoltre, non essendoci più ossigeno sul fondo, comincia a diminuire gradualmente anche la concentrazione di ossigeno in superficie.

Alla fine dell'estate, il lago è praticamente privo di ossigeno: è questo il periodo più critico per la sopravvivenza delle specie animali e vegetali che abitano il lago. Con l'autunno il lago comincia lentamente a riossigenarsi, la trasparenza si assesta su valori più elevati e, non essendoci più alghe in grado di smaltire i nutrienti, la concentrazione di fosforo riprende a salire fino ad assestarsi sui valori invernali.

1.6.9.2. Classificazione trofica del lago

In questa parte viene presentata un'elaborazione dei principali parametri indicatori dello stato trofico, organizzati secondo i principali metodi di classificazione esposti nel precedente paragrafo; l'evoluzione trofica ha portato a confrontare la condizione qualitativa migliore nei seguenti anni ritenuti significativi: 1973, 1980, 1990, 1998, a cui sono stati aggiunti i dati relativi alle annate del 2000, 2001, 2002, 2003 e 2004, laddove disponibili.

Per la classificazione trofica del Lago di Comabbio sono state applicate le seguenti tre metodiche:



1. determinazione della concentrazione naturale di fosforo attraverso l'applicazione degli indici morfoedafici utilizzando i valori di alcalinità e conducibilità (MEI_{alc} e MEI_{cond});
2. classificazione OECD a valori fissi;
3. classificazione OECD probabilistica utilizzando i valori di fosforo totale (media) e di trasparenza (media);

I risultati delle prime due metodiche sono raccolti in Tabella 17 e Tabella 18, mentre la classificazione probabilistica, eseguita attraverso concentrazioni medie annue di fosforo totale e valore medio annuo di trasparenza, è rappresentata in Figura 36 e in Figura 37.

Tabella 17: Livello trofico naturale secondo l'indice MEI.

Determinazione del livello trofico naturale attraverso l'indice MEI				
Parametro guida	Valore medio misurato [1998]	Indice MEI	Livello trofico naturale [mg/m ³]	Intervallo di variazione [mg/m ³]
Alcalinità	1,7 [meq / l]	0,4	21,8	20 – 24
Conducibilità	204 [μS /cm]	44,8	15,7	10 – 24
Determinazione del livello trofico naturale attraverso le indicazioni del PRRA				
Valore naturale	23,2 [mg/m ³]			
Valore obiettivo	29 [mg/m ³]			

Tabella 18: Classificazione OECD a valori fissi.

ANNO DI CAMPIONAMENTO	1973	1980	1990	1998	2000	2001	2002	2003	2004
Classificazione trofica attraverso la concentrazione di Fosforo totale (media annua)									
Concentrazione di fosforo totale [mg/l]	95	151	123	58	69 (12 mesi)	55 (12 mesi)	31 (6 mesi)	47 (6 mesi)	54 (1 mese)
Classificazione trofica OECD	eutrofo	ipertrofo	ipertrofo	eutrofo	eutrofo	eutrofo	mesotrofo	eutrofo	eutrofo
Classificazione trofica attraverso i valori relativi al disco di Secchi									
Trasparenza [m] (media annua)		1,2	1,6	2,26	2,4 (12 mesi)	1,8 (12 mesi)	2,8 (6 mesi)	2,1 (6 mesi)	
Classificazione trofica OECD		ipertrofo	eutrofo	eutrofo	eutrofo	eutrofo	eutrofo	eutrofo	
Trasparenza [m] (minima)				0.04	1,2 (12 mesi)	0,5 (12 mesi)	1,5 (6 mesi)	1,7 (6 mesi)	
Classificazione trofica OECD				ipertrofo	eutrofo	ipertrofo	meso-eutrofo	mesotrofo	

In Tabella 18 sono riportati i risultati ottenuti applicando il criterio di classificazione OECD a valori fissi negli anni 1973, 1980, 1990, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004; negli ultimi anni il lago ha chiaramente dimostrato una tendenza alla meso-eutrofia, risultato questo che peraltro corrisponde a quanto rilevato anche dal PTUA (Regione Lombardia, 2004). Anche i livelli di fosforo naturale del lago calcolati sono praticamente uguali a quelli definiti dal PTUA; infatti nell'intervallo di variazione stimato di trofia naturale pari a 21-24 mg/m³ rientra anche il valore indicato dal PTUA, pari a 22 mg/m³.



Figura 36: Classificazione probabilistica OECD attraverso la trasparenza media annua (1980 – 2003).

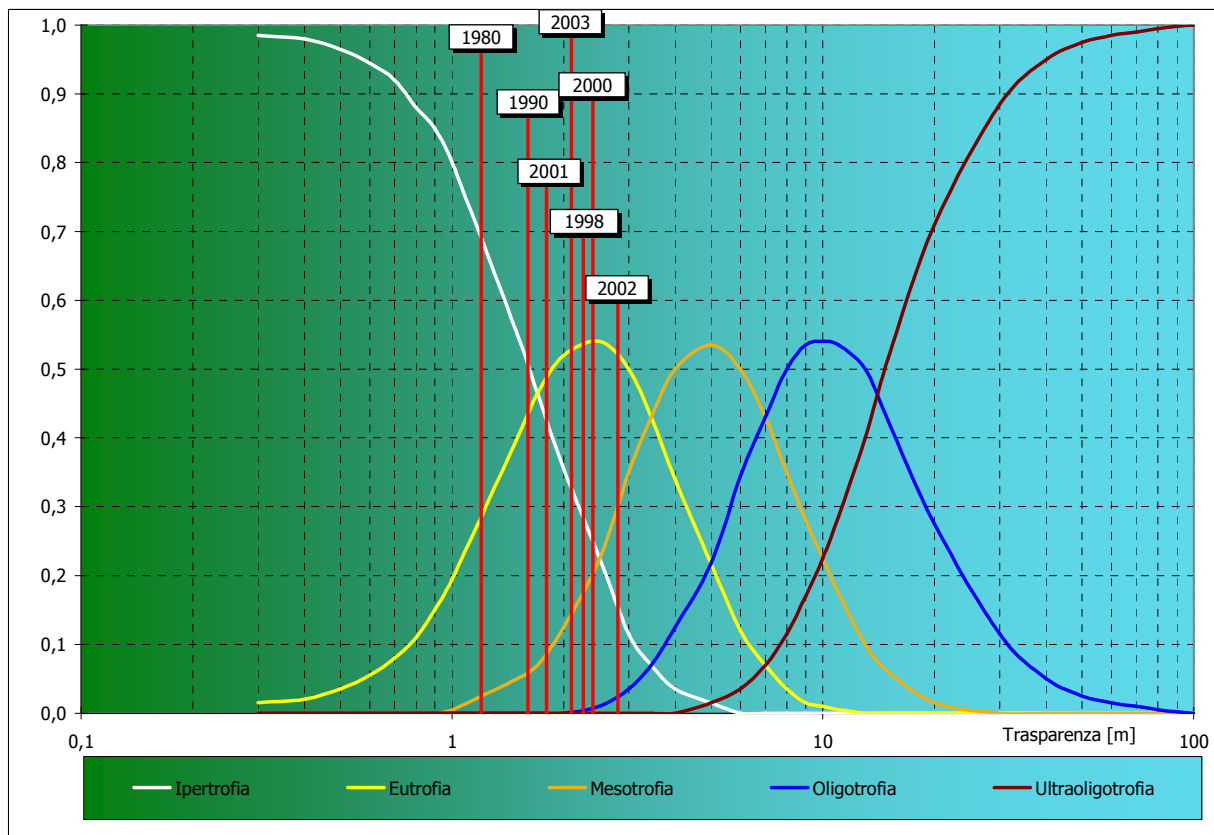
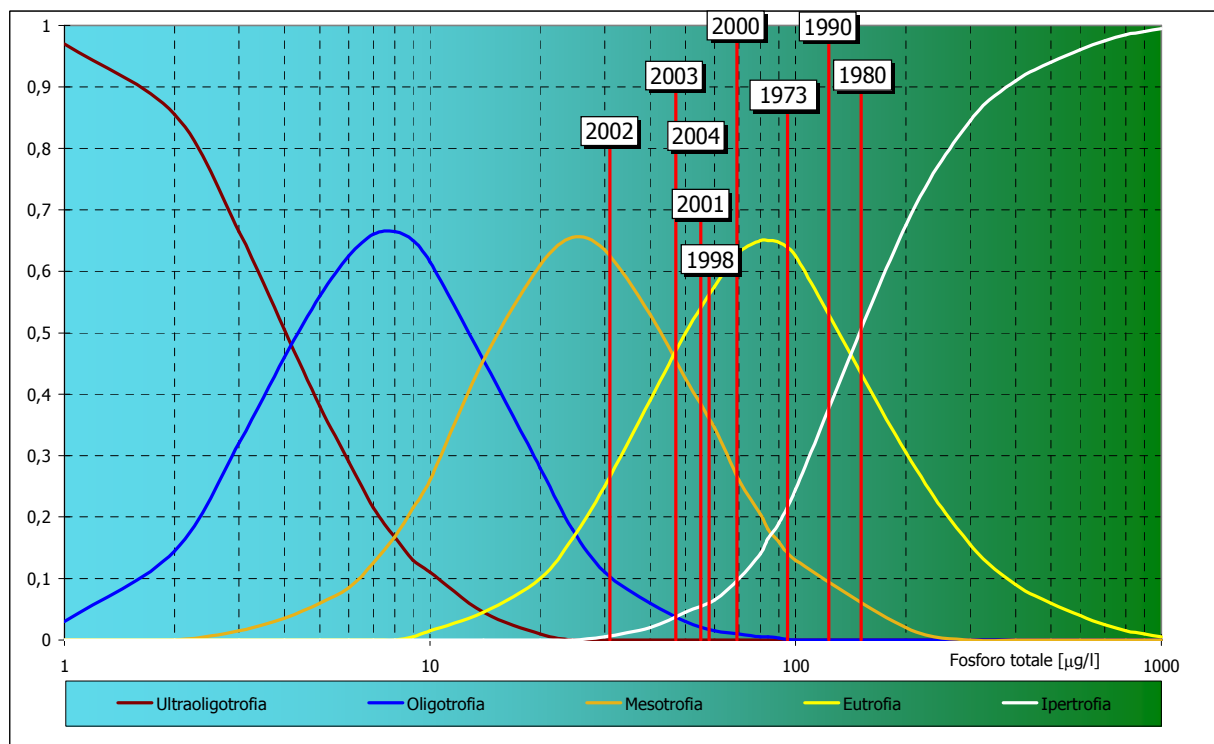


Figura 37: Classificazione probabilistica OECD attraverso la concentrazione media annua di fosforo (1973 – 2004).





Dall'applicazione delle diverse metodiche di classificazione per caratterizzare lo stato trofico del lago di Comabbio emerge quanto segue:

- ⇒ La concentrazione naturale di fosforo, calcolata con la metodica MEI, risulta essere compresa tra 15 e 25 μg di P/l a cui corrisponde un livello trofico naturale di *oligo-mesotrofia* (Tabella 17).
- ⇒ La concentrazione naturale di fosforo, calcolata con la formula MEI contenuta nel PRRA, risulta essere di 23,2 μg di P/l (*mesotrofia*) (22 μg di P/l per il PTUA); la concentrazione obiettivo finale da raggiungere dopo l'attuazione degli eventuali interventi di risanamento, stabilita nel PRRA come concentrazione naturale aumentata del 25%, risulta invece di circa 29 μg di P/l (Tabella 17); tale valore è prossimo ai 32,5 μg P/l stabiliti dal PTUA (Regione Lombardia, 2004) come concentrazione obiettivo;
- ⇒ secondo la classificazione OECD a valori fissi, eseguita utilizzando come grandezze di riferimento concentrazione di fosforo totale, trasparenza media e trasparenza minima, il lago risulta essere negli ultimi anni eutrofo con tendenza alla mesotrofia durante tutto il periodo di studio, fatta eccezione per un caso nel 2001 in cui risulta ipertrofo secondo la trasparenza minima; i valori utilizzati per questa stessa classificazione rivelano dunque un buon miglioramento dello stato del lago dal 1980 a oggi (Tabella 18).
- ⇒ dalla classificazione probabilistica OECD relativa alla trasparenza media negli anni considerati, si desume che:
 1. la probabilità che il lago sia ipertrofo passa dal 70 % nel 1980 al 15% (2002, compiute 6 misure) e 22% (2003, questo dato è basato però su un'unica misurazione);
 2. la probabilità che il lago sia eutrofo passa dal 28 % nel 1980 al 52 % nel 2002-2003;
 3. i dati del 2002, basati su più misure, rivelano anche che il lago ha anche un 30% di probabilità di trovarsi in uno stato di mesotrofia (condizione naturale del Lago di Comabbio);anche secondo la classificazione probabilistica OECD, in questi anni lo stato del lago risulta essere quindi complessivamente migliorato (Figura 36).
- ⇒ dalla classificazione probabilistica OECD relativa al fosforo totale (Figura 37) (media annua) risulta che, tra gli anni considerati in questa analisi, quello peggiore per il lago sia stato il 1980, in cui la probabilità di trovarsi in uno stato di ipertrofia era del 51 %; le condizioni migliori si hanno nel 2002, anno in cui il lago ha mostrato di trovarsi per il 62% delle probabilità in una condizione di mesotrofia e per il 28% in eutrofia.

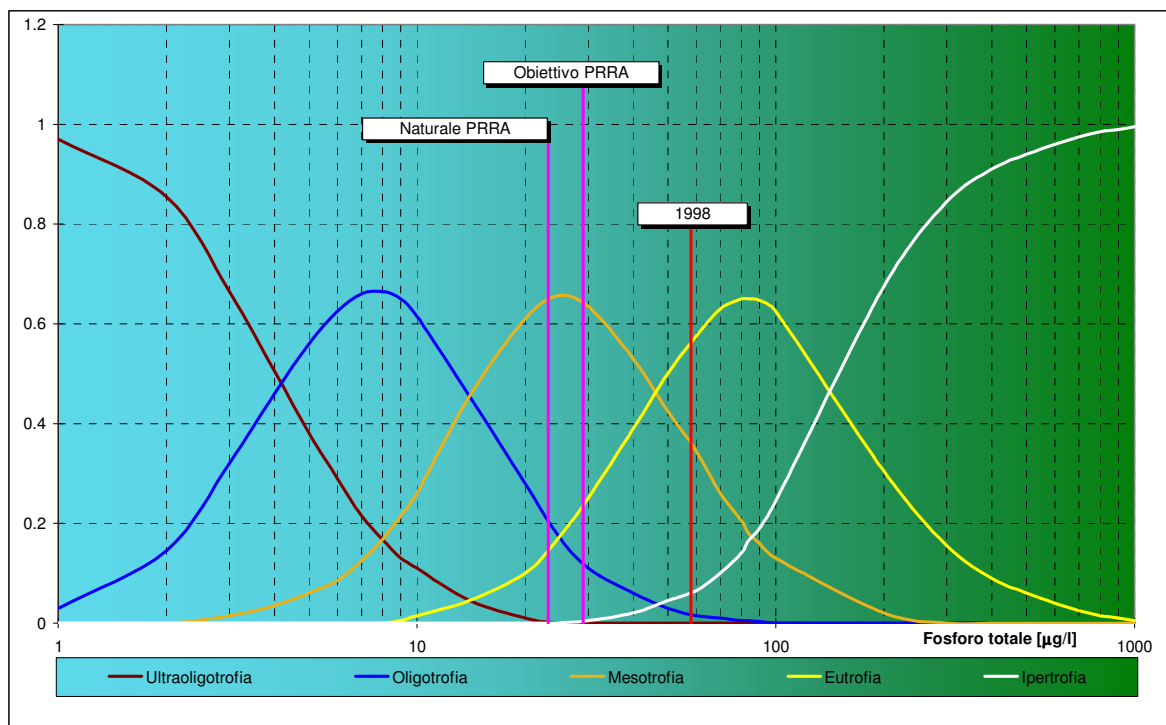
In sintesi dall'inizio degli anni '80, periodo in cui ha vissuto il suo momento peggiore, il lago sembra essere interessato da un progressivo (anche se lento) processo di miglioramento: nell'ultimo ventennio il lago è



infatti passato da una condizione di piena ipertrofia ad un più moderato livello di eutrofia che mostra una certa tendenza verso la mesotrofia.

Nel successivo capitolo si cercherà di correlare la tendenza al miglioramento emersa in questa parte alla riduzione dei carichi entranti che è stata illustrata prima. In Figura 38 è illustrato, sul grafico probabilistico relativo alla concentrazione di fosforo totale, un confronto tra lo stato attuale del lago e le indicazioni fornite dal PRRA relative a concentrazione naturale e concentrazione obiettivo calcolate attraverso la formulazione MEI_{cond} indicata nel Piano stesso.

Figura 38. Confronto tra i valori probabilistici OECD e i valori guida proposti dal PRRA.



1.6.9.3. Applicazione di modelli per la stima del tempo di recupero per il lago di Comabbio

Fatta eccezione per i modelli statici, la naturale incertezza dei risultati, legata all'applicazione di modelli matematici per la determinazione dello stato trofico del lago, è amplificata da:

1. le caratteristiche morfometriche del lago;
2. i dati storici di concentrazione del fosforo totale a disposizione;
3. l'assenza di dati relativi al rilascio di fosforo dai sedimenti (contributo del carico interno).

I modelli proposti in letteratura per stimare l'evoluzione trofica dei laghi sono stati collaudati su laghi con un rapporto *superficie / profondità media* decisamente più basso di quello che caratterizza il Lago di Comabbio, la cui profondità media è, infatti, estremamente bassa rispetto alla sua estensione. Per questo motivo i modelli che cercano di rappresentare l'evoluzione temporale dello stato di un lago difficilmente riescono ad essere adattati adeguatamente al bacino in esame.



Per quanto concerne invece il secondo punto, dal momento che in passato sono state eseguite campagne di monitoraggio sporadiche e prive di continuità temporale, attualmente è disponibile un campione di dati poco omogeneo e non in grado di descrivere adeguatamente l'andamento della concentrazione di fosforo nel periodo considerato dallo studio.

In particolare, il campione di dati disponibili presenta le seguenti carenze:

- in alcuni anni non è stato eseguito nessun campionamento;
- le misurazioni sono state eseguite in diversi periodi dell'anno; poiché la concentrazione di fosforo presenta un'elevata variabilità stagionale, è spesso difficile confrontare i dati relativi a anni diversi;
- le misurazioni sono state eseguite in circostanze tra loro diverse: di conseguenza le modalità di campionamento e le tecniche di analisi non sempre possono essere comparabili.

A causa dei limiti appena esposti, la determinazione dello stato trofico del lago e della concentrazione di fosforo all'equilibrio sarà caratterizzata da un grado d'incertezza non irrilevante, non essendo possibile in nessun caso sfruttare a pieno le potenzialità dei modelli utilizzati.

1.6.9.3.1. Modelli statici

Esiste una categoria di modelli che si distinguono in quanto sono particolarmente semplici da applicare e non necessitano di particolari parametri per essere calibrati; questi modelli sono in grado di prevedere lo stato di un lago all'equilibrio in funzione del carico di fosforo entrante, del tempo di ricambio e di poche altre variabili di carattere morfometrico.

I vantaggi offerti dall'applicare questo tipo di modelli sono legati proprio alla semplicità che li caratterizza: infatti, grazie al ridotto numero dei parametri necessari per il loro utilizzo, i risultati che forniscono non si discostano mai eccessivamente dalla reale situazione del lago.

I principali limiti presentati da questi modelli, legati al fatto che sono in grado di effettuare previsioni solo per stati di equilibrio, sono:

- non sono in grado di fornire nessuna previsione sui tempi di recupero del lago;
- per poter essere applicati è necessario ipotizzare che il carico annuale di fosforo non vari nel tempo.

Nel caso specifico del Lago di Comabbio il secondo punto non rappresenta un problema particolare: dall'analisi dei carichi in ingresso è emerso come la situazione attuale non preveda sostanziali modifiche che possano comportare un'ulteriore riduzione del carico in ingresso.

I problemi inerenti la stima dei tempi di recupero saranno invece risolti successivamente attraverso un confronto tra i diversi modelli utilizzati.

In questa sede sono stati presi in considerazione due modelli appartenenti a questa categoria:

- grafico di Vollenweider;
- formule empiriche proposte dall'OECD.



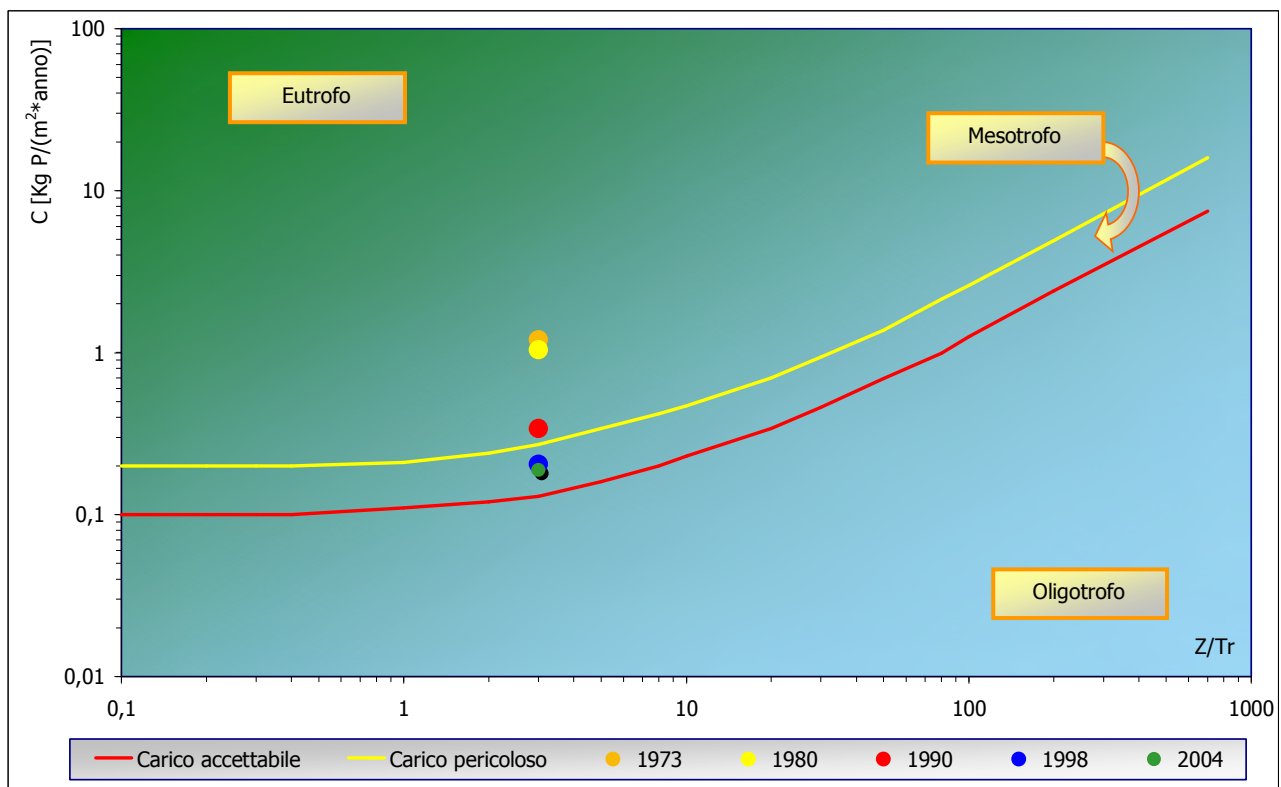
1.6.9.3.2. Il grafico di Vollenweider

Avendo individuato le cause dell'eutrofizzazione nell'eccessivo carico di nutrienti, Vollenweider, dopo avere preso in esame la correlazione tra carico di fosforo e concentrazione media annuale di fosforo totale in molti laghi americani ed europei, ha proposto l'adozione di un grafico che servisse a valutare l'effetto di risanamento di un lago, in seguito alla riduzione dei carichi di fosforo. Questo grafico è costituito da tre porzioni di piano in cui lo stato trofico di un lago è definito in base a:

- **C**: carico areale di fosforo annuo [$\text{mgP} / \text{m}^2 / \text{anno}$];
- **Z**: profondità media [m];
- **T_r**: tempo di ricambio effettivo [anni].

In Figura 39 sono rappresentate sul grafico di Vollenweider le ipotetiche situazioni d'equilibrio relative ai carichi stimati per gli anni 1973, 1980, 1990, 1999, 2004. Nonostante i valori relativi agli anni precedenti al 1999 non si siano di fatto assestati su valori di equilibrio, è interessante operare un confronto tra lo stato a cui dovrebbe tendere il lago se i carichi si sono mantenuti costanti in questi anni (**mesotrofia**), ed i valori relativi ai carichi stimati per gli anni passati (**eutrofia**).

Figura 39. Applicazione del grafico di Vollenweider al Lago di Comabbio (1973-2004).



1.6.9.3.3. Formule empiriche

Il principio che ha portato Vollenweider alla realizzazione del grafico consisteva essenzialmente nella ricerca di elementi comuni nello stato trofico di laghi diversi per caratteristiche morfometriche, geografiche ed



idrauliche. Grazie a questi elementi è riuscito, in base a dati raccolti attraverso un campione di laghi sufficientemente vario, a realizzare un modello in grado di adattarsi ad un lago generico. Con questo stesso criterio sono state formulate numerose formule empiriche, in grado di stimare la concentrazione di fosforo all'equilibrio in funzione di un carico entrante costante.

In questa sede ne vengono utilizzate due formulate dall'OECD nel 1982: la prima ha validità per qualsiasi tipo di lago, la seconda è invece specifica per laghi poco profondi.

I dati necessari in ingresso sono:

- carico areale di fosforo annuo [mgP / m² / anno];
- tempo di ricambio effettivo [anni].

Secondo la formula generale, con l'attuale carico di fosforo, si tende ad una concentrazione all'equilibrio di circa 23 mgP/m³, secondo la formula per laghi poco profondi l'equilibrio si raggiunge invece approssimativamente a 21 mgP / m³.

La differenza tra le due diverse formule proposte risiede essenzialmente nel valore assunto dai coefficienti. Da un confronto tra questi valori di concentrazione di fosforo e quelli indicati come obiettivo dal PRRA, si può notare che lo stato cui si tende con il carico attuale è addirittura paragonabile alla concentrazione naturale secondo il Piano di Risanamento, ed inferiore alla concentrazione obiettivo.

Visto il risultato particolarmente positivo che emerge dal confronto appena effettuato, sarà opportuno rielaborare i risultati ottenuti con le formule empiriche appena esposte e confrontarle con i risultati forniti dai modelli descritti nei prossimi paragrafi. Le formule appena esposte tendono probabilmente a sottostimare la concentrazione di fosforo totale all'equilibrio.

1.6.9.3.4. Modello stocastico

Metodologia

Come è stato anticipato nel Paragrafo 1.6.8.3.1, questa tipologia di modelli è caratterizzata dal fatto di non fare nessuna ipotesi e di non considerare alcuna grandezza specifica del sistema fisico da modellizzare. Di conseguenza, tutti i parametri utilizzati dai modelli stocastici vengono stimati in modo da fare aderire al meglio i risultati del modello ai dati empirici a disposizione (in questo caso la serie storica delle concentrazioni di fosforo totale).

Nel presente studio è stato utilizzato un modello *ARMA 1.1* così strutturato:

$$P_t = \alpha \times P_{t-1}^\beta + \gamma \times C_t$$

dove:

P_t	=	concentrazione di fosforo totale all'anno t ;
α	=	1° parametro da stimare;
β	=	2° parametro da stimare;
P_{t-1}	=	concentrazione di fosforo totale all'anno $t-1$;
γ	=	3° parametro da stimare;
C_t	=	carico esterno di fosforo all'anno t .



Risultati

Il modello stocastico appena esposto è stato applicato per il periodo 1981 – 2010 utilizzando in ingresso i seguenti dati:

- i carichi esterni stimati;
- una concentrazione di fosforo totale iniziale al ricircolo pari a 280 mgP/m³ (1981).

La calibrazione del modello è stata invece effettuata cercando i valori da attribuire ai parametri, in modo che il modello aderisse il meglio possibile ai dati misurati nel periodo 1981 – 2003. Quest'operazione è stata effettuata minimizzando lo scarto quadratico totale, ossia la somma dei quadrati delle differenze tra i valori misurati e quelli forniti dal modello. In questo modo si sono ottenuti i seguenti valori per i coefficienti:

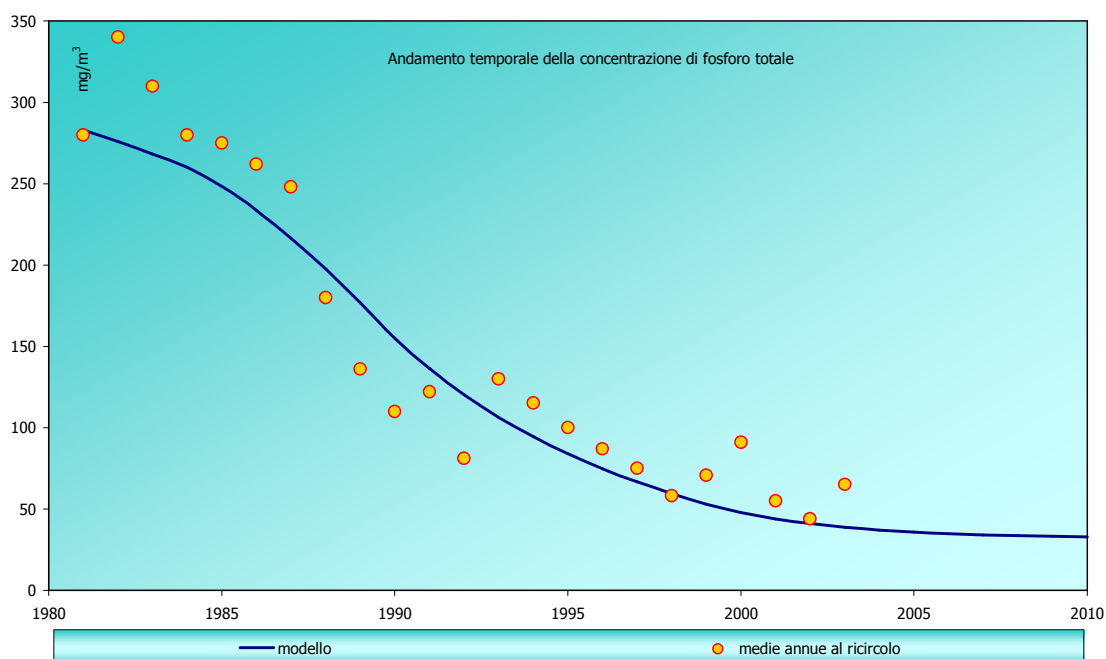
$$\begin{aligned}\alpha &= 0.6071; \\ \beta &= 0.810; \\ \gamma &= 0.243;\end{aligned}$$

ed il modello assume quindi la formulazione di seguito riportata:

$$P_t = 0.607 \times P_{t-1}^{0.81} + 0.243 \times C_t$$

In Figura 40 è riportato l'andamento delle concentrazioni di fosforo totale nel periodo considerato dal modello, confrontato con le concentrazioni medie al ricircolo che costituiscono il campione di misure. Il modello stocastico fornisce una concentrazione di fosforo totale all'equilibrio di circa 35 mgP/m³ raggiungibile in circa 10 anni. È importante sottolineare che questo modello è stato calibrato sulle concentrazioni di fosforo al ricircolo, stagione in cui la presenza di nutrienti nel lago è maggiormente consistente; la concentrazione media annua sarà pertanto da ritenere più bassa di quella fornita dal modello.

Figura 40: Andamento del fosforo totale nel Lago di Comabbio secondo il modello stocastico.





1.6.9.3.5. Modello empirico

Il raggiungimento dei valori di fosforo all'equilibrio, a seguito dell'esecuzione delle opere di diversione dei carichi di fosforo al di fuori del bacino imbrifero lacustre, è un processo caratterizzato da un proprio tempo di recupero, che dipende principalmente dalle caratteristiche morfometriche e idrauliche del lago; il decremento della concentrazione del nutriente nel lago avviene in modo asintotico, fino al raggiungimento della condizione finale di equilibrio che avviene teoricamente in un tempo infinito.

La valutazione del tempo di recupero di un lago può essere svolta applicando un modello, che tenga conto dei flussi del nutriente nel bacino lacustre. Il lago è considerato come un reattore uniformemente miscelato, in cui la concentrazione del nutriente limitante la crescita algale (fosforo) è determinata dal bilancio tra afflussi e deflussi e tra sedimentazione e rilascio dei sedimenti.

Metodologia

Il modello impiegato rappresenta una schematizzazione semplificata dei flussi di fosforo nel lago in cui, in particolare, si ipotizza che la sedimentazione netta del fosforo (sedimentazione-rilascio) sia proporzionale alla concentrazione di fosforo nel lago stesso; questa assunzione si è resa necessaria in quanto mancano dati reali in grado di descrivere le complesse reazioni che regolano gli interscambi acqua-sedimenti. L'equazione differenziale adottata rappresenta un bilancio semplificato del fosforo in un lago:

$$V \times \frac{dC}{dT} = \sum_i^n (Q_i \times C_i) - QC - VKC$$

in cui:

V = volume del lago;

C = concentrazione di fosforo in uscita;

$\sum_i^n (Q_i \times C_i)$ = carico in ingresso all'anno i-esimo;

Q = portata dell'emissario (Q x C è dunque il carico di fosforo in uscita);

K = è la rata di sedimentazione del fosforo: è un parametro che tiene conto sia della sedimentazione del nutriente che del rilascio dai sedimenti dello stesso (sedimentazione netta).

Nelle letterature di settore esistono diverse formulazioni per la determinazione di questo parametro, di cui la più utilizzata è quella proposta da Vollenweider (1975), ricavata da misure empiriche di molti laghi, in cui:

$$K = 10/Z \text{ (Z = profondità media del Lago) } [t^{-1}].$$

A causa della profondità ridotta che lo caratterizza, il Lago di Comabbio non si presta all'utilizzo di nessuna delle formulazioni proposte per la rata di sedimentazione: di conseguenza nel presente studio il valore di K è stato ricavato in fase di calibrazione del modello.

Il rilascio di fosforo dai sedimenti dipende da due fattori principali:

- il potenziale redox;
- il pH.



Il fosforo si trova legato ai sedimenti quando su questi è presente acqua con un elevato tenore di ossigeno, mentre viene rilasciato quando l'acqua a contatto con il fondo diventa anossica (pH dei sedimenti basico e potenziale redox negativo).

Un altro elemento che gioca un ruolo determinante è la profondità; in laghi poco profondi si assiste ad una perdita di fosforo dai sedimenti dovuta al fatto che:

- il mescolamento frequente dell'intera massa d'acqua, provocato dal vento, crea una continua turbolenza del sedimento;
- la mobilizzazione, correlata ad aumenti di pH provocati dalla fotosintesi algale, avviene preferibilmente in acque poco profonde;
- la maggior temperatura dell'acqua incrementa l'attività batterica che favorisce a sua volta la mobilizzazione enzimatica del fosforo.

L'elevato rilascio di fosforo, in laghi poco profondi, contribuisce quindi a limitarne l'accumulo nei sedimenti, "facilitando", conseguentemente, il recupero a seguito d'interventi di riduzione del carico esterno. Tale considerazione si riassume nel fatto che in laghi poco profondi, ad avvenuto controllo del carico esterno, il carico interno risulta certamente meno importante che in un lago profondo. Una valutazione del carico interno di fosforo può essere svolta attraverso la determinazione sperimentale del rilascio del nutriente da campioni prelevati di sedimento (rilascio da carote intatte di sedimento); tale misura permette di valutare con relativa precisione il quantitativo di fosforo presente sul fondo di un lago ed il relativo potenziale apporto aerobico ed anaerobico al corpo idrico.

I risultati dell'implementazione, vista la rigidità delle ipotesi adottate, devono essere analizzati con estrema cautela.

Risultati

Il modello è stato applicato nell'ipotesi che il carico entrante si sia assestato sui 672 kg P/anno e utilizzando i dati morfometrici riportati nel capitolo riguardante l'idrologia.

È stato inoltre ipotizzato che i fenomeni di stratificazione che interessano il lago non sono sufficienti per determinare una differenziazione tra i processi di degradazione che avvengono nell'ipolimnio e quelli superficiali; conseguenza di questa ipotesi è la corrispondenza tra volume effettivo e volume teorico e tra tempo di ricambio effettivo e tempo di ricambio teorico.

In particolare i dati assunti per utilizzare questo modello sono:

- ⇒ Volume del lago $[V] = 0,016 \text{ km}^3$;
- ⇒ Profondità media del lago $Z = 4,5 \text{ m}$;
- ⇒ Portata annua in uscita dal Canale Brabbia $= 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ⇒ Tempo effettivo di ricambio = Tempo teorico di ricambio = 1,47 anni (circa 1 anno e 6 mesi);
- ⇒ $K = 0,05 - 0,2 \text{ anni}^{-1}$ (parametro stimato in fase di calibrazione).

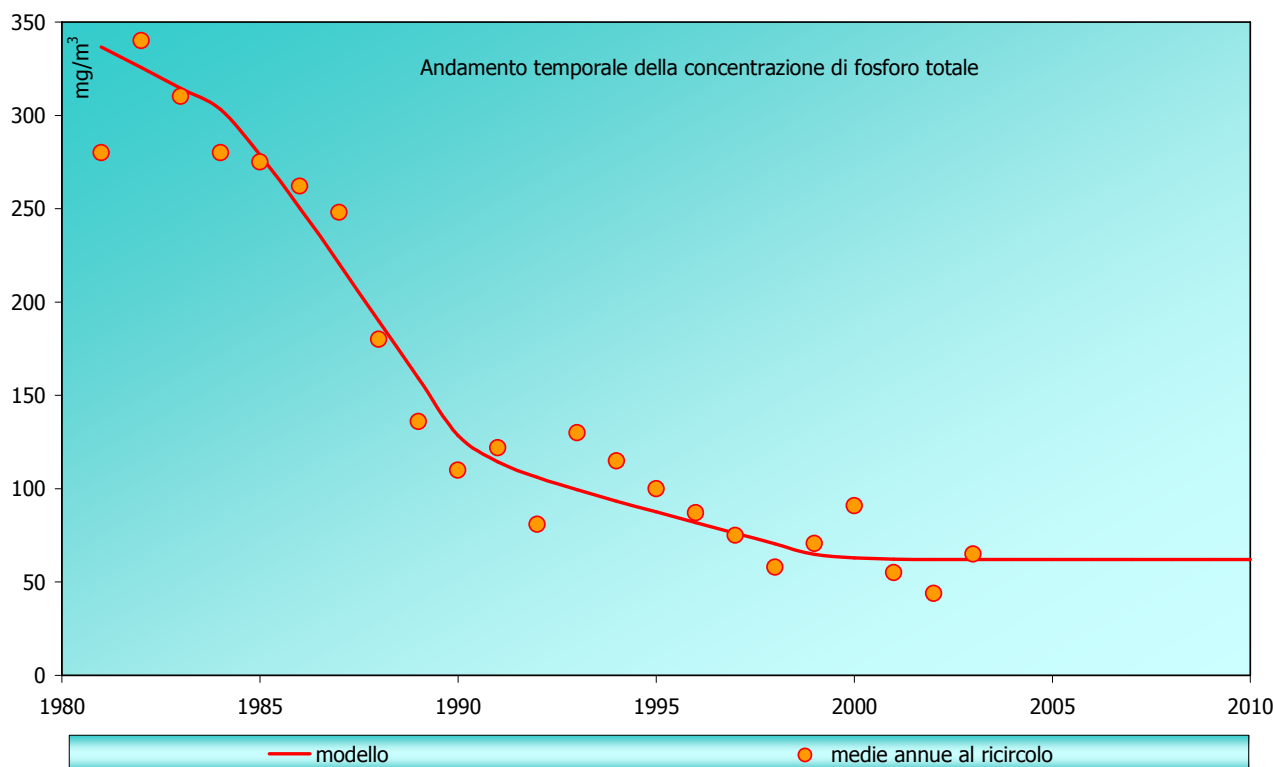


Per i motivi esposti all'inizio del capitolo, l'applicazione di questo modello è risultata piuttosto complessa ed i risultati forniti, che al contrario di quelli ottenuti nel precedente paragrafo dovrebbero essere correlabili a fenomeni fisici e biologici, non sono del tutto convincenti. Per valori di K bassi, il modello aderisce bene al campione di dati, ma fornisce concentrazioni all'equilibrio prossime a quelle che caratterizzano il lago in questi anni (60 mgP/m^3); per valori di K più alti, si discosta maggiormente dal campione fornendo però valori all'equilibrio più credibili ($<50 \text{ mgP/m}^3$).

Nella simulazione riportata in Figura 41 è stato utilizzato un valore di K pari a $0,15 \text{ anni}^{-1}$; con questo valore della rata di sedimentazione la concentrazione di equilibrio si assesta su un valore leggermente superiore ai 50 mgP/m^3 nell'anno 2001.

I risultati forniti da questo modello sono caratterizzati da un tempo di recupero decisamente breve (il lago dovrebbe praticamente già avere raggiunto l'equilibrio) e da concentrazioni di equilibrio decisamente elevate rispetto a quelle fornite dai modelli statici. Anche in questo caso si rimanda al Capitolo 1.6.9.4 per un'analisi più approfondita dei risultati.

Figura 41: Andamento del fosforo totale nel Lago di Comabbio secondo il modello empirico.





1.6.9.3.6. Modello Dinamico

Metodologia

L'evoluzione di un lago eutrofizzato è determinata da:

- carico esterno di fosforo;
- deflusso di fosforo attraverso l'emissario;
- passaggio di fosforo dal sedimento attivo (strato superficiale del sedimento in grado di interagire con le acque del lago) e quello permanente.

Il modello impiegato in questa parte, rispetto a quello appena visto, simula l'interazione tra il lago e i sedimenti depositati sul fondo. Il fatto di considerare l'interazione lago-sedimenti consente di simulare, oltre alla sedimentazione di una parte del fosforo presente nelle acque (fenomeno già considerato dal modello empirico), anche il rilascio di fosforo da parte dei sedimenti stessi.

L'interazione tra lago e sedimenti avviene attraverso lo scambio di fosforo con le seguenti modalità:

- sedimentazione di fosforo associato alla materia particellata contenuta nelle acque del lago;
- rilascio di fosforo proveniente dalla fase disciolta nell'acqua interstiziale dei sedimenti.

Le ipotesi su cui si basa il presente modello sono:

1. Il fosforo disciolto nelle acque interstiziali dello strato attivo del sedimento è in equilibrio con quello associato al sedimento stesso.
2. Il flusso di rilascio da parte del sedimento è proporzionale alla concentrazione di fosforo nell'acqua interstiziale.

Il modello è costituito da due equazioni di bilancio di fosforo: la prima ha come variabile di stato la concentrazione di fosforo totale nel lago $[P_l]$, la seconda controlla invece la concentrazione di fosforo associato al sedimento solido $[P_s]$.

$$\frac{d}{dt} P_l = -(k_{out} + k_{sed}) \times P_l + \frac{A_s}{A_l} \times \frac{v_r}{a \times h} \times P_s + C$$

$$\frac{d}{dt} P_s = \frac{h \times k_{sed}}{h_s \times \left[\frac{p}{a} + (1-p) \times \rho_s \right]} \times P_l - \frac{\frac{v_r \times p}{a} + r_s}{h_s \times \left[\frac{p}{a} + (1-p) \times \rho_s \right]} \times P_s - \frac{r_s \times P_{s-f}}{h_s \times \left[\frac{p}{a} + (1-p) \times \rho_s \right]}$$

dove:

P_l =	Concentrazione di fosforo nell'acqua	$[mg/m^3]$
P_s =	Concentrazione di fosforo scambiabile nel sedimento	$[mg/g]$
P_{s-f} =	Concentrazione di fosforo non scambiabile nel sedimento profondo	$[mg/g]$



C =	Carico esterno di fosforo	[mg/m ³]
K _{out} =	Coefficiente di deflusso	[anni ⁻¹]
K _{sed} =	Coefficiente di sedimentazione	[anni ⁻¹]
A _s =	Superficie del sedimento attivo	[km ²]
A _l =	Superficie del lago	[km ²]
h =	Profondità media del lago	[m]
h _s =	Spessore dello strato attivo	[m]
v _r =	Velocità di rilascio	[m/anno]
a =	Costante di distribuzione	[m ³ /anno]
p =	Porosità media dello strato attivo	adimensionale
ρ _s =	Densità media del sedimento solido	[g/m ³]
r _s =	Rata di sedimentazione	[g/m ² /giorno]

Affinché il modello appena esposto abbia senso, è necessario che sia soddisfatta la seguente condizione:

$$P_s \geq 0$$

Il fatto di imporre la grandezza " P_s " positiva permette di considerare che il fosforo presente sul fondo del lago sia effettivamente scambiabile: infatti se il fosforo presente sul fondo è costituito esclusivamente da quello contenuto nel sedimento profondo, il sistema presenterà dopo un tempo critico il disaccoppiamento tra lago e sedimento e da questo momento il rilascio di fosforo dal sedimento tende rapidamente a zero.

Dopo avere superato questa situazione critica, il raggiungimento dell'equilibrio tra lago e carico esterno avviene esclusivamente attraverso deflusso e sedimentazione (come è stato esposto a proposito del modello empirico), quindi in tempi decisamente più ridotti rispetto a quelli caratteristici del sistema accoppiato lago-sedimenti.

Risultati

I parametri necessari per implementare il modello dinamico sono stati in parte ricavati dai dati morfometrici di cui si dispone, in parte estrapolati da un modello analogo utilizzato nel 1994 per il Lago di Varese e in parte stimati in fase di calibrazione del modello, minimizzando lo scarto quadratico rispetto al campione; il modello dinamico è stato applicato nell'ipotesi che il carico entrante abbia subito l'evoluzione temporale descritta prima. Come per il modello empirico è stato inoltre ipotizzato che i fenomeni di stratificazione che interessano il lago non siano sufficienti a determinare una differenziazione tra i processi di degradazione che avvengono nell'ipolimnio e quelli superficiali.

I parametri utilizzati per calibrare il modello sono:

Parametri	Dati esistenti	Parametri stimati	Unità di misura
P _{s-f}	0.8		[mg/g]
K _{out} = T _{r-1}	0.68		[anni ⁻¹]
K _{sed}		0.49	[anni ⁻¹]
A _s		2.856	[km ²]
A _l	3.57		[km ²]
h	4.55		[m]
h _s	0.9		[m]
v _r		0.05	[m/anno]
a	0.00036		[m ³ /anno]
p	0.9		adimensionale
ρ _s	2400000		[g/m ³]
r _s		125	[g/m ² /giorno]



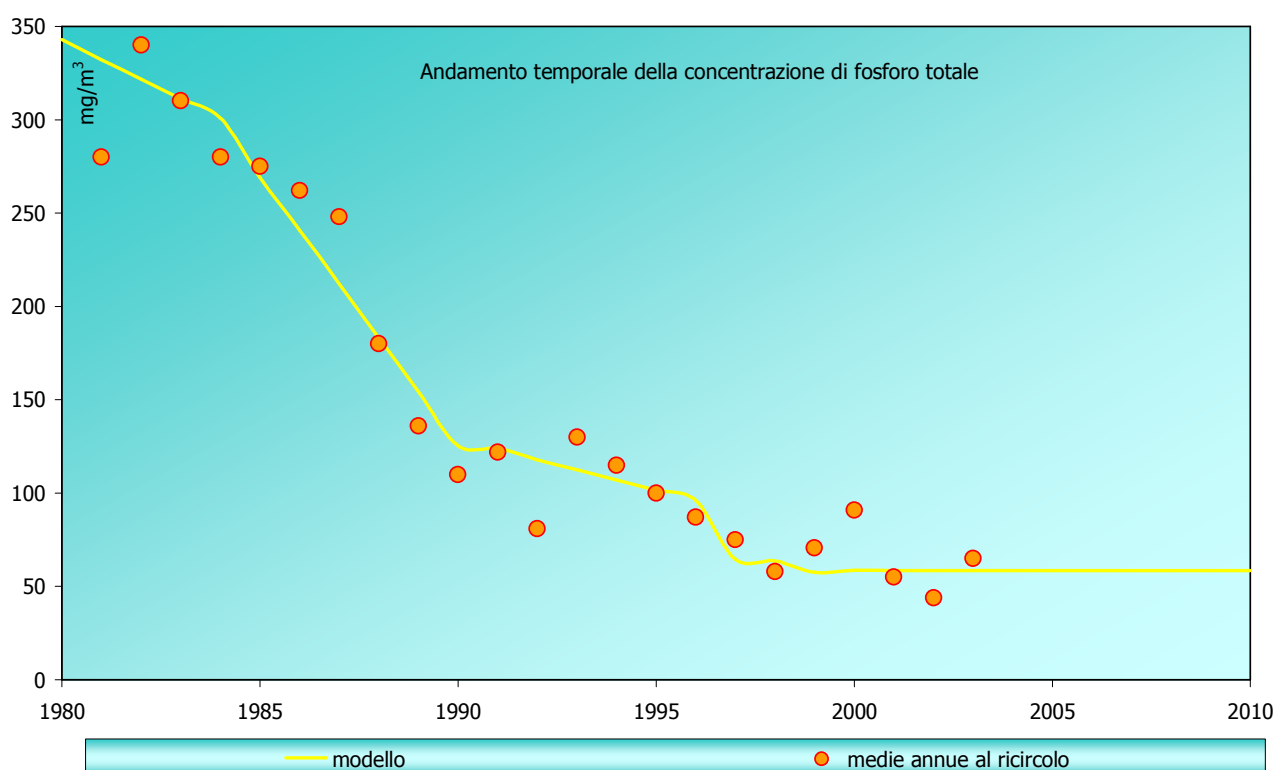
Per le concentrazioni iniziali di fosforo nell'acqua e nel sedimento si sono assunti i seguenti valori:

$P_i =$	100	$[\text{mg}/\text{m}^3]$
$P_s =$	0.5	$[\text{mg}/\text{g}]$

Applicando il modello con i parametri appena esposti, il passaggio da sistema accoppiato lago-sedimento alla sola sedimentazione senza rilascio è avvenuto tra il 1995 e il 1997 con un carico medio annuo di circa 800 *kgP/anno*. In Figura 42 è illustrata la simulazione effettuata con questo modello nel periodo 1980 –2010, dalla cui rappresentazione è possibile notare come l'andamento della concentrazione di fosforo abbia avuto un flesso attorno al 1996: infatti, secondo il modello, è questo il periodo in cui è cessato il rilascio di fosforo da parte dei sedimenti ed il lago ha cominciato ad evolvere rapidamente verso l'equilibrio.

Stando ai risultati del modello dinamico, l'equilibrio tra carico entrante e concentrazione di fosforo nelle acque del lago si raggiunge tra il 1998 e il 2000 e si stabilizza attorno ad un valore di 55-60 mg/m^3 . Tra i risultati forniti da questo modello è interessante notare che, in seguito al disaccoppiamento tra lago e sedimenti, il tempo di risposta del lago ad una riduzione del carico esterno è divenuto estremamente breve, raggiungendo al massimo i 2 o 3 anni.

Figura 42: Andamento del fosforo totale nel Lago di Comabbio secondo il modello dinamico.





1.6.9.4. *Analisi dei risultati e previsioni sullo stato trofico del lago*

Da quanto ottenuto dall'applicazione dei diversi modelli utilizzati per stimare l'evoluzione trofica del Lago di Comabbio è possibile trarre le seguenti considerazioni:

1. Nel caso il carico esterno di fosforo non subisca variazioni particolarmente rilevanti, il raggiungimento della concentrazione di equilibrio nel corpo idrico avviene in un tempo relativamente breve: la rapidità con la quale si giunge all'equilibrio caratterizza, infatti, i risultati di tutti i modelli utilizzati; tale velocità è da correlarsi prevalentemente al breve tempo di ricambio idrico che caratterizza il lago e alla probabile cessazione del rilascio di fosforo da parte dei sedimenti sul fondo non più saturi.
2. La concentrazione di fosforo all'equilibrio varia notevolmente a seconda dei diversi modelli di evoluzione utilizzati:

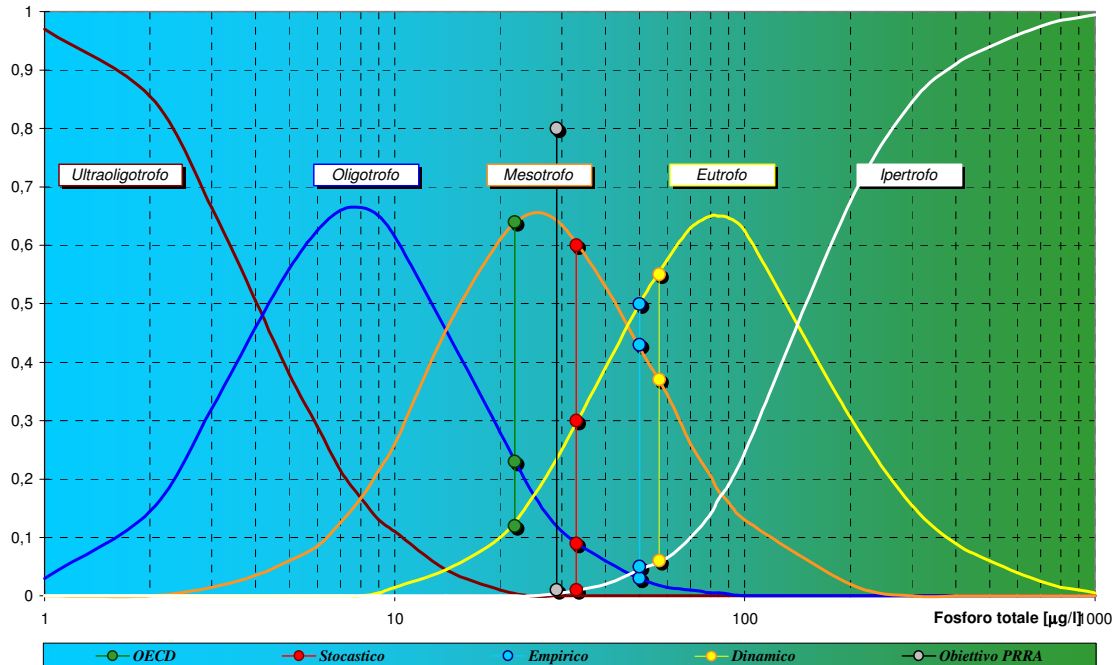
Formule OECD	21 → 23 mgP/m ³
Modello stocastico	35 mgP/m ³
Modello empirico	50 mgP/m ³
Modello dinamico	55 → 60 mgP/m ³

Il risultato previsto dalle formule proposte dall'OECD si discosta notevolmente da quelli forniti dagli altri modelli; considerando che in questi anni è continuato il processo di adeguamento delle opere fognarie e dunque la riduzione dei carichi esterni ed una riduzione del tempo di ricambio del lago dovuta allo smistamento delle reti fognarie, sembra verosimile prevedere che il lago si assesti su valori di concentrazione di fosforo compresi tra i 35 e i 55 mgP/m³.

3. La situazione attuale non si discosta di molto dai valori previsti per l'equilibrio, ulteriore conferma del fatto che il lago ha dei tempi di reazione relativamente brevi (in pochi anni si è infatti passati da 200 mgP/m³ a 70 mgP/m³).
4. Dalla Figura 43 si vede che, una volta raggiunto l'equilibrio, il lago si assesta su valori di concentrazione di fosforo totale che lo portano ad essere in uno stato intermedio tra mesotrofia ed eutrofia: non essendo possibile dare un giudizio assoluto sull'evoluzione trofica del lago, si può comunque asserire che **il lago si allontana dalla condizione di eutrofia spinta (al limite dell'ipertrofia), che lo ha caratterizzato negli ultimi decenni e che non è da escludersi che si raggiunga un valore prossimo all'obiettivo del PTUA (Regione Lombardia, 2004), di 32,5 mgP/m³.**
5. Esistono certamente delle situazioni di carico puntiforme che devono essere ulteriormente indagate e risolte (il Rio Peschè, per esempio, riceve saltuariamente tuttora apporti inquinanti lungo il suo percorso) attraverso un censimento puntuale del sistema di allacciamento alla rete fognaria da compiere in collaborazione con i comuni.



Figura 43: Grafico probabilistico OECD per i risultati forniti dai modelli di stima.



Le considerazioni appena esposte evidenziano che, in un'ottica di risanamento a breve termine del lago, sia più importante intervenire riducendo ulteriormente i carichi esterni e ultimando i lavori di smistamento delle reti fognarie, piuttosto che eseguire interventi mirati alla riduzione del carico interno di nutrienti. Dall'applicazione del modello dinamico è emerso, infatti, che il sedimento non è ormai più saturo; se anche il modello avesse sottostimato l'apporto di fosforo dovuto al carico interno, si ritiene che opere di intervento diretto sul sedimento non siano al momento da prendere in considerazione.

1.6.10. Classificazione del lago secondo il D. lgs. 152/99

La classificazione del lago secondo questo decreto proviene dal Programma per la Tutela e Uso delle Acque (Regione Lombardia, 2004), da cui risulta che il Lago di Comabbio (dati 2003) si trova in uno stato ecologico di livello 4 e ad uno stato ambientale "scadente". Tale classificazione deve comunque essere valutata in maniera critica considerando che già per le sue caratteristiche naturali il lago non è votato a raggiungere mai le condizioni ottimali previste dal decreto e che negli ultimi anni si è registrato un miglioramento (come illustrato nei paragrafi precedenti), dovuto innanzi tutto all'opera di collettamento dei reflui, che per questo indica margini di miglioramento ulteriore nei prossimi anni.

Un aspetto invece tuttora aperto, e dunque da indagare, è il problema del carico inquinante diffuso, proveniente dal bacino imbrifero o da fuori bacino, ad oggi non caratterizzato e tantomeno quantificabile.



1.7. SEDIMENTI LACUSTRI

I sedimenti lacustri sono la risultante degli apporti alloctoni e autoctoni e delle alterazioni che questi apporti subiscono nel tempo, nel corso della sedimentazione e dopo che sono sedimentati (Binda *et al.*, 1988).

Gli apporti alloctoni sono costituiti dal materiale proveniente dal bacino imbrifero convogliato dalle acque vadose, dagli immissari e dal vento. Le loro caratteristiche dipendono dunque dalla natura petrografica e mineralogica del bacino stesso e dai processi di degradazione dei terreni del bacino. Una parte degli apporti alloctoni è di origine organica, proveniente dalla copertura vegetale della zona e dalle attività umane. Con apporti autoctoni si intende il detrito organico proveniente dal plancton e dalle formazioni a macrofite della zona litorale e sublitorale.

I sedimenti rispecchiano dunque la situazione attuale e passata del bacino imbrifero e del corpo d'acqua. Infatti, dallo studio delle variazioni delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dei successivi livelli del sedimento è possibile identificare le più importanti variazioni avvenute in seno al corpo d'acqua e nel bacino sia in tempi recenti che remoti.

I sedimenti influenzano al tempo stesso la vita nei bacini lacustri, soprattutto in quelli caratterizzati da una scarsa profondità: è il caso del Lago di Comabbio. Sono infatti stati da tempo caratterizzati gli scambi di elementi e di sostanze chimiche che avvengono tra il sedimento e l'acqua soprastante, per lo più nell'interfaccia sedimento- acqua.

Riprendendo una definizione di Binda *et al.* (1988), i sedimenti possono essere considerati come una sorta di "banca ambientale di informazioni". La maggior parte delle attività antropogeniche e/o naturali in un lago e nel suo bacino imbrifero lasciano un *fingerprint* (un'impronta digitale) nei sedimenti.

È importante sottolineare che la distribuzione verticale di un qualsiasi parametro sedimentario dipende da diversi fattori quali:

1. il rimescolamento dovuto a fenomeni fisici e/o biologici;
2. l'intensità di sedimentazione;
3. le variazioni naturali e antropogeniche delle immissioni sia qualitative che quantitative;
4. la compattazione del sedimento;
5. la diffusione per migrazione nella colonna di sedimento;
6. lo stato chimico-fisico del sedimento (pH, ecc.).

È inoltre altrettanto importante considerare che i diversi elementi non reagiscono allo stesso modo nei differenti ambienti sedimentologici. Di conseguenza alcune distinzioni devono essere fatte tra:

1. un gruppo CONSERVATIVO di elementi (Si, K, Ti, Na e Al) che costituiscono la maggior parte della matrice sedimentaria (circa l'80%) e che verosimilmente non sono influenzati dai processi diagenetici (cioè da tutti i processi di trasformazione del sedimento) e dall'eutrofizzazione;
2. gli elementi carbonatici (Ca, Mg, e CO₃-C) che costituiscono il secondo maggior gruppo nei sedimenti, circa il 15% dei componenti sedimentari in peso;



3. gli elementi nutrienti (C organico, N e P) che rappresentano circa il 10% nei sedimenti recenti;
4. gli elementi mobili (Fe, Mn, S), rappresentanti circa il 5% in peso del sedimento totale, i cui profili verticali sono strettamente correlati con le condizioni fisico-chimiche nel sedimento;
5. gli elementi in traccia (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Ag, ...) che rappresentano un gruppo quantitativamente limitato nei sedimenti (inferiore allo 0,1%) del materiale sedimentario.

I dati relativi ai sedimenti del Lago di Comabbio sono stati raccolti dal CCR e presentati in uno studio di cui si riportano brevemente i risultati salienti (Binda *et al.*, 1988).

Allora il lago versava in uno stato di piena eutrofia, facendo registrare un contenuto di fosforo totale nelle acque di 128 µg P/l, una trasparenza minima di 1,5 m e l'assenza completa di ossigeno nell'ipolimnio nelle condizioni peggiori registrate.

I dati sui sedimenti erano risultati dal prelievo di una carota di 102 cm, prelevata alla profondità di 6,5 m. Da essa erano stati ricavati strati da 2 cm, per ciascuno dei quali sono stati rilevati:

1. parametri fisici – contenuto d'acqua, densità, perdita in peso per incenerimento (sostanza organica);
2. parametri chimici - nutrienti (carbonio totale e organico, fosforo e azoto totali) ed elementi in tracce (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn);
3. parametri radiometrici – Cs-137, utili per la datazione del sedimento.

L'analisi del sedimento aveva evidenziato:

- la determinazione della rata di sedimentazione, risultata pari a 3 cm/anno (corrispondenti a 0,2140 g/cm*anno);
- un'elevata concentrazione di carbonio organico (pari a 142 mg/g) e più in generale una quantità molto elevata di sostanza organica (32,3% nel primo strato), come risultanti dell'elevata produzione di sostanza organica causata dall'eutrofizzazione e della diminuzione dell'ossigeno ipolimnico;
- un aumento del contenuto di fosforo pari al 50% negli anni tra il 1978 ed il 1988;
- il basso grado di contaminazione da metalli pesanti del sedimento del lago, risultato il più a basso rischio tra i laghi esaminati, con concentrazioni nello strato più superficiale pari a:
 - i. 39,6 µg/g di Cu;
 - ii. 36,8 µg/g di Cr;
 - iii. 177,9 µg/g di Zn;
 - iv. 34,2 µg/g di Pb;
 - v. 4,4 µg/g di Cd;
 - vi. 0,47 µg/g di Hg.



I risultati di quest'analisi evidenziano la necessità di monitorare la condizione dei sedimenti del lago per l'aspetto "naturale" legato alla deposizione della materia organica morta, ed il conseguente fenomeno di interrimento del lago, ma non evidenzia la necessità di monitorare la presenza di microinquinanti che oltretutto attualmente è ulteriormente abbattuta grazie al collettamento dei reflui, all'opera di adeguamento della rete fognaria compiuta dai comuni in questi ultimi anni e considerando che il rischio di inquinamento proveniente da industrie poste in bacino è minimo.



2. DESCRIZIONE BIOLOGICA

Sono di seguito dettagliate le caratteristiche biologiche del SIC, che ne conferiscono il pregio naturalistico e l'elevato interesse per gli obiettivi della conservazione della biodiversità.

Sono descritti con particolare dettaglio gli habitat e le specie floristiche e faunistiche di interesse comunitario e/o di interesse nazionale.

2.1. GLI HABITAT DI INTERESSE COMUNITARIO

Quanto descritto di seguito è stato desunto dal formulario standard del SIC, dal suo aggiornamento (non ancora ufficiale) avviato dalla Regione Lombardia e dal lavoro di Zavagno *et al.* (2004); a questo fine sono stati anche compiuti alcuni riscontri sul campo dal tecnico forestale della GRAIA srl.

Il sito riveste una notevole rilevanza naturalistica per la presenza di habitat di interesse comunitario tra cui anche alcuni definiti prioritari, tutti caratteristici di ambienti acquatici. Si ritrovano infatti la vegetazione idrofila tipica delle paludi, i boschi igrofili e mesofili e una grande ricchezza floristica, in cui rientrano alcune specie appartenenti alla Lista Rossa, perché specie rare o specie stenoecie.

In tabella è riportato l'elenco degli habitat di interesse comunitario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE (inseriti nell'Allegato I) e della D.G.R. 37330/98, presenti nel SIC "Lago di Comabbio", con le relative valutazioni risultanti dall'attività di monitoraggio del biennio 2003 - 2004.

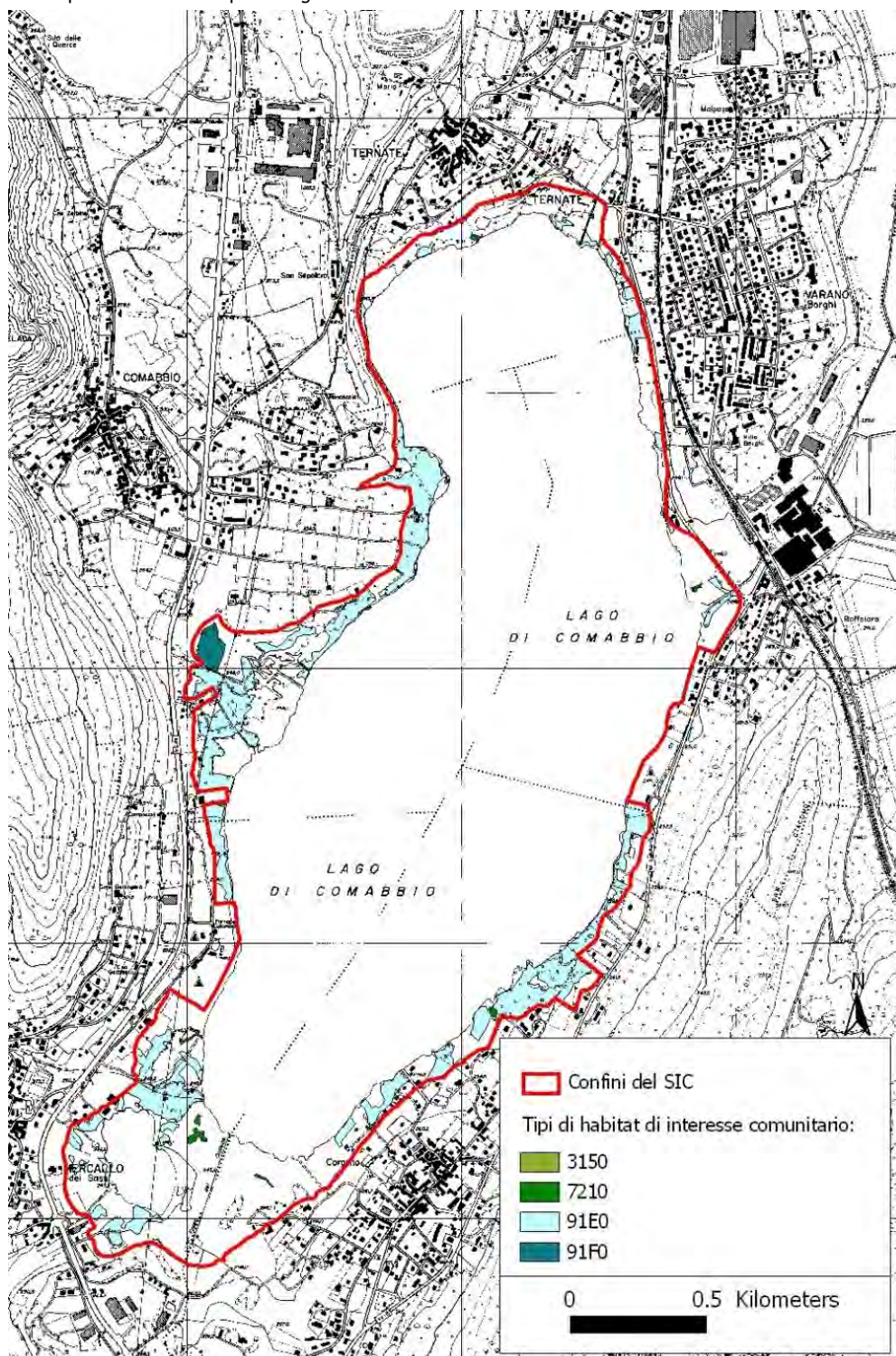
Tabella 19. Elenco degli habitat di interesse comunitario presenti nel SIC

Codice	Denominazione	% copertura rispetto al sito	Rappresentatività	Stato di conservazione	Valutazione globale
3150	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition	1	Eccellente	Buono	Buono
7210 ¹	Paludi calcaree con <i>Cladium mariscus</i> e specie del <i>Caricion davallianae</i>	1	Significativa	Medio o ridotto	Significativo
91E0 ¹	Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	7	Buona	Medio o ridotto	Buono
91F0	Foreste miste riparie di grandi fiumi a <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> e <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> o <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmion minoris</i>)	0,3	Buona	-	-
22.431 ²	Comunità idrofile ancorate sul fondo con foglie larghe	2	Eccellente	Buono	Buono
44.921 ²	Formazioni igrofile a <i>Salix cinerea</i>	3	Eccellente	Buono	Buono
53.21 ²	Vegetazione erbacea a grandi carici	1	Buona	Medio o ridotto	Significativo
¹ Habitat prioritari ai sensi della direttiva 92/43/CEE ² Habitat integrativi ai sensi della DGR 37330/98					

In Figura 44 sono rappresentate l'estensione e la localizzazione degli habitat di interesse comunitario rilevati nel SIC con l'aggiornamento del formulario standard promosso dalla Regione Lombardia (Zavagno *et al.*, 2004).



Figura 44. Grado di copertura del SIC da parte degli habitat di interesse comunitario



Da Zavagno *et al.*, 2004: "Fisionomicamente l'area è improntata, in misura determinante, dalla presenza del bacino lacustre, che occupa la maggior parte della superficie del p.S.I.C., e da una fascia ripariale, di larghezza variabile (da poche decine di metri a 500-600 m nella zona compresa tra Corgeno e Mercallo dei



Sassi), in cui è possibile riconoscere, seppure spesso interrotta e frammentaria, la tipica serie perilacuale”. Da quanto si riscontra nei tratti meglio conservati, la successione si può così riassumere:



Formazioni a idrofite sommerse (es. *Potamogeton* spp., *Myriophyllum* spp.) e/o a foglie galleggianti (es. *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Trapa natans*)



Formazioni a idrofite emergenti di grande taglia (“canneti” s.l.), per lo più a dominanza di *Phragmites australis* e *Typha angustifolia*, più estesi nel settore meridionale dove la morfologia del bacino lacustre offre ampie zone ad acque basse, mentre risulta ridotto ad una sottile cintura in corrispondenza delle rive più ripide



Praterie igrofile a elofite di media e grande taglia (cariceti s.l.), attualmente alquanto ridotte e tendenzialmente degradate



Boscaglie ripariali a *Salix cinerea*, una delle tipologie di habitat più caratteristiche, seppure oggi penalizzate dall’antropizzazione, e con un ruolo chiave nella dinamica vegetazionale, sovente intercalate e intercluse a tratti di alneti e di vegetazione erbacea igrofila



Boschi igrofili a dominanza di *Alnus glutinosa*, habitat di interesse prioritario in ambito comunitario, contraddistinti da un elevato grado di biodiversità e di diversificazione strutturale. Essi sono in generale ridotti a pochi lembi, di ampiezza ridotta, nel settore nord-orientale, mentre la loro presenza risulta più significativa nel settore sud-orientale (Corgeno) e nella zona del cosiddetto “Labirinto” nel territorio del Comune di Mercallo dei Sassi



Formazioni di latifoglie mesofile e meso-igrofile, in origine presumibilmente improntate da querce (*Quercus robur*, *Q. petraea*), ciliegio selvatico (*Prunus avium*) e castagno (*Castanea sativa*) su suoli in pendio e/o ben drenati, da farnia (*Q. robur*) e frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*) su suoli umidi in stazioni ombreggiate. Oggi sono in buona parte caratterizzati dalla dominanza di robinia (*Robinia pseudoacacia*), indice di degrado e di forte interferenza antropica.



Nelle zone marginali, e/o in aree contraddistinte da maggiore antropizzazione, il quadro risulta assai più composito e frammentario: qui tratti di prateria igrofila si alternano a prati da sfalcio e a boschetti di varia struttura e composizione, in cui prevalgono, a turno, l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), il salice bianco (*Salix alba*) e la robinia (*Robinia pseudoacacia*). Si tratta di formazioni nel complesso piuttosto giovani, come testimoniato dalla densità d'individui e dal ridotto diametro medio dei tronchi.

Nel settore nord-occidentale, nel territorio del Comune di Comabbio, sono presenti anche zone a coltivo (mais, piccoli frutteti), nel complesso comunque di ridotta estensione. Il quadro è completato da tipologie contraddistinte da elevato grado di artificialità, non riferibili direttamente alla serie ecologica ripariale, tra cui vanno ricordate in particolare, per il rilievo che qui assumono:

- impianti floro-vivaistici;
- parchi e/o aree a verde pubblico;
- zone residenziali e/o urbanizzate (inclusi i campeggi).

Di seguito si riportano le tabelle vegetazionali redatte da Zavagno *et al.* (2004) per le diverse formazioni riscontrate nel SIC.

Tabella I - Formazioni a idrofite natanti e/ o a foglie galleggianti							
Rilievo	1	2	3	4	5	6	7
Superficie (mq)	600	600	360	1300	18	-	-
Copertura totale (%)	50	95	90	90	95	-	-
Profondità acqua (dm)	14	11	7	19	10	-	-
N. specie/ rilievo	2	8	5	4	6	4	4
STRATO ERBACEO							
<i>Nymphaea alba</i>	1	1	3		1	1	1
<i>Phragmites australis</i>		r	+		1	1	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	+	1	1			
<i>Myriophyllum verticillatum</i>		+		+	4		
<i>Lemna minor</i>		r	r	1			
<i>Trapa natans</i>		5	2				
<i>Nuphar luteum</i>		+			2		
<i>Schoenoplectus lacustris</i>						1	1
<i>Rorippa amphibia</i>						+	+
<i>Nelumbo nucifera</i>				5			
<i>Potamogeton natans</i>					1		
<i>Sparganium erectum</i>					+		
<i>Carex elata</i>		r					



Tabella II - Formazioni a idrofite emergenti di grande taglia ("canneti" s.l.)

Rilievo	1	2
Superficie (mq)	49	49
Copertura totale (%)	100	100
N. specie/ rilievo	9	24
STRATO ERBACEO		
<i>Phragmites australis</i>	5	5
<i>Rorippa amphibia</i>	1	1
<i>Lemna minor</i>	1	+
<i>Calystegia sepium</i>	1	r
<i>Scutellaria galericulata</i>	+	+
<i>Carex acutiformis</i>	r	r
<i>Thelypteris palustris</i>		2
<i>Polygonum hydropiper</i>	1	
<i>Cirsium palustre</i>		1
<i>Solanum dulcamara</i>		1
<i>Urtica dioica</i>		1
<i>Calamagrostis canescens</i>		+
<i>Carex elata</i>		+
<i>Cucubalus baccifer</i>		+
<i>Galium palustre</i>		+
<i>Lycopus europaeus</i>		+
<i>Lythrum salicaria</i>		+
<i>Lysimachia vulgaris</i>	r	
<i>Myosotis scorpioides</i>	r	
<i>Erigeron annuus</i>		r
<i>Hypericum tetrapterum</i>		r
<i>Polygonum mite</i>		r
<i>Sambucus nigra (pl.)</i>		r
<i>Spirodela polyrrhiza</i>		r
STRATO MUSCINALE		
<i>Brachythecium rutabulum</i>		1
<i>Amblystegium serpens</i>		+
<i>Atrichum undulatum</i>		+



Tabella III - Formazioni a dominanza di <i>Cladium mariscus</i>				
Rilievo	1	2	3	4
Superficie (mq)	36	36	49	49
Copertura totale (%)	100	95	100	100
N. specie/ rilievo	15	16	16	20
STRATO ARBUSTIVO				
<i>Alnus glutinosa</i>				+
<i>Quercus robur</i>				r
<i>Salix cfr. triandra</i>				r
STRATO ERBACEO				
<i>Cladium mariscus</i>	5	4	4	4
<i>Carex elata</i>	1	2	3	4
<i>Thelypteris palustris</i>	1	1	2	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	1	1	1	1
<i>Calamagrostis canescens</i>	+	1	1	+
<i>Lythrum salicaria</i>	r	+	+	1
<i>Galium palustre</i>	+	+	+	r
<i>Lycopus europaeus</i>	+	+	r	r
<i>Phragmites australis</i>	1	1	.	2
<i>Peucedanum palustre</i>		+	r	1
<i>Solidago gigantea</i>		r	r	r
<i>Scutellaria galericulata</i>	r			r
<i>Mentha arvensis</i>				+
<i>Salix cinerea</i> (juv.)	r			
<i>Calystegia sepium</i>			r	
<i>Carex tumidicarpa</i>			r	
<i>Typha latifolia</i>			r	
STRATO MUSCINALE				
<i>Campylium stellatum</i>		1	+	1
<i>Aneura pinguis</i>	1	+		
<i>Campylium polygamum</i>	1		r	
<i>Fissidens adianthoides</i>	+	+		
<i>Calliergonella cuspidata</i>			r	+
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	r	r		
<i>Amblystegium serpens</i>				+
<i>Bryum cfr. imbricatum</i>				+
<i>Sphagnum platyphyllum</i>		r		



Tabella IV - Formazioni a elofite di media-grande taglia (*Magnocaricion* s.l.)

Rilievo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Superficie (mq)	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Copertura totale (%)	100	95	100	100	100	100	100	100	100	95	85
N. specie/ rilievo	9	13	16	19	8	12	9	11	15	15	10
STRATO ARBUSTIVO											
<i>Alnus glutinosa</i>			3								
<i>Salix cinerea</i>			+								
STRATO ERBACEO											
<i>Carex elata</i>	5	5	5	4	4	1	1	1	1		5
<i>Lysimachia vulgaris</i>	2	r	1	1	+	r		1	1	1	+
<i>Lythrum salicaria</i>	1	1	1	+	1	+	r	+	1	r	
<i>Calamagrostis canescens</i>	1	1	3	3	4	5	5	5	5		
<i>Phragmites australis</i>		1	+	2	4	5	2	1		1	+
<i>Thelypteris palustris</i>	1	+	1	2	4	r	r		+		1
<i>Galium palustre</i>		+	+	+		r		+		r	+
<i>Peucedanum palustre</i>	2	1	+	r				2	+		
<i>Calystegia sepium</i>	+					+	1	1	1	1	
<i>Lycopus europaeus</i>	+		1	+	r						
<i>Typhoides arundinacea</i>	+						+		+	+	
<i>Filipendula ulmaria</i>			+			1				1	
<i>Iris pseudacorus</i>									+	+	
<i>Typha latifolia</i>		+							r		
<i>Hypericum tetrapterum</i>				+					r		
<i>Stachys palustris</i>					r			+			
<i>Scutellaria galericulata</i>						+				r	
<i>Rorippa amphibia</i>							r				r
<i>Carex acutiformis</i>										5	
<i>Lemna minor</i>		1									
<i>Cladium mariscus</i>			1								
<i>Agrostis canina</i>				1							
<i>Equisetum arvense</i>										1	
<i>Humulus lupulus</i>										1	
<i>Urtica dioica</i>										1	
<i>Salix cinerea</i> (juv.)				+							
<i>Carex vesicaria</i>							+				
<i>Poa palustris</i>								+			
<i>Bidens frondosa</i>										+	
<i>Polygonum mite</i>											+
<i>Hottonia palustris</i>											+
<i>Sonchus sp.</i>		r									
<i>Molinia coerulea</i>				r							
<i>Solanum dulcamara</i>				r							
<i>Frangula alnus</i>									r		
<i>Lotus uliginosus</i>									r		
<i>Thalictrum flavum</i>									r		
<i>Ludwigia palustris</i>											r
<i>Juncus effusus</i>										r	
STRATO MUSCINALE											
<i>Amblystegium riparium</i>		r	+			+					r
<i>Campylium stellatum</i>			1	1							
<i>Amblystegium humile</i>								+	r		
<i>Campylium polygamum</i>				1							
<i>Brachythecium rutabulum</i>		+									
<i>Calliergonella cuspidata</i>			+								
<i>Bryum cfr. imbricatum</i>				+							
<i>Fissidens adianthoides</i>				+							
<i>Amblystegium serpens</i>						+					
<i>Fossombronia foveolata</i>				r							



Tabella V - Arbusteti a <i>Salix cinerea</i>		
Rilievo	1	2
Superficie (mq)	100	100
Copertura totale (%)	100	100
N. specie/ rilievo	36	20
STRATO ARBUSTIVO		
<i>Salix cinerea</i>	5	5
<i>Viburnum opulus</i>	+	+
<i>Rubus caesius</i>		4
<i>Humulus lupulus</i>		2
<i>Frangula alnus</i>	1	
<i>Vitis cfr. labrusca</i>	+	
<i>Fraxinus excelsior</i> (juv.)		+
STRATO ERBACEO		
<i>Carex acutiformis</i>	4	+
<i>Solidago gigantea</i>	r	3
<i>Carex elata</i>	1	2
<i>Urtica dioica</i>	1	+
<i>Iris pseudacorus</i>	1	+
<i>Mentha aquatica</i>	1	r
<i>Filipendula ulmaria</i>	r	1
<i>Galium palustre</i>	+	+
<i>Lythrum salicaria</i>	+	r
<i>Solanum dulcamara</i>	1	r
<i>Lycopus europaeus</i>	1	
<i>Polygonum hydropiper</i>	1	
<i>Thelypteris palustris</i>	1	
<i>Athyrium filix-foemina</i>	+	
<i>Bidens frondosa</i>	+	
<i>Cardamine sp.</i>	+	
<i>Carex pseudocyperus</i>	+	
<i>Galeopsis pubescens</i>	+	
<i>Hedera helix</i>	+	
<i>Peucedanum palustre</i>	+	
<i>Polygonum mite</i>	+	
<i>Ranunculus repens</i>	+	
<i>Scutellaria galericulata</i>	+	
<i>Equisetum arvense</i>		+
<i>Graminacea</i>		+
<i>Myosoton aquaticum</i>	r	
<i>Vitis cfr. labrusca</i>	r	
<i>Epilobium sp.</i>		r
<i>Galium aparine</i>		r
<i>Quercus robur</i> (pl.)		r
<i>Typha latifolia</i>		r
STRATO MUSCINALE		
<i>Brachythecium rutabulum</i>	1	+
<i>Amblystegium serpens</i>	+	+
<i>Brachythecium populeum</i>	+	+
<i>Amblystegium riparium</i>	1	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+	
<i>Leskeella nervosa</i>	+	
<i>Lophocolea heterophylla</i>	+	
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	+	
<i>Eurhynchium praelongum</i>		+



Tabella VII - Boschi mesofili e meso-igrofilo (frassineti e robinieti p.m.p.)					
Rilievo	1	2	3	4	5
Superficie (mq)	100	100	100	100	100
Copertura totale (%)	100	100	100	100	100
N. specie/ rilievo	17	28	12	27	20
STRATO ARBOREO					
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4	4	4	4	4
<i>Castanea sativa</i>	1		+	1	
<i>Alnus glutinosa</i>		r		r	r
<i>Fraxinus excelsior</i>		1			1
<i>Quercus robur</i>	+				+
<i>Prunus avium</i>		r			r
STRATO ARBUSTIVO					
<i>Corylus avellana</i>	3	1	2	3	2
<i>Crataegus monogyna</i>	1	1	+	+	+
<i>Viburnum opulus</i>	+	+	1	+	1
<i>Sambucus nigra</i>	1	1	+	r	+
<i>Evonymus europaeus</i>	1	1	+	+	
<i>Frangula alnus</i>	r		r		r
<i>Prunus serotina</i>			r		1
<i>Rhamnus catharticus</i>		r			r
STRATO ERBACEO					
<i>Anemone nemorosa</i>	1	2	1	1	1
<i>Leucjum vernum</i>	1	1	1	1	1
<i>Convallaria majalis</i>	1	1	1	1	+
<i>Scilla bifolia</i>	1	+	1	1	1
<i>Athyrium filix-foemina</i>	1	r	1	1	1
<i>Aruncus dioicus</i>	1	+	+	1	2
<i>Polygonatum multiflorum</i>	1	+	1	+	1
<i>Carex brizoides</i>	1	+	+	1	+
<i>Vinca minor</i>	1	+	r	1	+
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1	+	r	1	r
<i>Luzula pilosa</i>	r	+	1	+	+
<i>Melica nutans</i>	+	r	r	1	1
<i>Rubus sp.</i>	+	+	r	+	+
<i>Festuca heterophylla</i>	r	r	+	+	+
<i>Galeopsis pubescens</i>	+	r	r	r	r
<i>Geranium nodosum</i>	1	r		1	+
<i>Luzula nivea</i>		r	+	1	1
<i>Molinia arundinacea</i>	r		1	+	1
<i>Allium vineale</i>	+	+		1	+
<i>Maianthemum bifolium</i>		+	1	+	+
<i>Symphytum tuberosum</i>	1		r	r	+
<i>Euphorbia dulcis</i>	+		r	+	r
<i>Primula vulgaris</i>	r	r		r	r
<i>Phegopteris polypodioides</i>		r		r	1
<i>Holcus mollis</i>	+	+	+		
<i>Aegopodium podagraria</i>	+			+	+
<i>Preridium aquilinum</i>	+	r			r
<i>Asarum europaeum</i>	+			r	r
<i>Tamus communis</i>			r	+	r
<i>Angelica sylvestris</i>	r			r	r
<i>Hedera helix</i>			+		r
<i>Gentiana asclepiadea</i>			r	+	
<i>Solidago virgaurea</i>				r	+
<i>Viola reichenbachiana</i>			r		r
<i>Phyteuma betonicifolium</i>				r	r
STRATO MUSCINALE					
<i>Atrichum undulatum</i>		r	+	r	r
<i>Brachythecium rutabulum</i>		+	+	+	
<i>Polytrichum formosum</i>		r	r		r
<i>Pellia epiphylla</i>		r	r		



Tabella VIII - Prati stabili

Rilievo	1	2
Superficie (mq)	600	600
Copertura totale (%)	50	95
Profondità acqua (dm)	14	11
N. specie/ rilievo	30	19
STRATO ERBACEO		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	2
<i>Ranunculus acris</i>	1	2
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	2
<i>Plantago lanceolata</i>	2	+
<i>Rumex acetosa</i>	1	1
<i>Trifolium repens</i>	1	1
<i>Bromus hordeaceus</i>	1	+
<i>Galium mollugo</i>	+	1
<i>Holcus lanatus</i>	+	1
<i>Rumex obtusifolius</i>	+	1
<i>Taraxacum officinale</i>	1	+
<i>Trifolium pratense</i>	1	+
<i>Vicia cracca</i>	+	1
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	1	r
<i>Dactylis glomerata</i>	+	+
<i>Achillea roseo-alba</i>	1	
<i>Ajuga reptans</i>	1	
<i>Bellis perennis</i>	1	
<i>Centaurea nigrescens</i>	1	
<i>Hypochoeris radicata</i>	1	
<i>Leontodon hispidus</i>	1	
<i>Lolium multiflorum</i>	1	
<i>Pimpinella major</i>	1	
<i>Poa pratensis</i>	1	
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	
<i>Trisetum flavescens</i>		1
<i>Clinopodium vulgare</i>	+	
<i>Festuca pratensis</i>	+	
<i>Galium verum</i>	+	
<i>Veronica arvensis</i>	+	
<i>Arrhenatherum elatius</i>		+
<i>Lolium perenne</i>		+
<i>Cardamine hirsuta</i>	r	
<i>Agrostis tenuis</i>		r

Di seguito viene riportata una breve descrizione delle caratteristiche degli habitat di interesse comunitario segnalati per questo SIC, tratta da *Interpretation Manual of European Union Habitats*.

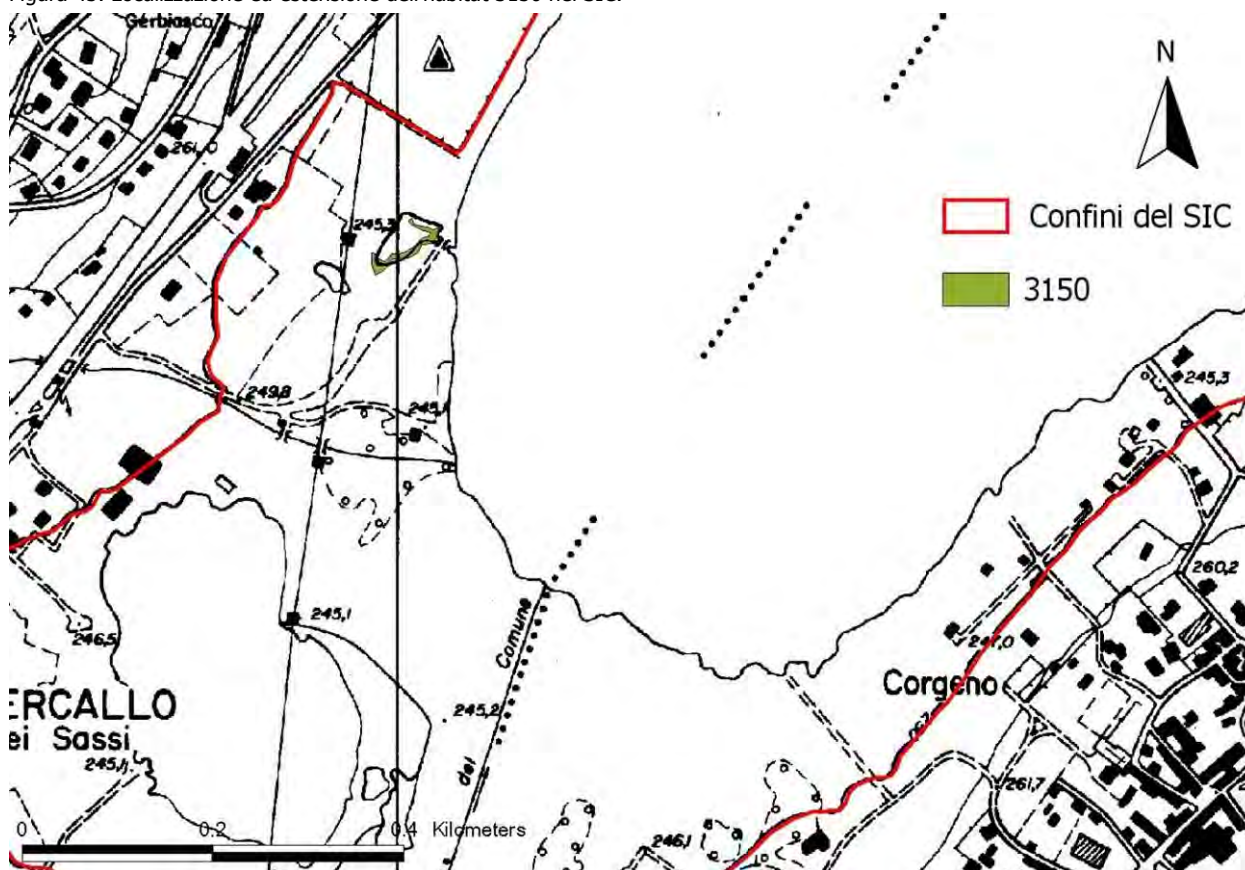


2.1.1. Habitat 3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*

DESCRIZIONE:	
Formazione a dominanza di <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> . E' stata localizzata nella piccola lanca a Nord del Lido di Comabbio.	
ESTENSIONE:	0,07 ha
PERCENTUALE DEL SITO COPERTA:	1%
RAPPRESENTATIVITA':	eccellente (A)
STATO DI CONSERVAZIONE:	buono (B)
CONDIZIONE ATTUALE:	buona
PROBABILITA' DI CONSERVAZIONE:	mediocre o sfavorevole
POSSIBILITA' DI RIPRISTINO:	facile
VALUTAZIONE GLOBALE:	valore buono (B)

Questo habitat copre l'1% circa della superficie del SIC, interessando una delle pozze presenti nella zona dei "Fossi" di Mercallo (Figura 45).

Figura 45. Localizzazione ed estensione dell'habitat 3150 nel SIC.



Questo habitat è caratteristico di laghi e pozze con acque piuttosto torbide e pH piuttosto basici (>7). La vegetazione tipica di questo habitat è composta da comunità di alghe flottanti dell'*Hydrocharition* o, nelle acque aperte e profonde, dall'associazione del *Magnopotamion*.



Piante bandiera dell'*Hydrocharition* sono: *Lemna* spp., *Spirodela* spp., *Wolffia* spp., *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides*, *Utricularia australis*, *U. vulgaris*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Riccia* spp., *Ricciocarpus* spp.

Piante bandiera del *Magnopotamion* sono: *Potamogeton lucens*, *P. praelongus*, *P. zizii*, *P. perfoliatus*. (Dahl *et al.*, 1971).

2.1.2. Habitat prioritario 7210: Paludi calcaree con *Cladium mariscus* e specie del *Caricion davallianae*

DESCRIZIONE:	
Vegetazione elofitica a <i>Cladium mariscus</i> , ascrivibile fitosociologicamente alla classe <i>Phragmiti-Magnocaricetea</i> . Si tratta di una neofita rizomatosa che si trova con una certa significatività solo in alcune ristrette pozze all'interno della formazione a canneto o chiarie all'interno dell'alneto, senza raggiungere mai una piena espressione.	
ESTENSIONE:	0,43 ha
PERCENTUALE DEL SITO COPERTA:	1%
RAPPRESENTATIVITA':	significativa (C)
STATO DI CONSERVAZIONE:	medio o ridotto (C)
CONDIZIONE ATTUALE:	mediamente o parzialmente degradata
PROBABILITA' DI CONSERVAZIONE:	buone
POSSIBILITA' DI RIPRISTINO:	possibile con un impegno medio
VALUTAZIONE GLOBALE:	valore significativo (C)

Si tratta di un habitat che, in genere, si sviluppa su substrati calcarei, in presenza di acque ricche di carbonati. L'habitat comprende due tipologie vegetazionali tipiche di ambienti umidi: la vegetazione elofitica a *Cladium mariscus* (ascrivibile fitosociologicamente alla classe *Phragmiti-Magnocaricetea*) e i prati umidi a *Carex davalliana* (*Scheuchzerio-Caricetea fuscae*).

Le comunità a *Cladium mariscus* della Regione Mediterranea vivono in ambienti palustri, che possono anche prosciugarsi in estate, situati dal livello del mare fino ai 1000 metri. La vegetazione dell'alleanza *Caricion davallianae* si sviluppa dalla pianura fino al piano subalpino, ove si possono trovare lembi di origine primaria, sviluppati in piccole aree paludose, alimentate da sorgenti.

In generale, questo tipo di vegetazione si sviluppa su suoli torbosi, fortemente idromorfi e alcalini, in cui il pH può variare da valori neutri ad alcalini. Talvolta i siti di questo gruppo includono anche praterie umide.

Lungo la fascia perilacustre del Lago di Comabbio, la vegetazione a *Cladium mariscus*, che si ricorda essere un habitat prioritario, non risulta molto rappresentata, anche se la seppur modesta presenza è significativa di specifiche condizioni ecologiche. Oltre alla citata specie, generalmente situata a ridosso del canneto, sono largamente presenti *Calamagrostis canadensis* e *Carex elata*, queste ultime caratteristiche di zone con minor grado di igrofilia.

I letti di *Cladium mariscus* nelle fasce a piante acquatiche emergenti sono spesso in contatto con la vegetazione del *Caricion davallianae* o altre specie del *Phragmition*

Le piante bandiera sono: *Cladium mariscus*, *Kosteletzkia pentacarpos*.



Nella classificazione inglese quest'associazione corrisponde al "S2 Cladietum marisci", "S24 Peucedano-Phragmitetum australis", "S25 Phragmites australis-Eupatorium cannabinum fen", "M9 Carex rostrata-Calliergon spp.", "M13 Schoenus nigricans-Juncus subnodulosus mire", "M14 Schoenus nigricans-Narthecium ossifragum mire", "M24 Molinia caerulea-Cirsium dissectum fenmeadow", "SD14 Salix repens-Campyllum stellatum dune slack" and "SD 15 Salix repens-Calliergon cuspidatum dune slack".

Nella classificazione tedesca corrisponde invece a: "3804 Schneidenröhrich".

Nella classificazione nordica a: "3441a Cladium mariscus-variant".

(Sternier, R., 1926)

2.1.3. Habitat prioritario 91E0: Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)

DESCRIZIONE:	
Formazioni a dominanza di <i>Alnus glutinosa</i> . Lo strato arbustivo risulta molto ridotto (<i>Viburnum opulus</i>) e quello erbaceo, discontinuo, risulta caratterizzato da diverse carici quali <i>Carex canescens</i> , <i>C. remota</i> , <i>C. elongata</i> e <i>C. pseudocyperus</i> ed altre specie come <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Iris pseudacorus</i> e <i>Lythrum salicaria</i> . Tali formazioni sono in generale ridotte a pochi e strettissimi lembi soprattutto nella parte nord-orientale, mentre risultano più significativi nella parte sud-orientale (Corgeno) e nella zona delle lanche a meandri in corrispondenza dell'abitato di Mercallo (detta anche "Labirinto") dove assumono un elevato valore naturalistico.	
ESTENSIONE:	17,22 ha
PERCENTUALE DEL SITO COPERTA:	7%
RAPPRESENTATIVITA':	buona (B)
STATO DI CONSERVAZIONE:	medio o ridotto (C)
CONDIZIONE ATTUALE:	mediamente o parzialmente degradata
PROBABILITA' DI CONSERVAZIONE:	mediocri o sfavorevoli
POSSIBILITA' DI RIPRISTINO:	possibile con un impegno medio
VALUTAZIONE GLOBALE:	valore buono (B)

Questo habitat prioritario è rappresentato dalle seguenti tipologie forestali: foreste ripariali di *Fraxinus excelsior* e *Alnus glutinosa* tipiche dei tratti planiziali dei corsi d'acqua della fascia temperata e boreale dell'Europa (*Alno-Padion*), foreste ripariali di *Alnus incanae* dei tratti fluviali montani e sub-montani delle Alpi e degli Appennini settentrionali (*Alnion incanae*) e gallerie arboree costituite da *Salix alba*, *Salix fragilis* e *Populus nigra*, lungo i tratti sub-montani e di pianura dei corsi d'acqua in Europa (alleanza del *Salicion albae*).

Tutte queste formazioni si sviluppano su suoli generalmente ricchi in depositi alluvionali, periodicamente inondati dagli annuali innalzamenti di livello dei corsi d'acqua, ma comunque ben drenati durante i periodi di magra. Lo strato erbaceo può includere diverse specie tra cui *Filipendula ulmaria*, *Angelica sylvestris*, *Rumex sanguineus*, *Carex spp.*, *Cirsium oleraceum*, e varie geofite quali *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Corydalis solida*.

Nel SIC in esame, la copertura dell'Ontano nero risulta molto abbondante, benché i diversi interventi antropici degli ultimi decenni ne abbiano notevolmente ridotto l'originario areale. Data la netta prevalenza di ambienti umidi, l'alneto costituisce la formazione forestale potenziale per gran parte dell'area. Attualmente, accanto a tale specie, si segnala una notevole diffusione del Frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), la cui



ampia diffusione deriva prevalentemente da processi di ricolonizzazione di ex-coltivi o di prati abbandonati, fenomeno che ha caratterizzato gli ultimi decenni. Rispetto all'Ontano, il Frassino tende a rifuggire le zone stagnanti, benché caratterizzi zone con buona e continua disponibilità idrica al suolo, collocandosi soprattutto lungo i versanti poco acclivi o alla base dei pendii, dove vi è inoltre un consistente accumulo di nutrienti.

Altra specie ampiamente rappresentata è la Robinia (*Robinia pseudoacacia*). Si tratta di una formazione antropogena, largamente diffusa nel territorio lombardo. L'intenso prelievo di massa legnosa che ha caratterizzato gli ultimi decenni giustifica la netta dominanza della specie esotica introdotta in Italia a metà del 1700, che si è adattata in modo ottimale, più che nel suo areale di origine, alle condizioni climatiche e gestionali della nostra regione.

L'eccezionale diffusione di questa specie, spiccatamente eliofila, è documentata soprattutto al termine dei conflitti mondiali nella ricostituzione dei boschi degradati e fortemente sfruttati da intense attività di prelievo. La sua elevata dominanza viene spiegata dalla quasi totale indifferenza al tipo di substrato, benché tenda a rifuggire quelli carbonatici, raggiungendo il massimo vigore in terreni sciolti e freschi, dotati di buon rifornimento idrico.

Dal punto di vista gestionale, essa si pone quale specie dominatrice incontrastata nel governo a ceduo, data l'elevata capacità pollonifera, sia caulinare sia radicale che, nel passato, consentiva il prelievo frequente, ogni 10-12 anni. L'aspetto di tali formazioni è quello di popolamenti monoplani, scarsamente differenziati dal punto di vista della composizione arborea.

Nell'evoluzione naturale, invece, la Robinia non mostra una grande capacità competitiva e, nel tempo, grazie anche all'ottimo humus che produce, si riaffermano e prendono il sopravvento le diverse specie autoctone.

Piante bandiera: *Alnus glutinosa*, *Alnus incanae*, *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *Salix alba*, *S. fragilis*; *Betula pubescens*, *Ulmus glabra*; Herb layer - *Angelica sylvestris*, *Cardamine amara*, *C. pratensis*, *Carex acutiformis*, *C. pendula*, *C. remota*, *C. strigosa*, *C. sylvatica*, *Cirsium oleraceum*, *Equisetum telmateia*, *Equisetum spp.*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium sylvaticum*, *Geum rivale*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia nemorum*, *Rumex sanguineus*, *Stellaria nemorum*, *Urtica dioica*.

Categorie corrispondenti nel Regno Unito: "W5 *Alnus glutinosa*-*Carex paniculata* woodland", "W6 *Alnus glutinosa*-*Urtica dioica* woodland)" and "W7 *Alnus glutinosa*-*Fraxinus excelsior*-*Lysimachia nemorum* woodland".

Nella classificazione tedesca: "43040401 Weichholzaeuwald mit weitgehend ungertörter Überflutungsdynamik", "43040402 Weichholzaeuwald ohne Überflutung", "430403 Schwarzerlenwald (an Fließgewässern)", "430402 Eschenwald (an Fließgewässern)", "430401 Grauerlenauwald (montan, Alpenvorland, Alpen).

Nella classificazione nordica: "2234 *Fraxinus excelsior*-typ" and "224 Alskog".

La gran parte dei boschi di quest'associazione sono in contatto con zone umide e associazioni del *Tilio-Acerion*. Può essere anche osservata una successione verso *Carpinion* (*Primulo-Carpinetum*) (Brunet, 1991).



2.1.4. Habitat 91F0: Foreste miste riparie di grandi fiumi a *Quercus robur*, *Ulmus laevis* e *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia* (*Ulmenion minoris*)

L'habitat comprende formazioni forestali legate alla fascia riparia dei fiumi soggetta a inondazioni durante i regolari innalzamenti del livello delle acque, o di pianure alluvionali. Queste foreste si sviluppano sui depositi alluvionali recenti, con suoli ben drenati e umidi. Il bosco risulta dominato dalle specie appartenenti ai generi *Fraxinus*, *Ulmus* o *Quercus*, a seconda del regime idrico. Il sottobosco risulta ben sviluppato.

Nell'area in esame tali formazioni, afferenti alla tipologia dei Querco-carpineti planiziali, risultano di modesta entità. Si ricorda che la superficie del SIC comprende essenzialmente l'intera superficie del lago e una modesta fascia ripariale costituita prevalentemente da zone umide e stagnanti, dove la formazione arborea dominante e potenziale è rappresentata dall'alneto a Ontano nero. La collocazione spaziale del querceto planiziale si pone nelle zone retrostanti all'alneto, su suoli mesici dove il terreno, benché continuamente ben rifornito d'acqua, viene interessato solo occasionalmente da inondazioni. La Farnia (*Quercus robur*) infatti, manifesta fenomeni di deperimento a causa di marcescenza radicale, in seguito a prolungati periodi asfittici per sommersione del terreno, che sono invece ben tollerati dall'Ontano nero. La ridotta estensione del querceto è inoltre dovuta alla compresenza del Robinieto che in tali condizioni, si presenta altamente competitivo rispetto alla Quercia, soprattutto in boschi intensamente gestiti, come ricordato precedentemente. Oltre alla Robinia, altre specie esotiche osservate sono la Quercia rossa (*Quercus rubra*) e il Pino strobo (*Pinus strobus*).

In sintesi, la saltuaria copertura del Querco-carpineto e delle specie minoritarie ad esso associate, quali l'Olmo (*Ulmus minor*) e il Frassino, è osservabile in zone dove il perimetro del SIC si estende verso una più ampia fascia perilacustre, dove però il querceto è fortemente inquinato dalla Robinia che tende a prevalere.

I boschi ripari di *Quercus robur*, *Ulmus laevis* e *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia*, formano lungo le rive dei grandi fiumi la tipica associazione dell'*Ulmenion minoris*.

Piante bandiera sono: *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *U. minor*, *U. glabra*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus nigra*, *P. canescens*, *P. tremula*, *Alnus glutinosa*, *Prunus padus*, *Humulus lupulus*, *Vitis vinifera ssp. sylvestris*, *Tamus communis*, *Hedera helix*, *Phalaris arundinacea*, *Corydalis solida*, *Gagea lutea*, *Ribes rubrum*.

Categorie corrispondenti nella classificazione Tedesca: "43040501 Hartholzauenwald mit weitgehend ungestörter Überflutungsdynamik", "43040502 Hartholzauenwald ohne Überflutung".

Nella classificazione nordica: "2223 *Ulmus glabra*-typ", "2236 *Quercus robur*-*Ulmus glabra*-*Tilia cordata* typ".



2.1.5. Habitat integrativi

Si riportano di seguito gli habitat integrativi proposti da Zavagno (Zavagno et al., 2004), per i quali non è però ancora disponibile la corrispondente carta di distribuzione all'interno del territorio del SIC.

2.1.5.1. CORINE 22.431 Comunità idrofile ancorate sul fondo con foglie larghe

DESCRIZIONE:	
Comunità caratterizzanti le zone del lago con profondità massima di 2.5-3 m, composta da piante radicate al fondo, con fusti e foglie galleggianti. Tali formazioni, caratterizzate dalla presenza di <i>Nymphaea alba</i> , <i>Nuphar luteum</i> , <i>Trapa natans</i> , sono ascrivibili fitosociologicamente all'alleanza <i>Nymphaeion</i> .	
ESTENSIONE:	7,2 ha
PERCENTUALE DEL SITO COPERTA:	2%
RAPPRESENTATIVITA':	eccellente (A)
STATO DI CONSERVAZIONE:	buono (B)
CONDIZIONE ATTUALE:	buona
PROBABILITA' DI CONSERVAZIONE:	buona
POSSIBILITA' DI RIPRISTINO:	-
VALUTAZIONE GLOBALE:	valore buono (B)

2.1.5.2. CORINE 44.921 Formazioni igrofile a *Salix cinerea*

DESCRIZIONE:	
Arbusteti densi a <i>Salix cinerea</i> . L'intrico della formazione non permette uno sviluppo significativo dello strato erbaceo, che si presenta quindi discontinuo. Le specie più frequenti risultano <i>Carex acutiformis</i> e <i>Filipendula ulmaria</i> , mentre in modo sporadico compaiono anche <i>Typha latifolia</i> , <i>Iris pseudacorus</i> e <i>Thelypteris palustris</i> .	
ESTENSIONE:	11,27 ha
PERCENTUALE DEL SITO COPERTA:	3%
RAPPRESENTATIVITA':	eccellente (A)
STATO DI CONSERVAZIONE:	buono (B)
CONDIZIONE ATTUALE:	buona
PROBABILITA' DI CONSERVAZIONE:	buone
POSSIBILITA' DI RIPRISTINO:	-
VALUTAZIONE GLOBALE:	valore buono (B)

2.1.5.3. CORINE 53.21 Vegetazione erbacea a grandi carici

DESCRIZIONE:	
Vegetazioni erbacee a dominanza di carici. Nell'area del SIC risultano parecchio frammentate e limitate dall'espansione delle pratiche agricole e/o dal naturale arbustamento. In generale risultano caratterizzate da <i>Carex hirta</i> , <i>C.contigua</i> , <i>C.riparia</i> e <i>Scirpus sylvaticus</i> .	
ESTENSIONE:	1,85 ha
PERCENTUALE DEL SITO COPERTA:	1%
RAPPRESENTATIVITA':	buona (B)
STATO DI CONSERVAZIONE:	medio o ridotto (C)
CONDIZIONE ATTUALE:	mediamente o parzialmente degradata
PROBABILITA' DI CONSERVAZIONE:	mediocri o sfavorevoli
POSSIBILITA' DI RIPRISTINO:	possibili con un impegno medio
VALUTAZIONE GLOBALE:	valore significativo (C)



2.2. LA FLORA

La descrizione riportata di seguito è tratta da Zavagno et al. (2004), dal momento che proprio il dott. Zavagno ha eseguito i rilievi per questo comparto nell'ambito dell'aggiornamento dei formulari standard dei SIC, per conto della Provincia di Varese.

La flora è, nel complesso, piuttosto ricca e caratterizzata dalla presenza di numerose entità acquatiche e/o igrofile, da collegare chiaramente alle caratteristiche ecologiche del sito, **nessuna però rientra negli elenchi della Direttiva Habitat**.

L'esistenza del bacino lacustre e di ampie fasce ripariali, in particolare nel settore meridionale, determinano infatti il prevalere di vegetazioni marcatamente condizionate e caratterizzate dalla presenza dell'acqua. Tra queste specie se ne annoverano diverse rare e/o a distribuzione relitta, che meritano particolare attenzione. Di seguito vengono elencate le segnalazioni riportate nella scheda compilata nell'ambito del programma di monitoraggio dei SIC avviato dalla Regione Lombardia nel biennio 2003-2004. Per ogni specie vengono fornite alcune indicazioni relative all'ecologia e al grado di rarità in ambito regionale.

Figura 46. Elenco delle specie floristiche di maggiore interesse.

Specie	Habitat elettivo	Rarità generale in ambito regionale
<i>Acorus calamus</i>	canneti e cariceti	estremamente rara
<i>Anemone nemorosa</i>	sottobosco delle formazioni a latifoglie mesoigrofile	abbastanza comune
<i>Calamagrostis canescens</i>	cariceti	rara
<i>Carex brizoides</i>	sottobosco delle formazioni a latifoglie mesoigrofile	abbastanza comune
<i>Carex remota</i>	sottobosco delle formazioni boschive ripariali (alneto p.m.p.)	rara
<i>Carex riparia</i>	canneti e cariceti	abbastanza comune
<i>Ceratophyllum demersum</i>	acque ferme o lentamente fluenti, sino a 2,5 m di profondità	comune
<i>Cladium mariscus</i>	vegetazione a elofite s.l., spesso in formazioni quasi monospecifiche	rara
<i>Dryopteris carthusiana</i>	sottobosco delle formazioni boschive ripariali (alneto p.m.p.)	abbastanza rara
<i>Hydrocharis morsus ranae</i>	vegetazione a idrofite natanti	rara
<i>Najas marina</i>	acque ferme, sino a 2,5 - 3 m di profondità	comune
<i>Nymphaea alba</i>	vegetazione a idrofite a foglie galleggianti	abbastanza comune
<i>Nymphoides peltata</i>	vegetazione a idrofite a foglie galleggianti	rara
<i>Osmunda regalis</i>	sottobosco delle formazioni ripariali	rara
<i>Peucedanum palustre</i>	magnocariceti	abbastanza rara
<i>Rorippa amphibia</i>	canneti, vegetazione delle rive fangose	comune
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	canneti, vegetazione delle rive fangose	molto rara (Libro Rosso Nazionale)
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	canneti, vegetazione a elofite di grande taglia	abbastanza comune
<i>Stratiotes aloides</i>	rive fangose, anche semi-galleggianti	estremamente rara (Libro Rosso Nazionale)
<i>Thelypteris palustris</i>	formazioni a elofite di grande taglia	comune
<i>Trapa natans</i>	vegetazione a idrofite a foglie galleggianti	abbastanza comune
<i>Typha latifolia</i>	canneti, vegetazione delle rive fangose	comune



Nell'area sono presenti anche numerose specie alloctone, tra cui alcune fortemente infestanti, altre naturalizzate. La descrizione che segue è in parte (dove indicato) tratta dallo studio condotto da Zavagno *et al.* (2004):

Figura 47. Le specie floristiche esotiche.

Robinia pseudoacacia



Prunus serotina



Solidago gigantea



Ludwigia grandiflora



Sagittaria latifolia



Nelumbo nucifera



- *Robinia pseudoacacia*, (Zavagno *et al.*, 2004) specie arborea nordamericana, si è spontaneizzata su tutto il territorio regionale, in particolare nelle zone di pianura, dove ha colonizzato terreni abbandonati e aree boschive degradate. La tendenza a dominare la fitocenosi in cui penetra, talvolta con conseguente banalizzazione del corredo floristico, può essere indubbiamente ricondotta anche al governo del bosco cui molto spesso è associata. Il governo a ceduo infatti ne esalta le attitudini eliofile e di elevata e pronta rinnovazione vegetativa, caratteristiche che rendono le specie autoctone scarsamente competitive. Nell'area essa è tendenzialmente ubiquitaria, ma la sua presenza interessa in modo più massiccio la sponda occidentale, spesso a contatto diretto con le formazioni a dominanza di *Alnus glutinosa*.
- *Prunus serotina* (Zavagno *et al.*, 2004), specie originaria dell'America nord-occidentale, introdotta nel 1922 nella Brughiera di Gallarate (Sartori, 1985), si è rapidamente diffusa nel Varesotto, soprattutto nella zona planiziale e lungo il corso del Ticino. E' una specie a diffusione "ornitocora": il frutto è infatti appetito dagli uccelli che ne sono i principali diffusori. Essa è inoltre una specie aggressiva che, in situazioni corrispondenti a stadi precoci della successione, diviene spesso dominante entrando in competizione vincente in tutti gli strati di vegetazione. *Prunus serotina* tende, localmente, a sostituire *Robinia pseudoacacia*,



rispetto alla quale dà luogo a popolamenti arborei di scarso pregio (numerosi fusti piegati e contorti, scarsa qualità del legno). Le formazioni a prevalenza di *Prunus serotina* evidenziano povertà floristica, con riduzione e scarsa differenziazione degli strati arbustivo ed erbaceo. Nell'area sono presenti in modo sporadico.

- *Solidago gigantea*. (Zavagno *et al.*, 2004) Questa specie invade le formazioni erbacee igrofile soggette a moderato interrimento, velocizzando le normali dinamiche vegetazionali e promuovendo così l'ingresso di arbusti. Viene favorita da azioni di disturbo, in particolare dissodamenti e riporti di terra, e risulta moderatamente presente nella parte occidentale dell'area.
- *Ludwigia grandiflora* (Zavagno *et al.*, 2004) è una pianta erbacea acquatica appartenente alla famiglia delle Onagraceae, originaria del Sudamerica e introdotta in Europa nei primi decenni dell'Ottocento. Ecologicamente piuttosto versatile, e polimorfa, colonizza sia le rive fangose, grazie ai lunghi fusti striscianti e radicanti al suolo, che la superficie dell'acqua (sostituisce talvolta la vegetazione di lamineto), su fondali profondi sino a 2 m (in questo caso comportandosi come idrofita radicante) e anche sino a 3 m (idrofita natante). Sul Lago di Comabbio è presente lungo quasi tutto il perimetro lacustre, spesso in popolamenti anche piuttosto estesi (così sulla riva in corrispondenza del Parco di Ternate e del Lido di Mercallo dei Sassi).
- *Sagittaria latifolia* (Zavagno *et al.*, 2004) è specie originaria del Nordamerica, naturalizzata ormai largamente sui laghi del Varesotto (così anche sul Lago di Varese) dove colonizza i margini dei canneti, formando caratteristiche bordure a contatto con l'acqua, che anche nel Lago di Comabbio sono presenti in maniera limitata;
- *Nelumbo nucifera*, specie acquatica di origine asiatica introdotta probabilmente sul Lago di Comabbio a fini florovivaistici. La sua distribuzione, un tempo ridotta ed anche di sicuro effetto paesaggistico (che certo ne deriva tuttora), produce purtroppo effetti naturalistici ed ecologici devastanti, vista la sua natura profondamente infestante. Questa pianta è oggi diffusa lungo la costa orientale del lago, dalla località "Piscicoltura" fino all'imbocco del Canale Brabbia, alla cui altezza si verificano d'estate fioriture che penetrano verso il centro del lago anche per più di 50 m. Il fior di loto è in continua espansione – rallentata peraltro nel corso degli interventi di sfalcio compiuti dalla Provincia di Varese -, sostituendosi mano a mano alla vegetazione natante e galleggiante e impedendo inoltre, per mancanza di luce, lo sviluppo di quella sommersa, inibita nella fotosintesi. Per questo motivo il fior di loto costituisce un elemento di minaccia per l'ecosistema lacustre, acuito dalle quantità rilevanti di materia organica che ne deriva alla morte annuale delle parti verdi delle piante, sia perchè certamente incrementa e contribuisce ad accelerare il processo di interrimento del lago, sia per i suoi effetti indiretti sull'avifauna acquatica, derivanti dall'azione di sostituzione del



lamineto e riduzione del canneto. Le parti aeree del loto creano infatti un fitto ombrello sull'acqua che impedisce lo sviluppo delle piante galleggianti o sommerse del lamineto ed il germoglio del canneto, ai quali si sostituisce creando fitti tappeti monospecifici. La diffusione del fior di loto risulta essere particolarmente dannosa per l'avifauna acquatica, in particolare per le specie (per esempio di Anatidi) che basano la loro alimentazione sulla vegetazione sommersa e natante a cui il loto si è sostituito e per le specie che abitualmente costruiscono nidi galleggianti su tappeti di *Trapa natans*, *Nymphaea alba* o nel canneto.

Figura 48. Fioritura di *Nelumbo nucifera* (Fior di loto) nel Lago di Comabbio.





2.3. LA FAUNA

2.3.1. Invertebrati

Non sono stati ad oggi effettuati studi approfonditi, mirati alla caratterizzazione e censimento della fauna invertebrata del SIC. L'interesse derivante da questa categoria animale potrebbe essere elevato, sia nel comparto acquatico che sulla terraferma.

Non sono infatti rari gli avvistamenti primaverili ed estivi del cervo volante (*Lucanus cervus*), Coleottero Lucanide inserito in Allegato II della Direttiva Habitat.

È inoltre tuttora presente nel bacino del Lago, ed è stato avvistato nel 2003 (Cesare Puzzi, com. pers.) proprio nei pressi dei confini del SIC, il gambero d'acqua dolce autoctono (*Austropotamobius pallipes*), oggi fortemente minacciato dalla diffusione anche nel bacino del Lago di Comabbio dei due gamberi esotici *Procambarus clarkii* (noto con il nome di "gambero rosso della Louisiana") e *Orconectes limosus* (noto con il nome di "Gambero americano"). Sono infatti ormai noti da tempo gli effetti della diffusione di questi esotici sul gambero autoctono, a partire dalla loro affermazione prepotente nella competizione di nicchia, alla diffusione di malattie (come la "Peste del gambero") di cui sono portatori e veicoli sani.

Figura 49. Esemplari adulti dei due gamberi esotici *Procambarus clarkii* (foto: www.mimbon.de) e *Orconectes limosus* (foto: home.planet.nl).




Seguono i profili delle due specie di macroinvertebrati di interesse comunitario segnalate per il SIC:

- Gambero d'acqua dolce (*Austropotamobius pallipes*);
- Cervo volante (*Lucanus cervus*).




Cervo volante (*Lucanus cervus*)

Distribuzione:	
L. cervus è diffuso in Europa, Asia Minore e Medio Oriente (Franciscolo, 1997). In Italia è presente nelle regioni settentrionali e centrali, fino all'Umbria e alla Campania; sembra mancare nelle regioni più meridionali. Convive con la specie vicariante L. tetraodon nell'Italia centrale, mentre in quella meridionale viene completamente sostituita da quest'ultima (Sforzi e Bartolozzi, 2001).	
Ordine	Coleoptera
Famiglia	Lucanidae
Genere	<i>Lucanus</i>
Specie	<i>Cervus</i>
Taglia massima	25 – 80 mm
Descrizione	Questo Lucanide è uno dei più grossi Coleotteri della fauna europea. Il corpo è di colore marrone scuro tendente al nero. La specie è caratterizzata da un notevole dimorfismo sessuale. Il maschio, di maggiori dimensioni, può presentare mandibole enormemente sviluppate che ricordano le corna dei cervi, da cui il nome comune di "cervo volante"; gli esemplari con queste caratteristiche risultano però piuttosto rari ("maschi maggiori"); molto più frequenti sono, invece, le forme con dimensioni delle mandibole più contenute ("maschi medi" e "maschi minori") (Franciscolo, 1997). Le femmine hanno mandibole molto più piccole e acuminate.
Abitudini	Le larve si sviluppano nel legno delle ceppaie parzialmente decomposte (di norma attaccate da funghi appartenenti alla famiglia delle Polyporaceae) di vecchi alberi appartenenti a svariate specie (per lo più latifoglie), quali querce, faggio, salici, pioppi, tigli, ma anche su gelso, ippocastano, olmi e ciliegi (Franciscolo, 1997). Per raggiungere lo stadio adulto le larve impiegano da tre anni (per le forme minori) a otto anni (per le forme maggiori). In autunno, a maturità raggiunta, esse abbandonano il legno e si impupano nel terreno, all'interno di un caratteristico astuccio pupale. Lo stadio di pupa dura circa un mese (da settembre a ottobre). Gli adulti svernano nel bozzolo pupale per poi sfarfallare nell'anno successivo fra giugno e luglio (Della Beffa, 1949; Franciscolo, 1997). Essi durante il giorno restano generalmente nascosti fra le foglie o alla base degli alberi, mentre dal tardo pomeriggio fino al crepuscolo iniziano a muoversi camminando sui tronchi o sui rami oppure si spostano con un volo "pesante" e rettilineo da un albero all'altro.
Alimentazione	Si nutre di sostanze di origine vegetale ricche di zuccheri, quali frutta di vario tipo, oppure di linfa che fuoriesce da ferite degli alberi (Sforzi e Bartolozzi, 2001).
Riproduzione	Avviene nel periodo estivo.
Habitat	Questa specie si rinviene per lo più nei boschi maturi di latifoglie, preferibilmente quercete, castagneti e faggete, dalla pianura alla media montagna; solo eccezionalmente si osservano esemplari oltre gli 800 m di altitudine. Talora L. cervus si può rinvenire anche nei parchi cittadini (Franciscolo, 1997).
Status della Specie	Inserita in Allegato II della Direttiva Habitat



Gambero d'acqua dolce (*Austropotamobius pallipes*)

<p>Distribuzione:</p> <p><i>Austropotamobius pallipes</i> è presente in buona parte dell'Europa meridionale ed in particolare in Francia (Corsica compresa), Penisola Iberica, Grecia, Slovenia, Croazia, Bosnia, Serbia e nell'estremo sud ovest della Germania (Arrignon, 1986). Non esistono dati aggiornati e precisi riguardanti la distribuzione di <i>Austropotamobius pallipes</i> in Italia e in Lombardia. In vari paesi europei la specie è inserita nelle Liste Rosse Nazionali (Bernardo <i>et al.</i>, 1997; Grandjean <i>et al.</i>, 1997; Soutygrosset <i>et al.</i>, 1997)</p>		
Ordine	Decapoda	
Famiglia	Astacidae	
Genere	<i>Austropotamobius</i>	
Specie	<i>Pallipes</i>	
Taglia massima	20 cm circa	
Descrizione	Grosso gambero con rostro appiattito e scavato con il paio di denti laterali aguzzi e con carena ben netta. Sono presenti i dentelli dietro al solco cervicale. I pereopodi del I paio sono ben sviluppati e terminanti in chele robuste. L'addome è ben sviluppato, con pleure non appuntite. Il suo colore è marrone e le parti terminali dei pereopodi sono più chiare; da ciò gli deriva il nome di "gambero dai piedi bianchi" (Falciai e Minervini, 1992)	
Abitudini	Il gambero di fiume va a caccia strisciando sul fondo dei letti dei torrenti con le chele protese in avanti. Animale solitario e territoriale, esso è particolarmente attivo di notte mentre trascorre la maggior parte del giorno nascosto tra tronchi e ceppi sommersi, banchi di macrofite, lettiere di foglie e rami, anfratti rocciosi, o in tane da lui stesso scavate lungo le rive del corso d'acqua. Da adulto, al di fuori dei periodi di muta, esso non conosce molti nemici naturali: solo ratti e arvicole acquatiche che sono in grado di rompere il robusto carapace. I gamberi giovani e gli adulti in muta sono invece preda di Salmonidi e anguille.	
Alimentazione	La sua dieta è praticamente onnivora, dal momento che comprende non solo insetti, lombrichi, molluschi, larve, piccoli pesci, o animali morti, ma anche radici di piante acquatiche oltre che detriti vegetali e animali di vario genere (Mancini, 1986; Nardi <i>et al.</i> , 2004).	
Riproduzione	Avviene in autunno. La fecondazione è esterna. Le uova fecondate, in un numero di 300-400, sono tenute sul ventre della madre per alcune settimane; alla nascita delle larve, quest ultime restano attaccate anch'esse al ventre della madre per due-tre settimane, prima di afforntare la vita libera.	
Habitat e Area di Distribuzione	<i>Austropotamobius pallipes</i> vive nei piccoli corsi d'acqua collinari fino a circa 800 metri di quota e nella idrografia naturale e artificiale di pianura. Laghi naturali ed artificiali possono essere colonizzati da gamberi qualora ricevano un sufficiente ed ininterrotto apporto di acque fresche da fiumi e torrenti circostanti (Arrignon, 1986). L'habitat naturale del gambero di fiume è rappresentato da fiumi e torrenti con acqua corrente e limpida e fondali coperti da ciottoli o limo. In particolare è alquanto esigente riguardo al tenore di ossigeno, che deve mantenersi compreso tra il 60 ed il 130 % della concentrazione di saturazione (Mancini, 1986) e alla temperatura, che non deve essere superiore ai 23°C.	
Status della Specie	La specie è inserita nell'Allegato II della Direttiva Habitat ed è inserita nella Lista Rossa dell'IUCN come specie vulnerabile. Il suo stato di minaccia è particolarmente collegato alla diffusione delle specie di gambero esotiche e al degrado dell'ambiente naturale, strutturale, morfologico, ecologico, ma anche dovuto all'inquinamento organico o da metalli o anticrittogamici.	



2.3.2. Pesci

La comunità ittica del Lago di Comabbio permane in uno stato di grave squilibrio, prevalentemente legato allo stato di eutrofizzazione del lago e all'introduzione di specie ittiche esotiche altamente infestanti. Tra tutte le specie presenti ne figura un'unica di interesse comunitario, inserita in Allegato II della Direttiva Habitat: il cobite comune (*Cobitis taenia*).

Desta inoltre particolare preoccupazione l'affermazione decisa della popolazione di siluro, del quale vengono sistematicamente catturati esemplari adulti durante qualsiasi giornata di pesca professionale. Il siluro viene anche attivamente pescato da riva dai pescatori dilettanti e nelle giornate di tarda primavera – estate è facile osservare branchi di avannotti di questa specie fra la vegetazione idrofila del litorale lacustre. L'autoecologia del siluro è stata recentemente oggetto di studio, nell'ambito del Progetto Life-Natura di Conservazione di *Salmo marmoratus* e *Rutilus pigus* nel Fiume Ticino, condotto dal Parco del Ticino. Da tale studio (GRAIA srl, 2003 – rapporto tecnico consegnato al Parco del Ticino) è emersa una dieta prevalentemente ittiofaga ed opportunista di questo pesce, che comunque non disdegna uccelli acquatici, macroinvertebrati e mammiferi legati all'ambiente acquatico. Per la sua dieta, per le sue abitudini notturne che ne rendono ancora più efficace l'attività predatoria, per le dimensioni raggiungibili (intorno ai 2-3 metri accertati nei nostri ambienti), il siluro si impone come grossa minaccia per il mantenimento degli equilibri in seno all'ecosistema lacustre.

Figura 50. Esemplari di siluro (*Silurus glanis*) (foto: www.ittiofauna.org).



Lo stato eutrofico del lago si esprime sulla comunità ittica determinandone una semplificazione, che porta alla proliferazione delle specie ittiche più resistenti agli stress ambientali, come la scardola ed il carassio, ed alla diminuzione delle specie più sensibili, come il pesce persico ed il luccio.

Un'altra specie esotica che subisce diverse fluttuazioni demografiche nel lago è il pesce gatto.

I predatori, verso i quali sono indirizzate alcune pratiche gestionali, sono in discreta salute e paiono complessivamente in crescita: il pesce persico, a favore del quale vengono annualmente posate fascine sulle legnaie esistenti, ed il luccio, del quale sono stati spostati numerosi soggetti adulti dal vicino Lago di Monate. La popolazione di persico trota (esotico non invasivo e di interesse per la pesca sportiva) è in leggero calo,



come pare avvenga anche in altri laghi vicini, così come è in calo l'anguilla, che risente degli sbarramenti che ne impediscono la risalita dal mare degli stadi giovanili, mentre il lucioperca si mantiene a livelli costanti. Un altro pesce esotico che pare essere andato incontro negli ultimi anni ad una regressione demografica è il persico sole (o "gobbino"), *Lepomis gibbosus*, piccolo pesce litorale molto amato dalla popolazione locale che fin dai primi anni del '900, dopo la sua immissione, se n'è appassionata alla pesca, essendo un pesciolino facilmente catturabile anche dai ragazzi con attrezzature banali e, non secondariamente, molto buono da mangiare. Nelle diverse occasioni di incontro con la popolazione, i pescatori hanno lamentato negli ultimi dieci anni questa diminuzione della presenza del "gobbino" ed il fatto che esso si sarebbe di recente "ristretto", non raggiungendo più le taglie d'un tempo. Per quello che è divenuto un vero e proprio "caso" lungo le rive del Lago di Comabbio, esiste comunque un fondamento di verità, nel senso che la specie pare effettivamente essersi ridotta numericamente, probabilmente anche in seguito alla forte pressione di pesca gravante su di essa, anche in periodo di frega; riguardo alle dimensioni, è probabile che, come avviene spesso nei casi di colonizzazione di nuovi ambienti, la specie abbia in un primo tempo trovato le condizioni ambientali ottimali per la sua sopravvivenza, imponendosi anche sulla popolazione autoctona e sfruttando le risorse naturali in maniera vincente (con il risultato per esempio di una crescita eccezionale rispetto agli standard della specie), ma che poi, col tempo, un nuovo equilibrio naturale si stia ristabilendo con le popolazioni native, riconferendo alla specie le sue connotazioni tipiche, tra cui le dimensioni ridotte.



Figura 51. Specie ittiche presenti nel lago, loro abbondanza e origine con tendenza demografica (fonte dati GRAIA srl).

Nome comune	Nome scientifico	Abbondanza nel SIC	Tendenza	Origine
ANGUILLIDI				
Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	Presente	↓	Autoctona
CENTRARCHIDI				
Persico trota	<i>Micropterus salmoides</i>	Comune	↓	Esotica
Persico sole	<i>Lepomis gibbosus</i>	Comune	↔	Esotica
CIPRINIDI				
Triotto	<i>Rutilus aula</i>	Rara	↓	Autoctona
Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Abbondante	↔	Autoctona
Carassio	<i>Carassius carassius</i>	Comune	↔	Esotica
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	Presente	↔	Esotica
Tinca	<i>Tinca tinca</i>	Comune	↔	Autoctona
COBITIDI				
Cobite	<i>Cobitis taenia</i>	Presente	↔	Autoctona
ESOCIDI				
Luccio	<i>Esox lucius</i>	Comune	↑	Autoctona
GOBIDI				
Ghiozzo padano	<i>Padogobius martensi</i>	Comune	↔	Autoctona
ICTALURIDI				
Pesce gatto	<i>Ictalurus melas</i>	Comune	↔	Autoctona
PECILIDI				
Gambusia	<i>Gambusia holbrooki</i>	Rara	↔	Autoctona
PERCIDI				
Pesce persico	<i>Perca fluviatilis</i>	Comune	↑	Autoctona
Lucioperca o sandra	<i>Sander lucioperca</i>	Presente	↔	Esotica
SILURIDI				
Siluro	<i>Silurus glanis</i>	Abbondante	↑	Esotica



Si riporta di seguito la scheda descrittiva dell'unica specie di interesse comunitario che si ritrova nel SIC: il *Cobitis taenia*, inserita in Allegato II della Direttiva Habitat.

Cobite comune (*Cobitis taenia*)

			
Ordine	Cypriniformes		
Famiglia	Cobitidae		
Genere	<i>Cobitis</i>		
Specie	<i>taenia</i>		
Taglia massima	12 cm		
Descrizione	Pesce dal corpo anguilliforme, con bocca infera circondata da 3 barbigli per lato. L'occhio è piccolo e collocato in alto. Il dorso e i fianchi sono bruno-chiari e; il ventre è bianco-giallastro. Lungo il corpo sono tipicamente disposte macchiette scure; due disposte verticalmente sono tipiche alla base della coda.		
Abitudini	Questo piccolo pesce ha dei comportamenti talmente curiosi da suscitare una divertita curiosità. Per esempio: praticando la respirazione intestinale, sale in superficie aspirando una boccata d'aria che fa fuoriuscire dopo poco dall'ano con un rumore inconfondibile, lasciandosi quindi cadere sul fondo.		
Alimentazione	Si alimenta di notte cercando larve di insetti.		
Riproduzione	Si riproduce tra aprile e agosto, nel Lago di Comabbio intorno a maggio-giugno. Le uova sono deposte su erbe radici e pietre nei pressi delle rive, dove vengono lasciate incustodite. L'accrescimento degli avannotti è lento e la maturità sessuale è raggiunta all'età di tre anni.		
Habitat e Area di Distribuzione	Vive in acque ferme o correnti, con qualsiasi tipi di fondo tra melmoso, ghiaioso o ciottoloso, dove vive infossato di giorno.		
Status della Specie	Inserita nell'Allegato II della Direttiva Habitat.		



2.3.3. Anfibi

Non sono stati ancora compiuti nel SIC monitoraggi e studi mirati alla caratterizzazione e al censimento degli anfibi. Tuttavia si segnala la presenza delle specie elencate in Tabella 20.

Tabella 20. Elenco delle specie di anfibi presenti nel SIC.









foto	Specie	Abbondanza	Status della specie
	Salamandra pezzata (<i>Salamandra atra</i>),	Specie piuttosto comune nei boschi che circondano il lago, particolarmente nei comuni di Comabbio, Mercallo e Vergiate	Sebbene la specie sia ampiamente diffusa e non risulti particolarmente minacciata in Lombardia, è particolarmente sensibile alle alterazioni ambientali come gli interventi forestali o il degrado ambientale.
	Tritone crestato italiano (<i>Triturus cristatus</i>)	Presente nei boschi limitrofi al lago	Elencato in Allegato II della Direttiva Habitat.
	Tritone punteggiato (<i>Triturus vulgaris</i>)	Presente nei boschi limitrofi al lago	Specie piuttosto diffusa in Lombardia ma sensibile alle alterazioni ambientali.
	Rospo comune (<i>Bufo bufo</i>)	Presente lungo la fascia litorale del lago	Inserito in Allegato II della Convenzione di Berna e nell'elenco delle specie prioritarie della Regione Lombardia (DGR 20/4/2001). È anche tutelato dalla LR 33/1977 che ne vieta la cattura, il trasporto e il commercio.
	Raganella italiana (<i>Hyla intermedia</i>)	Comune nelle aree limitrofe al lago, anche urbanizzate	Specie diffusa in tutta la pianura lombarda.
	Rana esculenta (<i>Rana lessonae</i>)	Molto diffusa e facile da osservare lungo le rive del lago	Specie abbondante e comune in tutta l'area pianiziale lombarda. Essa è tuttora raccolta e la sua cattura è regolamentata dalla LR 33/77 che ne vieta la cattura nel periodo tra il 1 febbraio e il 30 giugno.
	Rana dalmatina (<i>Rana dalmatina</i>)	Presente nei boschi limitrofi al lago	Considerata localmente a rischio, la rana dalmatina rientra in Allegato IV della Direttiva Habitat ed il suo prelievo è regolato dalla LR 33/77.

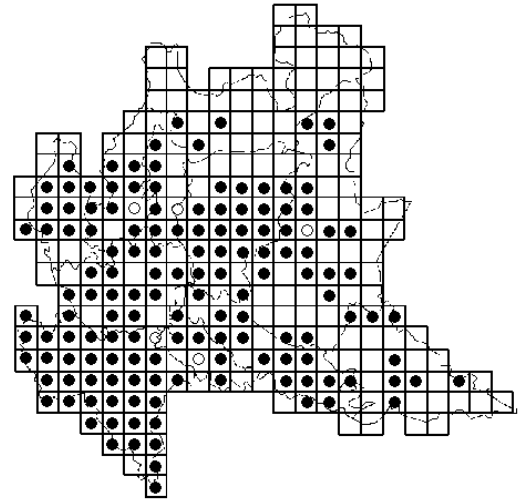



foto	Specie	Abbondanza	Status della specie
	Rana di lataste (<i>Rana latastei</i>)	Particolarmente legata ai boschi igrofili intorno al lago	Inserita in Allegato II della Direttiva Habitat e elencata nella Lista Rossa IUCN come specie "lower risk/near threatened"

Sono di seguito presentati i profili delle specie di anfibî di interesse comunitario inseriti in Allegato II della Direttiva Habitat:

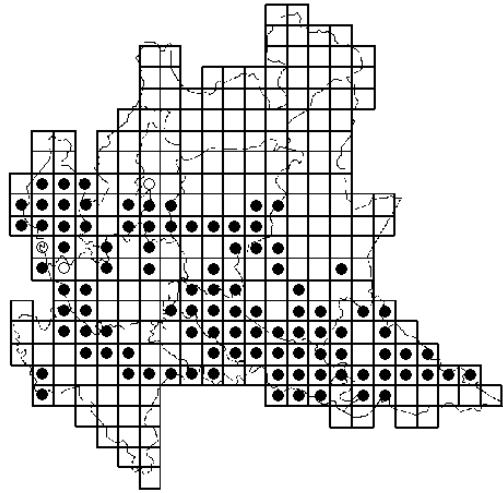
- Tritone crestato italiano (*Triturus cristatus*);
- Rana di lataste (*Rana latastei*).

Tritone crestato italiano (*Triturus cristatus*)

 <p>Distribuzione della specie in Regione Lombardia (www.unipv.it)</p>		
Ordine	Urodeli	
Famiglia	Salamandridae	
Genere	<i>Triturus</i>	
Specie	<i>cristatus</i>	
Taglia massima	6-7 cm	
Descrizione	Anfibio urodelo di piccole dimensioni, dalla tipica cresta dorsale. Il dorso è di colore scuro, i fianchi sono più chiari; sul ventre è presente una macchiatura nera su fondo arancio.	
Abitudini	Durante il giorno è possibile trovarlo in rifugi costituiti da microambienti umidi quali ceppaie, pietre ma anche tombini e cantine.	
Alimentazione	Predatore insettivoro	
Riproduzione	Per la riproduzione predilige pozze temporanee, in aree soleggiate disposte presso aree boschive. Il tritone crestato è fedele ai siti riproduttivi. Le larve, una volta metamorfosate, abbandonano l'acqua e vi ritornano solo per la riproduzione dopo 2-4 anni.	
Habitat e Area di Distribuzione	Possiede una notevole plasticità ecologica, colonizzando sia ambienti aperti sia boschivi, prevalentemente di latifoglie e ricchi di sottobosco. È piuttosto frequente fino alla quota di 1.100 m. il massimo altitudinale per la specie sono i 1.700 m.	
Status della Specie	Elencato in Allegato II della Direttiva Habitat	



Rana di lataste (*Rana latastei*)



Distribuzione della specie in Regione Lombardia
(www.unipv.it)



Ordine	Anuri
Famiglia	Ranidae
Genere	<i>Rana</i>
Specie	<i>latastei</i>
Taglia massima	10-12 cm
Descrizione	Rana rossa a zampa lunga (il tallone di solito si estende fino al muso e oltre) e testa piuttosto affilata. Ha gli occhi ben separati. Il timpano è molto grande e generalmente molto vicino all'occhio. Il tubercolo metarsale è piuttosto prominente.
Abitudini	Durante l'estate subisce un calo di attività, per riprendere poi tra settembre ed ottobre.
Alimentazione	Predatrice di insetti.
Riproduzione	Inizia generalmente durante la prima metà di febbraio e termina nella seconda settimana di marzo e avviene in raccolte d'acqua modeste. Le ovature sono solitamente ancorate a rami sommersi e tipicamente deposte a grappoli di alcune decine, che si schiudono dopo 15-20 giorni. La maturità sessuale è raggiunta al secondo – terzo anno di vita.
Habitat e Area di Distribuzione	Specie igrofila, stenoigra, legata a boschi umidi di latifoglie, planiziali e collinari, la rana di lataste è presente in Pianura Padana, in parte della Svizzera meridionale ed in Istria. È dunque una specie ad areale piuttosto ristretto.
Status della Specie	Inserita in Allegato II della Direttiva Habitat e elencata nella Lista Rossa IUCN come specie "lower risk/near threatened"



2.3.4. Rettili

Anche per quanto concerne i rettili, non sono disponibili studi, quantomeno recenti, mirati alla caratterizzazione e censimento nel territorio in cui ricade il SIC.

Dall'esperienza sul campo accumulata in anni di monitoraggio e vita sul Lago di Comabbio, ci si trova comunque concordi con l'elenco stilato da Zavagno et al. (2004), che si riporta di seguito con l'indicazione dello status generale della specie. Tutte le specie elencate sono giudicate ad un qualche livello di rischio per la conservazione dalla Convenzione di Berna e/o dalla Direttiva Habitat, ma nessuna di loro è inserita in Allegato II di suddetta Direttiva.

A queste si aggiunge purtroppo la presenza di una specie di testuggine d'acqua dolce di origine americana, la testuggine palustre dalle orecchie rosse (*Trachemys scripta elegans*) che ha ormai stabilmente colonizzato il lago, sia in acqua sia nella vegetazione idrofila ed igrofila.

La sua dieta è onnivora; si ciba praticamente di tutto ciò che è disponibile. I giovani tendono ad essere più carnivori degli individui adulti, che invece prediligono una dieta fitofaga (Ernst and Barbour, 1972; Behler, 1979; Dundee and Rossman, 1989). Queste tartarughe si possono cibare di piccoli pesci, uova, crostacei, insetti, piante acquatiche, resti organici. Nel Lago di Comabbio ne sono stati spesso avvistati esemplari anche di 30-40 cm di lunghezza del carapace.

Per la sua dieta, l'aggressività tipica dell'indole di questa specie e le dimensioni corporee che essa può raggiungere, la *Trachemys scripta elegans* può di fatto essere considerata un elemento di minaccia per la fauna autoctona.

Mancano del tutto informazioni sulle dimensioni della popolazione di *Trachemys* nel Lago di Comabbio e le sue interazioni con le altre specie presenti in lago non sono state ancora valutate.







Non si hanno notizie sulla presenza in passato della testuggine palustre autoctona, *Emys orbicularis*, di cui non sono comunque giunte segnalazioni di presenza almeno negli ultimi 15 anni.

Figura 52. Esemplare adulto di *Trachemys scripta elegans*, la testuggine dalle orecchie rosse di origine americana (foto: www.turtlewelt.de e nis.gsmfc.org).





Tabella 21. Elenco delle specie di rettili presenti nel territorio del SIC (da Zavagno *et al.*, 2004) (foto: pdubois.free.fr).

Foto	Specie	Status generale della specie
	Lucertola muraia (Podarcis muralis)	Inclusa nell'Allegato IV della Direttiva Habitat
	Lucertola vivipara (Zootoca vivipara)	Inclusa nell'Allegato I della Convenzione di Berna e elencata tra le specie prioritarie per la Regione Lombardia (DGR 20 aprile 2001 – n.7/4345)
	Ramarro (Lacerta bilineata)	Inclusa nell'Allegato IV della Direttiva Habitat
	Orbettino (Anguis fragilis)	Inclusa in Allegato III della Convenzione di Berna
	Biacco (Coluber viridiflavus)	Inclusa in Allegato IV della Direttiva Habitat
	Saettone (Elaphe longissima)	Inclusa in Allegato II della Convenzione di Berna e in Allegato IV della Direttiva Habitat
	Natrice dal collare (Natrix natrix helvetica)	Inclusa in Allegato III della Convenzione di Berna



2.3.5. Uccelli

L'avifauna del SIC rappresenta certamente la componente faunistica vertebrata più numerose e diversificata presente. Ciò è dovuto non solo alle caratteristiche ambientali del SIC, comprendente l'area del Lago di Comabbio, ma anche alla sua collocazione geografica, circondato da altri laghi (Maggiore, Varese e Monate) e adiacente alla Palude Brabbia, Oasi WWF ed oggi anche SIC e ZPS (IT2010007 – in gestione alla Provincia di Varese), in cui si trovano i dormitori di numerose specie e situata lungo le rotte migratorie di molti uccelli, di interesse comunitario e non.

Nelle tabelle seguenti sono elencate le specie di avifauna inserite in Allegato I della Direttiva Uccelli e le altre specie migratrici non inserite in quell'elenco ma importanti anch'esse ai fini della conservazione della biodiversità locale.

È interessante notare che tra le specie in Allegato I ve ne sono due definite PRIORITARIE per il finanziamento di progetti nell'ambito di progetti Life-Natura. Esse sono: il tarabuso (*Botaurus stellaris*) e la moretta tabaccata (*Aythya nyroca*).

Tabella 22. Elenco degli uccelli migratori abituali elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE (modificato da Zavagno *et al.*, 2004). Con l'asterisco sono indicate le specie direttamente osservate in sopralluoghi dalla GRAIA srl; con doppio asterisco sono indicate le specie ritenute potenzialmente presenti da Zavagno *et al.* (2004).

Specie (nome comune)	Specie (nome scientifico)	Inserimento nella Lista Rossa italiana degli uccelli nidificanti
Tarabuso*	<i>Botaurus stellaris</i>	
Tarabusino*	<i>Ixobrychus minutus</i>	A più basso rischio
Nitticora*	<i>Nycticorax nycticorax</i>	
Airone bianco maggiore	<i>Egretta alba</i>	
Airone rosso	<i>Ardea purpurea</i>	A più basso rischio
Moretta tabaccata*	<i>Aythya nyroca</i>	Pericolo critico
Falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	Vulnerabile
Nibbio bruno	<i>Milvus migrans</i>	Vulnerabile
Falco di palude	<i>Circus aeruginosus</i>	
Falco pescatore	<i>Pandion haliaetus</i>	
Falco pellegrino	<i>Falco peregrinus</i>	
Voltoino**	<i>Porzana porzana</i>	In pericolo
Schiribilla**	<i>Porzana parva</i>	In pericolo critico
Sterna maggiore	<i>Sterna caspia</i>	
Sterna comune	<i>Sterna hirundo</i>	
Mignattino piombato	<i>Chlydonias hybridus</i>	
Mignattino	<i>Chlydonias niger</i>	
Martin pescatore*	<i>Alcedo atthis</i>	A più basso rischio
Pettazzurro*	<i>Luscinia svecica</i>	
Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	

Tabella 23. Elenco degli uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE.

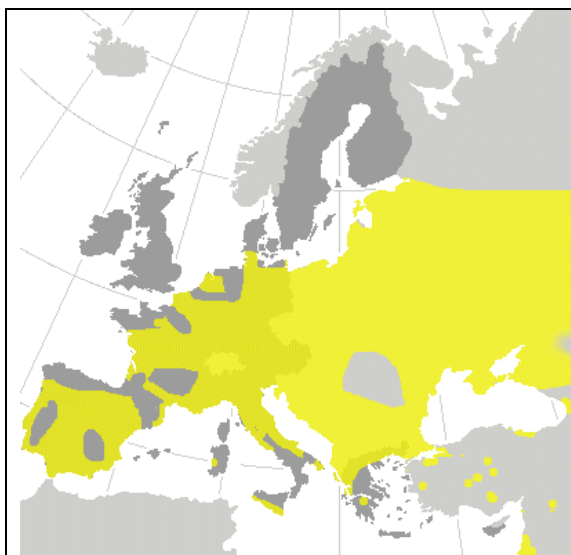
Specie (nome comune)	Specie (nome scientifico)	Inserimento nella Lista Rossa italiana degli uccelli nidificanti
Porciglione	<i>Rallus aquaticus</i>	A più basso rischio
Picchio verde	<i>Picus viridis</i>	A più basso rischio
Picchio rosso minore	<i>Picoides minor</i>	A più basso rischio
Cormorano	<i>Phalacrocorax carbo</i>	
Tuffetto	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	
Svasso maggiore	<i>Podiceps cristatus</i>	
Airone cenerino	<i>Ardea cinerea</i>	



Specie (nome comune)	Specie (nome scientifico)	Inserimento nella Lista Rossa italiana degli uccelli nidificanti
Fischione	<i>Anas penelope</i>	
Marzaiola	<i>Anas querquedula</i>	
Canapiglia	<i>Anas strepera</i>	
Alzavola	<i>Anas crecca</i>	
Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>	
Salciaiola	<i>Locustella luscinioides</i>	
Cannaiola verdognola	<i>Acrocephalus palustris</i>	
Cannaiola	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	
Cannareccione	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	
Migliarino di palude	<i>Emberiza schoeniclus</i>	

2.3.5.1. Uccelli migratori abituali elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE

Tarabusino (*Ixobrychus minutus*)



Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante

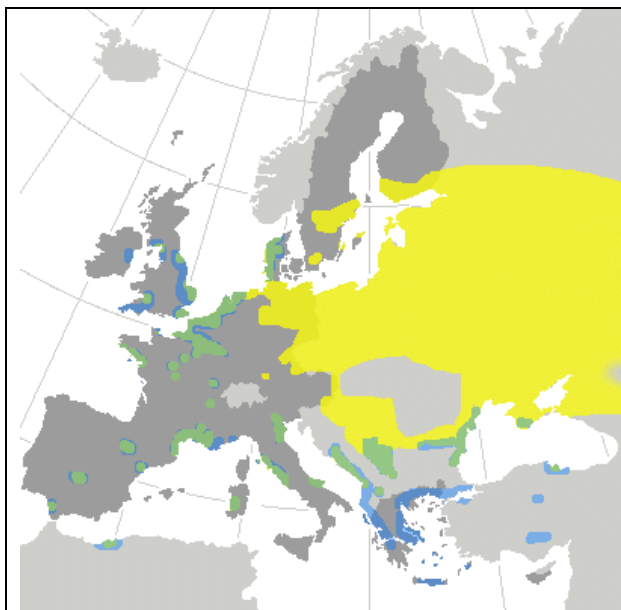


Ordine	Ciconiiformes
Famiglia	Ardeidae
Genere	<i>Ixobrychus</i>
Specie	<i>minutus</i>
Taglia	33 - 38 centimetri - Apertura Alare 52 - 58 centimetri
Peso	Maschio 140 grammi; femmina 140 grammi
Descrizione	Ha il collo corto, un becco piuttosto lungo e giallo, la parte inferiore del corpo è di colore giallo. Il corpo è snello e le zampe lunghe di colore verdastro. Il dorso e la testa del maschio sono scure con riflessi verdi, le ali sono di colore chiaro. La femmina ha delle bande marroni sulla parte superiore del corpo, mentre sulla parte inferiore le bande assumono un colore rossastro e sono meno evidenti. I colori della livrea gli permettono di mimetizzarsi tra le canne.
Abitudini	E' difficile da osservare, perché vive nascosto nel canneto. E' attivo soprattutto di notte, quando si sposta in volo e a nuoto alla ricerca di cibo. per eludere i predatori, riesce a restare per lungo tempo in una posizione "a palo", con il collo allungato e il becco all'insù, come se fosse un fusto di canna. Vola lentamente, con rapidi battiti d'ali e lunghe planate, con il collo ripiegato indietro e le zampe allungate indietro. Il volo è potente e regolare.
Alimentazione	Si nutre di insetti, piccoli pesci, anfibi.



Riproduzione	In Italia nidifica tra la fine di maggio e l'inizio di giugno su piattaforme costruite di canna tra i cespugli, depone da 4 a 8 uova. Entrambi i genitori si prendono cura dei piccoli prima e dopo la schiusa, che avviene dopo 16 - 20 giorni di incubazione. I piccoli sono in grado di volare attorno al 25° giorno.
Habitat e Area di Distribuzione	Si trova nelle zone umide con vegetazione densa, sulle rive dei fiumi e degli stagni. Durante l'inverno o nel periodo migratorio si può osservare sul litorale marino. È diffuso nella maggior parte dell'Europa temperata e dell'Asia occidentale, in Nuova Zelanda, in Australia meridionale. Sverna in Africa
Status della Specie	Classificato come specie "Vulnerabile" dall'IUCN e inserita in Allegato I della Direttiva Uccelli

Tarabuso (*Botaurus stellaris*)



Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante

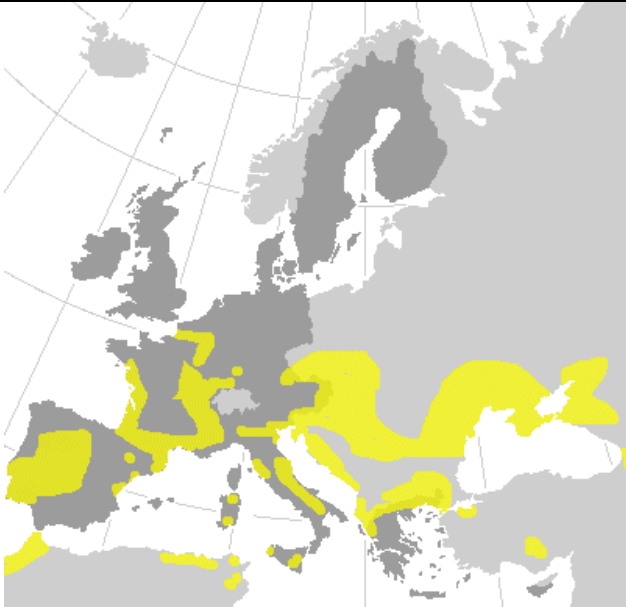



Ordine	Ciconiiformes
Famiglia	Ardeidae
Genere	<i>Botaurus</i>
Specie	<i>stellaris</i>
Taglia	70 - 80 centimetri - Apertura Alare 125 - 135 centimetri
Peso	900 – 1100 g
Descrizione	Si tratta di un grande, bruno uccello di palude simile ad un Airone, barrato e screziato, con grandi zampe verdi. Quando se ne sta nascosto tiene il becco verticalmente in una caratteristica posizione allungata. Solitario e tipicamente crepuscolare, di giorno si tiene nascosto tra le canne.
Abitudini	È difficile osservarlo per via delle sue abitudini crepuscolari e notturne. La sua presenza comunque si rivela in primavera (tra aprile e maggio) grazie al suo caratteristico canto.
Alimentazione	L'alimentazione è composta soprattutto da pesci, anfibi e insetti; talvolta cattura anche rettili e piccoli mammiferi.
Riproduzione	In questa specie si assiste a fenomeni di poligamia: un maschio può accoppiarsi con più femmine, fino a cinque in alcuni casi. Il nido consiste in un ammasso di steli e foglie di canna più o meno intrecciati, costruito nei punti più fitti dei canneti. Ogni femmina vi depone 5-6 uova di colore bruno oliva. I piccoli vengono nutriti con cibo rigurgitato dalla madre e imparano a volare intorno alle 8 settimane di età.
Habitat e Area di Distribuzione	È una specie strettamente legata alle vaste estensioni di vegetazione palustre, soprattutto canne, con canali e piccoli stagni.



Status della Specie	La popolazione europea è in forte declino sia in dimensione che in areale. Si pensa che il suo declino sia principalmente dovuto al degrado delle aree di passo in Africa e dei luoghi di svernamento, oltre che alla perdita di habitat e al degrado degli habitat nelle aree Europee di nidificazione.
---------------------	--

Nitticora (*Nycticorax nycticorax*)

			
Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante			
Ordine	Ciconiiformes		
Famiglia	Ardeidae		
Genere	<i>Nycticorax</i>		
Specie	<i>nycticorax</i>		
Taglia	58 - 65 centimetri; apertura alare 105 - 112 centimetri		
Peso	Maschio 550 grammi; femmina 550 grammi		
Descrizione	Si caratterizza per avere zampe e collo non molto lunghi, becco allungato e corpo snello. Non c'è dimorfismo sessuale. L'adulto ha il capo, la parte alta del dorso e lo scapolare neri; le ali, la groppa e la coda grigie; le parti inferiori vanno dal bianco al grigio pallido; il becco è nero, gli occhi rossi. Per la maggior parte dell'anno le zampe degli adulti sono di colore giallo - verde, ma con l'arrivo della stagione della riproduzione diventano di colore rosato.		
Abitudini	Difende con accanimento il proprio territorio di alimentazione. Preferisce nutrirsi nelle acque basse, dove afferra la sua preda con il becco. Si nutre preferibilmente dalla sera fino al mattino presto.		
Alimentazione	Si nutre principalmente di pesci, anche se occasionalmente si ciba di insetti, vermi, mitili, lucertole, roditori, uova di uccelli.		
Riproduzione	Nidifica in colonie sugli alberi o nei canneti e spesso capita di osservare più di una dozzina di Nitticore che nidificano sullo stesso albero. Ha una nidata ogni stagione. Il nido è costruito vicino al tronco di un albero o alla biforcazione dei rami. Il maschio inizia la costruzione sistemando il vecchio nido o costruendone uno nuovo. Il nido solitamente è una piattaforma foderata con radici e ciuffi d'erba. Durante e dopo la formazione della coppia, il maschio raccoglie dei bastoncini e li porge alla femmina, che li sistema all'interno del nido. 4 - 5 giorni dopo la formazione della coppia vengono deposte 3 - 5 uova. L'incubazione dura 24 - 26 giorni ed è effettuata da entrambi i genitori. Durante i giorni caldi, i genitori sbattono le loro ali sopra le uova per mantenerle fresche. Entrambi i genitori nutrono i piccoli.		
Habitat e Area di Distribuzione	Vive presso le acque dolci, dove la profondità non è elevata. Si tratta di una specie ubiquitaria, assente solo in Indocina e Oceania		



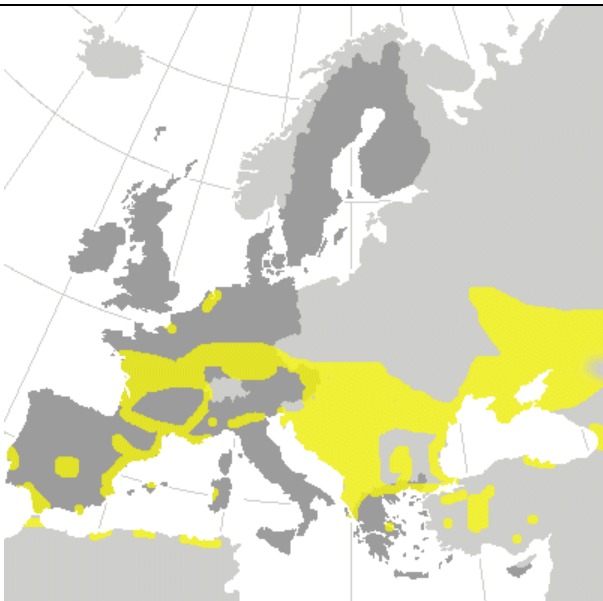

Status della Specie	La specie è in declino in gran parte del suo areale europeo. La perdita ed il degrado delle zone umide, il disturbo nei siti di nidificazione e l'inquinamento dell'acqua che riduce la disponibilità di cibo sono le più importanti minacce che incombono sulla specie.
---------------------	--

Airone bianco maggiore (*Egretta alba*)

 <p>Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante</p>			
Ordine	Ciconiiformes		
Famiglia	Ardeidae		
Genere	<i>Egretta</i>		
Specie	<i>alba</i>		
Taglia	85 – 100 cm; Apertura alare 140 – 170 cm		
Peso	-		
Descrizione	Uccello di grandi dimensioni (in media, 90 cm di lunghezza, 150 cm di apertura alare). Piumaggio bianco candido, becco giallo alla base soltanto durante la riproduzione, altrimenti completamente giallo nel resto dell'anno. Zampe e piedi bruni. In volo le zampe sporgono oltre l'estremità della coda e il collo è ripiegato ad S. In estate presenta lunghe scapolari che ricadono all'indietro sul dorso.		
Abitudini	Diurno.		
Alimentazione	Generalmente pesci, ma anche anfibi e piccoli rettili		
Riproduzione	Il nido, costruito tra il fitto canneto delle zone palustri, in colonie e raramente insieme ad altre specie, può contenere 3-5 uova, di colore azzurro e di grandi dimensioni. La cova (35 giorni) viene effettuata sia dal maschio che dalla femmina. I pulcini diventano indipendenti dopo 40 giorni, rimanendo però nei pressi del nido sino alla migrazione autunnale.		
Habitat e Area di Distribuzione	Frequenta le rive dei fiumi, le pozze, le depressioni, gli acquitrini, i coltivi irrigui, compiendo spostamenti giornalieri anche di decine di chilometri per procacciarsi il cibo. Si riproduce in Austria e Ungheria, in Montenegro, sul Delta del Danubio, e in alcune zone in Ucraina e a est sul Mar Caspio. Recentemente ha cominciato a nidificare anche nei Paesi Bassi, Germania, Polonia, Bielorussia, Francia, Italia settentrionale.		
Status della Specie	La specie è minacciata dal degrado dell'ambiente naturale che ha determinato la perdita dei siti riproduttivi e la distruzione dei siti adatti allo svernamento.		

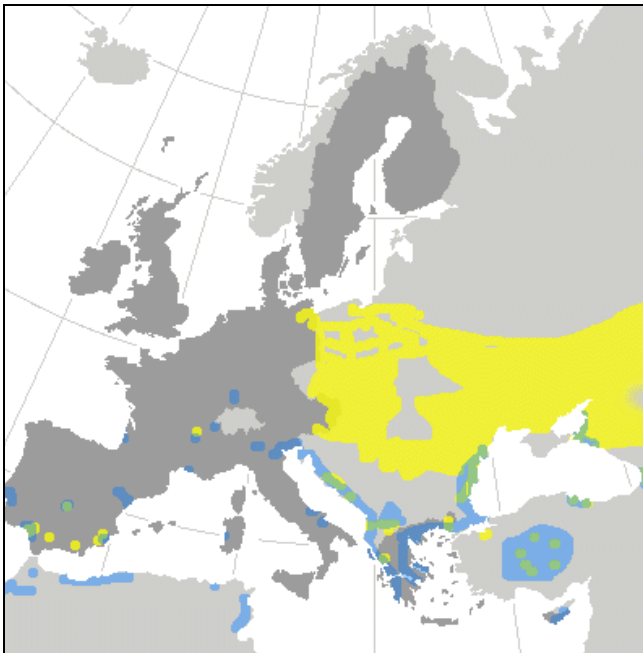


Airone rosso (*Ardea purpurea*)

		
Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante		
Ordine	Ciconiiformes	
Famiglia	Ardeidae	
Genere	<i>Ardea</i>	
Specie	<i>purpurea</i>	
Taglia	78 - 90 cm; apertura alare da 120 a 150 cm	
Peso	Maschio da 600 a 1400 grammi; femmina da 600 a 1400 grammi	
Descrizione	Il corpo è scuro e allungato. La testa e il collo sono stretti e allungati. Il becco funziona come arpione per afferrare le prede. Le lunghe zampe gli consentono di spingersi nelle acque più profonde. Le dita lunghe e molto distanziate gli permettono di camminare facilmente sui terreni paludosi e sulla vegetazione acquatica. Il suo tipico collo, che egli allunga, fa da complemento ideale del becco, consentendogli di aumentare l'efficienza e la velocità del suo attacco alla preda. Può vivere anche 23 anni.	
Abitudini	Vengono allevati in piccole colonie. Cattura le prede nell'acqua bassa scattando con il collo in avanti e colpendole.	
Alimentazione	Le prede preferite sono pesci e anfibi, ma si nutre anche di piccoli mammiferi ed insetti. In genere caccia solitario, soprattutto in agguato, immobile nell'acqua bassa o su un ciuffo di canne.	
Riproduzione	I nidi sono costruiti solitamente nei canneti o tra altre piante tipiche delle zone umide, generalmente a 0.5 - 1 m dall'acqua, ma possono essere anche sugli alberi a 25 m. da terra. Sono costruiti con canne o rametti di albero. Le uova sono azzurro - verdi macchiate di bianco. Sono soliti deporre 4 - 5 uova che impiegano 25 - 30 giorni per schiudersi. Successivamente i piccoli impiegano 45 - 50 giorni prima di iniziare a volare. Durante il periodo del corteggiamento acquista un piumaggio molto più attraente, specialmente sul collo. Le coppie durano almeno una stagione. Entrambi i genitori si prendono cura dei piccoli almeno fino a quando non hanno imparato a volare. Nidifica in piccole colonie, generalmente composte da due o tre coppie, o da solo. In Europa centrale le uova vengono deposte alla fine di aprile - inizio maggio, mentre nel sud Europa la deposizione delle uova può essere ritardata di 3 settimane.	
Habitat e Area di Distribuzione	In Europa preferisce le zone temperate e si trova nelle paludi d'acqua dolce con vegetazione densa, lungo i canali, nei canneti.	
Status della Specie	La maggiore minaccia per questa specie è la diffusa distruzione delle zone umide che interessa tutto il suo areale. In molti paesi il bracconaggio è un vero problema.	



Moretta tabaccata (*Aythya nyroca*)



Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Anseriformes
Famiglia	Anatidae
Genere	<i>Aythya</i>
Specie	<i>nyroca</i>
Taglia	40 centimetri - Apertura alare 63-67 centimetri
Peso	650-800 g
Descrizione	E' un'anatra tuffatrice di piccole dimensioni ed è facilmente riconoscibile per il colore bruno-rossiccio del piumaggio: è da tale piumaggio che nasce il nome di anatra ferruginosa. Il dorso e la coda sono neri, mentre il ventre e il sottocoda sono bianchi. Il maschio si riconosce dalla femmina per avere l'iride chiara. Ha un volo rapido e diretto e raramente è in gruppi numerosi
Abitudini	Compie i suoi spostamenti durante la mattina o alla sera mentre durante il resto della giornata sosta di isolotti o in acqua. E' specie gregaria ed in inverno forma gruppi misti con alte specie (soprattutto con <i>Aythya ferina</i> e <i>Anas platyrhynchos</i>).
Alimentazione	Si nutre prevalentemente di piante acquatiche.
Riproduzione	L'area di riproduzione comprende le zone dei delta dei grossi fiumi, e i laghi dell'Eurasia. Gli habitat preferiti per la riproduzione sono specchi d'acqua dolce poco profondi con una densa vegetazione e ricchi di fauna.
Habitat e Area di Distribuzione	Frequenta le aree d'acqua aperte, e grandi laghi, circondate da folta vegetazione o fitti canneti.
Status della Specie	La diminuzione di zone umide rappresenta la principale causa della diminuzione di questa specie. Il bracconaggio crea grossi problemi soprattutto a livello locale.



Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*)

 <p>Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante</p>	
Ordine	Falconiformi
Famiglia	Accipitridi
Genere	<i>Pernis</i>
Specie	<i>apivorus</i>
Taglia	52-60 centimetri - Apertura alare 135-150 centimetri.
Peso	600-900 g
Descrizione	Maschio e femmina generalmente distinguibili. Femmina fino al 5% più grande del maschio. Superiormente bruno scuro, a volte con macchiatura chiara, specie sulle scapolari e sul codione. Inferiormente biancastro con barratura scura più o meno accentuata. Tre barre nere sulla pagina inferiore della coda. Il giovane ha spesso la testa chiara e quattro barre scure meno definite sulla parte inferiore della coda. Grande variabilità individuale, indipendente dall'età e dal sesso. Muta tra giugno e ottobre. In volteggio, ali piatte e perpendicolari al corpo, con mano spinta in avanti. Il richiamo più frequente è una specie di miagolio, emesso soprattutto in volo.
Abitudini	Presente da maggio a settembre.
Alimentazione	Si ciba prevalentemente di larve, pupe e adulti di insetti sociali come vespe, calabroni, bombi, ma anche di altri insetti, anfibi, rettili, piccoli mammiferi, nidiacei e uova di uccelli. Normalmente insegue gli insetti fino al nido che poi scava, ma li cattura anche in volo.
Riproduzione	Durante la stagione riproduttiva occupa zone aperte per la caccia nelle vicinanze di boschi dove costruisce il nido. Talvolta utilizza per la cova vecchi nidi di cornacchia.
Habitat e Area di Distribuzione	Frequente ambienti boscosi d'ogni tipo intercalati da spazi aperti sia in pianura che in montagna. Regione paleartica. In Italia è presente nel Centro-nord, con limite meridionale nel Lazio e Gargano. La migrazione autunnale va da agosto ad ottobre; quella primaverile, da aprile a metà giugno.
Status della Specie	In Italia viene stimata una popolazione riproduttiva di meno di 2000 coppie. La caccia, specialmente durante la migrazione, l'alterazione dell'habitat ed una diminuzione delle sue prede, gli insetti, dovuta all'utilizzo dei pesticidi e a cambiamenti climatici sono le cause del declino della popolazione di questa specie.



Nibbio bruno (*Milvus migrans*)



Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Accipitriformes
Famiglia	Accipitridae
Genere	<i>Milvus</i>
Specie	<i>migrans</i>
Taglia	55 – 60 cm; apertura alare 135 – 155 cm
Peso	650 – 950 g
Descrizione	Il piumaggio di questo rapace è realmente bruno scuro, così come indicato dal suo nome. Le penne della testa sono biancastre con fitte striature scure. Il becco è scuro, anche se le razze africane si distinguono per il becco completamente giallo. Il maschio e la femmina sono simili, anche se la femmina risulta più grande.
Abitudini	Può costringere altri rapaci ad abbandonare la preda (aquile, sparrowhawk, gheppi, lodolai e pellegrini). Può altresì visitare nidi di cormorani e ardeidi in cerca di pesci e allontanare altre specie (es. gazze) dalle carcasse.
Alimentazione	La dieta è caratterizzata da una marcata ittiofagia. La capacità di adattarsi ad ambienti diversi si riflette comunque anche nelle preferenze alimentari della specie che di fatto può predare piccoli mammiferi, nidiacei e piccoli animali da cortile (come pulcini o piccoli conigli), e può nutrirsi anche di crostacei, vermi, anfibi, grilli... Talvolta, in prossimità delle città, non disdegna qualche visita alle discariche.
Riproduzione	Quando giunge la primavera il nibbio si esibisce in acrobatici voli nuziali, con volteggi e picchiate accompagnati da particolari emissioni vocali. Talvolta il maschio e la femmina si agganciano con gli artigli e si esibiscono in capovolte aeree sino a lanciarsi in una sorta di caduta libera. Il nido è costruito tra marzo e maggio su alberi ad alto fusto, come querce, pini, olmi ad una altezza variabile tra i 5 e i 35 metri. Di solito sono deposte, tra aprile e giugno, 2-3 uova ad intervalli di circa due giorni. I pulcini sono accuditi per le prime due settimane dalla madre, impegnata a coprirli e ad imbeccarli; nel frattempo il maschio provvede a fornire il cibo per tutta la famiglia.
Habitat e Area di Distribuzione	In periodo riproduttivo frequenta aree collinari e di pianura, con boschi misti di latifoglie, di conifere costiere, foreste a sempreverdi mediterranei, coltivi, prati pascoli e campagne alberate. Mostra una netta tendenza a frequentare zone umide quali laghi e bacini di fiumi. In relazione alla sua adattabilità il suo areale è piuttosto ampio comprendendo l'Europa meridionale, l'Australia, l'Africa e l'Asia.
Status della Specie	La popolazione di nibbio bruno in Europa ha visto un sostanziale declino durante il XX secolo, specialmente nell'est europeo. Il bracconaggio, l'avvelenamento e la contaminazione da pesticidi, oltre ai cambiamenti nelle pratiche di uso del suolo, costituiscono le principali minacce. Attualmente la collisione con le linee elettriche e l'elettrocuzione costituiscono un serio problema per la specie.



Falco di palude (*Circus aeruginosus*)



Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Accipitriformes
Famiglia	Accipitridae
Genere	<i>Circus</i>
Specie	<i>aeruginosus</i>
Taglia	48 – 56 cm; apertura alare 120 - 130 cm
Peso	Maschio 400 – 650 g; femmina 500 – 800 g
Descrizione	Il maschio è inconfondibile per il suo piumaggio tricolore: piume marroni scure, mantello rosso scuro, la coda e le ali color grigio cenere. La femmina ed il giovane sono di un uniforme colore marrone, la parte superiore del capo della femmina è color crema come il bordo dell'attaccatura delle ali. Caratteristico è il collare di piume facciali, simile a quello del gufo, che copre le aperture insolitamente grandi dell'orecchio, un adattamento per localizzare le prede anche in mezzo all'erba alta grazie al fruscio da loro prodotto e dagli squittii emessi.
Abitudini	Durante il corteggiamento, il maschio effettua delle spettacolari acrobazie sopra il nido e la zona circostante. Durante il periodo della nidificazione, il maschio va a caccia e quando riporta la preda avvisa la femmina con un fischio caratteristico. La femmina allora raggiunge il maschio e in volo si posiziona sotto di lui e si gira, portando le zampe verso l'alto. A quel punto il maschio lascia la preda che la femmina recupera con le zampe. Il passaggio della preda si svolge sempre in questo modo, e la sincronizzazione dei movimenti della coppia è stupefacente.
Alimentazione	E' un rapace ed esamina senza sosta il territorio alla ricerca delle sue prede favorite, roditori e soprattutto piccoli di uccelli acquatici come le folaghe o le anatre.
Riproduzione	La femmina impiega circa 10 giorni per costruire un grande nido piatto formato da canne ed erbe, ben nascosto nella densa vegetazione del canneto o nella vegetazione fitta in acqua poco profonda. Entrambi i genitori aggiungono materiale al nido mentre si prendono cura dei piccoli. La deposizione delle uova avviene da aprile a giugno, le uova possono essere 4 o 5 di colore verdastro. La femmina incuba un uovo per volta, di solito cominciando dal primo, per 31 - 38 giorni. Per la prima settimana i piccoli sono covati dalla femmina, che li nutre con il suo becco, ma successivamente si nutrono da soli nel nido anche con una certa ferocità. Quando i piccoli sono cresciuti, la femmina aiuta il maschio nella caccia e se il maschio viene ucciso riesce da sola ad allevare la nidata. Dopo un mese i piccoli si sparpagliano nella vegetazione circostante, e si ricoprono di penne dopo 35 - 40 giorni.



Habitat e Area di Distribuzione	Si trova nelle paludi e nei canneti. Durante il periodo migratorio è raro vederlo nei pascoli asciutti aperti e principalmente segue le valli fluviali o i litorali, anche se a volte deve attraversare aree asciutte. All'interno della sua area di caccia trascorre la maggior parte del tempo volando. Il suo areale comprende l'Europa e l'Asia settentrionale
Status della Specie	Il falco di palude ha sofferto un periodo di declino acuto tra il 1970 ed il 1990. le maggiori minacce per la specie sono rappresentate dalla perdita delle zone umide e dall'incendio della vegetazione litorale, ma anche dall'inquinamento dell'acqua e dal bracconaggio.

Falco pescatore (*Pandion haliaetus*)

			
Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante			
Ordine	Accipitriformes		
Famiglia	Pandionidae		
Genere	<i>Pandion</i>		
Specie	<i>haliaetus</i>		
Taglia	60 – 70 cm: apertura alare 150 – 185 cm		
Peso	1.400 – 1.700 g		
Descrizione	E' un rapace più grande di una Poiana o di un Astore, con ali lunghe e strette e coda relativamente corta. Le parti ventrali sono bianche, tranne la punta delle remiganti e una macchia scura sulla parte inferiore dell'articolazione carpale. Il dorso è di colore castano uniforme, con macchia bianca su testa, nuca, collo. La testa è bianca con una piccola cresta. Le guance presentano una striscia dello stesso colore del dorso. Sulla coda ha barre trasversali più scure. Le zampe sono dotate di numerose placche provviste di minuscoli ganci che servono a trattenere le prede.		
Abitudini	Il maschio porta alla femmina prede come doni nuziali e grandi rami per costruire il nido.		
Alimentazione	Si nutre esclusivamente di pesce che pesca con picchiate rapide e tese con gli artigli in avanti.		
Riproduzione	L'accoppiamento e la costruzione del nido cominciano a marzo/ aprile; la cova delle uova avviene tra aprile/maggio; i piccoli vengono allevati tra maggio e luglio. Costruisce grandi nidi sulle pareti rocciose, ma anche al suolo e sugli alberi		



Habitat e Area di Distribuzione	Il Falco pescatore è legato sia alle coste marine sia alle grandi zone umide che presentino acque limpide e ricche di prede. Il Falco pescatore in Europa è una specie rara, presente con una popolazione stimata fra le 7.000 e le 9.000 coppie distribuite principalmente nelle zone settentrionali e orientali del continente (93%), nell'Europa centrale (6%) e nell'Europa meridionale con piccole popolazioni in Portogallo, Isole Baleari e Corsica. Per questa specie l'Italia rappresenta un'importante area di transito durante le migrazioni.
Status della Specie	La specie è rara in Europa. Il suo declino dura da più di un secolo. Le maggiori minacce che nel passato hanno infierito sulla specie sono la caccia e la distruzione dell'habitat. Oggi la distruzione e la contaminazione dell'habitat sono la minaccia più significativa per la specie.

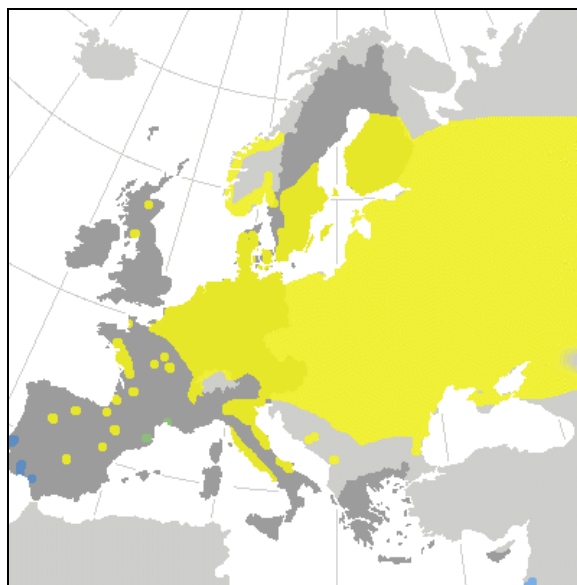
Falco pellegrino (*Falco peregrinus*)

 <p>Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante</p>			
Ordine	Falconimormes		
Famiglia	Falconidae		
Genere	<i>Falco</i>		
Specie	<i>peregrinus</i>		
Taglia	femmina 46 centimetri - Apertura alare 100-115 centimetri maschio 38 centimetri - Apertura alare 80- 100 centimetri		
Peso	Femmina 900- 1300 g Maschio 600 –750g		
Descrizione	Il maschio ha il capo nerastro, la parte superiore grigia, in contrasto con la parte inferiore bianco fulviccio fittamente barrata di nero. La femmina è considerevolmente più grande e più scura. I giovani sono bruno scuro superiormente con parti inferiori fulvicce striate (non barrate).		
Abitudini	Caccia buttandosi sulla preda quasi verticalmente con le ali quasi chiuse: questo falco può scendere in picchiata a una velocità di 290 km orari, muovendosi più velocemente di qualsiasi altro essere vivente.		
Alimentazione	Si nutre principalmente di uccelli sino alle dimensioni di un piccione.		
Riproduzione	La femmina depone da 2 a 4 uova direttamente sul terreno, in nicchie e cavità su pareti rocciose; le uova si schiudono dopo 5 settimane. Tra i 25 e i 40 giorni di vita i piccoli falchi lasciano il nido.		
Habitat e Area di Distribuzione	E' diffuso in tutta Europa.		



Status della Specie	Negli anni '60 l'utilizzo in modo massiccio di prodotti chimici in agricoltura ha causato una drastica riduzione della specie in buona parte dei suoi siti di nidificazione in Europa. Tale fenomeno mostra ancora le sue ripercussioni in una diminuzione del tasso di natalità. Attualmente la minaccia principale però la si identifica nel furto di uova e di esemplari giovani per la falconeria.
---------------------	--

Voltolino (*Porzana porzana*)



Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Gruiformes
Famiglia	Rallidae
Genere	<i>Porzana</i>
Specie	<i>Porzana</i>
Taglia	24 centimetri - Apertura alare 37-42 centimetri
Peso	60-115 g
Descrizione	Piumaggio bruno oliva sulle parti superiori, macchiettato di bianco con il centro delle piume nerastro. Margine anteriore delle ali bianco neve e sottocoda crema. Becco corto, giallastro con base rossa.
Abitudini	Stanziale. È solitario e per lo più crepuscolare.
Alimentazione	La sua dieta comprende principalmente piccoli invertebrati (insetti, molluschi, vermi), e in misura minore materiale vegetale.
Riproduzione	Nidifica in luoghi con densa copertura vegetale. Il nido è costruito da entrambi i sessi ed è formato da un ammasso di materiale vegetale vario, con il centro a forma di coppa profonda. La femmina depone nel periodo tra aprile e giugno, da 9 a 11 uova di colore giallo-brunastro macchiettate di grigio viola e di bruno rossastro. L'incubazione dura 18-19 giorni. I piccoli nati sono adatti al volo dopo 6 settimane.
Habitat e Area di Distribuzione	In zone paludose e acquitrinose ricche di vegetazione, anche rive paludose di fiumi e laghi.
Status della Specie	La diminuzione delle zone umide, la caccia e il disturbo durante il periodo riproduttivo sono le cause principali della riduzione della popolazione di questa specie.



Schiribilla (*Porzana parva*)

 <p>Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante</p>	
Ordine	Gruiformes
Famiglia	Rallidae
Genere	<i>Porzana</i>
Specie	<i>parva</i>
Taglia	18 centimetri - Apertura alare 34-39 centimetri
Peso	35-60 g
Descrizione	Il maschio ha le parti superiori bruno oliva e le parti inferiori color grigio. La femmina si distingue per avere la gola bianca. Entrambi i sessi hanno becco verde con la base rossa. Le zampe sono verdi.
Abitudini	Diurno, migratore
Alimentazione	Si ciba prevalentemente di insetti, ragni, vermi e molluschi, ma anche di foglie e semi di vegetali.
Riproduzione	Il nido può essere costruito su un ciuffo di carici (in questo caso ha forma appiattita) o nel fitto del canneto (qui assume una forma globosa). La femmina depone da 6 a 8 uova color crema finemente macchiettate; i piccoli abbandonano il nido pochi giorni dopo la schiusa.
Habitat e Area di Distribuzione	Predilige gli stagni ricoperti di vegetazione galleggiante.
Status della Specie	Le cause della diminuzione della popolazione sono da attribuire alla modificazione e distruzione delle zone umide (oper idrauliche, essiccamento delle zone umide) e alla caccia.

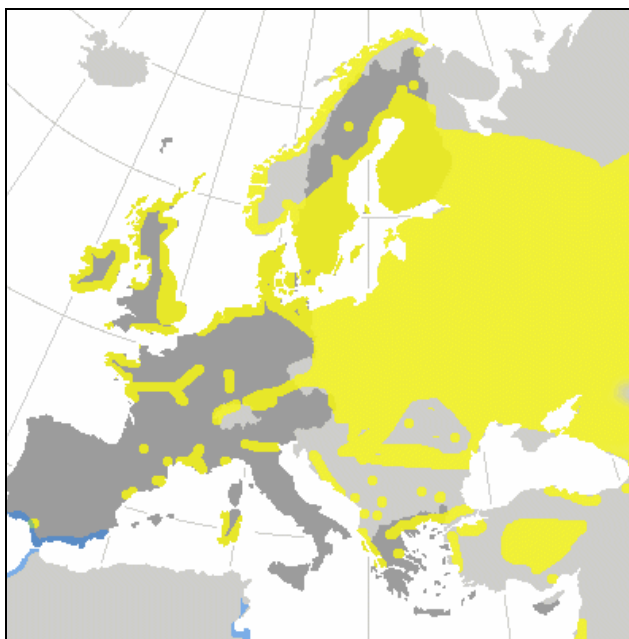


Sterna maggiore (*Sterna caspia*)

	
<p>Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante</p>	
Ordine	Charadriiformes
Famiglia	Sternidae
Genere	<i>Sterna</i>
Specie	<i>caspia</i>
Taglia	47-54 centimetri
Peso	550-750 g
Descrizione	E' la più grande tra le sterne. Non c'è dimorfismo sessuale. In estate il dorso e le ali sono grigio pallido. La testa è bianca con fronte, calotta e nuca nere, l'addome e la coda sono bianche. Il becco è robusto appuntito e rosso con l'estremità nera. Le zampe sono nere.
Abitudini	Si nutrono planando sull'acqua piombando all'improvviso sui banchi di pesce che stazionano immediatamente al di sotto della superficie. Praticano spesso della "pirateria" rubando il cibo catturato da altri uccelli.
Alimentazione	Si nutre prevalentemente di pesce, invertebrati acquatici e crostacei.
Riproduzione	E' specie monogama, nidifica sia in colonie che in modo solitario. Entrambi i genitori costruiscono il nido creando una leggera depressione nel suolo che riempiono di alghe, muschi o altro materiale vegetale. La femmina depone due o tre uova e l'incubazione dura 20-22 giorni.
Habitat e Area di Distribuzione	La specie predilige zone ripariate
Status della Specie	Le colonie sono estremamente sensibili al disturbo antropico. Altre minacce alla conservazione della specie, arrivano dalla predazione da parte di corvi gabbiani e di alcuni mustelidi (in particolare Mustela vison) e dalle inondazioni. E' una specie strettamente legata alla disponibilità di pesce.



Sterna comune (*Sterna hirundo*)



Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Charadriiformes
Famiglia	Sternidae
Genere	<i>Sterna</i>
Specie	<i>hirundo</i>
Taglia	31-35 centimetri - Apertura alare 82-95 centimetri
Peso	90-150 g
Descrizione	In estate ha il becco rosso con punta nera, mentre in inverno il becco è nero con solo la base rossa. Le zampe sono rosse, ed in inverno e da immaturo ha un cappuccio nero con la fronte bianca; in estate il cappuccio è uniformemente nero.
Abitudini	E' un migratore con volo leggero ed elegante.
Alimentazione	Si ciba esclusivamente di organismi animali, come molluschi, anellidi, echinodermi, insetti, ma anche piccoli pesci.
Riproduzione	La riproduzione avviene dalla metà di maggio a luglio. Entrambi i sessi scavano una depressione nel terreno che viene addobbata con molluschi, fucelli, erba, alghe, ecc. Depone da 2 a 3 uova di colorazione brunastra, bianca o verde, tutte macchiettate di scuro. In genere è la femmina che cova fino a 26 giorni le uova, mentre il maschio la alimenta. I nuovi nati impiegano da 3 a 4 settimane per essere adatti al volo.
Habitat e Area di Distribuzione	Si rinviene sia in zone costiere che all'interno dove si posiziona lungo i corsi d'acqua e sui laghi. Nelle zone litorali predilige anche per la nidificazione isolotti rocciosi, ma la si può trovare anche in zone paludose o di spiaggia.
Status della Specie	Nell'UE la popolazione di Sterna comune mostra un trend positivo. L'alterazione dell'habitat rappresenta la minaccia principale alla conservazione di questa specie. Altri problemi arrivano dal disturbo antropico alle colonie nelle zone di riproduzione, dalla predazione e dall'uso di pesticidi. Nell'Europa centrale le aree di nidificazione si sono notevolmente ridotte a causa della distruzione delle spiagge e dall'inquinamento delle acque.



Mignattino piombato (*Chlydonias hybridus*)



Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Charadriiformes
Famiglia	Sternidae
Genere	<i>Chlydonias</i>
Specie	<i>hybridus</i>
Taglia	24 centimetri – Apertura alare 63-68 centimetri
Peso	50- 75 g
Descrizione	In estate è distinguibile dagli altri Mignattini per avere le guance ed i lati del collo bianchi, in contrasto con il nero del vertice e le parti inferiori grigio scuro. In volo è identificabile per l'evidente bianco sotto le ali e le copritrici caudali. In inverno la testa assume una colorazione più pallida nella parte superiore.
Abitudini	E' una specie migratrice. Quando individua la preda si lancia su di essa con una rapida picchiata.
Alimentazione	Effettua picchiate improvvise per catturare dal pelo dell'acqua insetti e le loro larve, crostacei ed anellidi. Occasionalmente l'alimentazione comprende piccoli vertebrati, come stadi larvali di anfibi e piccoli pesci.
Riproduzione	Il nido è formato da un raggruppamento di vegetazione raccolta sull'acqua (giunchi, ninfee, ecc.) e posto sul terreno circostante alle zone acquitrinose. Generalmente vengono deposte 3 uova di colore verdastro o bruno, ricoperte di macchie. La cova, affidata alla femmina, dura fino a 17 giorni e i pulcini dopo 4 settimane sono pronti al volo.
Habitat e Area di Distribuzione	Frequenta lagune, stagni e paludi ricoperti da folta vegetazione.
Status della Specie	La sua popolazione varia fortemente a causa di fattori naturali. Le principali minacce alla distruzione dei suoi habitat sono dovute alla bonifica di zone umide, alla canalizzazione dei corsi d'acqua, all'eutrofizzazione delle acque ed alla scomparsa della vegetazione sommersa. Il disturbo dovuto al turismo e agli sport acquatici rappresenta anch'esso una minaccia alla conservazione della specie.



Mignattino (*Chlydonias niger*)



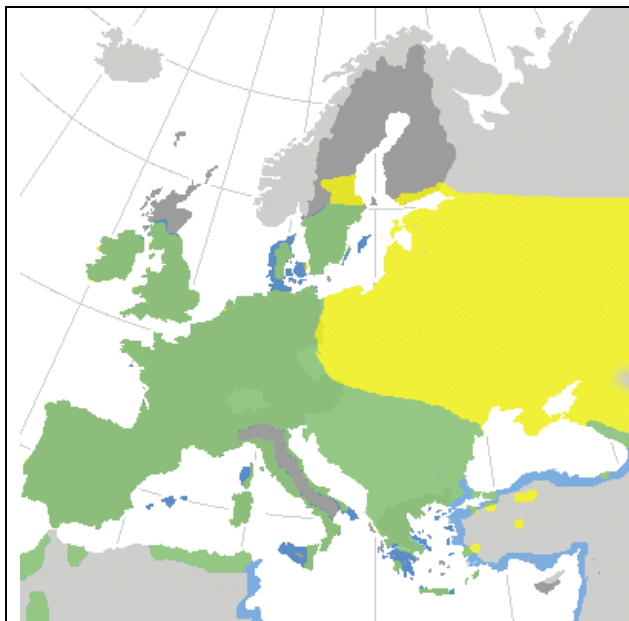
Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Charadriiformes
Famiglia	Sternidae
Genere	<i>Chlydonias</i>
Specie	<i>niger</i>
Taglia	24 centimetri - Apertura alare 63-68 centimetri
Peso	50-75 g
Descrizione	In livrea nuziale ha il dorso e le copritrici grigio nerastre. Il petto e le ali sono grigio chiaro mentre l'addome è bianco. Il becco è nero e le zampe sono rossastre
Abitudini	E' specie migratrice e durante gli spostamenti autunnali forma gruppi composti da migliaia di individui.
Alimentazione	Si nutre principalmente di insetti acquatici ma anche di piccoli pesci in acque poco profonde.
Riproduzione	Nidifica in laghi, paludi o corsi d'acqua calme. Il nido consiste in una piattaforma galleggiante, di canne e vegetazione acquatica. La femmina depone generalmente tre uova che schiudono dopo ventun giorni di incubazione.
Habitat e Area di Distribuzione	Sverna in oceano lungo le coste dell'Africa. Durante la migrazione la si rinviene sia in acque dolci che lungo le coste marine.
Status della Specie	La sua popolazione varia fortemente a causa di fattori naturali. Le principali minacce alla distruzione dei suoi habitat sono dovute alla bonifica di zone umide, alla canalizzazione dei corsi d'acqua, all'eutrofizzazione delle acque ed alla scomparsa della vegetazione sommersa. Il disturbo dovuto al turismo e agli sport acquatici rappresenta anch'esso una minaccia alla conservazione della specie.



Martin pescatore (*Alcedo atthis*)



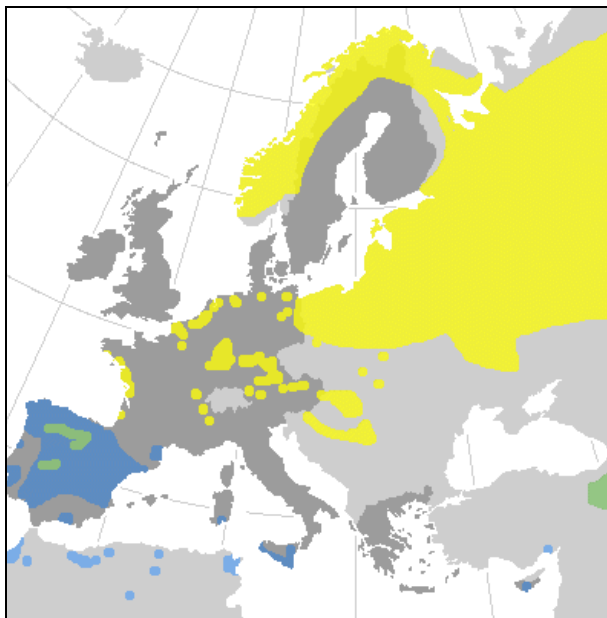
Legenda:
giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Coraciiformes
Famiglia	Alcedinidae
Genere	<i>Alcedo</i>
Specie	<i>atthis</i>
Taglia	16 – 17 cm; apertura alare 24 – 26 cm
Peso	40 – 45 g
Descrizione	Piccolo uccello inconfondibile per la colorazione della sua livrea. Ha un becco lungo, grosso alla base, ali e coda brevi e piedi piccoli. Nelle parti superiori è blu-verde metallico, in quelle inferiori e sulle guance è giallo ruggine, ai lati del collo spicca una macchia bianca.
Abitudini	E' dotato di un volo sempre rapido e uniforme, che gli permette di fendere l'aria in linea retta, mantenendosi in una direzione parallela a quella del livello dell'acqua. A causa dei piccoli piedi si limita a saltellare su pietre o rami, ma non cammina mai sul terreno. E' un uccello poco socievole e vive solitario, non tollerando alcun concorrente nel suo territorio di caccia. E' sedentario e rimane posato per varie ore su un medesimo ramo, con lo sguardo rivolto all'acqua, in attesa della preda.
Alimentazione	Si nutre principalmente di pesciolini, oltre che di insetti. Animale molto vorace, necessita di una grande quantità di cibo (relativamente alle proprie dimensioni), consumando in media giornalmente dieci o dodici pesciolini lunghi un dito. Pesca con il becco tuffandosi fulmineo da un ramo o da un masso. Con pochi colpi su di un sasso uccide la preda e la ingoia, magari dopo averla lanciata in aria per ridisporla in un orientamento migliore.
Riproduzione	L'accoppiamento ha luogo a fine marzo o ai primi di aprile, periodo in cui la coppia si mette alla ricerca di un luogo adatto alla nidificazione. Il nido, di solito, è situato su di un cunicolo scavato in argini sabbiosi, e richiede il lavoro di entrambi i coniugi per circa tre settimane. La stessa cavità viene riutilizzata per vari anni di seguito, ma l'abbandona appena si accorge che ha subito qualche modificazione. Nel nido vengono deposte, tra la fine di aprile e i primi giorni di maggio, 6 o 7 uova dalle quali sgusciano dopo circa quindici giorni i piccoli che vengono nutriti da entrambi i genitori.
Habitat e Area di Distribuzione	Vive sempre vicino ai corsi d'acqua dolce, fiumi, laghi e stagni. Vive in tutta l'Europa centrale e meridionale, nell'Asia centro-meridionale e in gran parte dell'Africa. In Italia è stazionario e di passo ed è comune ovunque.
Status della Specie	Diverse popolazioni della specie versano attualmente in declino. L'inquinamento organico e chimico dei corsi d'acqua, la loro canalizzazione, la rimozione della vegetazione acquatica e l'antropizzazione sono le più gravi minacce per la specie.



Pettazzurro (*Luscinia svecica*)



Legenda:

giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante



Ordine	Passeriformes
Famiglia	Turdidae
Genere	<i>Luscinia</i>
Specie	<i>svecica</i>
Taglia	14 cm
Peso	15 – 23 g
Descrizione	Somigliante al Pettirosso nella forma e nel comportamento, il pettazzurro si caratterizza oltre che per la colorazione del petto, cui deve il nome, anche per la coda bruno-scura, con base rossastra brillante, vistosa in volo e quando aperta.
Abitudini	Il maschio in primavera ha collarino blu brillante, separato delle parti inferiori color crema da una banda nera o bruno rossastra. Animale di indole piuttosto solitaria ed elusiva.
Alimentazione	Si ciba prevalentemente di invertebrati, ma anche di semi e frutti, cercando il cibo nel terreno o tra la vegetazione.
Riproduzione	Il nido è costruito sui ciuffi d'erba, o nelle insenature delle rive fluviali
Habitat e Area di Distribuzione	Lo si ritrova in paludi tra i cespugli in boschetti di salici e ontani, o in vincheti e tra la vegetazione bassa dei fossati. La forma a gola bianca è visitatore estivo raro nelle aree centrali della regione Palearctica, ma può essere localmente abbondante. La forma a gola rossa è abbondante al Nord. L'areale della specie comprende l'Europa centro-settentrionale e l'Asia settentrionale.
Status della Specie	In Europa esistono tre differenti sottospecie di pettazzurro, una delle quali, <i>L. s. namnetum</i> è endemica europea. Le cause principali di declino della specie sono ricondotte alla perdita e al degrado dell'habitat naturale a seguito dell'antropizzazione.



Averla piccola (*Lanius collurio*)



<p>Legenda: giallo= estivante verde= stanziale blu= svernante</p>	
Ordine	Passeriformi
Famiglia	Lanidae
Genere	<i>Lanius</i>
Specie	<i>collurio</i>
Taglia	17 centimetri - Apertura alare 24- 27 centimetri
Peso	26-31 g
Descrizione	Il maschio ha vertice e collo grigi, parti superiori rosso bruno, maschera facciale nera, remiganti e coda nere ma con lati della base della coda e timoniere esterne bianchi. Gola bianca, petto e ventre rosa. La femmina non ha testa grigia e spesso manca della maschera facciale (talvolta presente ma bruna). Parti superiori completamente brune con spalle e groppone leggermente barrati. Parti inferiori biancastre, con barratura variabile (talvolta assente) su petto e fianchi. Giovani come la femmina, ma fortemente barrati. Becco nero e forte con punta adunca come quella di un rapace. Si può spesso osservare sulla cima di cespugli, su rami morti, reticolati ecc.
Abitudini	Quando è disturbato si nasconde nei cespugli. Agita lateralmente la coda. Come le altre averle ha l'abitudine di infilzare la preda sulle spine dei rovi.
Alimentazione	Grossi insetti e piccoli vertebrati, quali roditori e lucertole. Avvista le prede dai posatoi da cui poi si lancia per catturarle sia in volo sia a terra; le prede quindi vengono portate ai posatoi dove vengono ingoiate o infilzate sulle spine.
Riproduzione	La riproduzione ha inizio nel mese di maggio. Il nido è costruito su di un cespuglio folto e spinoso. L'incubazione, a carico della femmina, dura circa due settimane. Le cure dei 5 o 6 giovani si protraggono fino a giugno quando i giovani lasciano il nido.
Habitat e Area di Distribuzione	Campagna semiaperta con roveti, dune con cespugli sparsi, aree coltivate con filari di siepi, margini dei boschi, paludi, ecc
Status della Specie	La sua popolazione è in netta diminuzione in tutto il suo areale. La cause principali sono la scomparsa e l'alterazione dell'habitat a causa dell'ammodernamento delle tecniche agricole, l'uso di insetticidi ed i rimboschimenti.



2.3.5.2. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE

Cormorano (*Phalacrocorax carbo*)


	Ordine	Pelecaniformes
	Famiglia	Phalacrocoracidae
	Genere	<i>Phalacrocorax</i>
	Specie	<i>carbo</i>
	Taglia	80 cm; Apertura alare 135 cm
	Peso	1700 – 2800 g
	Descrizione	In media, lungo 90 cm. e apertura alare di 145 cm. Grosso uccello nerastro con mento e guance bianchi, becco robusto ed uncinato all'apice. Nel periodo della riproduzione acquista una macchia bianca ovale ai lati delle coste. In autunno e inverno è completamente scuro tranne per un macchia bianca sulla gola.
	Abitudini	Il cormorano è un predatore diurno che caccia spesso in gruppo. Il suo piumaggio non è interamente impermeabile; questo fatto lo costringe a trascorrere di giorno molto del suo tempo sui rami alti degli alberi aprendo le ali per asciugarle al vento e al sole.
	Alimentazione	Si nutre prevalentemente di pesce che pesca andando in apnea anche per 1 minuto, fino a 9 metri di profondità.
	Riproduzione	La costruzione del nido è affidata prevalentemente al maschio. In genere si depongono da 2 a 4 uova di colore blu pallido o grigiastre, con venature bianche. I due sessi covano le uova per circa 29 giorni. Dopo circa due mesi sono pronti per il loro primo volo, ma non si allontanano dalla famiglia ancora per qualche tempo.
Habitat e Area di Distribuzione		Frequenta acque dolci, salmastre e salate. Vive in colonie di dimensioni variabili.

Tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*)


	Ordine	Podicipediformes
	Famiglia	Podicipedidae
	Genere	<i>Tachybaptus</i>
	Specie	<i>ruficollis</i>
	Taglia	23 - 29 cm; apertura alare: 40 - 45 cm.
	Peso	140 - 230 g
	Descrizione	Specie politipica. E' il più piccolo dei Podicipedidi italiani, facilmente riconoscibile in periodo riproduttivo per la tinta rosso castano del collo e delle guance e per le macchie giallastre alla base del becco. In inverno assume tinte bruno-nerastre sul capo e sul dorso in contrasto con quelle bianco-sporco di collo e addome. I due sessi sono simili, ma il tuffetto sfoggia abiti differenziati nelle diverse stagioni.
	Alimentazione	
	Riproduzione	
	Habitat e Area di Distribuzione	Nidifica prevalentemente in specchi d'acqua dolce, mentre in inverno frequenta prevalentemente acque salate o salmastre. Nidifica con diverse sottospecie in Europa, Asia ed Africa; la ssp. nominale abita l'Europa centro meridionale e le coste settentrionali dell'Africa tra il 30° ed il 60° parallelo. In Italia il Tuffetto risulta frequente durante i periodi migratori: marzo-aprile e settembre-novembre.



Porciglione (*Rallus aquaticus*)


	Ordine	Gruiformes
	Famiglia	Rallidae
	Genere	<i>Rallus</i>
	Specie	<i>aquaticus</i>
	Taglia	28 centimetri
	Peso	90-120 g
	Descrizione	Il Porciglione ha dimensioni medio-piccole, becco più lungo della testa, assottigliato e leggermente curvato all'apice, coda stretta e arrotondata, tarsi abbastanza lunghi. Il piumaggio in entrambi i sessi è di color bruno-olivastro a strisce nere nelle parti superiori, grigio-ardesia ai lati del capo, collo e petto, fianchi barrati di bianco e nero, sottocoda biancastro, zampe marroni o tendenti all'olivastro, becco rosso. In volo si riconosce per il volo piuttosto debole a zampe pendenti, il lungo becco rosso e il sottocoda biancastro
	Alimentazione	Si ciba sia di piccoli animali (insetti, ragni, crostacei, molluschi, vermi, sanguisughe, piccoli pesci) sia di sostanze vegetali (semi, bacche, erbe, radici).
	Riproduzione	La stagione riproduttiva inizia in aprile e si protrae fino a luglio. Gli accoppiamenti sono preceduti da un rituale di corteggiamento secondo il quale la femmina cammina intorno al maschio emettendo un sommesso canto e strofinando il becco contro quello del partner, il quale poi a sua volta liscia col becco il collo della compagna. Il nido di steli di giunco e canna viene costruito nel fitto della vegetazione dove l'acqua è bassa. La femmina depone da 5 a 10 uova, che sono incubate per 19-20 giorni. Il maschio assolve il compito di portare il cibo alla compagna nel nido, sostituendola nella cova solo per brevi intervalli di tempo. I pulcini lasciano presto il nido e nei primi giorni assumono il cibo esclusivamente dai genitori, che cessano di imbeccarli all'età di due settimane; a 7-8 settimane di età si rendono indipendenti. In genere compie due covate all'anno.
	Habitat e Area di Distribuzione	Frequenta folti canneti e giuncheti di specchi d'acqua, fiumi, fossi, paludi.

Picchio verde (*Picus viridis*)


	Ordine	Piciformes
	Famiglia	Picido
	Genere	<i>Picus</i>
	Specie	<i>viridis</i>
	Taglia	31 centimetri
	Peso	160-250 g
	Descrizione	Testa grossa con becco largo e allungato, corpo tozzo, zampe corte con quattro dita munite di unghie robuste. Vertice della testa rosso con mascherina nera intorno agli occhi, groppone giallo verdastro, dorso verde-oliva, ali verde più scuro. Utilizza le zampe puntellandosi con la coda per spostarsi lungo i tronchi e martella continuamente con il becco per ricercare il cibo.
	Alimentazione	Si nutre di insetti xilofagi che cattura inserendo la lunga lingua nelle gallerie scavate nel legno con il becco. Molto appetite anche le formiche. In autunno si nutre anche di bacche, ghiande che accumula nel nido.
	Riproduzione	Stagione riproduttiva da metà aprile a metà maggio. Nidifica nei buchi scavati da entrambi i partners nei tronchi. Dopo un'incubazione di circa 15-19 gg nascono i piccoli; l'involo si ha dopo una ventina di giorni, ma la completa indipendenza si ha dopo 35 giorni dalla schiusa.
	Habitat e Area di Distribuzione	In Italia è stanziale. Frequenta boschi cedui, terreni coltivati.



Picchio rosso minore (*Picoides minor*)

	Ordine	Piciformes
	Famiglia	Picidi
	Genere	<i>Picoides</i>
	Specie	<i>minor</i>
	Taglia	15 centimetri
	Peso	18-22 g
	Descrizione	E' il più piccolo picchio europeo: ha le parti superiori fittamente barrettate bianche e nere e, nel maschio, il vertice è carminio scuro (biancastro nelle femmine).
	Alimentazione	E' essenzialmente insettivoro e predilige gli adulti e le larve di insetti silofagi.
	Riproduzione	Il nido è costituito da una cavità fatta dal maschio su alberi morti facili da forare. La femmina, in maggio, depone cinque o sei uova
	Habitat e Area di Distribuzione	Frequenta generalmente boschi di latifoglie. Predilige le zone a ridosso dei corsi d'acqua dove la vegetazione è costituita generalmente da piante "tenere", quali pioppi salici e ontani, facili da forare.

Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*)


	Ordine	Podicipediformes
	Famiglia	Podicipedidae
	Genere	<i>Podiceps</i>
	Specie	<i>cristatus</i>
	Taglia	45 centimetri – Apertura alare 85-90 centimetri
	Peso	750- 1200 g
	Descrizione	Presenta un collo sottile bianco e un dorso bruno; sulla testa vi sono due caratteristici ciuffi auricolari nerastri, mentre durante il periodo riproduttivo compaiono pennacchi rossicci sulla nuca; il becco sottile è allungato. Sono cattivi volatori ma agili nuotatori e tuffatori.
	Alimentazione	Si ciba prevalentemente di pesci, ma anche di insetti acquatici e relative larve, rane, girini e gamberi che cattura con il becco stretto e appuntito
	Riproduzione	Costruisce nidi galleggianti, ancorati in qualche modo alla vegetazione di riva; i nidi sono composti da accumuli di diverso materiale e di dimensioni sufficienti ad isolare perfettamente le uova dall'acqua. Tra aprile e giugno la femmina depone da due a sei uova biancastre e le cova, insieme al maschio, per 27-29 giorni. Qualora lo svasso abbandoni momentaneamente il nido, esso provvede sempre a nascondere le uova dalla vista di probabili predatori, coprendole con pezzi di materiale vegetale. Entrambi i genitori assolvono alle cure parentali.
	Habitat e Area di Distribuzione	Frequenta gli specchi d'acqua estesi e calmi, come laghi e fiumi a lento corso, con le rive coperte da fitta vegetazione di canne e giunchi, dove può facilmente confondersi per le tonalità di colore del piumaggio (criptismo). Visita anche le acque costiere durante la migrazione o nel caso in cui la stagione invernale sia talmente rigida da far gelare stagni e fiumi dove sarebbe impossibile procurarsi del cibo.



Airone cenerino (*Ardea cinerea*)

	Ordine	Ciconiiformes
	Famiglia	Ardeidae
	Genere	<i>Ardea</i>
	Specie	<i>Cinerea</i>
	Taglia	90-98 centimetri - Apertura alare 175-195 centimetri
	Peso	600-1200 g
	Descrizione	Piumaggio grigio e bianco; collo e testa sono bianchi con una striscia nera che parte dall'occhio e si prolunga in lunga una penna filiforme nera. Il becco è arancio, le zampe sono molto lunghe e brunastre. Volà con la testa incassata nelle spalle e le zampe estese.
	Alimentazione	Ama cibarsi di pesci catturati in acque molto basse, spesso facendosi ombra nell'acqua con le ali; si nutre però anche di insetti, crostacei, rettili, anfibi e micromammiferi.
	Riproduzione	Nidifica in colonie solitamente su alti alberi, anche insieme ad altre specie di ardeidi. Le coppie arrivano al nido nel mese di marzo e spesso rinnovano quello dell'anno precedente. La femmina depone da 3 a 5 uova di color azzurro-verde di forma ovale, che cova assieme al maschio per 25-26 giorni.
Habitat e Area di Distribuzione		Frequenta le rive di laghi, stagni e fiumi, le lagune salmastre e gli estuari, spesso anche le coste marine

Fischione (*Anas penelope*)

	Ordine	Anseriformes
	Famiglia	Anatidae
	Genere	<i>Anas</i>
	Specie	<i>penelope</i>
	Taglia	46 centimetri – apertura alare 81 centimetri
	Peso	500-900 g
	Descrizione	Il maschio ha testa castana con fronte giallastra, corpo grigio e petto rosato. La femmina ha becco corto e colorazione rossiccia con una striscia chiara sulle spalle
	Alimentazione	Si nutre quasi esclusivamente di vegetali come foglie, steli, stoloni e rizomi. Si ciba pascolando in terreni temporaneamente allagati o parzialmente sommersi, o anche sulla superficie dell'acqua.
Riproduzione		Il nido è costruito con materiale vegetale, tappezzato da abbondante piumino e posizionato a terra tra la fitta vegetazione, nei pressi dell'acqua o un poco più distante. L'incubazione delle uova (8-9) è a carico della sola femmina e dura 24-25 giorni. I pulcini sono indipendenti dopo 40-45 giorni.
Habitat e Area di Distribuzione		Frequenta zone di acque dolci a bassa profondità, con abbondante vegetazione di fondo e flottante. Presente anche nelle aree marittime con zone di marea e lagune.



Marzaiola (*Anas querquedula*)


	Ordine	Anseriformes
	Famiglia	Anatidae
	Genere	<i>Anas</i>
	Specie	<i>querquedula</i>
	Taglia	39 centimetri - Apertura alare 61 centimetri
	Peso	300-440 g
	Descrizione	Il maschio è caratterizzato da un largo sopracciglio bianco e da lunghe, pendenti scapolari bianche e nere. La femmina è riconoscibile dalle altre anatre per una striscia chiara sotto il sopracciglio scuro.
	Alimentazione	Si ciba sia di sostanze animali (piccoli pesci, piccoli anfibi, insetti, crostacei e molluschi) che vegetali (foglie, radici e semi).
	Riproduzione	Nidifica lungo le rive, ai margini di specchi d'acqua o addirittura nei campi. Le uova, da 8 a 11, sono di color marrone chiaro e vengono incubate dalla sola femmina. I piccoli sono in grado di volare a 5-6 settimane dalla nascita.
	Habitat e Area di Distribuzione	Predilige piccoli specchi d'acqua dolce poco profondi, calmi e con piante emergenti o galleggianti.

Canapiglia (*Anas strepera*)

	Ordine	Anseriformes
	Famiglia	Anatidae
	Genere	<i>Anas</i>
	Specie	<i>strepera</i>
	Taglia	51 centimetri - Apertura alare 95 centimetri
	Peso	650-900 g
	Descrizione	Entrambi i sessi hanno una macchia bianca sul margine posteriore dell'ala, particolarmente evidente in volo. Il maschio è grigio con un'evidente sottocoda nera, becco grigio e zampe giallo arancio; la femmina ha piumaggio bruno e becco grigio con margini color arancio.
	Alimentazione	Si ciba prevalentemente delle parti verdi dei vegetali, ma anche di piccoli anfibi, uova di pesci, insetti e molluschi.
	Riproduzione	Il nido è poco profondo, sempre costituito da foglie ed erba, ed è sempre posizionato a terra. Spesso la femmina provvede da sola all'incubazione delle uova (8-12) e accudisce i piccoli per circa 25 giorni dopo la loro nascita.
	Habitat e Area di Distribuzione	In acque basse, ferme o a corso lento; in rive aperte o coperte da vegetazione. D'inverno preferisce i grandi specchi d'acqua poco profondi e con moderatissimo tenore salino, come laghi, foci e lagune.



Alzavola (*Anas crecca*)


	Ordine	Anseriformes
	Famiglia	Anatidae
	Genere	<i>Anas</i>
	Specie	<i>crecca</i>
	Taglia	36 centimetri – Apertura alare 61 centimetri
	Peso	250- 400 g
	Descrizione	Il maschio ha una striscia bianca orizzontale sulle scapolari, testa castano scuro con una fascia verde che si incurva dall'occhio all'indietro. La femmina è macchiettata di bruno con una striscia nerastra all'altezza dell'occhio.
	Alimentazione	Principalmente si alimenta con vegetali e in minore parte con molluschi, larve di insetti, crostacei e anellidi.
	Riproduzione	Il nido è posto sul terreno, ben nascosto da vegetazione erbacea o arbustiva, generalmente non lontano dall'acqua ed è costruito da materiale vegetale e rivestito da piumino. Vengono deposte 8-10 uova e l'incubazione, a carico della sola femmina, dura 21-25 giorni. La schiusa è sincrona e i pulli, nidifughi, sono atti al volo tra i 25 e i 44 giorni
	Habitat e Area di Distribuzione	Predilige gli specchi d'acqua poco profondi, specialmente se contornati da canneti, quindi lo si può trovare negli stagni, paludi, rive di corsi d'acqua a flusso lento e pozze in radure di boschi.

Usignolo di fiume (*Cettia cetti*)


	Ordine	Passeriformes
	Famiglia	Sylviidae
	Genere	<i>Cettia</i>
	Specie	<i>cetti</i>
	Taglia	14 centimetri
	Peso	14 g
	Descrizione	Ha una colorazione piuttosto discreta. Il dorso e la coda sono bruni mentre il petto e l'addome sono grigi. L'occhio viene messo in evidenza da un sottile sopracciglio grigio che lo circonda. Si tratta di una specie schiva, si nasconde tra la vegetazione arbustiva e si sposta con voli rapidi e furtivi.
	Alimentazione	Si nutre prevalentemente di insetti ma può cibarsi anche di molluschi e vermi.
	Riproduzione	Il nido è costituito da materiale vegetale (rametti, foglie,.) e costruito in prossimità del suolo. La femmina depone solitamente cinque uova che cova per circa tredici giorni.
	Habitat e Area di Distribuzione	Predilige boschi più o meno fitti e siepi sempre in prossimità di corsi o specchi d'acqua.




Salciaiola (*Locustella luscinioides*)

	Ordine	Passeriformes
	Famiglia	Sylviidae
	Genere	<i>Locustella</i>
	Specie	<i>luscinioides</i>
	Taglia	14 centimetri
	Peso	14-18 g
	Descrizione	Presenta un dorso bruno rossiccio uniforme, mentre l'addome è bianco con sfumature brune più marcate verso i fianchi. Il petto è bruno olivastro. Uno stretto sopracciglio color crema sottolinea l'occhio. La coda ha l'estremità arrotondata e il sottocoda presenta striature chiare. Molto schiva, si sposta con voli rapidi.
	Alimentazione	Si ciba esclusivamente di insetti.
	Riproduzione	Costruisce il nido all'interno di folti cespugli di falasco o tra le canne secche ammassate al suolo. Depone mediamente 5 uova.
Habitat e Area di Distribuzione		Frequenta il fragmiteto in prossimità di laghi, stagni o corsi d'acqua.

Cannaiola verdognola (*Acrocephalus palustris*)


	Ordine	Passeriformes
	Famiglia	Sylviidae
	Genere	<i>Acrocephalus</i>
	Specie	<i>palustris</i>
	Taglia	13 centimetri
	Peso	11-15 g
	Descrizione	Presenta una colorazione più o meno uniforme con tonalità che vanno dal bruno al verde oliva.
	Alimentazione	La sua dieta è esclusivamente insettivora.
	Riproduzione	Costruisce il nido tra il canneto e vi depone generalmente quattro uova di color grigio-azzurro, con macchie di color oliva.
Habitat e Area di Distribuzione		Frequenta zone con una vegetazione fitta costituita da ortiche e ombrellifere, ma anche boschetti in prossimità di specchi o corsi d'acqua.

Cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus*)


	Ordine	Passeriformes
	Famiglia	Sylviidae
	Genere	<i>Acrocephalus</i>
	Specie	<i>scirpaceus</i>
	Taglia	13 centimetri
	Peso	10-15 g
	Descrizione	Gli adulti presentano dorso bruno e addome bianco. Le remiganti sono bruno scuro e il codrione tende al rossiccio.
	Alimentazione	Insettivoro
	Riproduzione	Costruisce il nido appeso alle canne e vi depone generalmente quattro o cinque uova tra aprile e giugno.
Habitat e Area di Distribuzione		Frequenta canneti alti e fitti ma non troppo estesi.



Cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*)

	Ordine	Passeriformes
	Famiglia	Sylviidae
	Genere	<i>Acrocephalus</i>
	Specie	<i>arundinaceus</i>
	Taglia	19 centimetri
	Peso	25-37 g
	Descrizione	Il dorso è bruno, i fianchi e il groppone marroncini, l'addome è bianco con sfumature brune. Uno stretto sopracciglio color crema risalta l'occhio. Le ali sono grigie. Il becco è fine ed allungato come tutti gli insettivori.
	Alimentazione	Si nutre prevalentemente di insetti (libellule, coleotteri e piccoli lepidotteri) ma anche di piccoli anfibi e ragni.
	Riproduzione	Appendice il proprio nido al canneto a circa 70 centimetri dall'acqua. Generalmente depone cinque uova di color azzurro con macchie e screziature brunastre. La cova dura circa due settimane.
Habitat e Area di Distribuzione		Vive in zone paludose costituite da phragmites

Migliarino di palude (*Emberiza schoeniclus*)

	Ordine	Passeriformes
	Famiglia	Emberizidae
	Genere	<i>Emberiza</i>
	Specie	<i>schoeniclus</i>
	Taglia	16 centimetri
	Peso	16-25 centimetri
	Descrizione	Il maschio presenta capo nero con colletto bianco che parte dall'attaccatura inferiore del becco. L'addome è bianco-grigio con bande verticali bruno scure, il dorso è bruno scuro con striature marroni più chiare. La coda presenta le estremità bianche.
	Alimentazione	Si ciba di insetti (odonati, lepidotteri,...), artropodi (ragni), molluschi, crostacei e semi di piante acquatiche in particolar modo di phragmites
	Riproduzione	Depone quattro o cinque uova.
Habitat e Area di Distribuzione		Vive nel canneto costituito da phragmites in prossimità di stagni, laghi e corsi d'acqua.



2.3.6. Mammiferi

Gli unici mammiferi di interesse comunitario presenti nel SIC sono due specie di pipistrello:

- Vespertilio mustacchino (*Myotis mystacinus*)
- Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*).

Sono poi presenti altri 20 mammiferi di seguito elencati, accompagnati da note di ecologia e stato di protezione.

Come descritto nelle pagine seguenti, la mammalofauna presente nel SIC si caratterizza per non possedere specie di rilevante interesse conservazionistico particolarmente legate all'ambiente dominante del SIC: il lago. Solo l'arvicola terrestre, specie di nessun particolare interesse naturalistico, mantiene questo legame.

Tabella 24. Elenco degli altri mammiferi presenti nel SIC (disegni tratti da: www.regione.emilia-romagna.it/parchi/fauna).





FOTO	ORDINE	FAMIGLIA	SPECIE	HABITAT	PROTEZIONE
	INSETTIVORI	ERINACEIDI	Riccio europeo occidentale (<i>Erinaceus europaeus</i>)	pianura, collina e montagna anche fino a 2000 m di altitudine; in boschi, margini di boschi, campi coltivati, parchi, giardini, siepi, cespuglieti	NESSUNA
	INSETTIVORI	TALPIDI	Talpa europea (<i>Talpa europaea</i>)	dalla pianura anche fino a 2000 metri di altitudine, in campi coltivati, prati con terreni prevalentemente freschi, porosi dove può agevolmente scavare le sue gallerie.	NESSUNA
	INSETTIVORI	SORICIDI	Toporagno comune (<i>Sorex araneus</i>)	qualsiasi ambiente con un minimo di copertura, soprattutto però aree umide e fresche con suoli ricchi di humus.	SPECIE PROTETTA (L. n.157/92; Convenzione di Berna)
	INSETTIVORI	SORICIDI	Crocivura minore (<i>Crocivura suaveolens</i>)	ovunque vi sia un minimo di copertura.	SPECIE PROTETTA (L. 11/02/1977, n. 157; Convenzione di Berna)








FOTO	ORDINE	FAMIGLIA	SPECIE	HABITAT	PROTEZIONE
	CHIROTTERI	VESPERTILIONIDI	Pipistrello nano (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	in origine boschereccia, è nettamente antropofila, tanto che oggi preferisce gli abitati, grandi o piccoli che siano.	NESSUNA
	CHIROTTERI	VESPERTILIONIDI	Orecchione alpino (<i>Plecotus alpinus</i>)	specie primariamente forestale, che si alimenta in larga parte di prede posate sulle fronde. E' nota la frequentazione di edifici come siti di rifugio.	Allegato IV Direttiva Habitat
	LAGOMORFI	LEPORIDI	Lepre comune (<i>Lepus europaeus</i>)	pianura, collina, montagna fino a 2000 m di altitudine; in diversi ambienti quali campi coltivati ma anche boschi, soprattutto di latifoglie, brughiere e dune.	SPECIE CACCIABILE
	LAGOMORFI	LEPORIDI	Coniglio selvatico (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	pianura, collina, raramente oltre i 500 m di altitudine. Predilige terreni asciutti, sabbiosi ed in parte argillosi, anche in boschi soprattutto di conifere.	SPECIE CACCIABILE
	RODITORI	SCIURIDI	Scoiattolo (<i>Sciurus vulgaris</i>)	preferibilmente nei boschi, sia di conifere che di latifoglie con sottobosco; in montagna sale fino al limite della vegetazione arborea; anche in parchi e giardini.	SPECIE PROTETTA (L. n.157/92; Convenzione di Berna)
















FOTO	ORDINE	FAMIGLIA	SPECIE	HABITAT	PROTEZIONE
	RODITORI	GLIRIDI	Muscardino (<i>Muscardinus avellanarius</i>)	pianura, collina e montagna non oltre i 1600 m di altitudine; in boschi di latifoglie ricchi di sottobosco, frutteti, talvolta boschi di conifere; anche in parchi e giardini.	SPECIE PROTETTA (L. n.157/92; Convenzione di Berna)
	RODITORI	GLIRIDI	Ghiro (<i>Myoxus glis</i>)	pianura, collina e montagna, raramente oltre i 1000 m di altitudine, in parchi, giardini, frutteti; boschi di latifoglie, soprattutto querceti	SPECIE PROTETTA (L. n.157/92; Convenzione di Berna)
	RODITORI	MICROTIDI	Arvicola rossastra (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	Soprattutto boschi con denso sottobosco; cespuglieti ed anche campi con fitta coltre.	NESSUNA
	RODITORI	MICROTIDI	Arvicola terrestre (<i>Arvicola terrestris</i>)	strettamente associata a fossi, fiumi, stagni, laghi, con abbondante vegetazione erbacea e ripariale.	NESSUNA
	RODITORI	MURIDI	Topo selvatico (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	specie euriecia. Boschi, ma anche ambienti con copertura limitata o assente, come campi, giardini e pietraie.	NESSUNA
	RODITORI	MURIDI	Topolino delle risaie (<i>Micromys minutus</i>)	prati ad erba alta e incolta; risaie, canneti e colture cerealicole	NESSUNA



FOTO	ORDINE	FAMIGLIA	SPECIE	HABITAT	PROTEZIONE
	RODITORI	MURIDI	Topolino delle case (<i>Mus domesticus</i>)	prevalentemente commensale dell'uomo, frequenta abitazioni, magazzini e campi agricoli.	NESSUNA
	CARNIVORI	CANIDI	Volpe (<i>Vulpes vulpes</i>)	presente negli ambienti più estremi e diversi: dai deserti alle praterie, ai boschi, alle regioni fredde fino a quote anche superiori ai 3.000 m di altitudine. Presente talvolta anche in zone suburbane ed in ambienti antropizzati, preferisce però boschi, macchie, cespuglieti con sassale, anfratti e rocce che offrono maggiori possibilità di rifugio.	SPECIE CACCIABILE
	CARNIVORI	MUSTELIDI	Donnola (<i>Mustela nivalis</i>)	pianura, collina e montagna, anche oltre i 2000 metri di altitudine, in terreni coltivati, boschi, zone cespugliate, sassale e presso abitazioni abbandonate.	SPECIE PROTETTA (L. n.157/92; Convenzione di Berna)
	CARNIVORI	MUSTELIDI	Puzzola (<i>Mustela putorius</i>)	pianura, collina e montagna, specialmente in boschi, campi, ma anche presso insediamenti umani come case rurali, stalle e fienili.	SPECIE PROTETTA (L. n.157/92; Convenzione di Berna)
	CARNIVORI	MUSTELIDI	Faina (<i>Martes foina</i>)	pianura, montagna anche oltre i 2000 m di altitudine; in boschi, margini di boschi, zone rocciose, spesso anche vicino ad abitazioni.	SPECIE PROTETTA (L. n.157/92; Convenzione di Berna)





Vespertilio mustacchino (*Myotis mystacinus*)

		
Rosso= presenza (da: www.minambiente.it/Sito/settori_azione/scn/pubblicazioni/multimedia/mammiferi)		
Ordine	Chiroterri	
Famiglia	Vespertilionidi	
Genere	Myotis	
Specie	mystacinus	
Taglia	35-48 mm	
Peso	4-8 g	
Descrizione	Specie dal muso piccolo, con la caratteristica tipica di possedere le membrane delle ali particolarmente scure.	
Abitudini	Sverna nelle cavità sotterranee naturali o artificiali con temperature di (0) 2-8 °C e umidità relativa dell'80-100%; nei singoli ibernacoli è rarissimo che si rifugino più di 100 individui; questi, di regola, pendono liberamente dalle volte e dalle pareti, ma alcuni esemplari preferiscono incunearsi nelle fessure. L'ibernazione, durante la quale si trovano spesso più maschi che femmine, ha luogo tra ottobre e marzo; nei gruppi ibernanti si trovano talora altre specie come ad esempio Myotis daubentonii e M. brandtii.	
Alimentazione	Le prede, per lo più catturate in volo, sono rappresentate dai più diversi tipi di Insetti, ma soprattutto da Ditteri e Lepidotteri	
Riproduzione	La maturità sessuale viene raggiunta di regola a due anni in ambo i sessi, ma, almeno nelle femmine, anche nel primo anno di vita. Gli accoppiamenti avvengono dall'autunno alla primavera successiva, anche dentro gli ibernacoli. Le colonie riproduttive si formano a partire da maggio.	
Habitat e Area di Distribuzione	Specie primitivamente boschereccia, predilige attualmente i parchi e i giardini prossimi agli abitati e gli abitati stessi; può trovarsi dal livello del mare fino ad oltre 2.400 m di quota. Rifugi estivi e nursery, spesso vicini ai corsi d'acqua, nelle soffitte, negli interstizi fra le travature e le parti in muratura, negli spacchi esterni e interni delle mura, dietro le persiane, fra le pareti delle abitazioni e i loro eventuali rivestimenti esterni (di legno per esempio), entro le cappelle e le costruzioni di campagna anche se solo temporaneamente disabitate, di rado nei cavi degli alberi. È diffuso dall'Europa (a N fino all'Irlanda, Gran Bretagna e Scandinavia) e dal Marocco (non conosciuto altrove nell'Africa settentrionale) alla Cina nord-orientale, attraverso il Caucaso, l'Asia centrale, l'Iran e le regioni himalayane; salve confusioni con M. brandtii, è presente anche nelle isole maggiori del Mediterraneo, con esclusione delle Baleari e di Cipro; non segnalato per l'Arcipelago Maltese. Le nostre conoscenze sulla distribuzione della specie in Italia sono ampiamente lacunose; comunque la sua presenza sembra accertata per le regioni settentrionali e centrali, per la Sicilia e la Sardegna, ed è molto probabile per quanto concerne il resto della penisola.	
Status della Specie		



Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*)

 <p>Rosso= presenza (da: www.minambiente.it/Sito/settori_azione/scn/pubblicazioni/multimedia/mammiferi)</p>			
Ordine	Chiroteri		
Famiglia	Vespertilionidi		
Genere	<i>Pipistrellus</i>		
Specie	<i>kuhlii</i>		
Taglia	40-47 mm		
Peso	5-10 g		
Descrizione	Taglia piccola. Colorazione molto variabile, marrone-ruggine-bruna, con ventre solo leggermente piu' chiaro del dorso. Muso e orecchie bruni. Trago corto, con apice arrotondato.		
Abitudini	I luoghi di ibernazione sono fondamentalmente gli stessi di quelli utilizzati per l'estivazione; tuttavia, nella cattiva stagione, gli animali sembrano preferire le fenditure delle rocce e, negli edifici, le fessure più riparate e le cantine, pur potendosi trovare anche all'esterno, ad esempio nelle sbollature dell'intonaco e nelle crepe delle costruzioni in pietra.		
Alimentazione	Le prede consistono di piccoli Insetti catturati in volo: Ditteri, Lepidotteri, Tricotteri, Coleotteri, Emitteri, ecc.		
Riproduzione	Le femmine, già mature sessualmente nel primo anno di vita, si accoppiano fra agosto e la prima metà di ottobre. In questo periodo i due sessi si riuniscono in gruppi rumorosi.		
Habitat e Area di Distribuzione	Specie spiccatamente antropofila, in alcune regioni addirittura reperibile solo negli abitati, dai piccoli villaggi alle grandi città, ove si rifugia nei più vari tipi di interstizi presenti all'interno o all'esterno delle costruzioni.		
Status della Specie	Secondo la Lista Rossa dei Vertebrati Italiani, pubblicata dal WWF Italia nel 1997, la specie è "vulnerabile", cioè corre un alto rischio di estinzione nel futuro a medio termine. Inquinamento a parte, il maggior pericolo è rappresentato dall'azione di disturbo da parte dell'uomo nei rifugi situati in grotte e costruzioni.		



3. DESCRIZIONE SOCIO-ECONOMICA DEL SITO

3.1. INVENTARIO DEI SOGGETTI AMMINISTRATIVI E GESTIONALI CHE HANNO COMPETENZE SUL TERRITORIO NEL QUALE RICADE IL SITO

Di seguito è fornito l'elenco dei soggetti amministrativi e gestionali aventi competenze sul territorio in cui ricade il sito, con l'indicazione per ciascuno della relativa competenza.

Tabella 25. Elenco degli Enti e soggetti amministrativi e gestionali aventi competenze sul territorio in cui ricade il SIC.

Ente	Competenza
Regione Lombardia	Valutazioni d'incidenza
Provincia di Varese	Gestione diretta dall'attività Faunistico-Venatoria; Gestione indiretta del patrimonio ittico del lago.
Consorzio del Parco della Valle del Ticino	Gestione del SIC – valutazioni d'incidenza
Comune di Vergiate	Gestione del territorio comunale
Comune di Varano Borghi	Gestione del territorio comunale
Comune di Ternate	Gestione del territorio comunale
Comune di Comabbio	Gestione del territorio comunale
Comune di Mercallo	Gestione del territorio comunale
Società "I Due Laghi" s.r.l.	Gestione diretta dell'attività di pesca e delle attività ittiogeniche
Gestione Associata Lago Maggiore (Laveno)	La gestione del demanio lacuale e, nella fattispecie, di tutto ciò che concerne il rilascio di concessioni demaniali per qualsiasi uso (gli esempi più comuni riguardano gli ormeggi e le boe..) competono ai comuni rivieraschi, i quali aderiscono alla gestione associata con sede nel comune di Laveno.



3.2. INVENTARIO E VALUTAZIONE DELL'INTENSITA' DELLE ATTIVITA' UMANE PRESENTI ALL'INTERNO DEL SITO

3.2.1. Agricoltura, industria, allevamento, artigianato

Prima di passare alla definizione dell'intensità delle attività umane all'interno del SIC, è fatto breve cenno al quadro della situazione all'interno del bacino imbrifero del lago, date le evidenti connessioni tra quest'ultimo e l'area designata come SIC.

Le informazioni cartografiche sulla distribuzione e l'estensione delle attività umane sono derivate dal SIT Fauna della Provincia di Varese (Provincia di Varese, 2002). La carta dell'uso del suolo è prodotta nell'Atlante allegato. Rispetto al dettaglio offerto da quest'ultima, per semplicità di resa dei dati di copertura, alcune categorie di uso del suolo sono state qui accorpate. I grafici riportati in Figura 53 e Figura 54 mostrano che all'interno del bacino imbrifero la tipologia di uso del suolo più estesa è costituita dai boschi, boscaglie e arbusteti, comprendendo in questa categoria tutti i tipi di bosco (igrofilo, mesofilo, acidofilo e misto). Le aree di bosco maggiormente estese si trovano all'interno dei territori comunali di Comabbio, Mercallo, Vergiate e Varano Borghi. Di quest'area boschiva il SIC comprende solo il 6%, anche se in questa porzione rientra tutta l'area coperta da bosco igrofilo (*Alneta*), riscontrabile nel bacino del lago. All'interno del SIC comunque il bosco (igrofilo o mesofilo) copre solo il 7% dell'area complessiva del SIC.

All'interno del SIC ricade inoltre solo il 5% dell'area urbanizzata e produttiva presente nel bacino imbrifero.



Figura 53. Uso del suolo nel bacino imbrifero e nel SIC.

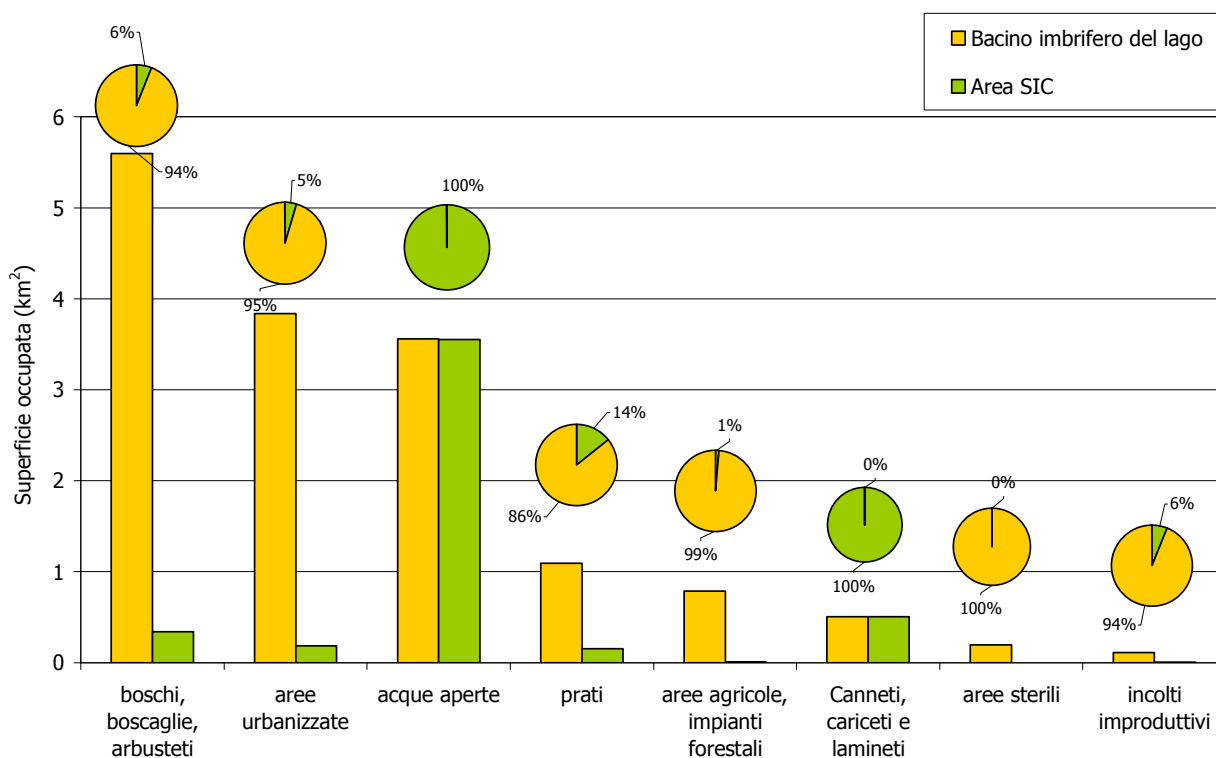
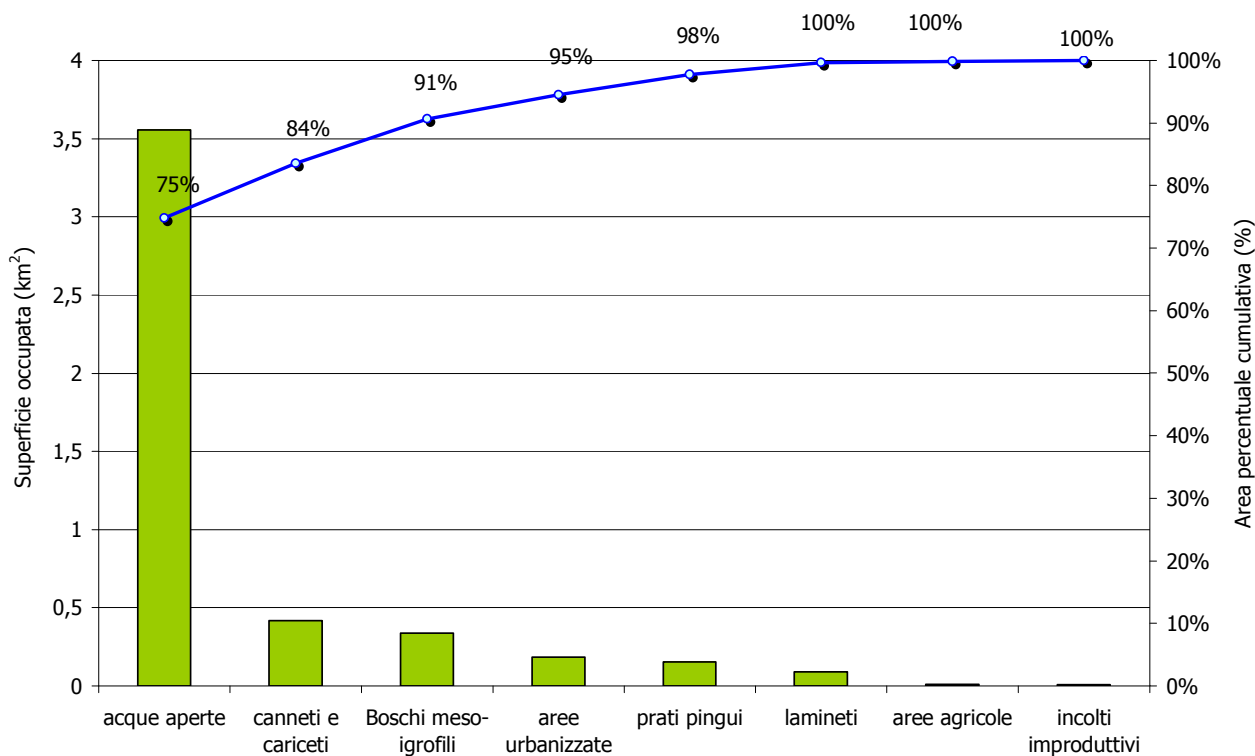


Figura 54. Uso del suolo nel SIC.





All'interno del bacino imbrifero del lago la superficie urbanizzata ha subito una notevole espansione alla fine del XX secolo. Mentre nel 1950 (dati ISTAT) l'area urbanizzata occupava circa 1,4 km² (9% del bacino imbrifero), oggi essa, con quasi 4 km² di estensione, copre il 24% del territorio all'interno del bacino imbrifero. Di questa solo il 5% rientra nel SIC, dove l'area urbanizzata copre solo il 4% del territorio all'interno del sito.

Il 75% del SIC è invece coperto dalla superficie lacustre del Comabbio, completamente compreso nel sito; le acque aperte coprono il 23% dell'area complessiva del bacino imbrifero del lago.

La superficie agricola rappresenta attualmente una porzione minima del territorio del bacino (1%). Nonostante l'agricoltura non abbia mai rivestito un ruolo fondamentale in questa zona, la porzione di territorio ad essa destinata ha subito negli ultimi 50 anni un crollo considerevole: si è passati da quasi 10 km² di superficie agricola utilizzata nel 1950 agli 0,8 km² odierni. Di quest'area solo l'1% rientra nel SIC, dove copre lo 0,2% della superficie totale del sito.

Per quanto riguarda gli insediamenti zootecnici, attualmente all'interno del bacino non sono presenti aziende agricole di proporzioni tali da avere un'influenza rilevante sull'apporto di inquinanti al lago.

Da un'analisi dei dati ISTAT dal 1950 ad oggi, si è visto che, pur non essendoci mai state grosse aziende all'interno del bacino, si è verificato un calo consistente nel numero dei capi allevati. In Tabella 26 è riportato il numero di capi allevati per tipologia e per anno.

Tabella 26. Capi allevati nel bacino del Lago di Comabbio dal 1950 al Lago di Comabbio [ISTAT, 2004 - PRRA, 1984 - Uffici comunali, 1999].

	1950	1960	1970	1980	1984	1990	1999	2000
Bovini da latte	120	100	80	70	68	94	0	0
Bovini da carne	100	120	120	213	130	114	30	27
Avicoli	800	800	800	800	800	924	500	-
Suini	-	-	-	-	-	-	-	3
Equini	-	-	-	-	-	-	-	8

Riguardo poi all'industria, i principali insediamenti industriali attualmente presenti all'interno del bacino sono le industrie tessili di Varano Borghi e alcuni edifici appartenenti al complesso della Whirlpool. In entrambi i casi gli scarichi industriali, una volta depurati, sono immessi direttamente nel Canale Brabbia senza quindi interessare le acque del lago. Solo alcuni scarichi civili della Whirlpool sono convogliati nella rete fognaria del Comune di Ternate e successivamente immessi nel collettore consortile.

I settori industriali maggiormente sviluppati nel bacino del Lago di Comabbio sono quello manifatturiero e del commercio, come si evince anche dalla Tabella 27.



Tabella 27. Addetti alle imprese rilevate al censimento intermedio per sezione di attività economica (Annuario Statistico Regionale, 2004)

Descrizione	Estrazione minerali	Industria manifattur.	Costruzioni	Commercio e riparazioni	Alberghi e ristoranti	Trasporti magazz. comunicaz.	Intermed. monetaria e finanziaria	Attività professionali	Altri servizi	Totale
Comabbio	3	145	5	51	20	7	-	14	4	249
Mercallo	-	170	52	39	10	3	-	10	5	289
Ternate	-	535	42	43	10	1	-	45	20	696
Varano Borghi	-	234	21	68	15	-	3	15	15	371
Vergiate	4	774	235	558	84	56	7	207	85	2.010

Stando ai dati ISTAT rilevati nel 1998 (Annuario Statistico Regionale, 2004), l'artigianato locale trova un suo spazio in tutti i comuni in esame; oltre chiaramente a Vergiate, che complessivamente ospita il maggior numero di addetti ad unità locali di produzione ma nella cui frazione di Corgeno non sono note significative unità di questo settore produttivo, in particolare il comune di Ternate in cui l'artigianato risulta essere più attivo, con 221 addetti a questo settore, rilevati nel 1998 (Tabella 28). La produzione riguarda in maniera particolare le manifatture e le confezioni tessili.

Tabella 28. Addetti alle unità locali artigiane per classe dimensionale delle unità locali, per comune (Annuario Statistico Regionale, 2004).

Comune	Unità locali artigiane per classi dimensionali (N° addetti)					Totale
	1-2	3-5	6-9	10-19	>19	
Comabbio	43	0	0	0	0	43
Mercallo	77	24	0	0	0	101
Ternate	122	99	0	0	0	221
Varano Borghi	73	16	0	0	0	89
Vergiate	432	360	23	0	0	815

3.2.2. Caccia

L'esercizio della caccia nel SIC, così come in tutto il territorio del bacino imbrifero del lago, è permesso e regolato dal Piano Faunistico Venatorio della Provincia di Varese. In particolare il territorio interessato è tutto compreso nell'Ambito di Caccia n.2 (ATC 2) e non comprende, nemmeno in parte oasi o zone di protezione dell'avifauna (art. 1, comma 4, della LR 26/93).

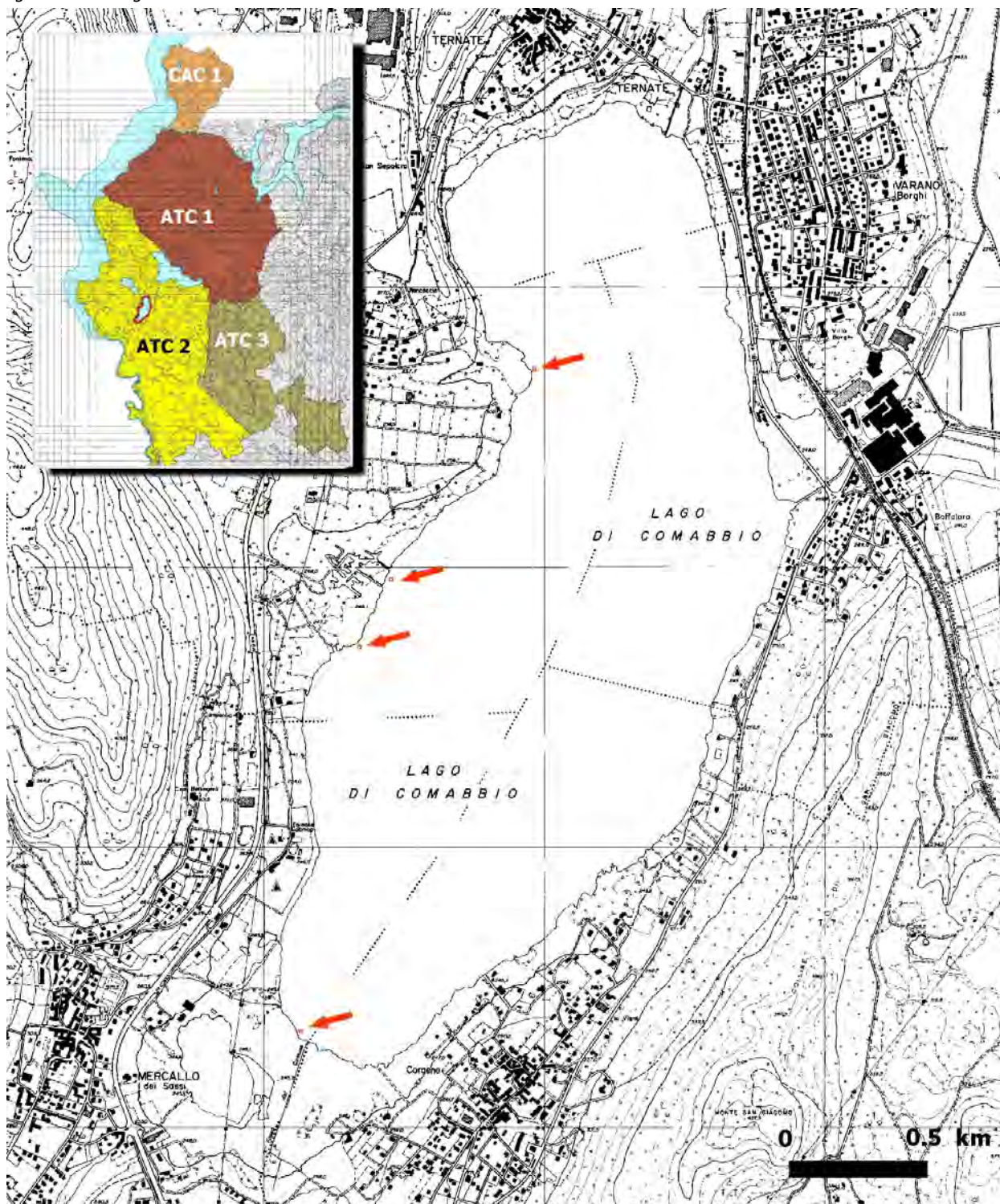
La caccia nel SIC è svolta unicamente da appostamento fisso sul lago; la caccia in forma vagante è un fenomeno praticamente assente nel SIC e la caccia da natante è vietata. Gli appostamenti fissi sul lago sono complessivamente 4 e vedono impegnati in tutto non più di 8 cacciatori per stagione venatoria, che segue il calendario regionale, dalla terza domenica di settembre al 31 gennaio, con due giorni settimanali di silenzio venatorio, il martedì ed il venerdì. La localizzazione degli appostamenti sul lago è illustrata nella carta in Figura 55.

Tenuto conto dell'uso del suolo all'interno del territorio del SIC, dell'impraticabilità a piedi di gran parte dei boschi igrofili sul lago, dove potrebbe essere svolta la caccia in forma vagante, delle norme che



regolano le distanze da edifici, del divieto di esercitare la caccia da natante, non si vedono rischi di un'ulteriore espansione dell'attività di caccia sul Lago di Comabbio.

Figura 55. Ambito di caccia (ATC 2) in cui è inserito il SIC Lago di Comabbio e localizzazione dei quattro appostamenti fissi di caccia agli anatidi sul lago.





3.2.3. Pesca



Anni Cinquanta - Barche di pescatori sul lago di Comabbio:
sullo sfondo il paese da Varano Borghi.

La pesca sul Lago di Comabbio ha una storia antica, che parte sicuramente fin dai tempi delle popolazioni palafitticole. Sia a livello sportivo che commerciale, essa è praticata da sempre su questo lago.

Dopo una successione di proprietà, descritta nel paragrafo di Cenni Storici, esistono tutt'oggi sul Lago di Comabbio dei Diritti Esclusivi di Pesca, di cui è attualmente proprietaria la Società I Due Laghi srl, che detiene anche i diritti di pesca sull'adiacente Lago di Monate.

Un uso civico consente unicamente ai cittadini dei comuni rivieraschi di svolgere la pesca sportiva in lago, esclusivamente da riva. Il proprietario dei diritti esclusivi di pesca affitta inoltre il diritto di pesca commerciale a pescatori professionali.

Sempre il titolare del Diritto Esclusivo deve presentare entro il 31 agosto di ogni anno (ai sensi dell'art. 12 del Regolamento Regionale 9/2003) alla Provincia di Varese:

- Il programma delle opere ittogeniche (immissioni, miglioramenti ambientali, contenimento di specie invasive).
- Ulteriori indicazioni per la gestione della pesca.
- Informazioni sul sistema di vigilanza.
- Notizie sul pescato dell'anno precedente.

Le varie attività, prima di essere svolte, devono essere approvate dalla Provincia ed i dati sul pescato consentono una migliore valutazione dei metodi di gestione e conservazione previsti.

Il titolare dei Diritti Esclusivi si avvale anche del lavoro di vigilanza di un Guardapesca suo dipendente, il Sig. Giampiero Mandelli, che vigila sull'attività di pesca nei due laghi di Comabbio e Monate.

Nei diversi anni di gestione del popolamento ittico lacustre sono numerosi gli interventi che periodicamente, sotto approvazione della Provincia di Varese, il Proprietario dei Diritti di Pesca ha compiuto, nella direzione della conservazione della fauna ittica autoctona, servendosi della consulenza tecnico-scientifica della GRAIA srl. Se ne riportano alcuni esempi:

- Annualmente è stata compiuta la posa delle fascine per il loro sfruttamento da parte del pesce persico come siti di frega;
- Periodicamente, nei periodi di particolare squilibrio nella comunità ittica, sono state compiute opere di sfontimento della popolazione di scardola;



- Con continuità è stata, e lo è tuttora, compiuta la vigilanza sulla pesca da parte dei pescatori sportivi e professionali.

3.2.3.1. Pesca sportiva

Grazie ad un Uso Civico, la pesca sportiva nel Lago di Comabbio può essere esercitata unicamente dai cittadini dei comuni di Varano Borghi, Ternate, Comabbio, Merello e Vergiate, muniti chiaramente di Licenza Governativa. Tale pesca può essere esercitata unicamente da riva ed i periodi di divieto e le misure minime sono normate dal Piano Ittico della Provincia di Varese (www.provincia.va.it), tranne alcune eccezioni costituite da regole più restrittive (rispetto al regolamento provinciale) stabilite dal Proprietario dei Diritti Esclusivi di Pesca.

Tabella 29. Periodi di divieto (Piano Ittico Provincia di Varese, 2004)

Specie	Periodo di divieto (GG/MM)
Pesce persico (<i>Perca fluviatilis</i>)	01/04 – 31/05
Luccio (<i>Esox lucius</i>)	01/02 – 31/03
Tinca (<i>Tinca tinca</i>)	01/05 – 30/06
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	01/05 – 30/06
Persico trota (<i>Micropterus salmoides</i>)	15/04 – 15/06
Lucioperca (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	15/03 – 30/04

Tabella 30. Misure minime di cattura.

Specie	Misure minime (cm)
Pesce persico (<i>Perca fluviatilis</i>)	18
Luccio (<i>Esox lucius</i>)*	60
Tinca (<i>Tinca tinca</i>)	30
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	30
Anguilla (<i>Anguilla anguilla</i>)	50
Persico trota (<i>Micropterus salmoides</i>)**	30
Lucioperca (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	40 ***

* limite di 2 capi/die

** limite di 4 capi/die, imposto dal Proprietario dei Diritti Esclusivi di Pesca

*** misura minima più restrittiva rispetto a quella definita dalla Provincia (22 cm), imposta dal Proprietario dei Diritti Esclusivi di Pesca, che impone anche la pesca di un numero massimo di 2 capi/die.



3.2.3.2. Pesca professionale

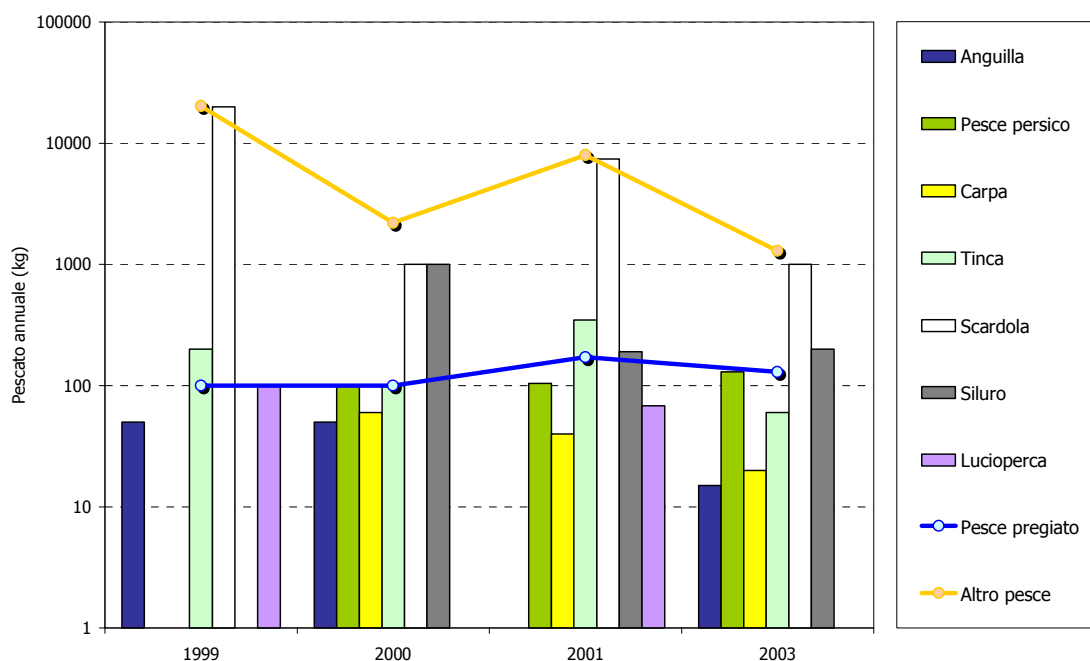
Il Lago di Comabbio è classificato dal Piano Ittico della Provincia di Varese all'interno delle Acque di Categoria A, cioè corpi idrici con caratteristiche biologico-ittigeniche tali da presentare un popolamento ittico durevole ed abbondante, o che rappresentano prevalentemente una risorsa economica per la pesca (LR 12/2001, art 7, comma 2).

Gli attrezzi utilizzabili sono quelli previsti dal Piano Ittico Provinciale (www.provincia.va.it).

Attualmente la pesca professionale è svolta da due pescatori di professione (da almeno dodici anni questo è il numero massimo registrato di pescatori professionali contemporaneamente attivi sul lago), la cui pressione di prelievo è per lo più concentrata sul pesce persico, ma è rivolta anche, in misura minore, a tinca, lucioperca, anguilla e scardola (in occasione di pescate di sfoltimento stabilite dal piano di gestione del Proprietario dei Diritti Esclusivi di Pesca o catturate accidentalmente con il pescato).

L'andamento del pescato degli anni tra il 1999 ed il 2003 mostra che in questi anni il pescato del pesce economicamente pregiato (pesce persico, lucioperca) si è mantenuto stabile intorno ai 100 kg. L'elevato prelievo registrato nel 1999 è in pratica dovuto alla pesca selettiva della scardola, compiuta al fine di sfoltirne la popolazione, al momento dominante nel lago.

Figura 56. Andamento del pescato professionale negli anni 1999-2003 (I Due Laghi srl, rapporti annuali alla Provincia di Varese).



3.2.4. Navigazione e balneazione

Sul Lago di Comabbio è unicamente consentita la navigazione con natanti non a motore (LR n. 22/1998 ed attuazione: Delibera della Giunta Regionale n. 47317/1999). Non sono infrequenti le barche a remi, a

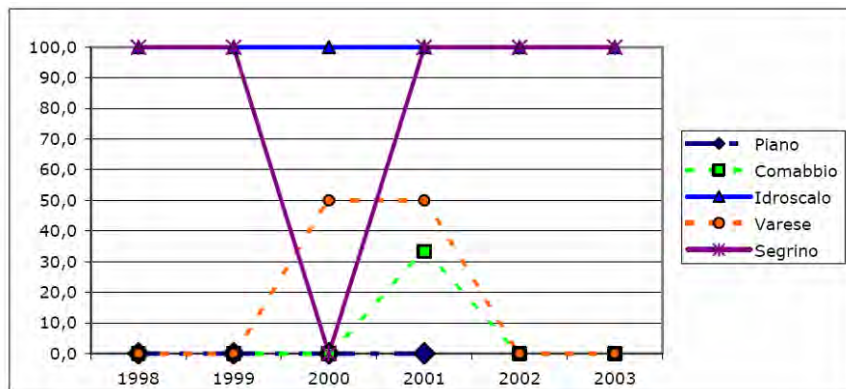


pedali (tipo pedalò) o a vela (compresi i *windsurf*) che, soprattutto d'estate si muovono in acqua. Una deroga a tale divieto riguarda l'allenatore della società sportiva di canottaggio, come si vedrà di seguito.

Il disturbo alla fauna derivante dal rumore o dalla velocità di navigazione, oltre che dal moto ondoso è dunque minimizzato, fatta l'eccezione di cui sopra, che comunque riguarda un solo caso e determina una presenza piuttosto limitata della barca a motore in lago (vedi di seguito).

Per quanto concerne la balneazione, stando agli ultimi dati raccolti dall'ARPA (Regione Lombardia, 2004), il Lago di Comabbio si conferma, come ormai da molti anni, "non balneabile"; in esso non si verificano situazioni microbiologiche ed ambientali idonee alla balneazione. Unica eccezione a questo dato è quello del 2003, quando effettivamente nel 30% dei punti di campionamento il Lago di Comabbio è risultato balneabile.

Figura 57. Dati di balneabilità del lago di Comabbio e altri laghi lombardi (Regione Lombardia, 2004).



3.2.5. Canottaggio

La Canottieri Corgeno è una società agonistica per il canottaggio a sedile fisso. E' stata fondata nel 1990 da un gruppo di cittadini della frazione vergiatese. Dal 1999 il consiglio direttivo della società è guidato da Roberto Miglierina. L'anno successivo, Corgeno ha ospitato il campionato italiano di canottaggio a sedile fisso. Di recente la società ha deciso di estendere il proprio operato anche nella disciplina del sedile scorrevole.

Nel 2000 il Comune di Vergiate - con un contributo della Regione Lombardia - ha deciso di costruire una apposita sede per la società, nell'ambito dei lavori di riqualificazione della spiaggia, seguiti all'acquisto dei terreni ex proprietà Borghi. L'edificio è stato aperto ai primi dell'estate del 2001 ed è dotato di un deposito barche, una palestra attrezzata, spogliatoi, un ufficio e una sala riunioni. All'esterno è stato creato un parcheggio per i carrelli portabarche, e pontili galleggianti per l'alaggio delle imbarcazioni.

Alla Società Canottieri Corgeno risultano attualmente iscritte circa 40 persone; di queste circa una ventina rappresentano il numero di praticanti effettivi. Le presenze infatti non sono costanti nell'arco della settimana e, in generale, di tutto l'anno. Durante la stagione primaverile-invernale, indicativamente fino alla fine del mese di aprile, le attività di scuola di avviamento al canottaggio vengono svolte



prevalentemente in prossimità della riva, limitatamente ad alcune ore del giorno e per 2-3 giorni a settimana. Durante tutto l'anno le altre attività di allenamento si svolgono prevalentemente al centro del lago per circa 3-4 ore al giorno, compatibilmente con le condizioni meteorologiche (vento, pioggia, ghiaccio, ecc.).

Durante gli allenamenti, l'allenatore segue gli atleti su di un'imbarcazione a motore, il cui utilizzo è autorizzato dalla Regione Lombardia per motivi di sicurezza.

Mediamente sul Lago di Comabbio si svolgono 3 gare all'anno, effettuate durante la stagione estiva, in un periodo compreso tra giugno e settembre. Si tratta di gare autorizzate dalla Provincia di Varese e che possono avere rilevanza regionale o nazionale; per esempio il 24 e 25 luglio 2004 ed il 4 e 5 settembre 2004 si è tenuto il Campionato Italiano Assoluto di canottaggio a sedile fisso per le categorie Allievi-Cadetti-Ragazzi, Juniores e Seniores.

Alla singola gara si stima la presenza di un numero variabile di atleti compreso tra 200 e 500, a cui si aggiungono dai 100 ai 400 accompagnatori.

Per ciascuna gara è posizionato un campo gara, fatto da file di boe, smantellato al termine della gara.

Figura 58. Canottieri Corgeno. La sede, il deposito delle barche e una delle squadre in allenamento.



Società Canottieri Corgeno

Via Vigna 14

21029 Vergiate fraz. Corgeno (VA)

Telefono e fax (+ 39) 0331 947802



3.2.6. Servizi

3.2.6.1. Collegamenti

Dal punto di vista dei collegamenti l'area SIC risulta essere piuttosto ben servita. A soli 3 km dal raccordo autostradale A8-A26: uscita Sesto Calende – Vergiate, la si raggiunge attraverso la superstrada per Laveno-Luino, che attraversa i comuni di Vergiate, Mercallo e Comabbio, o attraverso la Strada Provinciale 53 che costeggia il lago in comune di Vergiate, frazione di Corgeno, e in comune di Varano Borghi.

Il Lago è raggiungibile anche in treno, attraverso le FS:

- linea Milano-Luino, stazione di Ternate-Varano Borghi;
- linea Milano-Domodossola: stazione di Vergiate (treni regionali) o Sesto Calende (treni a lunga percorrenza).

3.2.6.2. Attrezzature turistiche

Per quanto riguarda questo aspetto, il Lago di Comabbio costituisce un'attrattiva per numerose famiglie e gruppi che lo scelgono come meta delle loro passeggiate domenicali o dei fine-settimana, per lo più nel periodo estivo. Lungo il perimetro del lago esistono infatti numerose aree ricettive costituite da parchi pubblici comunali, attrezzati con panche e, in alcuni casi anche con giochi per i più piccoli, dove i visitatori possono godere del panorama e della tranquillità trasmessa dal lago, almeno nelle situazioni meno congestionate (piuttosto frequenti in estate al Parco Berrini di Ternate).

I parchi esistenti sono:

- Il "Parco Berrini", parco comunale di Ternate;
- Il Parco comunale di Varano Borghi;
- Il Parco comunale di Corgeno.

Gli stessi parchi, oltre ai centri cittadini, sono spesso teatro di manifestazioni annuali di buon richiamo, alcuni dei quali sono ormai appuntamenti imperdibili per le popolazioni locali, come:

- "Il Camminar Mangiando", una maratona, attraverso i luoghi più suggestivi del territorio intorno al lago, strutturata a tappe per la degustazione di prodotti dell'arte culinaria locale e organizzata da più comuni in collaborazione, dalle Pro Loco e dalle biblioteche comunali;
- La manifestazione musicale "Estate Insieme", organizzata in estate al Parco Berrini dal Comune di Ternate, dalla Pro Loco e dalla Biblioteca comunale;
- La manifestazione "Arte e Mestieri", piccola fiera dell'artigianato e del bricolage locali, organizzata alla fine dell'estate dal Comune di Varano Borghi e dalla Pro Loco.

Oltre a queste strutture, esistono a Mercallo e a Varano Borghi, due campeggi attrezzati, con spiagge sul lago. Gli ospiti dei campeggi possono usufruire di pedalò per compiere incursioni sul lago, durante le quali spesso si addentrano nella vegetazione acquatica del canneto e del lamineto, ricche di fascino per la varietà di colori e forme di vita che ospitano.



Nel bacino del lago non esistono grandi strutture alberghiere, come si evince dalla tabella riportata di seguito.

Tabella 31. Esercizi alberghieri, posti letto, camere, bagni, per comune nel 2001 (Annuario Statistico Regionale, 2004).

Codice Istat	Descrizione	n. eserc.	posti-letto	camere	bagni
12054	Comabbio	0	0	0	0
12101	Mercallo	0	0	0	0
12126	Ternate	1	32	16	16
12132	Varano Borghi	0	0	0	0
12138	Vergiate	3	126	62	58

3.2.7. La popolazione

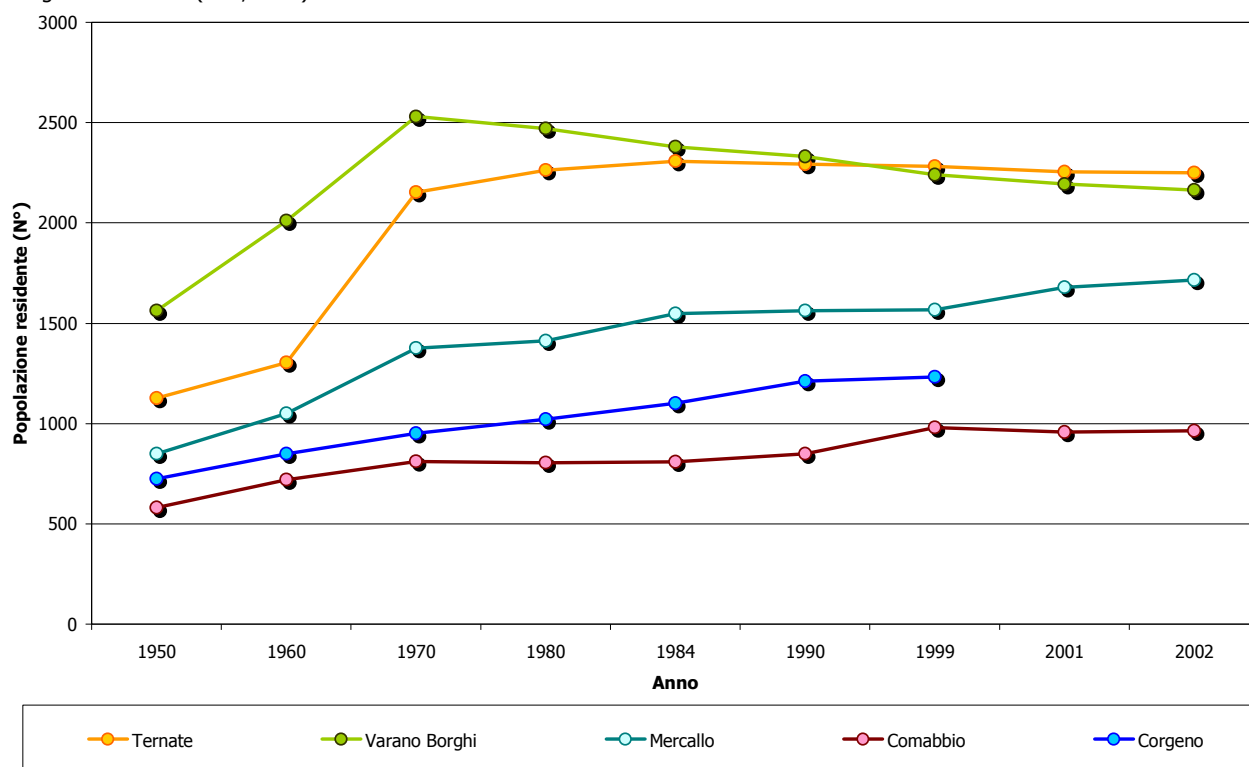
La popolazione residente nei comuni interessati dal SIC, ha subito l'evoluzione illustrata in Tabella 32 e in Figura 59, dove sono riportati i dati ad oggi disponibili (fino al 2002). Da questi emerge che, dopo l'esplosione demografica registrata fino al 1970, in conseguenza del forte sviluppo industriale verificatosi in zona (basti pensare alle industrie di Ternate –però fuori dal bacino imbrifero del Comabbio- e di Cassinetta di Biandronno, come la ex IGNIS oggi Whirlpool oppure l'ATLAS poliuretani), la popolazione si è piuttosto stabilizzata a Ternate, dove negli ultimi trent'anni è calata di appena un 2%; è diminuita in maniera più pronunciata a Varano Borghi, con un calo del 9% registrato negli ultimi 20 anni; è invece aumentata dall'11 al 19% a Comabbio, Mercallo e, soprattutto, a Corgeno, dove effettivamente era ancora disponibile un'area edificabile maggiore.

Tabella 32. Andamento della popolazione nei comuni appartenenti al bacino del Lago di Comabbio [ISTAT, 1999; ASR, 2004; sito web: www.istat.it; PRRA, 1984; Uffici comunali, 1999].

ANNO	codice ISTAT	1950	1960	1970	1980	1984	1990	1999	2001	2002
Ternate	12126	1126	1304	2154	2264	2307	2293	2282	2254	2251
Varano Borghi	12132	1563	2011	2530	2470	2380	2330	2239	2194	2164
Mercallo	12101	850	1051	1376	1412	1547	1563	1566	1679	1714
Comabbio	12054	580	719	811	805	809	849	980	958	964
Corgeno	-	724	848	950	1020	1100	1212	1232	-	-



Figura 59. Evoluzione demografica negli ultimi 50 anni della popolazione residente nei centri abitati all'interno del bacino idrografico del Lago di Comabbio (ASR, 2004).



La popolazione fluttuante, per la quale si hanno a disposizione dati meno precisi, è stata poco rilevante (150 persone circa) fino al 1970 circa; negli anni '70 ha subito un netto incremento fino a superare le 1.000 unità nel 1980 e le 3.000 nel 1998. Questa porzione di popolazione è prevalentemente costituita dagli utenti dei campeggi di Varano Borghi e di Mercallo.

In Tabella 33 il modello previsionale applicato dall'ISTAT (www.istat.it) prevede per tutti i 5 comuni considerati un calo della popolazione che, nell'ipotesi più "ottimistica" prevede per il 2021 che la popolazione dei 5 comuni divenga di: 870 abitanti per Comabbio, 1440 per Mercallo, 2000 per Ternate e circa 1970 per Varano Borghi.

Tabella 33. Popolazione prevista nei comuni della Lombardia secondo varie ipotesi – per il periodo 2001-2021 (ASR, 2004).

	2001			2006			2011			2016			2021		
	Ipotesi 1 (media)	Ipotesi 2 (bassa)	Ipotesi 3 (alta)	Ipotesi 1 (media)	Ipotesi 2 (bassa)	Ipotesi 3 (alta)	Ipotesi 1 (media)	Ipotesi 2 (bassa)	Ipotesi 3 (alta)	Ipotesi 1 (media)	Ipotesi 2 (bassa)	Ipotesi 3 (alta)	Ipotesi 1 (media)	Ipotesi 2 (bassa)	Ipotesi 3 (alta)
Comabbio	956	956	956	947	945	948	922	918	926	889	881	897	856	843	869
Mercallo	1.600	1.600	1.600	1.581	1.579	1.584	1.540	1.533	1.548	1.479	1.465	1.493	1.419	1.397	1.440
Ternate	2.253	2.253	2.253	2.223	2.222	2.224	2.168	2.166	2.170	2.084	2.079	2.089	1.986	1.973	1.999
Varano Borghi	2.208	2.208	2.208	2.175	2.174	2.175	2.120	2.117	2.122	2.040	2.032	2.046	1.954	1.937	1.971
Vergiate	8.470	8.470	8.471	8.332	8.327	8.337	8.117	8.098	8.135	7.822	7.776	7.869	7.484	7.393	7.575

Non sono disponibili dati sul tasso di attività totale della popolazione locale (Annuario Statistico Regionale, 2004).



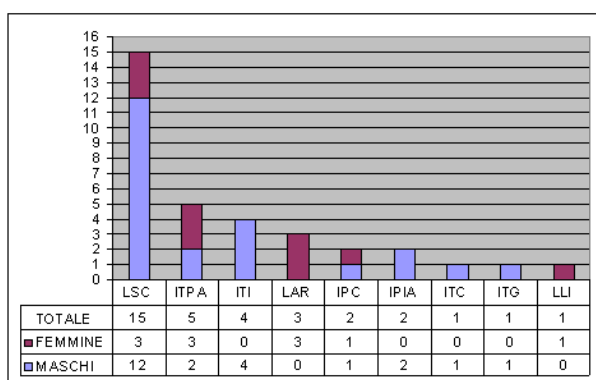
Riguardo alla scolarità, sul territorio sono presenti scuole elementari comunali ed un'unica scuola media statale, quella di Varano Borghi, che nel 2002 contava 140 alunni per 6 classi (Annuario Statistico Regionale, 2004), oltre a quella di Vergiate che però risulta essere fuori dal bacino del lago.

Nella figura seguente sono invece presentate le scuole di secondo grado (non presenti in nessuno dei cinque comuni; le più frequentate sono a Sesto Calende, Varese, Gallarate, Gavirate, Besozzo, Intra-Verbania) frequentate dai ragazzi dei comuni rivieraschi.

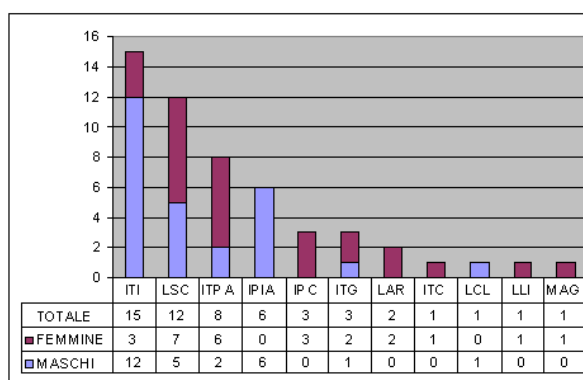
Nel comune di Comabbio i giovani in fascia di età 14-18 anni residenti nel 2003 erano 43 e frequentavano nella gran parte il Liceo Scientifico (Figura 60). Nello stesso anno i ragazzi d'età tra i 14 ed i 18 anni residenti erano 69, per lo più iscritti all'Istituto Tecnico Industriale o al Liceo Scientifico. A Ternate erano 103, piuttosto equamente suddivisi tra licei e istituti professionali. A Varano Borghi erano 88, per lo più iscritti ad istituti tecnici professionali. A Vergiate i ragazzi tra i 14 ed i 18 anni erano invece 354 e la scuola più frequentata era di nuovo il Liceo Scientifico.

Figura 60. Tipo di scuola frequentata nell'a.s. '03/'04 dagli studenti dei comuni del lago di Comabbio.

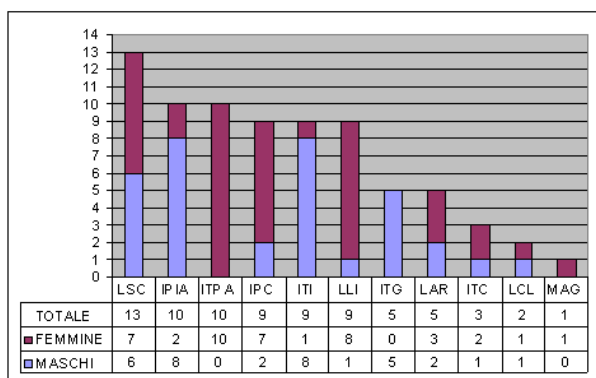
Comune di Comabbio



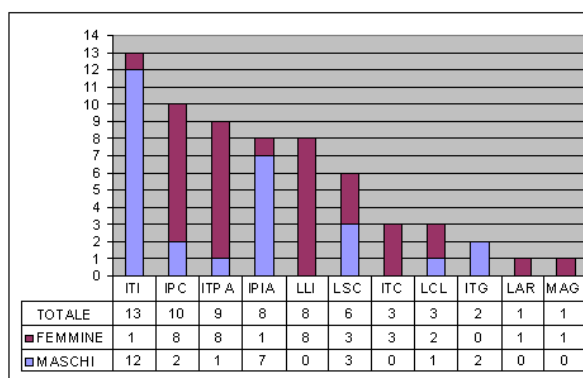
Comune di Mercallo



Comune di Ternate

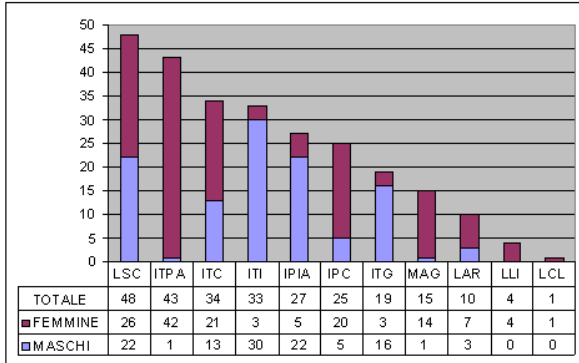


Comune di Varano Borghi





Comune di Vergiate



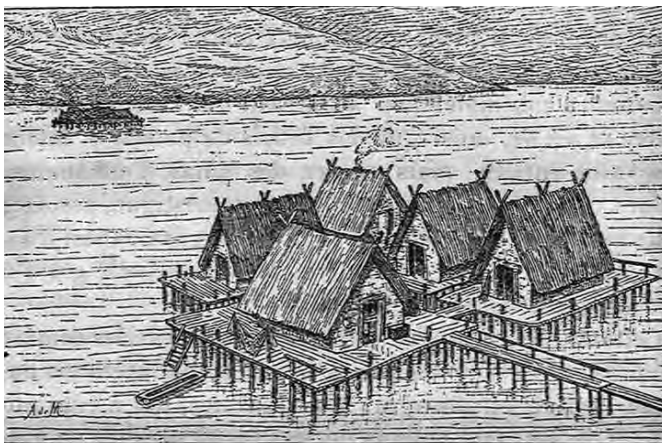
3.3. CENNI STORICI

3.3.1. Civiltà intorno al lago

Formatosi in epoca postglaciale, il Lago di Comabbio faceva originariamente parte del Lago di Varese, aveva un emissario che scorreva nell'avvallamento situato ai piedi dell'attuale centro di Mercallo e un immissario proveniente dal Lago di Monate. Con l'abbassarsi delle acque restò comunicante con il Lago di Varese solo attraverso la Palude Brabbia, che assunse l'attuale aspetto nel 1806 allorchè il Lago di Varese venne abbassato artificialmente.

Sulla sponda orientale, da Varano a Corgeno, furono rinvenuti nel XIX secolo stazioni palafitticole del tardo neolitico e dell'età del bronzo. Ritrovamenti hanno portato alla luce una necropoli romana del I Secolo d.C. a Mercallo e Comabbio, una lapide paleocristiana a Comabbio, una torre fortificata a Corgeno.

Tabella 34. Disegno delle possibili strutture delle palafitte costruite sul lago e disegno di una punta di lancia conservata ai Musei Civici della Vialla Mirabello a Varese.





Dalla necropoli rinvenuta a Mercallo, in località Vignaccia, sono stati riesumati vari e ricchi corredi funebri di epoca romana, con pezzi di eccezionale valore, come: due ampolline di quarzo ricavate da un unico cristallo, una statua in ambra raffigurante un Erote, alta 5 cm e vasetti antropomorfi, conservati nella sezione archeologica ai Musei Civici di Villa Mirabello a Varese.

Sulla sponda occidentale passava l'antica via che collegava il basso novarese con i passi alpini, passando da Sesto Calende, Mercallo, Comabbio, Ternate, Travedona, Malgesso, Besozzo, Gemonio e da qui attraverso la Valganna a Ponte Tresa e quindi la Svizzera. Ancora nel sec. XVI questa strada veniva detta strada merchantesca a testimonianza dell'intenso traffico commerciale che la percorreva. A Ternate, allo scopo di offrire ospitalità e rifugio ai viandanti, nel 1018 venne fondato da Ansegiso, nobile franco di Orleans, il monastero del Santo Sepolcro. Di quell'antico complesso, sono rimaste soltanto delle casine in località S. Sepolcro.

Il Lago di Comabbio, come gli altri laghi varesini, venne acquistato dal vescovo Biglia nel 1652, venduto poi nel 1779 ai Litta Visconti di Arese e infine ai Borghi, industriali tessili varesini che nel 1819 impiantarono una grande tessitura a Varano.

Nel 1865 gli industriali Borghi, titolari della grande Tessitura di Varano, acquistarono dal duca Litta, per £ 71.500, il Lago di Monate e il Lago di Comabbio, compresi: il tratto dell'emissario del Lago di Comabbio che passa dentro la Tessitura; un'osteria a Corgeno, un magazzino ad uso dei pescatori a Travedona e una delle tre ghiacciaie di Cazzago. Essi avviarono a Varano un allevamento di pesce su basi scientifico-industriali con produzione di uova di pesce e piante acquatiche.

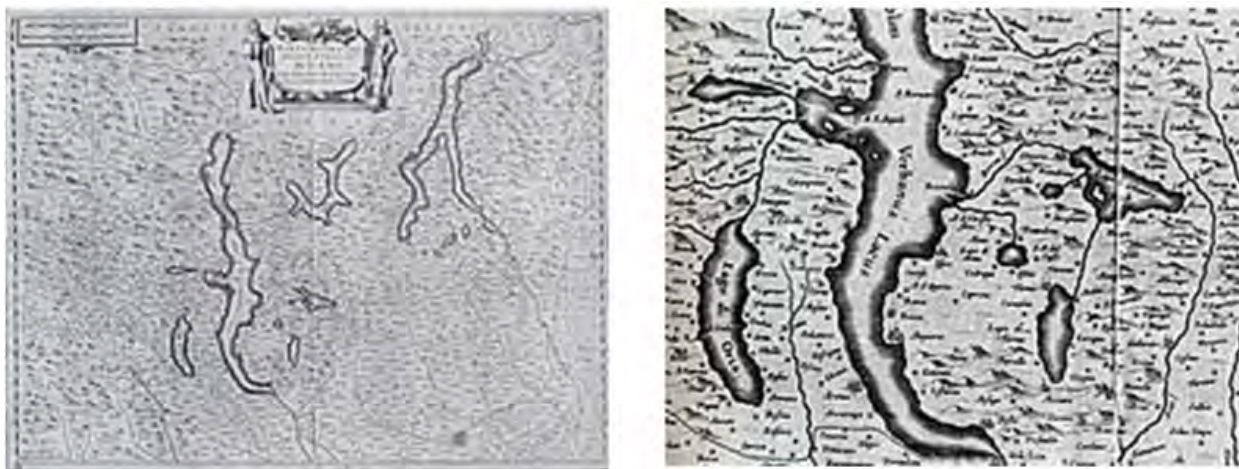
Ciascun paese tra quelli i cui territori ricadono nel SIC si caratterizza per la sua storia e racchiude località, luoghi, edifici o monumenti in genere che sono testimonianza della propria storia. Si riportano di seguito brevi cenni storici per i 5 comuni interessati, accompagnati da un elenco dei monumenti storici presenti.

Figura 61. Disegno della zona dei laghi varesini realizzato in occasione della vendita dei laghi al conte e vescovo Francesco Biglia l' 8 giugno 1652 (www.archiviodeilaghi.net).





Figura 62. Parte Alpestre dello Stato di Milano dall'atlante stampato ad Amsterdam alla metà del Seicento. Particolare della zona dei laghi varesini tratto dalla medesima mappa (www.archivodeilaghi.net).



3.3.2. Storia di Comabbio

I primi insediamenti documentati risalgono all'età neolitica con stazioni di palafitte scoperte in entrambi i laghi. Lungo la strada per Merello è stata rinvenuta una necropoli romana a testimonianza dell'importanza della via di comunicazione che attraversava la zona. Sulla riva del lago si trova una ghiacciaia, dove veniva raccolto il ghiaccio in inverno per conservare il pesce. Poco distante inizia un dedalo di canali e piccoli bacini, navigabili, dovuti allo scavo della torba.

Da visitare:

- la Parrocchiale di S. Giacomo Maggiore, visitata nel 1574 da San Carlo Borromeo e risistemata nel 1596 e 1610. La pianta rettangolare è a una sola navata, il tabernacolo sopra l'altare maggiore è in legno dorato scolpito, sull'altare verso il presbiterio si ammirano dei paliotti in scagliola a tre scomparti eseguiti da G.B. Rapa nel 1739. La Cappella dell'Immacolata è del 1606.
- il Santuario della Beata Vergine del Rosario, edificio di tipo romanico a unica navata a pianta ottagonale con abside semicircolare e paramento esterno incompiuto. L'altare è decorato da paliotti in scagliola con l'immagine delle Madonne del Rosario.
- la Chiesa di San Rocco, edificata nel sec. XV, demolita e ricostruita identica nel 1960 per il passaggio della strada Vergiate-Besozzo. Gli affreschi interni sono stati asportati dalla chiesa originaria e ricollocati nella nuova.
- la Cappella della Madonna, costruita sulla preesistente chiesetta di S. Macario, custodisce una statua in legno dipinto della Madonna Addolorata.

3.3.3. Storia di Vergiate

Il territorio del Comune di Vergiate è molto vasto, comprende le frazioni di Cimbro, Cuirone, Corgeno e Sesona e confina a sud con Golasecca e Somma Lombardo e a nord giunge fino al Lago di Comabbio, su



cui si affaccia Corgeno. Le alture di Sesona e Cuirone sono coperte da *Pinus silvestris*, superstite della antica foresta quaternaria, mentre le colline a nord fanno parte di quella catena che, collegandosi al massiccio roccioso a nord di Varese sino al monte di Orino, emergeva dalla massa glaciale che interessava tutto il Verbano.

Cimbro fu probabilmente la località dove furono relegati gli ultimi sopravvissuti della battaglia ai Campi Raudii di Borgo Vercelli, vinta da Mario nel 101 a.C. contro i Cimbri. Forse si deve proprio a questi esuli germani lo sviluppo dell'agricoltura nella valle dello Strona. Lungo la strada che conduce a Cimbro sorge la Cappella di S. Gallo, che conserva al suo interno alcuni affreschi e nelle mura, pietre di reimpiego. Davanti alla costruzione, nel paramento del muro di costa, è presente un massello in granito, parte della balaustra delimitante il sepolcreto di una famiglia che abitò sul declivio di fronte alla valle dello Strona. Nei pressi della chiesa sono anche venute alla luce tracce di una villa rustica imperiale e una stele celtico-leoponziana. Più in basso, alla confluenza delle strade, sorge la chiesa di S. Martino, con ampio sagrato in beole inserite nella pavimentazione a selciato di serpentino.

A Cuirone, sorge la chiesa di S. Materno, orientata a nord.

Corgeno, arroccato su una lieve altura sulla parte meridionale del Lago di Comabbio, rappresenta il limite settentrionale del territorio comunale.

Nella zona di Sesona, vennero rinvenute dall'abate Giani nel 1824 le prime tombe della Cultura di Golasecca e il Torrazzo, che era in diretto filo ottico con il Torrazzo dei Muracci di Sesto Calende e il Torrazzo del Monsordo di Somma Lombardo.

Salendo dalla cappelletta al Monte Bertone si può ammirare un panorama a 360° sull'arco alpino, dal Resegone all'Appennino dell'Oltrepò Pavese, dalla Valle del Ticino, con le ciminiere di Turbigo, alla pianura lombarda - di notte illuminata dalle luci di Milano e Bergamo.

Da visitare la chiesa di Sant'Eusebio con affreschi dell'Appiani.

3.3.4. Storia di Varano Borghi

Di origine antichissima, come testimoniano le stazioni di palafitte rinvenute nelle vicinanze, e di una certa importanza come rivelano le monete della Repubblica e dell'Impero Romano rinvenute nella palude, nonché alcune anfore provenienti dagli scavi per la costruzione di villa Borghi, è posto su un crinale ai limite nord-orientale del Lago di Comabbio.

In epoca medievale Varano rientrava nel feudo di Angera, che faceva parte del Contado del Seprio di cui era Signore l'Arcivescovo di Milano. Un atto notarile del 1689 informa che Varano era di proprietà di un marchese Trecchi di Cremona, che lo cedeva in dote a una figlia, andata in moglie a un Litta, assieme alla sponda orientale del Lago di Comabbio. Alla fine del XVIII sec., Varano è di proprietà di Fedele Borghi di Gallarate, che possedeva anche Ternate, Biandronno e Corgeno.



Nel 1808 Varano diviene Comune, staccandosi da Ternate e nel 1906 assume la denominazione di Varano Borghi.

I Borghi nel 1819 installarono sulla Brabbia (emissario del lago) un filatoio, nel 1841 allestirono una tessitura meccanica mossa sempre dalle acque della Brabbia e nel 1851 una motrice a vapore importata dall'Inghilterra. A poca distanza dalla fabbrica vennero realizzate le residenze dei dipendenti del cotonificio, che usufruivano anche di inusuali, per quell'epoca, servizi di assistenza.

Nel centro antico di Varano si ammira il vecchio campanile romanico di S. Andrea (citato in documenti della Curia milanese del 1059), precedente alla chiesa omonima, eretta nel 1578 e demolita nel 1800.

3.3.5. Storia di Mercallo

Ubicato a mezza costa sulla collina, per la conformazione stessa del terreno, l'abitato si è sviluppato ad anfiteatro volto verso il Lago di Comabbio. L'aggiunta di 'dei Sassi' è giustificata dalla presenza sulle colline di numerosi 'trovanti' o massi erratici.

Nonostante non siano state rinvenute stazioni palafitticole lungo la sponda di Mercallo, l'origine del paese è sicuramente molto antica come testimonia il ritrovamento di vari e ricchi corredi funebri di epoca romana. In località Vignaccia venne rinvenuta una necropoli romana del I sec. d.C. con pezzi di eccezionale valore: due ampolline di quarzo ricavate da un unico cristallo, una statua in ambra raffigurante un Erote, alta 5 cm e vasetti antropomorfi.

La parrocchiale di S. Giovanni Evangelista è di origine medievale, ma più volte modificata, con campanile romanico databile all'XI sec.

3.3.6. Storia di Ternate

Situato a nord del Lago di Comabbio, in posizione dominante l'antica strada merchantesca probabilmente era sede di un *castrum* romano, come testimonia l'esistenza ancor oggi di un luogo denominato Pretorio, sede del Comandante militare.

Le palafitte rinvenute nella Palude Brabbia e sulle rive del lago sono una testimonianza della presenza di popolazioni già in epoca preistorica.

Al centro del paese sorge l'ottocentesca villa Leonardi con parco piantumato di essenze pregiate che scende sino al lago. Sul colle che sovrasta il parco sorgeva in epoca medievale il monastero del Santo Sepolcro, rifugio per i pellegrini che transitavano da e per la Svizzera.

Alle spalle del paese si aprono le cave di calcare per la produzione della calce.

Nella parrocchiale dei SS. Quirico e Giulitta (costruita nel 1177, dedicata al culto nel 1583) si può ammirare un antico organo costruito da Giacomo Mascioni e figli nel 1865 e restaurato nel 1995 dalla famiglia Mascioni di Cuvio.



3.4. PRESENZE STORICO-MONUMENTALI E RILEVANZE AMBIENTALI

Si riporta di seguito un elenco delle risorse culturali e ambientali di particolare pregio presenti nel SIC o nell'area limitrofa, all'interno del bacino del Lago di Comabbio, per la cui localizzazione geografica si fa riferimento alla carta tematica prodotta nell'ATLANTE allegato.

Tabella 35. Elenco delle presenze ambientali e culturali reperibili nel SIC o nelle aree limitrofe all'interno del bacino del lago.

Foto	Comune	Descrizione	Tipologia	Note	Nel SIC
	Comabbio	Santuario della Beata Vergine del Rosario	Beni architettonici	E' costituito da un edificio la cui forma è di tipo romanico, con il paramento esterno incompiuto, ad un'unica navata a pianta ottagonale con abside semicircolare, con una statua dorata allocata sopra un'elegante struttura lignea dell'altare secentesco, con una doppia serie di colonne lavorate a intaglio	No
	Comabbio	La Ghiacciaia ("Giazera")	Beni architettonici	Sulla riva del lago si trova una ghiacciaia, dove veniva raccolto il ghiaccio in inverno per conservare il pesce. Poco distante inizia un dedalo di canali e piccoli bacini, navigabili, dovuti allo scavo della torba. La ghiacciaia di Comabbio ha una forma circolare, del diametro di circa 10 metri, profonda 10 metri ed emergente dal suolo per un metro e mezzo. Il tetto che la copre ha forma ottagonale, ed è circondata tutt'attorno da altissimi ed erbosi ippocastani. Vi si accede all'interno (foto interno) attraverso un'anticamera che proteggeva con ben tre porte la ghiacciaia dalla temperatura esterna.	Si
	Mercallo	Massi erratici. Percorso naturalistico E1	Beni ambientali	Il nome per esteso del paese "Mercallo dei Sassi" è proprio dovuto alla presenza, sulle sue colline, di numerosi massi erratici o "trovanti".	No
	Varano Borghi	Campanile romanico di S. Andrea (XI sec.)	Beni architettonici		No
	Corgeno	Chiesa di San Giorgio	Beni architettonici	Ricostruita nel XVI sec., poi rimaneggiata, conserva il campanile romanico realizzato dai Maestri Comacini. Sussidiario è l'oratorio di San Rocco	No
Foto non disponibile	Corgeno	Torre medievale	Beni architettonici	Torre medioevale, a Corgeno, rudere di cui si conservano solo tre lati, accanto alla chiesa parrocchiale di San Giorgio. Ha struttura in ciottoli di fiume e blocchi di pietra, con interposti frammenti di embrici romani. Faceva probabilmente parte di una cinta fortificata altomedievale.	No



ANALISI CONCLUSIVA DELLO STATO ATTUALE DEL SIC

Definito lo stato dell'arte e dunque il livello delle conoscenze sin qui acquisite sul SIC, in particolare legate all'ecosistema lacustre, dominante nel sito, è di seguito riesaminato sinteticamente, per singolo comparto e tramite indicatori di stato, il quadro delle condizioni qualitative del SIC emerse da questo studio, con la prescrizione del tipo di intervento da compiere sul comparto, nel caso se ne ravvisi la necessità.

1. ASPETTI IDROLOGICI E LIMNOLOGICI.

- **bilancio idrico naturale del lago.** Allo stato attuale esso deve essere ancora quantificato e deve essere verificata l'utilità e la necessità di una regolazione del livello lacustre attraverso l'opera di regolazione posizionata sul Canale Brabbia, emissario del lago _____ **studio.**
- **Qualità chimico-fisica dell'acqua.** Definito per il lago uno Stato Ecologico di livello 4 ed uno Stato Ambientale "scadente", secondo il D. lgs 152/92 (Regione Lombardia, 2004), non si ravvisano comunque emergenze di inquinamento da microinquinanti, riconducendo tale classificazione allo stato trofico attuale del lago. Non essendo disponibili dati sul carico diffuso derivante per esempio da fenomeni di *fallout*, si vede la necessità di compiere un'indagine più a largo raggio sull'eventuale inquinamento diffuso derivante dal bacino o, più probabilmente, da fuori bacino.
_____ **monitoraggio.**
- **Stato trofico del lago.** Passato da condizioni ipertrofiche spinte all'attuale eutrofia tendente alla mesotrofia, grazie all'opera di collettamento dei reflui e all'adeguamento del sistema fognario, oggi il lago mostra di stare lentamente riacquistando le condizioni naturali di mesotrofia (dati GRAIA srl e Regione Lombardia, 2004), che possono essere ulteriormente favorite attraverso la risoluzione dei singoli casi di scarico puntiforme non ancora collettati e da interventi di biomanipolazione.
_____ **intervento.**

2. SEDIMENTI

- **La qualità dei sedimenti**, indagati alla fine degli anni '80 (Binda *et al.*, 1988), dunque prima della costruzione del collettore consortile e dopo il grande *boom* industriale che ha coinvolto la zona, non ha fatto rilevare situazioni di emergenza per quanto riguarda l'inquinamento da microinquinanti, oggi ancor più scongiurato grazie all'opera di collettamento dei reflui. L'aspetto da monitorare che emerge dall'analisi dei sedimenti compiuta allora è relativo invece alla deposizione della sostanza organica che, favorita dallo stato trofico del lago, è stata ed è tuttora prodotta in grande quantità dal lago (sottoforma della vegetazione acquatica), depositandosi sul fondo una volta morta e



accelerando così il processo naturale di interrimento del lago. Per questo motivo il problema necessita di essere monitorato ed anche caratterizzato attraverso modelli predittivi dei tempi di interrimento del lago con diversi scenari. Escludendo poi interventi diretti di risanamento in lago -troppo onerosi economicamente ma anche ecologicamente- e dunque improponibili, ve ne sono altri di relativamente facile effettuazione, come lo sfalcio delle piante acquatiche invasive, oltretutto apportanti una grande quantità di sostanza organica al fondale lacustre (Fior di loto).

monitoraggio e intervento.

3. HABITAT DI INTERESSE COMUNITARIO

- **Estensione dell'habitat.** Nella gran parte dei casi gli habitat di interesse comunitario occupano aree limitate del SIC, rispetto alla loro estensione potenziale che può essere raggiunta con interventi di rimboschimento, forestazione ed anche riqualificazione, in contrasto alla diffusione di specie floristiche esotiche invasive (*Robinia pseudoacacia* nell'alneto e *Nelumbo nucifera* nel lamineto).

intervento.

- **Integrità dell'habitat.** La diffusione di specie floristiche esotiche minaccia l'integrità degli habitat di interesse comunitario (alneti, canneti e lamineti), aree definite del SIC. Qui possono essere condotti interventi di riqualificazione. Le aree su cui è necessario intervenire con più urgenza sono indicate nella carta prodotta in allegato (Tavola 5).

intervento.

4. SPECIE DI INTERESSE COMUNITARIO

- **Disponibilità di habitat.** Analizzando la *checklist* delle specie di interesse comunitario presenti nel SIC, si evince la dominanza delle specie di uccelli acquatici, cui si aggiungono 2 invertebrati (tra cui il gambero *Austropotamobius pallipes*), 1 pesce (*Cobitis taenia*), due anfibi (*Rana latastei* e *Triturus carnifex*) e due mammiferi dell'ordine dei chiroteri (*Myotis mystacinus* e *Pipistrellus kuhlii*). La stragrande maggioranza di esse è strettamente legata all'acqua e agli elementi dell'ecosistema lacustre (dove trovano cibo, rifugio e siti adatti per la riproduzione). Si evince dunque il ruolo prioritario per la loro conservazione rivestito dalla salvaguardia, dal risanamento e dal monitoraggio continuo dello stato complessivo dell'ecosistema lacustre, raccomandati al punto 1.

intervento.

- **Consistenza e struttura demografica delle popolazioni.** Tra le specie di interesse comunitario ve ne sono alcune particolarmente rare e al tempo stesso pregiate (per esempio il tarabuso e la moretta tabaccata, o il gambero d'acqua dolce, la cui reale



presenza e consistenza nel SIC deve essere comunque ancora indagata) che devono essere monitorate con continuità.

_____ **monitoraggio.**

- **Diffusione delle specie faunistiche esotiche.** Il fenomeno della diffusione di specie esotiche è particolarmente presente nel lago: fra tutti, il siluro è una grave minaccia non solo per la fauna ittica (base alimentare per molti uccelli acquatici di interesse comunitario), ma anche indirettamente e direttamente per uccelli e altri vertebrati acquatici pregiati, viste la sua estrema versatilità alimentare e l'inteluttabilità della sua azione predatoria. Tale specie in particolare, oltre alle specie di gambero americano che, cibandosi delle uova dei pesci e degli anfibi, interferiscono nella catena alimentare del lago, deve essere contrastata con un'azione di contenimento continua e adeguatamente programmata. _____ **intervento.**

5. PRESSIONE ANTROPICA

- In un territorio relativamente molto antropizzato, la gestione del SIC deve anche prevedere il controllo e l'eventuale intervento sulle varie attività umane ed i vari aspetti della pressione antropica sull'ecosistema lacustre. In questo senso si considera prioritaria la necessità di uniformare la gestione, già valida per il comune di Vergiate, su tutto il territorio compreso nel SIC e di attivare iniziative e progetti di educazione e divulgazione ambientale _____ **intervento.**



4. BIBLIOGRAFIA

American Chemistry Society, 1991. *Environmental Chemistry of Lakes and Reservoirs*. Lawrence A. Baker, Editor, Atlanta, Georgia, USA

Annoni D., Ravera O., 1977 *Ricerche condotte sul Lago di Comabbio* CCR Euratom, Ispra

Arrignon J., 1986. *Il gambero d'acqua dolce e il suo allevamento*. Edagricole, Bologna, 240 pp.

Autori Vari. 1982. *Eutrophication of waters - Monitoring, Assessment and Control*. OECD, Paris.

Barnaba P.F., 1982. *Studio geologico-ambientale del bacino del Lago di Comabbio (Varese). Idrogeologia e bilancio idrico preliminare*. CNR, Roma

Behler, J.L. 1979. *The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians*. Alfred A. Knopf, Inc. New York. 743 pp.

Bernardo JM., Ilheu M e Costa A.M., 1997. Distribution, population structure and conservation of *Austropotamobius pallipes* in Portugal. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*. (347):617-624

Binda S., Premazzi G. e Tanchis G., 1988. *Evoluzione temporale dei nutrienti e metalli pesanti nei sedimenti di quattro laghi insubrici*. CCR, Rapporto Tecnico alla Commissione delle Comunità Europee, EUR11822 IT: 103 pp.

Bona F., Maffiotti A., 1996. *L'eutrofizzazione del Lago di Viverone*. Regione Piemonte - n.9 della Collana Ambiente.

Bona F., Maffiotti A., Badino G., Lodi E., Prokopowicz J., Tecchiati F., 1996. *L'eutrofizzazione del Lago di Viverone* Regione Piemonte, Collana Ambiente

Brunet J., 1991. *Vegetation i Skånes alm- och askskogar*. Sven. Bot. Tidskr. 85:377-384.

Buzzi Cattaneo L., 1973. *Il carico di elementi eutrofizzanti (N,P,K) nel Lago di Comabbio*. Novara

Calderoni W., Apilombardia, 1988. *Ambiente & Industria*. Grafiche Minerva, Solbiate Olona, Varese

Carlson R., 1977. *A trofic state index for lakes*. Limnology and Oceanography

Chiaudani G. e Premazzi G., 1990. *Il Lago di Como. Condizioni ambientali attuali e modello di previsione dell'evoluzione della qualità delle acque*. Centro Comune di Ricerca EEC, Bruxelles



Chiaudani G. e Premazzi G., 1992. *I laghi Briantei*. Centro Comune di Ricerca EEC, Bruxelles.

Chiaudani G. e Premazzi G., 1986. *Valutazione delle sorgenti e dei carichi di fosforo, Quaderni di Ingegneria Ambientale n°7* pp.61-70 Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles.

Consorzio intercomunale per il risanamento e la tutela del Lago di Comabbio e del relativo bacino. 1983. *Rilievi per la valutazione del regime idraulico del lago*. Consorzio Lago di Comabbio, Varese

Consorzio provinciale per la tutela e la salvaguardia delle acque del Lago di Varese, 1990. *Acque di lago. Supplemento a VARESOTTO n°7*. Edizioni Lativa

Consorzio provinciale per la tutela e la salvaguardia delle acque del Lago di Varese, 1991. *Indagini sugli allacciamenti di fognature comunali ai collettori consortili ed indagine sulla quantità e qualità delle loro portate*. Grafica Maiolo, Varese

Dahl, E., Kalliola, R., Marker, E. & Persson, Å. (1971). *Nordisk vegetationsklassificering för kartläggning. In: IBP i Norden 7*. Universitetsforlaget, Oslo, pp. 3-12.

Della Beffa G, 1949. *Gli insetti dannosi all'agricoltura e i moderni metodi e mezzi di lotta*. U. Hoepli Ed., Milano: xii + 978 pp.

Dundee, H.A., and D.A. Rossman. 1989. *The Amphibians and Reptiles of Louisiana*. Louisiana State University Press. Baton Rouge. 300 pp.

Ernst, C.H., and R.W. Barbour. 1972. *Turtles of the United States*. The University Press of Kentucky. Lexington. 347 pp.

European Water Pollution Control Association, 1985 *Lakes Pollution Recovery*.

Falciai L. e Minervini R., 1992. *Guida dei Crostacei Decapodi d'Europa*. Collana: Scienze Naturali, Franco Muzzio Editore: 282 pp.

Franciscolo M.E., 1997. *Coleoptera Lucanidae*. Fauna d'Italia, Vol. XXXV. Calderini, Bologna: xi + 228 pp.

Gaggino G, Cappelletti E., 1984. *Catasto dei Laghi Italiani - Vol. I - Italia Settentrionale*. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca Sulle Acque - Roma

Giussani G, De Bernardi R, Guilizzoni R, Mosello R., 1985. *Indagine conoscitiva per una caratterizzazione limnologica dei Piccoli Laghi Lombardi* Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza.



GRAIA srl, 2003. *Analisi dell'autoecologia del siluro (Silurus glanis)*. Rapporto tecnico consegnato al Parco del Ticino, 120 pp.

GRAIA srl. 1997. *Evoluzione del bacino del Lago di Piano*. Varano Borghi

Grandjean F., Soutygroset C., Holdich D.M., 1997. Mitochondrial DNA variation in four British populations of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes* - implications for management. *Aquatic Living Resources*. 10(2):121-126, 1997.

Harper D., 1982. *Eutrophication of freshwaters*. Chapman & Hall, Londra

Jørgensen S.E.. University of Copenhagen. 1980. *Lake Management*. Pergamon Press, Oxford, England

Lalumera GM, 1997. Tesi di laurea: Ruolo del popolamento litorale del Lago di Comabbio nella crescita di *Lepomis gibbosus*. Università degli Studi di Milano – Sede di Varese.

Mancini A., 1986. *Astacicoltura, allevamento e pesca dei gamberi d'acqua dolce*. Edagricole, Bologna, 180 pp.

Marchetti R, N.Verna. 1994. *Carichi teorici e reali di fosforo e azoto su tre corsi d'acqua dell'Emilia Romagna*. Regione Emilia-Romagna e Provincia di Forlì-Cesena

Marchetti R., 1993. *Ecologia Applicata*. Città Studi, Milano

Mortimer C.H., 1981. *The Lake Michigan Pollution Case*. Sea Grant Institute and Center for Great Lakes Studies, University of Wisconsin, USA

Nardi PA, Bernini F., Bo T., Bonardi A., Fea G., Ferrari S., Ghia D., Negri A., Razzetti E. e Rossi S., 2004. *Il gambero di fiume nella Provincia di Alessandria*. PI-ME Editrice, Pavia: 111 pp.

Premazzi G., 1994. *Piano di gestione e di controllo dei fenomeni di eutrofizzazione delle acque del Lago di Varese*. CCR Euratom, Istituto Ambiente, Ispra

Premazzi G., Chiaudani G., 1992. *Ecological quality of surface waters*. Joint Research Centre EEC.

Provincia di Milano, Assessorato all'Ambiente, Settore Ecologia. 1995. *La depurazione biologica per combattere il fenomeno dell'eutrofizzazione*. Milano

Provincia di Varese, 2002. *Progetto SIT-FAUNA*. Università dell'Insubria e Provincia di Varese.

Quaglia G., 1884. *Laghi e torbiere del Circondario di Varese*. Tipografia Macchi e Brusa, Varese



Regione Lombardia. 1985. *Piano Regionale di Risanamento delle Acque*.

Regione Lombardia, 2004. *Programma di Tutela e Uso delle Acque. Relazione generale*. 355 pp.

Roncolato C., 1993. *Applicazione della nuova direttiva CEE sulla qualità ecologica delle acque superficiali a due laghi italiani: Lago di Comabbio e Lago di Monate*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano, III Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, CCR Euratom, Istituto Ambiente, Ispra

Rossi G., 1992. *Modellistica ecologica dei laghi*. Centro Comune di Ricerca EEC, Bruxelles

Rossi G., 1996. *Ecologia dei laghi: modelli matematici e applicazioni*. Collana scientifica Franco Angeli

Ryding S.O., Rast W., 1994. *Le controle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs*. Masson UNESCO, Paris.

Sforzi A. and Bartolozzi L., 2001. *Libro rosso degli insetti della Toscana*. ARSIA, Regione Toscana: 375 pp.

Soutygrosset C., Grandjean F., Raimond R. Frelon M., Debenest C., Bramard M Conservation genetics of the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* - the usefulness of the mitochondrial DNA marker. 1997. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*. (347):677-692.

Sterner, R. (1926). *Ölands växtvärld. Södra Kalmar län III*. Hjalmar Appeltoffts Bokhandel, Kalmar, 237 pp.

Toncelli S, 1997. Tesi di laurea: Ecologia del persico sole *Lepomis gibbosus*, introdotto nel Lago di Comabbio, un ambiente eutrofo. Università degli Studi di Milano – Sede di Varese.

Tonolli G., 1997 *Ecologia del Persico Sole Lepomis Gibbosus, introdotto nel Lago di Comabbio, in ambiente eutrofo*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano, III Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Sede di Varese

Tonolli V., 1975. *Introduzione allo studio della limnologia*. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza.

U.S. EPA., 1990. *The Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual, Second Edition*. Washington DC, USA

U.S.EPA., 1993. *National Conference on Urban Runoff Management: Enhancing Urban Watershed Management at the Local, Country, and State Levels*. Washington DC, USA



V.Bonaventura. 1991. *Progetto sperimentale per l'asportazione di torbide fetide dal fondo del Lago di Comabbio*. Relazione tecnica conclusiva

Vismara R., 1988. *Ecologia Applicata*. Hoepli

Zavagno F., D'Auria G. e Viganò A., 2004. *Il progetto di percorso ciclopedonale in prossimità del lago di comabbio - studio per la valutazione di incidenza sul Sito di Importanza Comunitaria "Lago di Comabbio"* D.P.R. 357/97, D.G.R. 7/14106 del 2003. Relazione tecnica consegnata al Parco del Ticino. Dati non pubblicati.

CD-Rom consultati:

ASR, Annuario Statistico Regionale, 2004. Regione Lombardia, ISTAT, Unione delle Camere del Commercio della Lombardia.

Piano Paesistico Regionale, 2003. Regione Lombardia

Principali siti web consultati:

<http://europa.eu.int/comm/environment/nature>

<http://www.minambiente.it>

<http://www.ambiente.regione.lombardia.it/webqa/Parchi/sic>

<http://www.ors.regione.lombardia.it/OSIEG/AreaAcque>

<http://www.istat.it>

<http://www.provincia.va.it/ente/agricoltura>

<http://www.navigazionelaghi.it>