

Monitoraggi floristici alle Bolle di Magadino. Tendenze evolutive delle associazioni palustri

Nicola Patocchi^{1*}, Giuliano Greco², Martin Meyer-Grass³

¹ Fondazione Bolle di Magadino, CH-6573 Magadino

² Oikos 2000 Sagl, CH-6513 Monte Carasso

³ CH-7552 Klosters-Dorf

fbm@bluewin.ch

Riassunto: Nella riserva naturale delle Bolle di Magadino la vegetazione viene periodicamente controllata e rilevata dal 1978 in una trentina di quadrati permanenti. Nel 2012 i rilievi sono stati ripetuti per la sesta volta rispettivamente per la settimana/ottava in alcuni quadrati. Sulla base dei risultati finora ottenuti la tendenza evolutiva delle associazioni vegetali è stata studiata con il confronto temporale delle serie di rilievi e l'analisi della stabilità e della dinamica interna alle associazioni stesse. La quota delle varie stazioni permette di evidenziare delle fasce altitudinali in cui le trasformazioni sono maggiori. Si osserva una generale convergenza verso stadi nettamente più palustri e la perdita di identità delle associazioni meno igrofile rilevate negli anni 1978-1985. Tale tendenza sembra essere indipendente dalla gestione applicata. Queste trasformazioni non sono inoltre causate dall'invasione di specie neofite assenti nei primi anni di rilievo (queste specie per ora causano problemi solo puntuali). Più stabili appaiono le paludi aperte su substrati ciottolosi acidi, anche se si denota pure una perdita di specie differenziali. Le formazioni boscate restano tendenzialmente stabili, ma si segnala la presenza potenzialmente problematica di neofite invasive. Il legame evidenziato con le quote per le stazioni più dinamiche, sembra suggerire l'ipotesi di un certo ruolo dei livelli medi del lago nel periodo vegetazionale.

Parole chiave: associazioni e comunità vegetali, tendenze successionali, quadrati permanenti, paludi, riserva naturale, monitoraggio a lungo termine

Floristic monitoring at the Bolle di Magadino. Evolutionary trend of the marshland communities

Abstract: In the Bolle di Magadino nature reserve, the vegetation is regularly surveyed on thirty permanent sampling plots since 1978. In 2012, the survey was repeated for the sixth time and for the seventh/eighth on some plots, respectively. Using the results obtained so far, the evolutionary trend of plant associations was derived by comparison to earlier series of surveys and analyses. The difference in elevation between specific sampling plots helped to identify the altitudinal intervals where transformations are greatest. A general trend towards distinctly marshier stages and loss of group identity of less hydrophilic associations between 1978-1985 can be observed. This trend seems to be independent of the management applied. However, these transformations are not caused by invasive neophytes, which were absent in the early years of the monitoring (currently, these species cause problems only locally). Open marshes characterized by acidic-pebbly substrates appear to be more stable, even though they show a loss of differential species. Woody formations tend to remain stable but are locally invaded by neophytes. The apparent correlation between sampling plot elevation and site dynamics seems to suggest that average lake levels play a certain role during vegetation.

Keywords: plant associations and communities, successional trends, permanent square sampling plots, wetlands, nature reserve, long term survey

INTRODUZIONE

La vegetazione e le sue associazioni presenti alle Bolle di Magadino hanno suscitato interesse nei ricercatori da molto tempo. Già nel 1963 un primo rilievo fitosociologico, con cartografia delle unità rilevate, fu eseguito da Klötzli (1963, 1964) e descritto anche in Antonietti (1964). Dopo la tutela definitiva dell'area e l'istituzione della riserva naturale, avvenuta nel 1974, vi fu un aggiornamento della cartografia con l'adattamento della chiave di rilevamento (Klötzli et al., 1973) e una definizione più mirata delle associazioni vegetali rilevate (Meyer-Grass, 1976).

Le paludi aperte del Piattono, nel settore meridionale della riserva, sono state oggetto di un rilevamento molto dettagliato nel 1991 (Meier & Donati, 1992) che ha portato ad un aggiornamento della cartografia fitosociologica ma soprattutto ha permesso di stabilire una relazione precisa tra le varie associazioni e la quota stagionale delle paludi che si sviluppano su substrati sabbiosi legati al delta del fiume Ticino (Patocchi, 2000).

Coscienti dell'importante dinamica successionale a cui le paludi sono sottoposte, sia per fattori naturali come l'interramento e la maturazione stessa dei substrati, sia

per fattori più antropici come la correzione del fiume Ticino e la regolazione artificiale dei livelli medi del lago, nel 1976 sono stati scelti una trentina di punti per il controllo dell'evoluzione dello spettro floristico stazionario a lungo termine (Meyer-Grass, 1981, 1985). Da allora questi quadrati sono stati rilevati a intervalli irregolari.

Le stazioni scelte si suddividono in 2 grandi categorie: paludi aperte (G) e boschi palustri (W). Le paludi aperte sono sottoposte dal 1975 a sfalcio autunnale-invernale, sebbene ad intervalli irregolari, dovuti al fatto che più una stazione è bassa, più può risultare inondata e quindi inagibile in inverno. L'effetto principale della gestione a sfalcio tardivo è conservare la palude aperta impedendo la crescita di specie legnose. La stessa gestione è stata abbandonata in un'unica stazione (G4, dal 2000), mentre è stata applicata dal 1979, con uno sfalcio invernale annuale, in una stazione di cespugli (W1, che mantiene la medesima codifica) precedentemente riaperta e da allora conservata tale.

Salvo le stazioni W2-W4, situate direttamente alla foce del fiume Ticino, tutte le stazioni non sono più soggette a inondazioni da parte dei fiumi Ticino o Verzasca, la dinamica alluvionale essendo venuta a mancare già dall'inizio del secolo scorso a seguito della correzione del fiume Ticino (Gaggetta, 1946). La dinamica palustre invece si è rafforzata, poiché dal 1943 una diga a Sesto Calende regola i livelli medi del lago Verbano sulla base di una convenzione tra Italia e Svizzera. Questa regolazione artificiale, sebbene non influenzi gli estremi, ha sconvolto il tipico ciclo bifasico del Verbano esistente prima del 1943, con periodo invernale ed estivo caratterizzato da acque basse, e, sempre rispetto a prima dell'entrata in funzione della diga, ha causato un aumento del livello medio annuale del lago di 30 cm e di circa 1 metro per il solo periodo invernale (Soncini Sessa, 2004; Patocchi, 2000).

Lo studio delle tendenze evolutive delle varie associazioni vegetali presenti nella riserva naturale costituisce un'analisi previsionale indispensabile per la ponderazione degli obiettivi di conservazione e per le scelte gestionali operate oggi dalla Fondazione Bolle di Magadino (Mulhauser et al., 2001; Patocchi, 2012).

MATERIALI E METODI

Campionamento

Sulla base dei riferimenti topografici segnalati nel 1978 e delle coordinate misurate precisamente sul terreno nel 2002, in ogni punto di rilievo (tab. 1) è stata individuata una superficie quadrata di 5x5 m dove ogni specie è censita e la sua copertura valutata secondo il metodo e gli indici proposti da Braun-Blanquet (1964). Dal 2002 il rilievo è stato inoltre strutturato per livelli secondo i principi della fitosociologia sinusiale integrata (Gillet et al. 1991), ma tale informazione non è stata ancora utilizzata in questo contributo.

Nei rilievi del 2002 e 2012, al quadrato iniziale è stato sovrapposto un cerchio con raggio di 10 m a partire dal suo centro. In quest'area di dimensioni maggiori è stata

censita la presenza di specie non ritrovate nel quadrato permanente. Ciò ha permesso di ottenere informazioni su eventuali specie – in particolare rare o per altro verso interessanti – ancora presenti localmente ma non più nel quadrato permanente.

I dati sono stati generalmente raccolti in due periodi: un primo rilievo a inizio stagione (maggio) e il rilievo principale a fine luglio-inizio agosto. Sono inoltre state misurate l'altezza e la copertura dei vari strati vegetazionali. Le caratteristiche pedologiche dell'area di rilievo sono descritte in Greco & Patocchi (2003).

La tabella 2 presenta un esempio di visualizzazione dei dati per una stazione.

Nomenclatura

La nomenclatura utilizzata per i taxa riprende quella di Lauber & Wagner (2012). L'indice sinonimico della Flora Svizzera di Aeschmann & Heitz (2005), riproposto nella banca dati di www.infoflora.ch, ha permesso di unificare i taxa nei rilievi permettendo pure un confronto nel tempo e un'analisi ecologica della stazione. Per *Carex acuta* aggr. si è peraltro conservato il sinonimo di *Carex gracilis* che – quando la specie è dominante – da il nome alle associazioni. Il riconoscimento delle specie è avvenuto negli ultimi rilievi con l'utilizzo delle chiavi dicotomiche presentate in Lauber & Wagner (2012), Aeschmann & Burdet (1994), Eggenberg & Möhl (2007) e con verifiche puntuali secondo Pignatti (2003). Alcuni problemi tassonomici non sono stati considerati in questo contributo, privilegiando l'attribuzione in *sensu lato* per permettere il confronto storico. Così, ad esempio, il gruppo di *Thalictrum lucidum-flavum* è indicato unicamente come *T. lucidum*. Lo stesso vale per *Trifolium hybridum* considerato in *sensu lato* e *Solidago gigantea-canadensis* considerato qui come *S. gigantea*.

A livello di nomenclatura fitosociologica si è rinunciato ad uno studio statistico e sovra-regionale con l'intento di classificare e definire in modo completo le associazioni vegetali, la fedeltà dei vari taxa ed il loro corollario di specie. Riferimenti indicativi permettono di collegarsi ad alleanze e tipologie come descritte in Delarze et al. (1998), ma la definizione delle associazioni e il loro raggruppamento rimangono di tipo locale. In questo contributo si fa pertanto riferimento alle associazioni vegetali proposte da Klötzli (1963), Meyer-Grass (1976) e Meier & Donati (1992).

Per le superfici senza essenze legnose si distinguono 4 tipologie associative principali a dipendenza del substrato pedologico. Per la serie su sabbia fine le tipologie sono ordinate secondo un gradiente d'igrofilia da semi-acquatico a umido: canneto – cariceto – lischeto – megaforbieto (alte erbe). Per la serie su ghiaia, ordinata pure secondo un gradiente d'igrofilia da semi-acquatico a umido: canneto – cariceto – parvocariceto – molinieto.

La sequenza tipologica da semi-acquatico a umido non rispecchia forzatamente la sequenza successionale (toposequenza e cronosequenza secondo Gallandat et al., 1993), come dimostrato da Greco & Patocchi (2003) per il caso delle formazioni a pseudo-canneto.

Le associazioni dominanti delle formazioni boschive

Tabella 1: Elenco dei quadrati permanenti con caratteristiche stazionali e anno di rilievo. G1-G20: paludi aperte, W2-W9: stazioni boscate-cespugliose; W1: stazione cespugliosa nel 1978 e riaperta in seguito conservando la sigla W. Le unità fitosociologiche segnalate sono dedotte in base all'unità cartografica in cui si trova la stazione (Klötzli, 1963; Meyer-Grass, 1976). **Rilevatori:** Martin Meyer-Grass (MM); Sybille Meier & Franca Donati (MD); Livia Tommasini (LT); Giuliano Greco (GG); Nicola Patocchi (NP).

| CARATTERISTICHE STAZIONALI | | | | | ANNO DEI RILIEVI | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|--------|--------|---|--|------------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| Codice | Quota | CoordX | CoordY | Unità fitosociologica 1963 | Unità fitosociologica 1976 | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 1992 | 1998 | 2002 | 2012 | |
| | | | | | | Rilevatori | MM | MM | MM | MM | MD | LT | GG | NP |
| Bolle Settentrionali / Pozzaccio / Delta Verzasca | | | | | | | | | | | | | | |
| G1 | 193.90 | 709691 | 113533 | 7-Cariceto a <i>Cx fusca</i> | 9-Lischeto a <i>Molinia lit.</i> e <i>Deschampsia c. con Genista tinct.</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| G2 | 193.75 | 709675 | 113502 | 7-Cariceto a <i>Cx fusca</i> | 7-Lischeto umido a <i>Poa pr.</i> e <i>Deschampsia c.</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| G3 | 193.74 | 709590 | 113386 | 7-Cariceto a <i>Cx fusca</i> | 4-Cariceto a <i>Cx gracilis v. secca</i> a <i>J. inflexus</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| G4 | 193.66 | 709590 | 113371 | 8-Cariceto a <i>Cx gracilis</i> , <i>Cx vesicaria</i> , <i>Cx elata</i> | 3-Cariceto a <i>Cx gracilis</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| W1 | 193.84 | 709609 | 113614 | 4-Cespuglieto a salici (<i>S. purpurea</i> e <i>S. daphnoides</i>) | VIIAt-Cespuglieto a salici (<i>S. purpurea</i> e <i>S. daphnoides</i>) | x | x | x | x | | x | x | x | |
| Bolle centrali / Bolla rossa / Delta Ticino | | | | | | | | | | | | | | |
| G5 | 193.85 | 709716 | 113268 | 6/7-Cariceto a <i>Cx fusca/v. secca</i> con <i>Trifolium hybridum</i> | 12/5-Canneto/Cariceto a <i>Cx gracilis</i> con <i>Trifolium hybridum</i> | | x | x | x | | | x | x | |
| G6 | 193.88 | 709954 | 113413 | 6-Cariceto a <i>Cx fusca v. secca</i> a <i>Trifolium hybridum</i> | 5-Cariceto a <i>Cx gracilis</i> con <i>Trifolium hybridum</i> | | x | x | x | | | | x | |
| G7 | 193.76 | 710028 | 113336 | 8-Cariceto a <i>Cx gracilis</i> , <i>Cx vesicaria</i> , <i>Cx elata</i> | 2/3- Cariceto a <i>Cx gracilis</i> e <i>Cx elata</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| G8 | 193.64 | 709785 | 113193 | 8-Cariceto a <i>Cx gracilis</i> , <i>Cx vesicaria</i> , <i>Cx elata</i> | 3-Cariceto a <i>Cx gracilis</i> | x | x | x | | | | x | x | |
| G9 | 193.49 | 709776 | 113204 | 8-Cariceto a <i>Cx gracilis</i> , <i>Cx vesicaria</i> , <i>Cx elata</i> | 3/13- Cariceto a <i>Cx gracilis/canneto</i> a <i>Cx elata</i> e <i>Cx vesicaria</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| Foce Ticino / Delta Ticino | | | | | | | | | | | | | | |
| W2 | 193.47 | 709404 | 112763 | 4-Cespuglieto a <i>S. purpurea</i> | III-Salicetum albae con <i>Angelica s.</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| W3 | 194.06 | 709568 | 112767 | 1-Bosco golenale a <i>Alnus incana</i> | IV-Bosco golenale a <i>Alnus incana</i> e <i>S. alba</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| W4 | 193.73 | 709561 | 112788 | 2-Bosco golenale a <i>S. alba</i> | III/IV-Salicetum albae con <i>Angelica s./Bosco gol.</i> a <i>A. incana</i> e <i>S. alba</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| W5 | 194.71 | 709632 | 112861 | 2-Bosco golenale a <i>S. alba</i> | I/II-Salicetum albae/inondato | x | x | x | x | | | x | x | |
| W6 | non ritrovata precis. dopo 1985 | | | 2-Bosco golenale a <i>S. alba</i> | III-Salicetum albae con <i>Angelica s.</i> | x | x | x | x | | | | (x) | |
| W7 | 193.86 | 709738 | 112496 | 2-Bosco golenale a <i>S. alba</i> | II-Salicetum albae | x | x | x | x | | | x | x | |
| W8 | 193.90 | 709967 | 112418 | (2)-Bosco golenale a <i>S. alba</i> (disturbata) | V-Bosco golenale a <i>Alnus incana</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| W9 | 193.95 | 709967 | 112475 | (2)-Bosco golenale a <i>S. alba</i> (disturbata) | VI-Bosco golenale a <i>Alnus incana</i> con <i>A. filix-femina</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| Bolle meridionali / Delta Ticino | | | | | | | | | | | | | | |
| G11 | 193.70 | 709682 | 112335 | 6-Cariceto a <i>Cx fusca v. secca</i> a <i>Trifolium hybridum</i> | 13-Canneto a <i>Cx elata</i> e <i>Cx vesicaria</i> | x | x | x | x | | | x | x | |
| G12 | 193.73 | 709720 | 112328 | 6-Cariceto a <i>Cx fusca v. secca</i> a <i>Trifolium hybridum</i> | 2/3-Caricetum elatae e <i>C. gracilis</i> | x | x | x | x | | x | x | x | |
| G13 | 194.05 | 709756 | 112321 | 5-Lischeto a <i>Deschampsia c.</i> e <i>Trifolium hybridum</i> | 5-Caricetum gracilis con <i>Trifolium hybridum</i> | x | x | x | x | | x | x | x | |
| G14 | 194.10 | 709778 | 112316 | 5-Lischeto a <i>Deschampsia c.</i> e <i>Trifolium hybridum</i> | 6-Lischeto a <i>Phragmites-Deschampsia c.-T. hybridum</i> | x | x | x | x | | x | x | x | |
| G15 | 194.23 | 709812 | 112309 | 5-Lischeto a <i>Deschampsia c.</i> e <i>Trifolium hybridum</i> | 7-Lischeto umido a <i>Poa pr.</i> e <i>Deschampsia c.</i> | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| G16 | 193.76 | 709876 | 112311 | 7-Cariceto a <i>Cx fusca</i> | 2/3-Caricetum elatae e <i>C. gracilis</i> | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| G17 | 194.55 | 709965 | 112209 | 5-Lischeto a <i>Deschampsia c.</i> e <i>Trifolium hybridum</i> | 8-Lischeto a <i>Poa pr.</i> e <i>Deschampsia c.</i> | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| G18 | 194.11 | 709935 | 112143 | 6-Cariceto a <i>Cx fusca v. secca</i> a <i>Trifolium hybridum</i> | 8/4-Lischeto a <i>Poa/Deschampsia/Caricetum gracilis v. secca</i> | x | x | x | x | | x | x | x | |
| G19 | non ritrovata precis. dopo 1982 | | | 6-Cariceto a <i>Cx fusca v. secca</i> a <i>Trifolium hybridum</i> | 4-Caricetum gracilis v. secca a <i>J. inflexus</i> | x | x | x | x | | | | | |
| G20 | non ritrovata precis. dopo 1985 | | | 6-Cariceto a <i>Cx fusca v. secca</i> a <i>Trifolium hybridum</i> | VIIc-Cespuglieto a salici (<i>S. purpurea</i> e <i>S. cinerea</i>) | x | x | x | x | | | | | |

interessate dai rilievi rientrano nelle formazioni perilacustri a *Salix alba* frammiste localmente a formazioni planiziali di *Alnus incana*.

Significatività del metodo

Il metodo dei quadrati permanenti di rilievo è utile per la previsione delle tendenze evolutive stazionali della vegetazione (si veda ad esempio Blab & Völgt, 1992). Queste tendenze si esprimono attraverso lo spettro specifico, la sua trasformazione o meno nel tempo e la modifica della fisionomia strutturale della stazione stessa dedotta da fotografie di confronto (vedi ad esempio la figura 2) o dai parametri di rilevamento (altezza dei vari strati della vegetazione).

Il metodo dei quadrati permanenti non è adatto per il controllo a lungo termine delle specie, siano esse rare o con vari statuti di conservazione (prioritarie, minacciate d'estinzione, bandiera, ecc...). Si veda ad esempio i concetti di controllo a lungo termine applicati per le piante (Käsermann & Moser, 1999) o per la biodiversità in Svizzera (Hintermann et al., 2002).

Analisi dei dati

La variabilità dello spettro specifico tra un rilevamento e l'altro può essere importante e la sua interpretazione delicata. Come suggerito da Wildi (2001), il fenomeno successionale può essere distinto in tre diversi livelli di percezione: la struttura percepita e riflessa dai dati (*pattern*), il processo che determina la generazione di questi dati e il meccanismo all'origine della trasformazione che normalmente non può essere osservato e misurato direttamente. Nel presente contributo si analizza la struttura dei dati approfittando di informazioni visualizzate in modo complementare e ipotizzando che il meccanismo principale del processo di trasformazione in atto sia legato alla quota delle stazioni in relazione con i livelli del lago e all'influenza della tipologia del substrato pedogenetico. Nel caso delle Bolle, la composizione del substrato cambia nettamente secondo un asse N-S separante il delta ciottoloso della Verzasca dal delta sabbioso del Ticino.

Dinamica individuale - Descrive il comportamento di alcune specie chiave nel corso degli anni e nelle varie stazioni, permettendo di osservarne la vitalità.

Stabilità/dinamica cenotica stazionale - Vengono ponderate e contate per ogni stazione le specie che mostrano tendenze negative, positive o stabili tramite un confronto tra i periodi 1978-1985 e quelli più recenti (1992,1998) 2002-2012 (esempio illustrato per la stazione G14 nella tabella 2). Non vengono considerate le specie rilevate esclusivamente in una campagna di rilievo come pure presenze saltuarie cenoticamente poco rilevanti.

Analisi delle componenti principali(ACP) - Tale analisi permette di calcolare la varianza (differenze) della composizione e struttura delle comunità delle specie campionate nelle diverse stazioni e di proiettarla in un sistema di assi cartesiani di cui i primi due assi sono quelli che meglio rappresentano la varianza tra le comunità (Jongman et al., 1995). Le distanze euclidee tra le stazioni (comunità) sul piano cartesiano dei primi due assi riflettono il grado di similitudine nella composizione e

struttura delle specie all'interno delle comunità. Più le stazioni sono vicine e più le specie e la loro abbondanza relativa tendono a essere simili tra loro. Al contrario più sono distanti e più sono diverse. Le specie differenziali trainano e provocano l'allontanamento dal centro del grafico e differenziano i vari raggruppamenti, mentre verso il centro si trovano le specie e conseguentemente le stazioni che meno concorrono a differenziare la situazione analizzata. Questa analisi ha valore quale termine di paragone tra i dati analizzati ed è stata scelta poiché presuppone che le specie abbiano una distribuzione unimodale lungo un ipotetico gradiente ambientale. Non sono stati introdotti nell'analisi descrittori ambientali che possono forzare o meno la proiezione del risultato. La distribuzione delle comunità (stazioni) lungo soprattutto i primi due assi cartesiani della PCA riflettono in maniera più o meno chiara possibili gradienti ambientali esistenti che vengono interpretati / ipotizzati sulla base delle caratteristiche stazionali e delle esigenze ecologiche delle specie. Le ACP sono state svolte con i programmi CANOCO™ 4.5 (Ter Braak & Šmilauer, 2002).

Confronto fotografico stazionale: Le modifiche fisionomico-strutturali vengono riportate quale esempio per alcune stazioni tramite il confronto fotografico 1985-2012.

Tabella 2: Esempio di visualizzazione dei rilievi per la stazione G14. Sono evidenziati i gruppi di specie con trend negativo/stabile/positivo. La colonna "trend specie" definisce le specie utilizzate per il conteggio visualizzato nei grafici della figura 1. 5x5: quadrato permanente 5x5 m; LF Æ 10 m: lista floristica del cerchio di 10 m di raggio. Gli indici di copertura sono quelli di Braun-Blanquet (1964): r: raro (1-2 piedi); +: meno dell'1% ; 1: fino al 5%, 2: 5-25%, 3: 25%-50%, 4: 50%-75%, 5: 75-100%.

| G14 - ambiente: prato umido | | Numero specie con trend - : | | | | | | | 5 | |
|--|--|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Luogo: Bolle Meridionali, Piattone | | Numero specie con trend = : | | | | | | | 14 | |
| Riferimento: paletto G 14 (vedi schema) | | Numero specie con trend + : | | | | | | | 12 | |
| Copertura totale strato erbaceo | | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | | |
| Copertura muschi | | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | 5x5 | 5x5 | 5x5 | 5x5 | 5x5 | 5x5 | 5x5 | LF Æ 10m | LF Æ 10m |
| Genere - Specie | | G14 1978 | G14 1979 | G14 1982 | G14 1985 | G14 1998 | G14 2002 | G14 2012 | G14 2002 | G14 2012 |
| <i>Scutellaria galericulata</i> | | | | + | | | | | | |
| <i>Rhinanthus alerctolophus</i> | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Linum catharticum</i> | | | | + | | | | | | |
| <i>Trifolium hybridum</i> | | | | + | + | | | | | |
| <i>Calamagrostis epigeios</i> | | 2 | 3 | 2 | 1 | | | | | - |
| <i>Lotus corniculatus</i> | | | 1 | 2 | 3 | | r | | x | - |
| <i>Ranunculus repens</i> | | 2 | 3 | 3 | 3 | + | | | | - |
| <i>Carex hirta</i> | | 2 | 2 | 2 | 2 | | + | | | - |
| <i>Epipactis palustris</i> | | + | 1 | 1 | 1 | r | + | | | - |
| <i>Agrostis gigantea</i> | | 1 | + | + | + | r | + | + | | = |
| <i>Allium angulosum</i> | | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | + | | = |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> | | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | | = |
| <i>Vicia cracca</i> | | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | + | + | | = |
| <i>Carex gracilis</i> | | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | | = |
| <i>Galium palustre</i> | | + | + | + | + | 1 | + | 1 | | = |
| <i>Iris pseudacorus</i> | | + | + | + | + | 1 | + | + | | = |
| <i>Thalictrum lucidum</i> | | 1 | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | = |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> | | + | + | 2 | + | 1 | + | 1 | | = |
| <i>Lythrum salicaria</i> | | + | 1 | 2 | 3 | 1 | + | + | | = |
| <i>Potentilla reptans</i> | | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | + | | = |
| <i>Phragmites australis</i> | | + | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | | = |
| <i>Poa pratensis</i> | | 1 | + | 1 | 1 | r | | + | x | = |
| <i>Stachys palustris</i> | | + | | | 1 | r | + | + | | = |
| <i>Equisetum palustre</i> | | | 3 | 3 | 4 | 1 | + | + | | + |
| <i>Mentha arvensis</i> | | | 1 | 2 | 2 | r | | 1 | x | + |
| <i>Filipendula ulmaria</i> | | + | | | 1 | 2 | + | | | x |
| <i>Carex panicea</i> | | | | + | | | 1 | | | + |
| <i>Phalaris arundinacea</i> | | | | | 1 | | + | 1 | | + |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | | | | | | + | | 1 | x | + |
| <i>Aster lanceolatus</i> | | | | | | + | | 2 | | + |
| <i>Solidago gigantea</i> | | | | | | + | | + | x | + |
| <i>Thalictrum aquilegifolium</i> | | | | | | + | | + | x | + |
| <i>Rubus caesius</i> | | | | | | + | | + | | + |
| <i>Ranunculus acris</i> | | | | | | | + | + | | + |
| <i>Carex acutiformis</i> | | | | | | | 1 | + | | + |
| <i>Bidens frondosa</i> | | | | | | | | + | x | |
| <i>Poa trivialis</i> | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Poa palustris</i> | | | | | | | + | | | |
| <i>Carex elata</i> | | | | | | | | + | | |
| <i>Silene flos-cuculi</i> | | | | | | | | | | x |

Bemerkungen / Osservazioni: 1978: 20. Juli, Aspekt üppig
 1979: 22. Aug., Aspekt üpping
 1982: 21. Mai und 26. Aug., Aspekt üpping
 1985: 5. Aug., stark verfilzt
 2002: 22. luglio, asciutto
 2012: 15.5=asciutto, 6.6=asciutto a filo, 1.8=asciutto, sfalcio ottobre 2011 - E0=30%, E1=100%, E2=60%

RISULTATI

Dinamica individuale

La tabella 3 visualizza il trend di alcune specie. Ogni specie è ordinata per settore geografico (Bolle Nord nel delta della Verzasca, Bolle centro e Sud nel delta del Ticino). All'interno di ogni settore le stazioni sono ordinate in base alla quota crescente.

Le specie prescelte sono presenti in quasi tutti i rilievi al fine di illustrare l'andamento generale. Per alcune si ha esclusivamente una distribuzione settoriale. La colonna che segnala la dinamica/stabilità fa riferimento ai 3 gruppi definiti nel prossimo paragrafo.

Tabella 3a-f: Rilievo di specie scelte per le stazioni aperte e per tutti gli anni di rilievo. Gli indici di copertura sono quelli di Braun-Blanquet (1964): r: raro (1-2 piedi); +: meno dell'1%; 1: fino al 5%, 2: 5-25%, 3: 25%-50%, 4: 50%-75%, 5: 75-100%. La colonna Stab./din. (Stabilità/dinamica) fa riferimento alla classificazione in 3 gruppi, illustrati alla figura 1. Stz: stazione. Le caselle vuote indicano che la specie non è stata ritrovata in quell'anno, NR: nessun rilievo eseguito.

a) *Phragmites australis*

| Stab./din. | Gr. | Quota | Stz | Anno di rilievo | | | | | | | |
|------------|-----------|-------|-------|-----------------|------|------|------|------|------|------|---|
| | | | | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 1998 | 2002 | 2012 | |
| 2,3 | Bolle SUD | 193.7 | G11 | 4 | 4 | 4 | 5 | NR | 4 | 4 | |
| | | 2 | 193.7 | G12 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | 2,3 | 193.8 | G16 | 2 | 2 | 1 | + | 2 | 3 | 2 |
| | | 2 | 194.1 | G13 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| | | 3 | 194.1 | G14 | + | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | 3 | 194.1 | G18 | | | | | 3 | 4 | 3 |
| | | 3 | 194.2 | G15 | + | + | + | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 194.6 | G17 | | | | | + | 1 | 1 | | |
| 1 | Centro | 193.5 | G9 | r | | 1 | | NR | 5 | | |
| | | 1 | 193.6 | G8 | 4 | 4 | 4 | NR | NR | 5 | + |
| | | 2 | 193.8 | G7 | 1 | r | r | r | NR | | 2 |
| | | 2 | 193.9 | G5 | NR | 1 | 2 | 4 | NR | 5 | 3 |
| 2 | 193.9 | G6 | NR | | | | NR | NR | | | |
| 1 | Nord | 193.7 | G4 | 4 | 4 | 3 | 4 | NR | 5 | 1 | |
| | | 2 | 193.7 | G3 | 4 | 3 | 3 | 4 | NR | 3 | + |
| | | 2 | 193.8 | G2 | + | + | + | + | NR | r | r |
| | | 2 | 193.8 | W1 | | | | | 1 | | |
| 2 | 193.9 | G1 | | | | | NR | | | | |

b) *Carex elata*

| Stab./din. | Gr. | Quota | Stz | Anno di rilievo | | | | | | | |
|------------|-----------|--------|--------|-----------------|------|------|------|------|------|------|---|
| | | | | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 1998 | 2002 | 2012 | |
| 2,3 | Bolle SUD | 193.7 | G11 | 4 | 4 | 2 | + | NR | | + | |
| | | 2 | 193.73 | G12 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | + |
| | | 2,3 | 193.76 | G16 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | + |
| | | 2 | 194.05 | G13 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | + | 1 |
| | | 3 | 194.1 | G14 | | | | | | | + |
| | | 3 | 194.11 | G18 | | | | | | 1 | + |
| | | 3 | 194.23 | G15 | | | | | 2 | 2 | 1 |
| 3 | 194.55 | G17 | | | | | + | r | r | | |
| 1 | Centro | 193.49 | G9 | | | | | | NR | | |
| | | 1 | 193.64 | G8 | 2 | 2 | 2 | NR | NR | 1 | 1 |
| | | 2 | 193.76 | G7 | | | | | NR | | |
| | | 2 | 193.85 | G5 | NR | | | | NR | | |
| 2 | 193.88 | G6 | NR | 3 | 3 | 2 | NR | NR | 1 | | |
| 1 | Nord | 193.66 | G4 | 1 | 1 | 1 | 1 | NR | | | |
| | | 2 | 193.74 | G3 | 2 | 2 | 3 | 3 | NR | | |
| | | 2 | 193.75 | G2 | + | + | + | + | NR | | 2 |
| | | 2 | 193.84 | W1 | | | | | | | |
| 2 | 193.9 | G1 | | | | | NR | | | | |

c) *Carex vesicaria*

| Stab./din. | Gr. | Quota | Stz | Anno di rilievo | | | | | | | |
|------------|-----------|-------|-------|-----------------|------|------|------|------|------|------|---|
| | | | | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 1998 | 2002 | 2012 | |
| 2,3 | Bolle SUD | 193.7 | G11 | 2 | 1 | + | + | NR | | + | |
| | | 2 | 193.7 | G12 | | | | | | 1 | 1 |
| | | 2,3 | 193.8 | G16 | | | + | + | | 1 | 1 |
| | | 2 | 194.1 | G13 | | | | | | 1 | 1 |
| | | 3 | 194.1 | G14 | | | | | | | |
| | | 3 | 194.1 | G18 | | | | | | + | |
| | | 3 | 194.2 | G15 | | | | | | | + |
| 3 | 194.6 | G17 | | | | | | | | | |
| 1 | Centro | 193.5 | G9 | | | | | NR | | | |
| | | 1 | 193.6 | G8 | | | + | NR | NR | 3 | + |
| | | 2 | 193.8 | G7 | | | 1 | + | NR | | 1 |
| | | 2 | 193.9 | G5 | NR | | | | NR | | 1 |
| 2 | 193.9 | G6 | NR | | | | NR | NR | + | | |
| 1 | Nord | 193.7 | G4 | | | 2 | 2 | NR | | | |
| | | 2 | 193.7 | G3 | | | + | + | NR | | 2 |
| | | 2 | 193.8 | G2 | | | | | NR | | + |
| | | 2 | 193.8 | W1 | | | | | | | |
| 2 | 193.9 | G1 | | | | | NR | | | | |

d) *Carex gracilis (=Carex acuta aggr.)*

| Stab./din. | Gr. | Quota | Stz | Anno di rilievo | | | | | | | |
|------------|-----------|--------|--------|-----------------|------|------|------|------|------|------|---|
| | | | | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 1998 | 2002 | 2012 | |
| 2,3 | Bolle SUD | 193.7 | G11 | | | | | | NR | | |
| | | 2 | 193.73 | G12 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| | | 2,3 | 193.76 | G16 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | + |
| | | 2 | 194.05 | G13 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 3 |
| | | 3 | 194.1 | G14 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 |
| | | 3 | 194.11 | G18 | | | + | 1 | | 3 | + |
| | | 3 | 194.23 | G15 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | | 1 |
| 3 | 194.55 | G17 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 1 | | |
| 1 | Centro | 193.49 | G9 | | | | + | | NR | | |
| | | 1 | 193.64 | G8 | 4 | 4 | 4 | NR | NR | | + |
| | | 2 | 193.76 | G7 | 5 | 5 | 5 | 5 | NR | 5 | 3 |
| | | 2 | 193.85 | G5 | NR | 5 | 5 | 3 | NR | 3 | 3 |
| 2 | 193.88 | G6 | NR | 4 | 4 | 4 | NR | NR | 4 | | |
| 1 | Nord | 193.66 | G4 | 4 | 4 | 4 | 4 | NR | 3 | + | |
| | | 2 | 193.74 | G3 | 4 | 4 | 3 | 3 | NR | 1 | 2 |
| | | 2 | 193.75 | G2 | 4 | 4 | 3 | 3 | NR | | 1 |
| | | 2 | 193.84 | W1 | | | | | | | |
| 2 | 193.9 | G1 | 1 | 1 | 1 | + | NR | | 1 | | |

e) *Myosotis scorpioides*

| Stab./din. | Gr. | Quota | Stz | Anno di rilievo | | | | | | | |
|------------|--------|-------|-------|-----------------|------|------|------|------|------|------|---|
| | | | | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 1998 | 2002 | 2012 | |
| 1 | Centro | 193.5 | G9 | | | | | NR | | | |
| | | 1 | 193.6 | G8 | | 1 | 1 | NR | NR | | |
| | | 2 | 193.8 | G7 | 2 | 2 | 1 | + | NR | | |
| | | 2 | 193.9 | G5 | NR | 2 | 2 | 1 | NR | | |
| | | 2 | 193.9 | G6 | NR | 2 | 2 | 2 | NR | NR | + |

f) *Molinia arundinacea/caerulea*

| Stab./din. | Gr. | Quota | Stz | Anno di rilievo | | | | | | | |
|------------|------|--------|--------|-----------------|------|------|------|------|------|------|---|
| | | | | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 1998 | 2002 | 2012 | |
| 1 | Nord | 193.66 | G4 | | | | | | NR | | |
| | | 2 | 193.74 | G3 | | | | | NR | | |
| | | 2 | 193.75 | G2 | + | 3 | 3 | 3 | NR | 3 | 1 |
| | | 2 | 193.84 | W1 | r | + | 1 | 1 | 2 | 2 | |
| | | 2 | 193.9 | G1 | 3 | 4 | 4 | 4 | NR | 3 | 2 |

Stabilità/dinamica cenotica stazionale

Come da esempio riportato per la stazione G14 nella tabella 2, per ogni stazione di rilievo sono evidenziati i gruppi di specie che mostrano un andamento regressivo (trend negativo), tendenzialmente stabile e positivo (trend positivo). Il numero di specie appartenente a una di queste categorie viene conteggiato e visualizzato nei grafici della figura 1.

Per facilitare la lettura, sull'asse delle ordinate è disposta la quota delle stazioni. La distribuzione delle stazioni nei vari grafici permette di visualizzare 3 gruppi di stazioni che si distribuiscono secondo la quota confermando così l'ipotesi iniziale.

Gruppo 1: G4 (Nord) G8 G9 (Centro) G11 (Sud)
Fascia altitudinale: 193.49 – 193.70 m

Stazioni che mostrano poca dinamica: poche specie scompaiono, poche arrivano ma anche poche sono stabili. Si tratta in effetti di stazioni estreme: condizioni al limite con quelle acquatiche dove la vegetazione palustre fatica a crescere. Sono le zone tipicamente dominate dal canneto acquatico anche se questa for-

mazione fatica a crescere a seconda degli anni. Sono associazioni in generale con poche specie (alfa-diversità bassa) situate alle quote più basse e indipendenti dal settore geografico. Va inserito in questo gruppo anche la stazione G8, sebbene nei primi anni del controllo mostrasse altre caratteristiche (alto numero di specie con trend negativo).

Gruppo 2: G1 G2 G3 (Nord) G5 G6 G7 (Centro) G12 G13 G16 (Sud)

Fascia altitudinale 193.74 – 194.05 m

Stazioni che conservano una loro identità e una certa stabilità cenotica, anche se evidenziano l'inizio di una trasformazione, sia pure non ancora drastica: alcune tendono a evolvere verso formazioni più fradice e palustri, per altre invece si può ipotizzare una trasformazione determinata dalla presenza di specie neofite che cominciano ad essere invasive.

Gruppo 3: G14 G15 G17 G18 (Sud)

Fascia altitudinale 194.11 – 194.55 m

Stazioni con grande dinamica e in pieno cambiamento, con molte nuove specie ma altrettante scomparse.

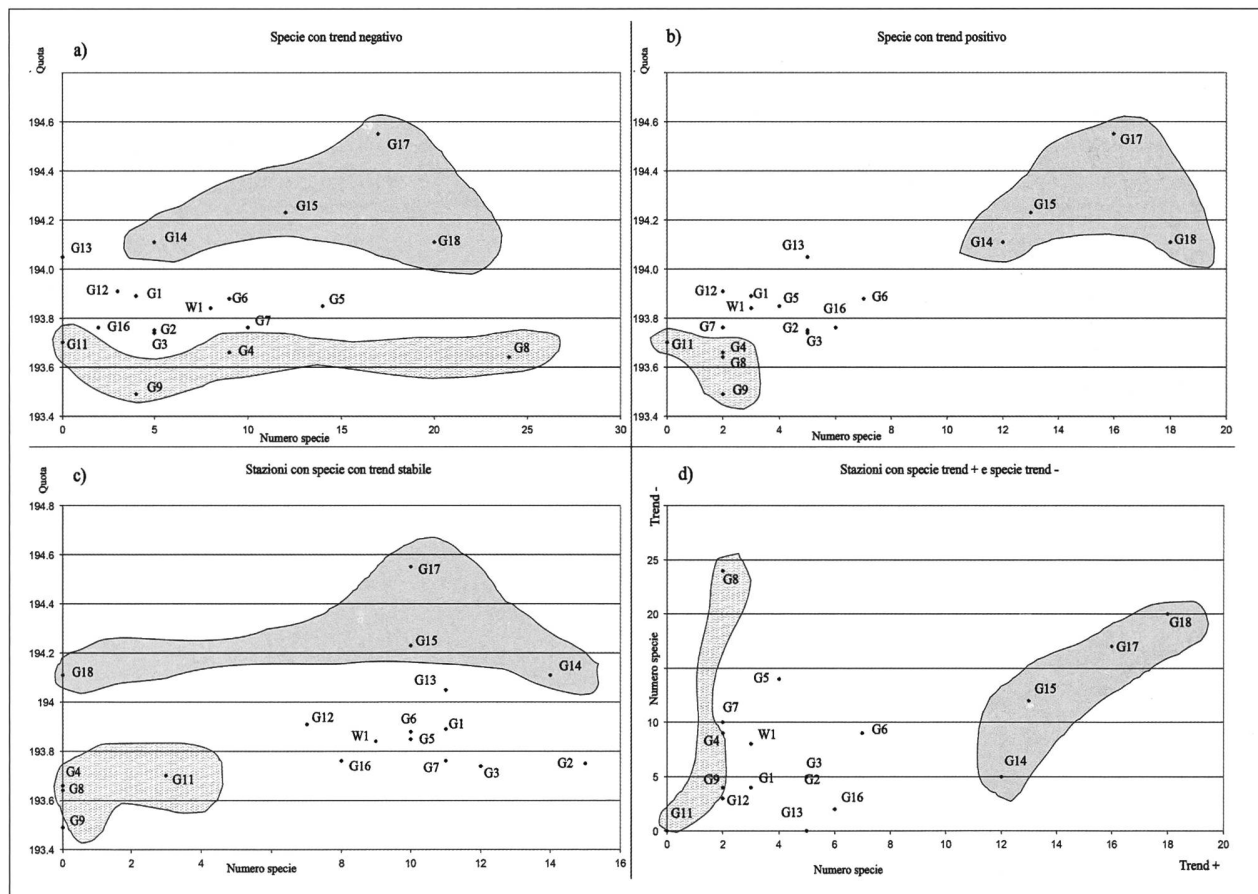


Figura 1a-d: Conteggio del numero di specie per stazione (nella tabella 2 è illustrato quel esempio il conteggio per la stazione G14), che mostrano cambiamenti negativi (trend -, non più rilevate dal 1990), presenza stabile negli anni (trend stabile, anche se fluttuante) o cambiamenti positivi (trend +, apparse dopo il 1990): a) numero specie/stazione con trend -, asse y con quota della stazione; b) numero specie/stazione con trend +, asse y con quota della stazione; c) numero specie/stazione con trend stabile, asse y con quota della stazione; d) Proiezione cartesiana(X,Y): numero specie trend + (asse x) vs. numero specie trend - (asse y). In evidenza le stazioni del gruppo 1 con fascia altitudinale 193.49-193.70 m (raggruppamenti grigio chiaro) e del gruppo 3 con fascia altitudinale 194.11-194.55 m (raggruppamenti grigio scuro). Esempio di lettura della figura: la stazione G14 che si trova a quota 194.10 m, presenta a) 5 specie con trend negativo, b) 12 specie con trend positivo, c) 14 specie stabili, d) proiezione della coppia G14 (12,5).

Analisi delle componenti principali (ACP)

Diverse matrici specie vs. stazione sono state sottoposte ad analisi principale delle corrispondenze (dove ogni anno di rilievo diventa una stazione a se stante):

- Tutte le stazioni segnalate nella tabella 1 (132 specie x 174 stazioni) – 20.9 % variabilità spiegata per l’asse 1 e 11.7 % per l’asse 2
- Solo le stazioni boscate W2-W9 (66 specie x 50 stazioni) – 22.4 % variabilità spiegata per l’asse 1 e 13.7 % per l’asse 2
- Tutte le paludi aperte G e W1 (92 specie x 119 stazioni) – 20.7 % variabilità spiegata per l’asse 1 e 13.4 % per l’asse 2
- Solo le paludi aperte Nord del delta della Verzasca (51 specie x 32 stazioni) – 29.6 % variabilità spiegata per l’asse 1 e 16.2 % per l’asse 2

- Solo le paludi aperte Centro Sud del delta del Ticino (72 specie x 84 stazioni) – 26.8 % variabilità spiegata per l’asse 1 e 14.3 % per l’asse 2

Inoltre si è voluto verificare l’influsso sull’identità della stazione determinato dalle specie neofite invasive (*Aster lanceolatus*, *Solidago canadensis/gigantea*, *Impatiens glandulifera*, *Bidens frondosa*), praticamente assenti prima del 1985, creando una matrice per le paludi aperte senza queste specie e togliendo 3 stazioni particolari: 89 spp x 116 siti – 35.7% variabilità spiegata assi 1 e 2.

In questo contributo sono visualizzati solo i risultati per gli assi 1 e 2 delle matrici riguardanti tutte le paludi aperte (Figura 2) e quelli per le sole paludi Centro Sud (Figura 3).

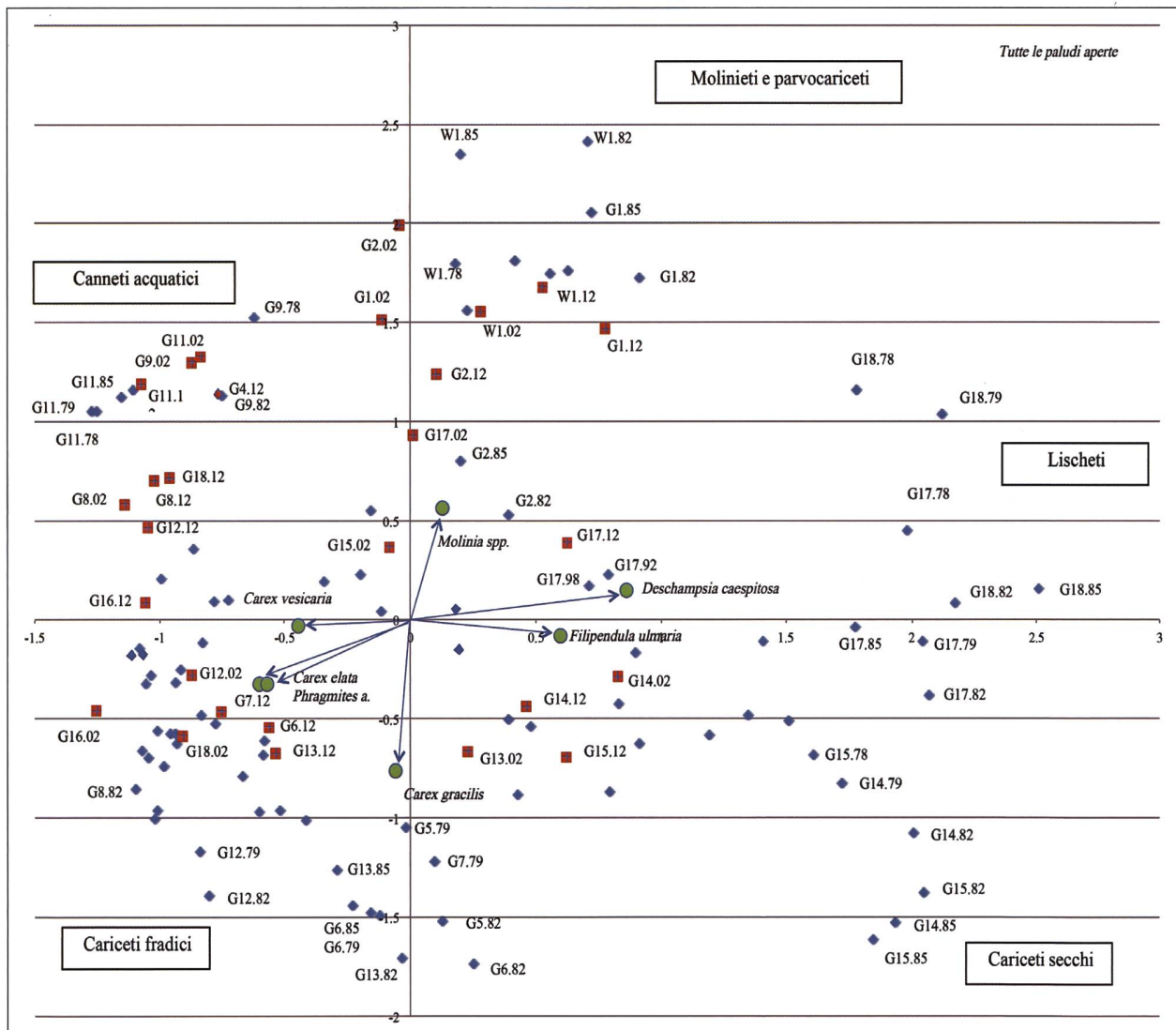


Figura 2: Rappresentazione grafica dell’Analisi delle componenti principali basata sulla composizione delle specie delle comunità di tutte le paludi aperte (G e W1, 92 specie x 119 stazioni). Variabilità spiegata dagli assi 1 e 2: 34.1%. Le stazioni rilevate dopo il 2000 sono indicate con un quadrato (rosso). Freccie seguite dai pallini (verdi): proiezione del risultato per alcune specie che maggiormente caratterizzano le differenze tra stazioni. Ogni rilievo che definisce una stazione è composto dalla sigla della stazione e dall’anno di rilevamento (p.es. W1.85: stazione W1, anno del rilievo 1985). Per la definizione empirica delle tipologie dominanti nei riguardi, si veda tabella 1 e testo.

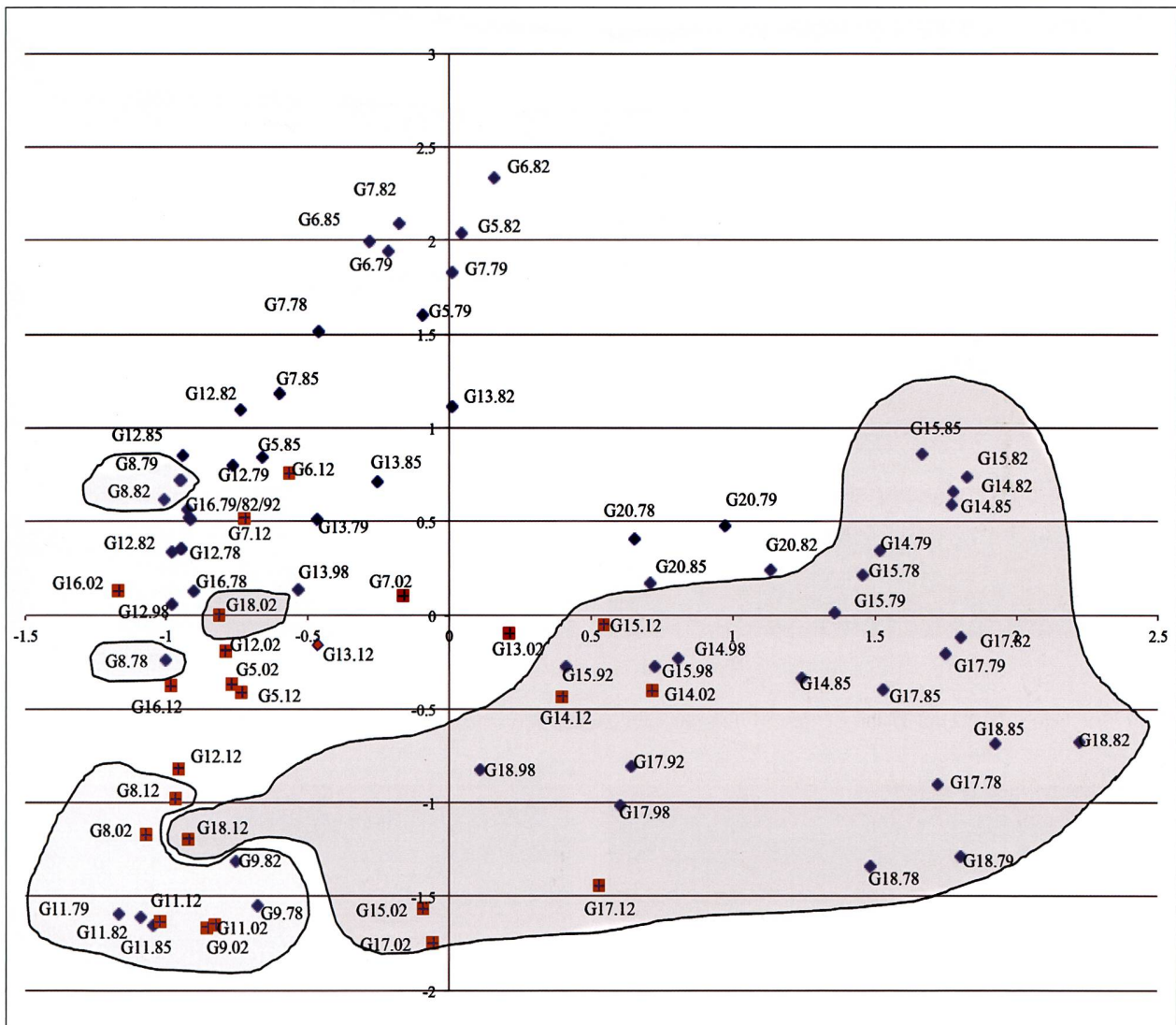


Figura 3: Rappresentazione grafica dell'Analisi delle componenti principali basata sulla composizione delle specie delle comunità delle paludi aperte Centro Sud del delta del Ticino, con substrato sabbioso (G5-G20, 72 specie x 84 stazioni): Variabilità spiegata dagli assi 1 e 2: 41.1%. Le stazioni rilevate dopo il 2000 sono indicate con un quadrato (rosso). Sono evidenziati i gruppi di stazioni 1 (grigio chiaro) e 3 (grigio scuro) in riferimento alla figura 1. Ogni rilievo che definisce una stazione è composto dalla sigla della stazione e dall'anno di rilevamento (p.es. G6.82: stazione G6, anno del rilievo 1982).

Confronto fotografico stazionale

Figura 4a-c: Confronto fotografico nel tempo (1985-2012) per alcune stazioni di rilievo: Stazioni a) G2, b) G17, c) G18. Per ulteriori dettagli sulle stazioni si veda la tabella 1.

a) Molinieto sul delta della Verzasca (settore Nord) che ha conservato la stessa fisionomia

G2- 1985



G2- 2012



b) Lischeto sul delta del Ticino (settore Sud) che ha subito una trasformazione importante in megaforbieto (*Filipendula ulmaria*) con forte presenza di *Phragmites australis*

G17- 1985



G17- 2012



c) Lischeto sul delta del Ticino (settore Sud) che ha subito una trasformazione importante in pseudocanneto.

G18- 1985



G18- 2012



DISCUSSIONE

Dinamica individuale

Phragmites australis

Risulta evidente come questa specie stia penetrando in modo invasivo verso le stazioni dell'entroterra, creando le formazioni del pseudocanneto. Il fenomeno è stato analizzato in Greco & Patocchi (2003), dove si è potuto stabilire che la quota a cui la specie risulta più competitiva si situa a 194 m s.l.m. Su substrato ciottoloso soggetto a periodi di asciutta importanti, la specie non riesce a competere con le formazioni a *Molinia arundinacea*, dove la quota di maggior vitalità è inferiore di circa 25 cm. Nelle stazioni a quote inferiori invece, la specie può soffrire molto durante la primavera quando è sommersa completamente dal lago per diverse settimane. In questi casi, da un anno all'altro si può osservare la totale scomparsa della cannuccia, come per esempio in G9. Una gestione invernale del canneto acquatico in tali stazioni può peggiorare questo fenomeno, aumentando la difficoltà dei rizomi a germogliare. La quota della stazione G9 si trova già al disotto della quota minima di crescita del canneto acquatico che oggi va situata attorno a 193.80 m (fino agli anni ottanta quasi 30 cm più bassa).

Carex vesicaria

Come la specie precedente è in piena espansione verso le stazioni più alte. Delle tre carici dominanti nella riserva è quella che maggiormente preferisce le stazioni più fradice-palustri, con lunghi periodi di sommersione del piano epigeo.

Carex gracilis (oggi *Carex acuta* aggr.)

La specie tende a essere meno presente nelle stazioni più basse, ma contemporaneamente fatica a colonizzare quelle nell'entroterra (probabile competizione con *Phragmites australis* e *C. vesicaria*). In questo caso, una gestione a sfalcio annuale a settembre, per le stazioni che si trovano alle quote 193.85-193.90 sembra contribuire a conservare la dominanza della specie.

Carex elata

Le formazioni dominate da questa carice si situano nelle stazioni più alte dei cariceti (193.90-194.10 m). I lischeti a *Poa pratensis* e *Deschampsia caespitosa* tendono ad esserne colonizzati. Non amando i molinieti, nel settore settentrionale tende a scomparire, poiché allontanata dalle stazioni basse dove un tempo cresceva bene.

Myosotis scorpioides

Esempio di una specie compagna dei cariceti a *Carex gracilis*, che necessita di un intervento di sfalcio annuale in settembre. La gestione nelle stazioni G5, G6 e G7 è sempre stata regolare nella fascia temporale analizzata. La tendenza a scomparire o a diventare rara nonostante la presenza di *Carex gracilis*, conferma in queste stazioni il cambiamento di altri parametri.

Molinia arundinacea/caerulea

Colinizza i lischeti sui substrati ciottolosi e acidi del delta della Verzasca (*M. caerulea* nelle stazioni inferiori). Anch'essa testimonia un trend negativo da imputare ai prolungati periodi di sommersione delle stazioni. Tra le due specie osserviamo un gradiente costante, dalle stazioni più alte con *M. arundinacea* a quelle più palustri con *M. caerulea*. Con gli anni il gradiente si è trasformato in due poli distinti e oggi sono soprattutto le stazioni dominate da *M. caerulea* a ridursi progressivamente.

In sintesi, le specie visualizzate illustrano lo spostamento (*shifting*) dalle stazioni più basse verso l'entroterra. Per lo stesso principio abbiamo specie che erano presenti nei lischeti a quote più alte e che oggi sono localmente scomparse (per es. *Medicago lupulina*, *Trifolium hybridum*, *Rhinanthus alectorolophus*, *Pimpinella saxifraga*, *Centaurea jacea* s.s., *Calamogrostis epigeios*).

Stabilità/dinamica cenotica stazionale

La dinamica osservata in alcune stazioni, specialmente quelle del gruppo 3, è impressionante. Occorre sottolineare che la trasformazione cenotica interessa soprattutto specie tipiche e comuni per le paludi delle Bolle che segnalano dunque un cambiamento dei fattori stazionali. L'aumento di specie esotiche invasive è finora solo puntuale anche se localmente incidente. Ad esempio, le formazioni ad alte erbe con dominanza di *Filipendula ulmaria* erano ben presenti negli anni '90. Oggi non sono più osservabili con quella fisionomia malgrado gli apporti di nutrienti non siano cambiati.

Le stazioni che mostrano una forte dinamica di trasformazione sono raggruppabili per fascia altitudinale (gruppo 3). Questo fatto sembra pure confermare l'ipotesi dell'influenza principale dei livelli medi del lago. Se da un lato, per le stazioni del gruppo 1 (canneto acquatico o stazioni semi-acquatiche colonizzate da specie anfibe pioniere dei *Nanogiuncheti* o con specie acquatiche direttamente), è relativamente facile predire la tendenza futura, per le stazioni del gruppo 3 la predizione è più delicata, anche perché le condizioni meno palustri permettono l'entrata di specie esotiche invasive come *Aster* e *Solidago*.

Analisi delle componenti principali (ACP)

I risultati dell'analisi con tutte le stazioni sono influenzati dall'effetto "Guttman/Ferro di cavallo" poiché vengono ponderate situazioni palesemente differenti (bosco e superfici non boscate). Vale peraltro la pena di segnalare che tra i poli boscati e quelli non boscati non si evidenzino le paludi del delta della Verzasca, sebbene siano le uniche ad ospitare specie come *Molinia spp.* e *Genista tinctoria*. Sono invece due altre tipologie che si distinguono nettamente in due poli: i cariceti più fradici e anche i lischeti ma limitatamente ai rilievi stazionali degli anni 1978-1985, mentre i rilievi più recenti non permettono più di identificare un polo a se stante.

Le formazioni boscate evidenziano le tipologie principali a *Salix alba* e *Alnus incana*, ai quali si aggiungono i poli dei boschi palustri con condizioni tendenzialmente più mesofile, seppur sempre con carattere molto igrofi-

lo. Interessa osservare come l'analisi evidenzi le tipologie dominanti ma tende a non differenziare gli anni di rilievo, segnalando una certa stabilità delle condizioni stazionali nel tempo. La rinaturazione della foce del Ticino, terminata nel 2010, potrebbe influenzare con una maggiore dinamica alluvionale le stazioni W2, W3, W4 e W5, ma non ha avuto ancora effetti rilevabili nel 2012, anno dell'ultimo rilievo. Vi è quindi una certa stabilità cenotica, anche se alcune stazioni a quote maggiori cominciano a segnalare problemi con le neofite invasive.

Il grafico nella figura 2 mostra la proiezione per gli assi 1 e 2 dell'analisi che ha preso in considerazione tutte le paludi aperte. Nello stesso sono evidenziate le formazioni principali. Si noti come i rilievi dopo il 2000 tendano a spostarsi verso i poli "canneti acquatici" e "cariceti fradici".

L'asse 1 può essere interpretato come un gradiente di quota e quindi, nel nostro caso, un gradiente da palustre ad acquatico procedendo da destra a sinistra. L'asse due invece riflette le condizioni edafiche delle stazioni: da ciottolose a sabbiose e con sabbia fine verso il basso.

Eliminando le specie neofite dall'analisi sulle paludi aperte, la struttura fitosociologica non si distanzia da quanto osservabile nell'analisi illustrata nella figura 1. Per ora possiamo dunque considerare le neofite solo come problema localizzato e la differenza riscontrata tra rilievi recenti e passati non è dovuta essenzialmente alle neofite rilevate dopo il 1985.

Nel grafico della figura 3 con la proiezione degli assi 1 e 2 della matrice che comprende unicamente le stazioni su substrato fine (Centro Sud), la tendenza dei rilievi più recenti a focalizzarsi verso il polo più fradicio e dei canneti acquatici è ancora più evidente.

Sul grafico sono evidenziati i gruppi di stazioni che hanno mostrato maggior dinamica cenotica interna (gruppi 1 e 3).

L'asse 1 può essere chiaramente interpretato come gradiente igrofilo-acquatico (da destra a sinistra). L'asse 2 invece risulta meno evidente, ma una componente geografica emerge sicuramente da un lato, evidenziando i cariceti a *Carex gracilis* delle Bolle Centrali, comunque caratterizzati da una fisionomia relativamente molto omogenea fino agli anni novanta.

In generale va rilevato che le paludi aperte dei settori centrale e meridionale, più di tutte, stanno con gli anni perdendo identità e subendo una generale omogeneizzazione dello spettro specifico. Le fasce di quota del gruppo 3 sono sicuramente quelle che, da un punto di vista gestionale, devono essere oggetto di misure particolari, integrando queste informazioni con quelle raccolte dalla situazione osservabile per specie rare e/o prioritarie d'interesse conservazionistico.

Anche il confronto fotografico segnala i forti cambiamenti in atto per alcune stazioni, con un aumento generale di biomassa e una copertura del suolo sempre più fitta nelle stazioni in fascia medio-alta e situazione

praticamente acquatiche e anfobie nelle stazioni più basse. L'ipotesi di un ruolo importante dei livelli medi del lago in periodo vegetativo, dedotta dall'osservazione di un legame tra quota delle stazioni e dinamica evolutiva, va approfondita con ulteriori analisi.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori tengono a ringraziare i collaboratori della Fondazione Bolle di Magadino e l'ing. Claudio Vaggia della Sezione Forestale cantonale, per l'aiuto sul campo, Livia Tommasini per i rilievi del 1998, Nicola Schoenenberger per la determinazione di *Aster lanceolatus*, Marco Moretti per l'aiuto con le analisi CANOCOTM e, non da ultimo, Aldo Antonietti e Giulia Forni per la rilettura e i preziosi consigli.

BIBLIOGRAFIA

- Aeschimann D. & Burdet H. 1994. Flore de la Suisse – Le nouveau Binz. Neuchâtel. Edition du Griffon. 597 pp.
- Aeschimann D. & Heitz C. 2005. Index Synonymique de la Flore de Suisse. Ginevra. CRSF/ZDSF. 323 pp.
- Antonietti A. 1964. Le Bolle di Magadino. Quaderni Ticinesi, 7: 1-24.
- Blab J. & Völk W. 1992. Effizientkontrollen bei Massnahmen des Naturschutzes: Wissenschaftliche Anforderungen und praxisorientierte Umsetzung. Zietung für Ökologie und Naturschutz, 1: 161-163.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Vienna. Springer Verlag. 865 pp.
- Delarze R., Gonseth Y & Galland P. 1998. Guide des milieux naturels de Suisse. Losanna. Delachaux et Niestlé. 414 pp.
- Eggenberg S. & Möhl A. 2007. Flora vegetativa. Berna. Haupt Verlag. 680 pp.
- Gaggetta S. 1946. 60 anni del consorzio correzione fiume Ticino (1886-1946). Bellinzona. Arti Grafice Salvioni. 96 pp.
- Gallandat J.-D., Gobat J.-M. & Roulier C. 1993. Cartografia delle zone alluvionali d'importanza nazionale. Berna. Ufficio federale dell'ambiente. Natura e Paesaggio 199.109 pp.
- Gillet F., de Foucault B. & Julve P. 1991. La phytosociologie synusiale intégrée: objets et concepts. Candollea, 46: 315-340.
- Greco G. & Patocchi N. 2003. Parametri topologici, pedologici e floristici caratterizzanti le formazioni a Pseudocanneto in ambienti palustri aperti alle Bolle di Magadino (Svizzera meridionale). Studi Trentini Scienze Naturali, Acta biologica, 80: 253-255.
- Hintermann U., Weber D., Zangger A. & Schmill J. 2002. Monitoring de la biodiversité en Suisse. Mémoires de la Société Botanique de Genève, 3: 87-102.
- Jongman R., Ter Braak & Van Tongeren 1995 (ed.). Data Analysis in community and landscape ecology. Cambridge University press. 299 pp.
- Käsermann C. & Moser D. 1999. Fiches pratiques pour la conservation: Plantes à fleurs et fougères. Office federal pour l'environnement (OFEV), Berna. 350 pp.
- Klötzli F. 1963. Pflanzensociologiekarte Bolle di Magadino. Documento cartografico 1: 5000. Fondazione Bolle di Magadino.

- Klötzli F. 1964. Bolle di Magadino: Paesaggio e vegetazione. Quaderni Ticinesi, 7: 18-28.
- Klötzli F., Meyer-Grass M. & Züst S. 1973. Exkursionsführer SBG: Bolle di Magadino. Geobotanische Institut ETH, 51: 80-86.
- Klötzli F. 2001. Cambiamenti nella flora e nella vegetazione delle Bolle di Magadino. In: Fondazione Bolle di Magadino (ed.). Contributo alla conoscenza delle Bolle di Magadino, pp. 57-66.
- Lauber K. & Wagner G. 2012. Flora Helvetica. 4ème edition (Flora illustrata con chiave di determinazione). Berna. Haupt Verlag. 1656 pp.
- Meier S. & Donati F. 1992. Vegetationsveränderungen in einer Riedwiese der Bolle di Magadino. Università di Zurigo. Tesi di Laurea: 79 pp.
- Meyer-Grass M. 1976. Vegetationkarte Bolle di Magadino. Documento cartografico 1: 2000. Fondazione Bolle di Magadino.
- Meyer-Grass M. 1981. Bolle di Magadino: Anlage und Aufnahme von Dauerquadraten. Fondazione Bolle di Magadino. Rapporto: 19 pp.
- Meyer-Grass M. 1985. Bolle di Magadino: Aufnahme von Dauerquadraten. Fondazione Bolle di Magadino. Rapporto: 33 pp. con fotografie.
- Mulhauser G., Patocchi N., Pronini P. & Rampazzi F. 2001. Concetto e strumenti di gestione dell'informazione. In: Fondazione Bolle di Magadino (ed.): Contributo alla conoscenza delle Bolle di Magadino, pp.: 223-232.
- Patocchi N. 2000. La gestione delle erbe palustri in una zona umida deltizia: un esempio svizzero. Quaderni della Riserva naturale paludi di Ostiglia, 1: 41-55.
- Patocchi N. 2012 (a cura di). Indagine naturalistica e variabilità ambientale: dalla banca dati all'azione comune. Quaderno di sintesi dei risultati. Programma di cooperazione transfrontaliera 2007-2013, 119 pp.
- Pignatti S. 2003. Flora d'Italia. Bologna. Edizioni Agricole. 3 volumi.
- Soncini Sessa R. 2004. Il progetto Verbano. Milano. McGraw-Hill. 630 pp.
- Ter Braak C.J.F. & Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, NY, USA (www.canoco.com): Microcomputer Power.
- Wildi O. 2001. Statistical design and analysis in long-term vegetation monitoring. In: Biomonitoring. Burga & Kratochwil (ed.). Kluwer Academic Publishers. Pagine : 17-39.
- www.infflora.ch Centre de données et d'informations sur la flore Suisse. (ultima consultazione: 30 settembre 2013).

