

**Zeitschrift:** Bollettino della Società ticinese di scienze naturali  
**Herausgeber:** Società ticinese di scienze naturali  
**Band:** 109 (2021)  
  
**Artikel:** Analisi dei dati della cartografia floristica tra Lago Maggiore e Lago di Como mediante cluster analysis  
**Autor:** Kleih, Michael  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1003011>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Analisi dei dati della cartografia floristica tra Lago Maggiore e Lago di Como mediante cluster analysis

Michael Kleih

Breitestrasse 11B, 8427 Freienstein, Svizzera

*Michael.Kleih@florawarese.it*

---

**Riassunto:** I dati floristici raccolti secondo il reticolo della cartografia floristica del centro Europa (CFCE) per il territorio tra il Lago Maggiore e il Lago di Como sono stati analizzati con una *cluster analysis*. L'analisi con diversi indici di diversità ha portato alla definizione di 3 aree principali: una con vegetazione acidofila montana-subalpina, una calcifila e una con carattere igrofilo-antropico di pianura. L'analisi della flora delle 3 aree con diversi indicatori ecologici ha mostrato chiare differenze tra le tre aree, confermando la pertinenza del raggruppamento e l'efficacia dell'approccio.

**Parole chiave:** cluster analysis, fitogeografia, Insubria, indicatori ecologici, vegetazione

**Abstract:** Floristic data collected according to the grid of the floristic cartography of central Europe (CFCE) for the territory between Lago Maggiore and Lago di Como was analysed with cluster analysis. The analysis with different diversity indices led to the definition of 3 main areas: one with montane-subalpine acidophilous vegetation, one with calciphile vegetation and one with lowland hydrophilic-anthropic character. The analysis of the flora of the 3 areas according to different ecological indicators showed clear differences between the areas, confirming the relevance of the grouping and the effectiveness of the approach.

**Keywords:** cluster analysis, ecological indicators, Insubria, phytogeography, vegetation

---

## INTRODUZIONE

Al Congresso internazionale "Botanica Sudalpina" del 2017 è stata presentata la cartografia floristica del territorio insubrico tra Lago Maggiore e Lago di Como (Marazzi et al. 2018) svoltasi in un periodo tra il 1995 e 2018 e i cui risultati sono stati pubblicati in dettaglio in un libro (Kleih 2018). I dati sono stati raccolti secondo il reticolo usato per la cartografia del Centro Europa CFCE definita in Ehrendorfer & Hamann (1965). Si tratta del reticolo più usato nel Centro Europa però non in Svizzera, oltretutto in Italia per esempio in Germania, Austria, Slovenia e Repubblica Ceca. Prevede diversi livelli di suddivisione di longitudini e latitudini. Nello caso specifico è stato scelto il livello dei quadranti. Ogni quadrante alle latitudini del territorio studiato corrisponde a una superficie di circa 6.5 km x 5.5 km. In figura 1 è rappresentato il territorio studiato con sfondo colorato secondo le altitudini. Si notano le zone elevate a Nord intorno al M. Lema e verso est intorno al M. Generoso e intorno al M. Galbiga - M. Tremezzo. A sud, verso la Pianura Padana, le altitudini diminuiscono rapidamente. Lo stesso vale per le vallate principali della Valcuvia, Valtravaglia, Valle di Porlezza ed il Mendrisiotto.

La flora presente è molto diversa dove il tipo di substrato è calcareo o dolomitico. Nella parte comasca e ticinese è il tipo prevalente mentre nel Varesotto è presente solo nella parte centrale (Fig. 2).

La grande quantità di dati raccolti permette numerose analisi. In questo caso l'obiettivo era di studiare le differenze nella distribuzione spaziale della vegetazione che sono determinate da differenze nel clima, nel substrato o nella topografia. A questo scopo, i rilevamenti floristici dei vari quadranti del reticolo sono stati raggruppati in base alla loro somiglianza. Per capire meglio le cause delle differenze nella distribuzione spaziale, il risultato del raggruppamento è stato analizzato secondo i valori medi degli indici ecologici di Ellenberg/Pignatti (Pignatti et al. 2005) dei singoli quadranti. All'interno di ogni gruppo, sono state identificate le specie tipiche che differiscono maggiormente da quelle degli altri.

## MATERIALI E METODI

La flora è stata mappata secondo lo stesso principio usato per la Lombardia nord-orientale (Martini et al. 2012). Anche in questo lavoro, i dati sono stati analizzati in diversi modi e i quadranti raggruppati con una *cluster analysis*. La somiglianza tra rilevamenti è stata determinata tramite la percentuale dei tipi corologici dei singoli quadranti usando la *similarity ratio* come criterio. Qui si è voluto adottare un approccio senza il passo interpretativo dei tipi corologici, confrontando direttamente le liste di specie dei singoli quadranti. Per analizzare i dati è stato scritto un programma in C#,

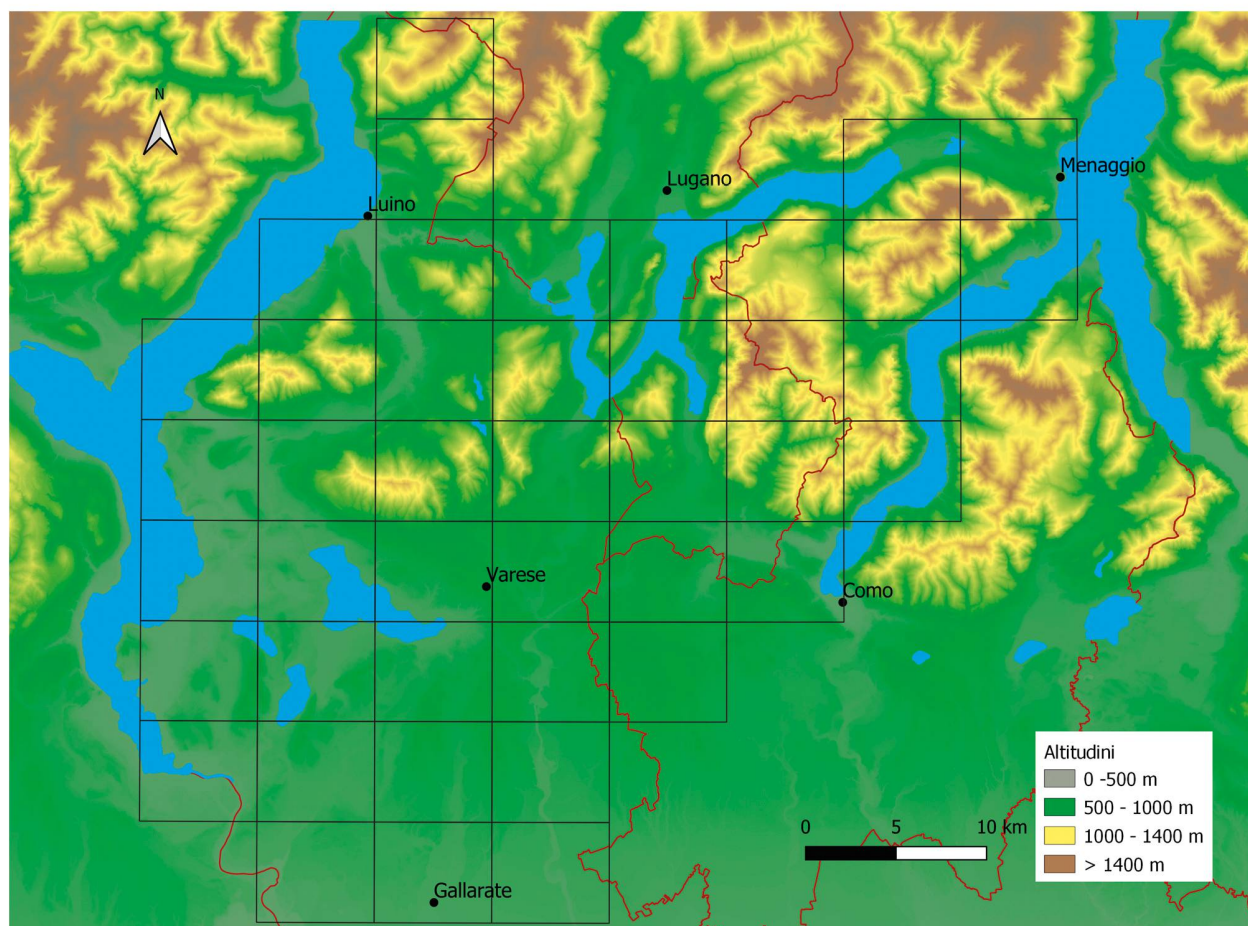


Figura 1: Carta del territorio considerato con colorazione secondo le altitudini.

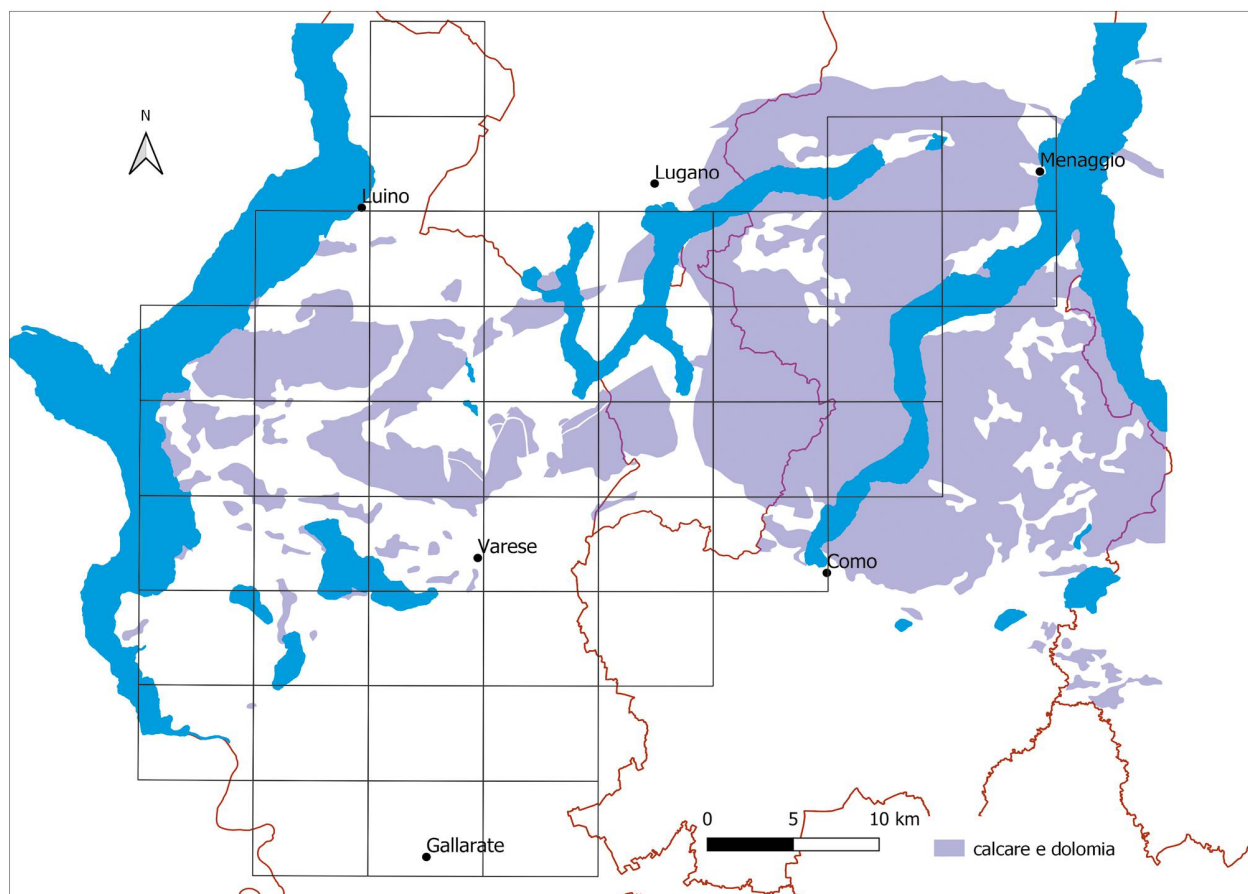


Figura 2: Carta del territorio considerato con indicazione delle aree con substrato calcareo o dolomitico.

che calcola la *beta-diversity* tra tutti i quadranti come il quoziente tra il numero di specie in comune tra le liste di specie A e B di due quadranti, diviso per il numero totale delle specie (*Jaccard-similarity*):

$$\beta = \frac{\text{NumSpecie (A} \cap \text{B)}}{\text{NumSpecie (A} \cup \text{B)}}$$

Per trovare la somiglianza tra due gruppi, è stata calcolata la distanza beta tra tutte le coppie di quadranti, diviso per il numero di coppie (*average-linkage*):

$$\text{distanzaGruppi} = \frac{\text{distCoppieQuadranti}}{\text{numCoppieQuadranti}}$$

Nella fase di *clustering*, i quadranti sono stati raggruppati partendo dai due più simili. Il raggruppamento è stato fermato ad un certo valore soglia di *beta-diversity*, che può essere scelto nell'interfaccia grafica del software. Il software permette poi di esportare i gruppi in formato ESRI shape e di visualizzarli in un sistema d'informazione geografica (SIG). Sono stati valutati diversi metodi per determinare le specie tipiche per ogni gruppo. Un primo tentativo ha contemplato l'eliminazione di specie comuni presenti in quasi tutti i quadranti e di seguito la determinazione delle specie più comuni nei singoli gruppi. Con questo procedimento sono però rimaste molte specie non particolarmente caratteristiche per le diverse aree. Un risultato decisamente migliore si è ottenuto identificando le specie per cui la differenza tra l'indice di frequenza all'interno di un gruppo e l'indice di frequenza attraverso tutto il territorio era più grande. Per trovare la frequenza in tutto il territorio sono stati testati due varianti: la media delle frequenze nei gruppi e la frequenza a livello di quadranti. Con quest'ultimo metodo si è avuto il risultato migliore. Questo è a causa del numero relativamente piccolo di quadranti (43), e di conseguenza di gruppi. Per questo motivo, in futuro si auspica di poter applicare l'algoritmo a dataset ancora più grandi. Per mettere in relazione il risultato del raggruppamento con parametri ecologici e ambientali, il programma calcola per ogni quadrante il numero di specie di ambienti umidi, il numero di specie con preferenza per un clima freddo e il numero di specie con preferenza per suoli calcarei. Come valori di bioindicazione vengono usati gli indici ecologici definiti da Ellenberg ed estesi per l'Italia da Pignatti (Pignatti et al. 2005).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Il programma permette di determinare i gruppi secondo diversi valori di *beta-diversity*. Per l'analisi, non sono stati considerati quadranti mappati solo parzialmente che anche in questo caso risulterebbero in gruppi artificiali. Si è mostrato quanto sia importante mappare l'intero territorio nel modo più uniforme possibile e applicando gli stessi criteri. Per questo motivo sono stati tralasciati anche alcuni gruppi critici come i generi *Rubus*, *Hieracium* e *Taraxacum*. In figura 3 sono rappresentati i raggruppamenti a 4 livelli. Più alto la so-

glia del valore beta è, più gruppi ci sono. I shapefile creati dal programma sono stati visualizzati in un SIG (in questo caso QGIS) associando ad ogni gruppo un colore diverso.

In Pignatti et al. (2005) per quasi tutte le specie presenti in Italia vengono definiti indici ecologici. Gli indici hanno valori tra 1 e 9. Più alto il valore è, più importante il fattore è per la pianta. Per tutti i quadranti il programma determina il numero di specie con valori tra 8 e 9 per l'umidità del suolo, il calore e la reazione del suolo. Il risultato viene inserito nello shapefile creato dal programma e può essere visualizzato in un SIG. (Fig. 4). I risultati mostrano chiaramente che le specie con preferenza per i diversi fattori ecologici si concentrano in certe aree del territorio. Le specie igrofile si trovano soprattutto nel sud-ovest, dove sono presenti molti laghi e paludi e in misura minore nell'ampia Valcuvia e in Valle Porlezza tra Lago di Lugano e Lago di Como. Le piante termofile sono più frequenti nella parte meridionale. Qui crescono molte specie termofile che stanno espandendo il loro areale dal Mediterraneo, favorito dalla forte antropizzazione in questa zona. Meno visibile è la fascia termofila nelle immediate vicinanze del Lago di Como. I quadranti in questa zona includono tutti una parte montana, dove prevalgono specie meno termofile. Come ci si poteva aspettare dalla situazione geologica, le piante calcaree sono concentrate nella parte centrale del territorio studiato.

Tenendo conto della topografia del territorio (Fig. 1), la presenza di calcare (Fig. 2) e la distribuzione di fattori ecologici (Fig. 4) la suddivisione di gruppi intorno alla soglia beta di 0.39 sembra modellare bene la diversità ecologica. Per questo valore sono stati studiate in dettaglio le specie presenti nei gruppi considerando però anche i raggruppamenti ad altri livelli di limite beta. Come specie tipiche sono state determinate quelle con la più grande differenza tra frequenza entro il gruppo e frequenza in tutto il territorio.

Il piccolo gruppo settentrionale 1 in Fig. 3 b differisce fortemente dal resto del territorio. Infatti già con una soglia beta più bassa di 0.36 (Fig. 3 a) si distacca come gruppo separato. Più che negli altri due gruppi ci sono diverse specie esclusive o rare altrove, confermato dalle frequenze particolarmente basse nella seconda colonna di tabella 1. Definisce un ambiente montano-subalpino acidofilo e prosegue fuori dal territorio verso la Svizzera. Sono presenti specie che prediligono temperature basse, specie che evitano il calcare e solo pochi ambienti umidi (Fig. 4). Qui sono tipiche *Peucedanum ostruthium*, *Leontodon helveticus* e *Laserpitium halleri* (Tab. 1).

Nel gruppo centrale 2 in Fig. 3 b si nota la forte presenza di piante con una preferenza per i suoli basici (Fig. 4c). Questo viene anche confermato dalle specie tipiche del gruppo (Tab. 2) con presenza frequente di specie calcofile quali *Inula hirta*, *Neottia nidus-avis* e *Buphtalmum salicifolium*, decisamente meno frequenti altrove. Il numero di specie termofile è alto in una fascia stretta soprattutto sopra il Lago di Como. Tuttavia, poiché il terreno sale rapidamente in altitudine, la loro percentuale rimane bassa per le molte specie montane presenti. Questo gruppo può essere diviso in un due sottogruppi, uno occidentale e uno orientale come si



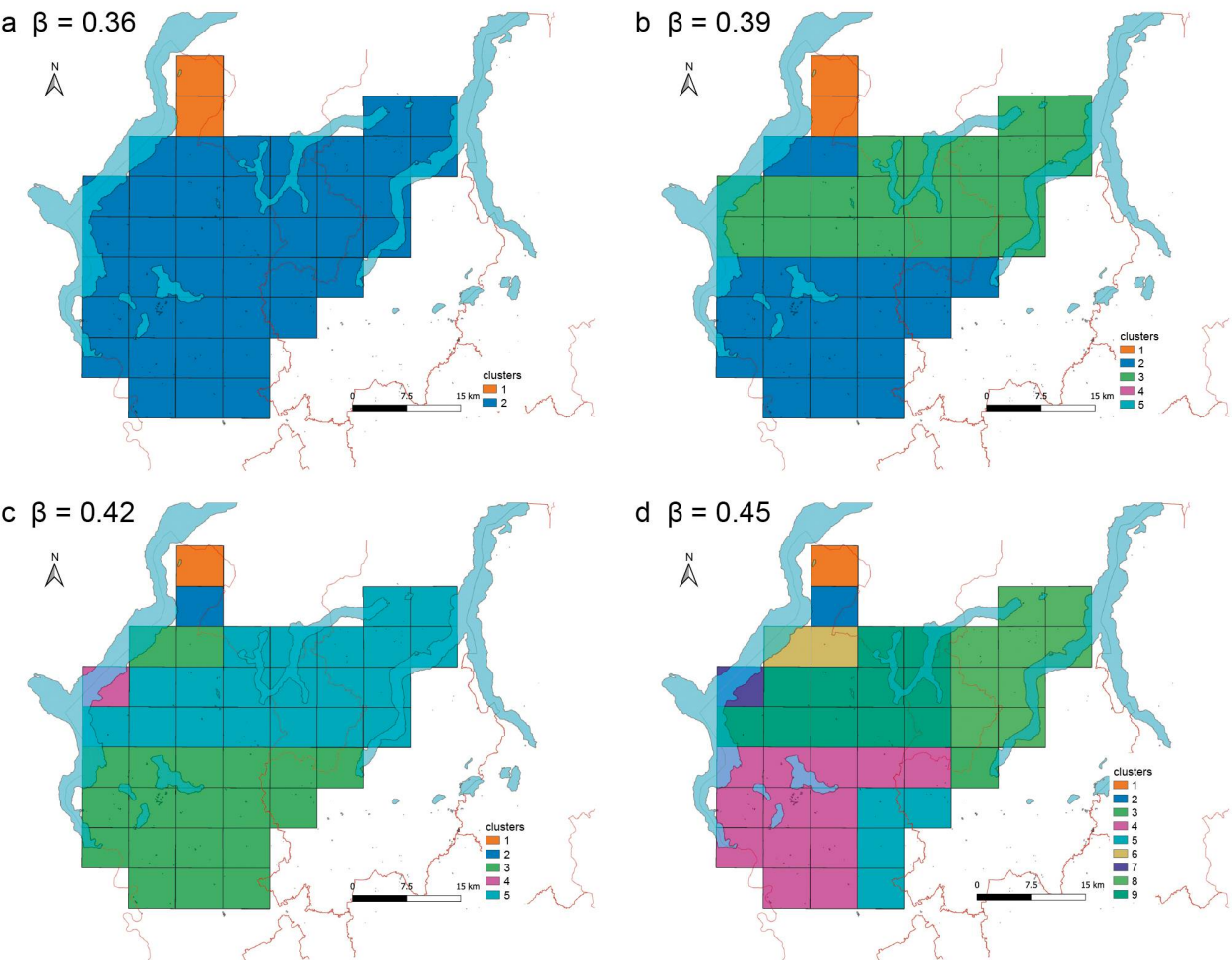


Figura 3: Raggruppamento dei quadranti con quattro livelli di limite beta. Ogni gruppo è rappresentato in un colore diverso.

Tabella 1: Specie tipiche del gruppo 1 in Fig. 3 b. Lista delle dieci specie con la più grande differenza tra frequenza entro il gruppo e frequenza in tutto il territorio.

| Nome                            | Frequenza<br>in tutti i quadranti | Frequenza<br>nel gruppo |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| <i>Imperatoria ostruthium</i>   | 5%                                | 100%                    |
| <i>Scorzoneroides helvetica</i> | 5%                                | 100%                    |
| <i>Laserpitium halleri</i>      | 5%                                | 100%                    |
| <i>Cryptogramma crista</i>      | 5%                                | 100%                    |
| <i>Alchemilla saxatilis</i>     | 5%                                | 100%                    |
| <i>Pedicularis tuberosa</i>     | 7%                                | 100%                    |
| <i>Soldanella alpina</i>        | 7%                                | 100%                    |
| <i>Vaccinium uliginosum</i>     | 7%                                | 100%                    |
| <i>Chaerophyllum hirsutum</i>   | 9%                                | 100%                    |
| <i>Oreopteris limbosperma</i>   | 9%                                | 100%                    |

Tabella 2: Specie tipiche del gruppo 2 in Fig. 3 b. Lista delle dieci specie con la più grande differenza tra frequenza entro il gruppo e frequenza in tutto il territorio.

| Nome                             | Frequenza in<br>tutti i quadranti | Frequenza<br>nel gruppo |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| <i>Neottia nidus-avis</i>        | 40%                               | 81%                     |
| <i>Inula hirta</i>               | 40%                               | 81%                     |
| <i>Daphne laureola</i>           | 42%                               | 81%                     |
| <i>Rhinanthus alectorolophus</i> | 42%                               | 81%                     |
| <i>Viburnum lantana</i>          | 44%                               | 86%                     |
| <i>Bupthalmum salicifolium</i>   | 44%                               | 86%                     |
| <i>Sesleria caerulea</i>         | 47%                               | 90%                     |
| <i>Tanacetum corymbosum</i>      | 47%                               | 86%                     |
| <i>Lonicera xylosteum</i>        | 47%                               | 86%                     |
| <i>Listera ovata</i>             | 47%                               | 81%                     |

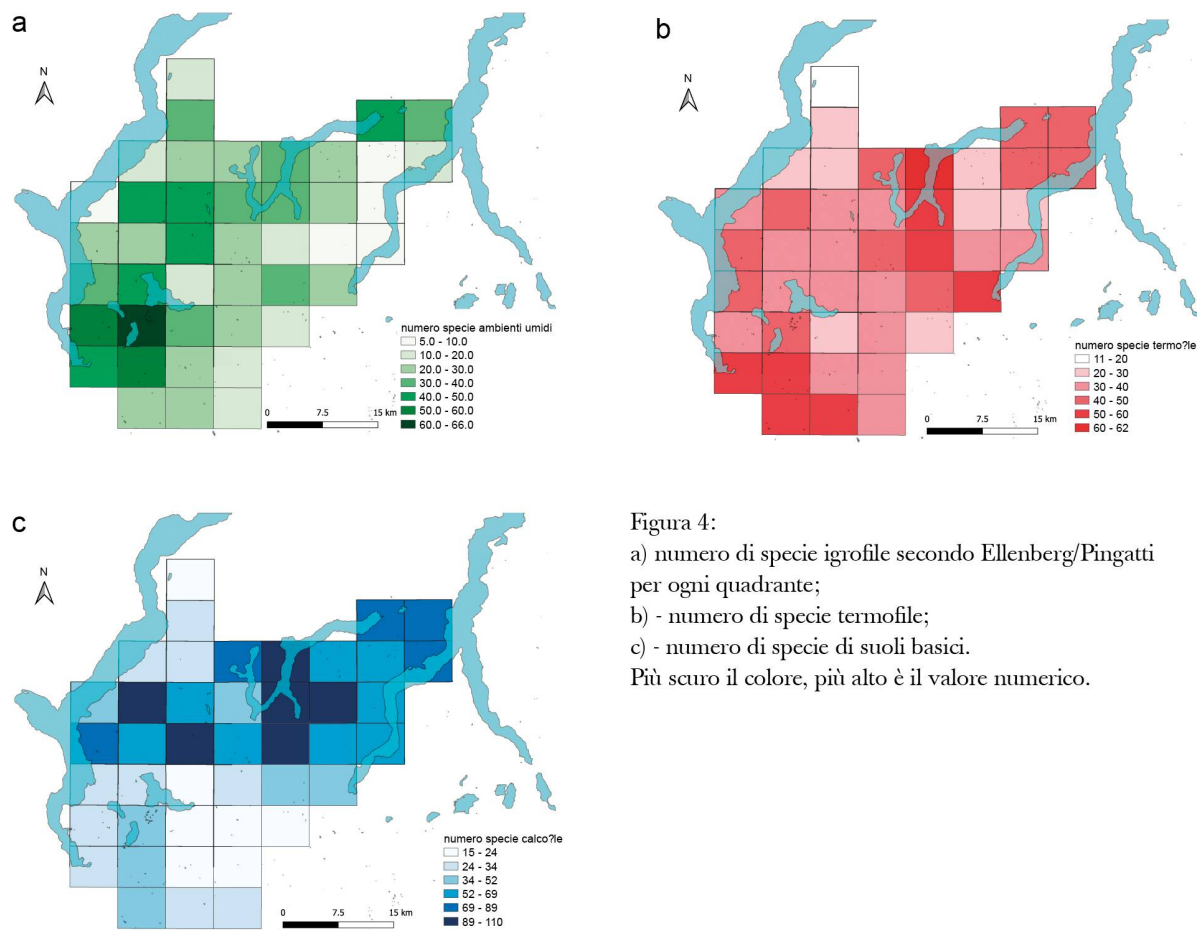


Figura 4:

- a) numero di specie igrofile secondo Ellenberg/Pingatti per ogni quadrante;  
 b) - numero di specie termofile;  
 c) - numero di specie di suoli basici.

Più scuro il colore, più alto è il valore numerico.

può vedere dalla mappa con una soglia beta di 0.45 in figura 3 d, cluster 8 e 9.

Il gruppo meridionale è caratterizzato da specie igrofile (Fig. 4) quali *Scirpus sylvaticus* e *Carex acutiformis* per i molti laghi e ambienti umidi. La differenza rispetto al resto del territorio è meno marcata rispetto ai due altri gruppi, i valori di frequenza specifica delle specie tipiche nella seconda colonna di tabella 3 di conseguenza sono più alti. Il substrato è per lo più acido e sabbioso, in particolare sulle colline moreniche, favorendo così specie come *Pinus sylvestris* e *Frangula alnus*. La percentuale di specie termofile è particolarmente alta, rare per contro sono le specie montane vista la bassa altitudine. Si tratta soprattutto di specie esotiche quali *Prunus serotina*, *Bidens frondosa* e *Erigeron sumatrensis*, arrivate in tempi recenti dalla Pianura Padana favorite dalla forte antropizzazione di questa parte del territorio. Anche questo gruppo può essere diviso in un due sottogruppi, uno più umido occidentale e uno più arido e continentale orientale come si può vedere dalla mappa con una soglia beta di 0.45 in figura. 3 d, cluster 4 e 5 (Tab. 3).

Tabella 3: Specie tipiche del gruppo 3 in Fig. 3 b. Lista delle tredici specie con la più grande differenza tra frequenza entro il gruppo e frequenza in tutto il territorio.

| Nome                           | Frequenza<br>in tutti i quadranti | Frequenza<br>nel gruppo |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| <i>Holcus mollis</i>           | 53%                               | 85%                     |
| <i>Spiraea japonica</i>        | 58%                               | 85%                     |
| <i>Pinus sylvestris</i>        | 60%                               | 85%                     |
| <i>Frangula alnus</i>          | 63%                               | 85%                     |
| <i>Festuca arundinacea</i>     | 65%                               | 95%                     |
| <i>Elymus repens</i>           | 65%                               | 90%                     |
| <i>Persicaria maculosa</i>     | 65%                               | 85%                     |
| <i>Scirpus sylvaticus</i>      | 65%                               | 85%                     |
| <i>Prunus serotina</i>         | 67%                               | 95%                     |
| <i>Bidens frondosa</i>         | 70%                               | 90%                     |
| <i>Erigeron sumatrensis</i>    | 70%                               | 85%                     |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 72%                               | 95%                     |
| <i>Carex acutiformis</i>       | 72%                               | 95%                     |

## CONCLUSIONI

Con la disponibilità di dati floristici raccolti in un reticolo il raggruppamento con la cluster analysis rappresenta un metodo utile per identificare i diversi tipi di vegetazione a scala grande, che si distinguono per topografia, clima e substrato del suolo. Per arrivare a un risultato affidabile è necessario disporre di dati raccolti nello stesso modo per tutto il territorio. È importante eseguire la cluster analysis a diversi livelli di soglia beta per comprendere il grado di differenza tra i diversi gruppi e modellare il raggruppamento secondo i diversi fattori ecologici. Confrontando la frequenza di una specie entro un gruppo e tutto il territorio è possibile trovare le specie più tipiche per i singoli gruppi.

## REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Ehrendorfer F. & Hamann U. 1965. Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa. Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. Ber. Deutsch. Bot. Ges., Berlin, 78: 35-50.
- Kleih M. 2018. Flora tra il Lago Maggiore e il Lago di Como. Busto Arsizio, Nomos Edizioni, 471 pp.
- Marazzi B., Mangili S., Maccagni A., Soldati D. & Torriani L. 2018. Atti del Congresso internazionale "Botanica Sudalpina". Bollettino della Società ticinese di scienze naturali, 106: 156-186.
- Martini F., Bona E., Federici G., Fenaroli F. & Perico G. 2012. Flora vascolare della Lombardia centro-orientale. Vol II, Trieste, Lint Editoriale srl, 326 pp.
- Pignatti S., Menegoni P. & Pietrosanti S. 2005. Bioindicazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. Camerino, Braun-Blanquetia, 39: 1-97.