

AQST “SALVAGUARDIA E RISANAMENTO DEL LAGO DI VARESE”

ATTIVITA' DI STUDIO E MONITORAGGIO DELLA VEGETAZIONE A MACROFITE, PREVISTE ALL'INTERNO DELL'AQST “SALVAGUARDIA E RISANAMENTO DEL LAGO DI VARESE”.

Monitoraggio stato vegetazione acquatica – Aggiornamento al 20/06/2023

A cura di: CNR - IREA, Milano

Per questo bollettino periodico sullo stato della vegetazione acquatica nel lago di Varese, aggiornato alla situazione del 20/06/2023, sono state prodotte mappe di anomalia rispetto alle medie dei 6 anni precedenti per le aree occupate da idrofite flottanti o subaffioranti e elofite ripariali (principalmente canneto). Le mappe sono state realizzate tramite l'elaborazione di immagini satellitari Sentinel-2 con risoluzione spaziale (dimensione del pixel) pari a 10 metri e basate sull'indice **WAVI** (*Water Adjusted Vegetation Index*), che rappresenta un proxy spettrale della densità (e indirettamente anche della biomassa) delle comunità di vegetazione acquatica presenti in un pixel.

L'anomalia rappresentata nella mappa è espressa in termini di **Z-Score**, cioè il numero di deviazioni standard di un valore rispetto alla media di un set di dati, ed è stato scelto in quanto funzionale al monitoraggio periodico del tasso di crescita della biomassa nella stagione in corso rispetto alla situazione pregressa osservata nei sei anni precedenti (2017-2022).

La formula usata per il calcolo dello Z-Score è $z=(x-\mu)/\sigma$ ed i valori presi in considerazione per la produzione di questo bollettino, relativo allo stato per il 20/06/2023 (Fig. 1), sono:

- **x**: il valore medio di WAVI calcolato sulle ultime tre acquisizioni (timestep) Sentinel-2 disponibili per l'anno 2023 (in questo bollettino: 15/06/2023, 20/06/2023, 25/06/2023).
- **μ** : il valore della media sessennale (2017-2022) dei valori di WAVI associati al timestep centrale tra i tre (in questo bollettino: 20/06).
- **σ** : il valore di deviazione standard sessennale (2017-2022) dei valori di WAVI associati al timestep centrale tra i tre (in questo bollettino: 20/06).

Z-Score -20/06/2023

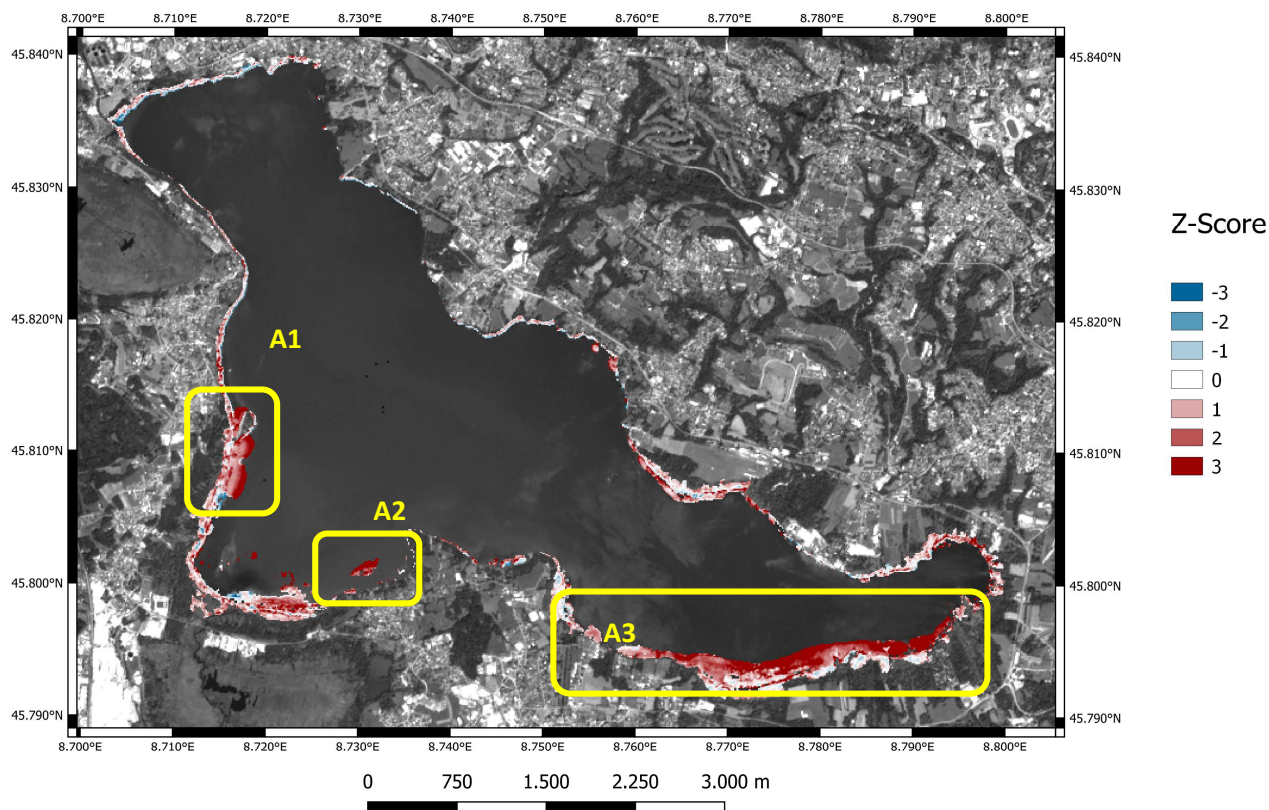


Figura 1. Mappa delle anomalie di WAVI per la vegetazione acquatica del Lago di Varese derivate da dati Sentinel-2 aggiornate alla situazione del 20/06/2023, espresse come Z-Score rispetto ai sei anni precedenti (2017-2022).

Le aree in cui si osservano le anomalie più evidenti – che potrebbero indicare la necessità di un controllo *in situ* anche ai fini di eventuali interventi – sono le seguenti:

- Nell'area **A1**, le popolazioni di fior di loto (*Nelumbo nucifera*) nei dintorni di Isolino Virginia mostra un rilevante anticipo rispetto ai sei anni precedenti, e in espansione anche rispetto al 2022, in particolare nelle zone più lontane dalla riva, dove il valore di Z-Score è maggiore di 3.
- L'area **A2** presenta un picco di WAVI per questo periodo dell'anno, causato da specie sommerse e subaffioranti (probabilmente *Elodea* spp. e/o *Myriophyllum spicatum*), che si sono sviluppate nell'arco degli ultimi giorni (all'incirca a partire dal 10-15 Giugno).
- I lamineti di castagna d'acqua (*Trapa natans*) lungo le sponde a sud del Lago, nell'ansa a Ovest di Cazzago Brabbia e tra il Lido di Bodio e il Porticciolo di Azzate (area **A3**) mostrano valori di densità di biomassa maggiori dei sei anni precedenti per questo momento della stagione (Z-Score maggiore di 2), mostrando nell'area **A3** chiari segnali di un'espansione in corso verso la parte più lontana dalla riva (Z-Score intorno a 3).

A inquadramento generale della situazione, si precisa che:

- La vegetazione riparia (canneto dominato da *Phragmites australis*) mostra per questo inizio di stagione 2023 uno sviluppo della biomassa nella fascia litoranea in ripresa rispetto alla crisi sofferta lo scorso anno (a causa della stagione molto secca); in Fig. 1 le aree ripariali a canneto assumono infatti valori di Z-Score intorno allo 0, in linea con la media dei sei anni precedenti (e non più fortemente negativi come nello stesso periodo del 2022).
- Il valore di Z-Score osservato in questo bollettino risulta essere in media pari a 1.84. La quasi totale assenza di valori negativi (fatta eccezione per qualche pixel nell'area **A1**) denota un'anomalia che può essere ricondotta a fattori meteo della primavera-estate 2023 (abbondanza di piogge a Maggio,

caldo a Giugno), che hanno promosso uno sviluppo precoce ed esteso di quasi tutta la vegetazione acquatica presente nel Lago.

Monitoraggio stato fitoplancton – aggiornamento al 15/06/2023

A cura di: CNR - IREA, Milano

Nel periodo da aprile a giugno 2023 sono state processate 6 immagini Sentinel-2, parzialmente mascherate per la porzione di lago coperta da macrofite emergenti, per eventuali effetti di *sun glint* o di copertura nuvolosa. Le immagini del 9, 19 e 24 aprile, del 4 e 26 maggio e del 15 giugno sono state processate al fine di ottenere informazioni relative alla concentrazione di Clorofilla-a (Chl-a) dello stato eufotico delle acque.

In figura 2 si riportano le mappe di concentrazione di Chl-a prodotte nel periodo aprile-giugno 2023 per il Lago di Varese. Le mappe mostrano che le concentrazioni mediane di Chl-a in tutto il lago siano state pari a: 4.6 mg m⁻³ il 9/04, 4.2 mg m⁻³ il 19/04, 2.1 mg m⁻³ il 26/04 e 04/05, 5.8 mg m⁻³ il 26/05 e nuovamente 2.1 mg m⁻³ il 15/06. Zone a maggiore concentrazione di fitoplancton si sono misurate nelle porzioni meridionali del lago (es. 09/04 e 04/05). Valori maggiori di Chl-a in più vaste porzioni del lago si sono registrate in data 26/05.

In figura 3 si riporta il grafico con la concentrazione media di Chl-a in prossimità delle cinque zone di balneazione localizzate nel lago per tutte le date in cui sono state prodotte le mappe tematiche di clorofilla. È possibile notare come i valori maggiori di Chl-a si siano registrati in data 26 maggio 2023 con un range di valori tra 5.3 e 8.9 mg m⁻³ nelle 5 porzioni di lago analizzate.

Le mappe di qualità delle acque del lago di Varese secondo la WFD sono riportate in figura 4 e mostrano un sostanziale valore tra elevato e buono nel periodo inverno-primavera del 2023.

La mappa di anomalia di Chl-a relativa all'ultima data disponibile del 15 giugno 2023 mostra valori al di sotto della media della stagione intermedia primavera-estate dello scorso anno (Fig. 5).

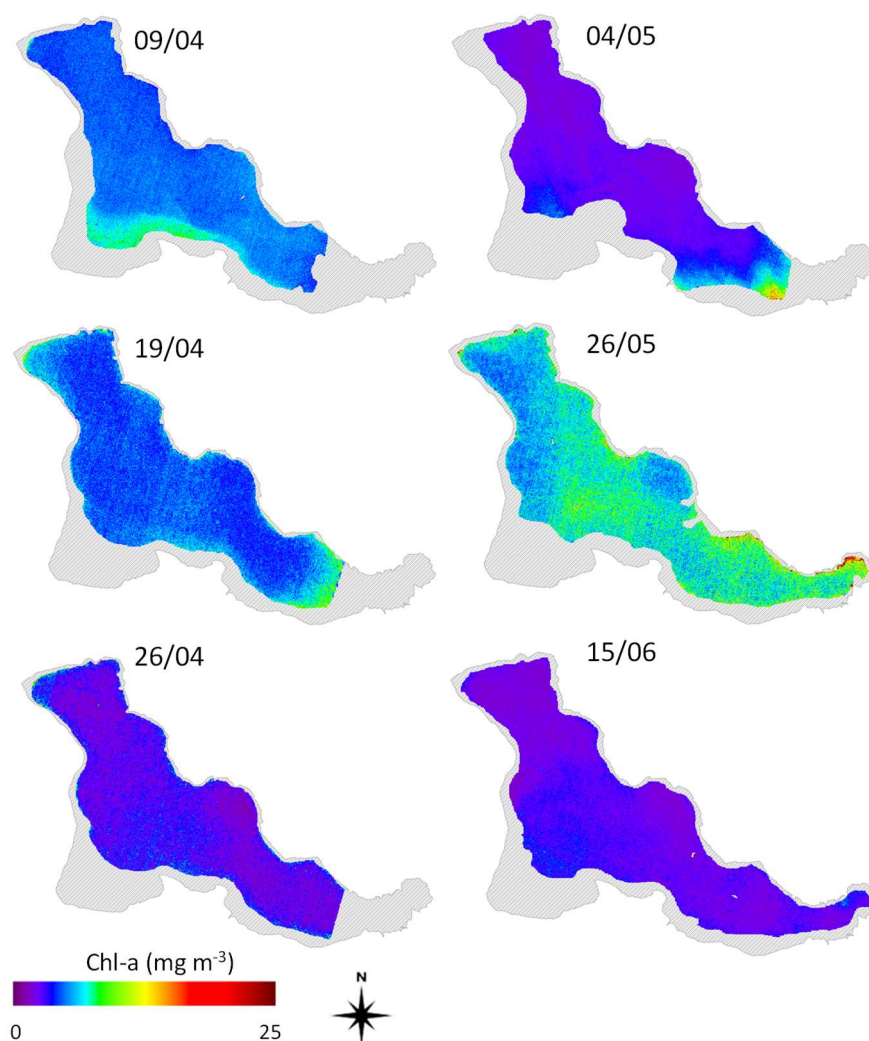


Figura 2. Mappe di concentrazione di Clorofilla-a (Chl-a) del 09/04, 19/04, 26/04, 04/05, 26/05 e 15/06/2023 per il Lago di Varese.

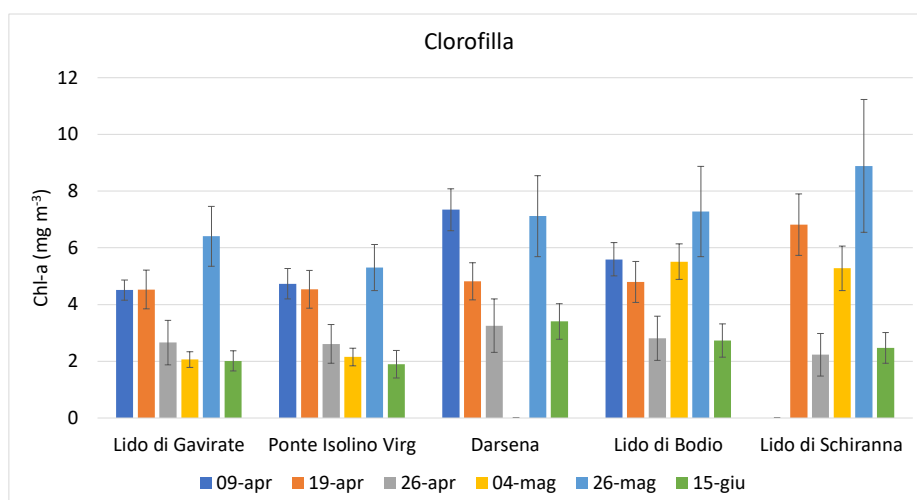


Figura 3. Istogrammi di concentrazione media (\pm deviazione standard) di Clorofilla-a (Chl-a) in prossimità delle 5 località di balneazione nel Lago di Varese nelle date disponibili da aprile a giugno 2023.

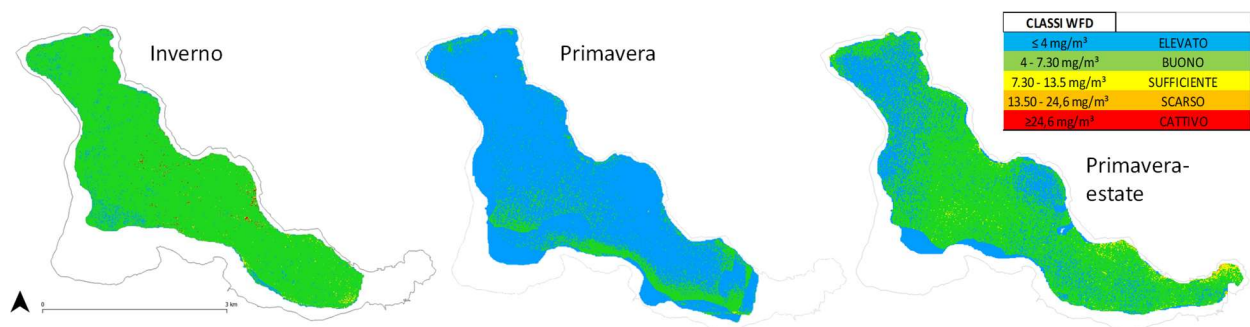


Figura 4. Mappe di qualità del Lago di Varese per le stagioni inverno, primavera e la transizione primavera-estate per il 2023.

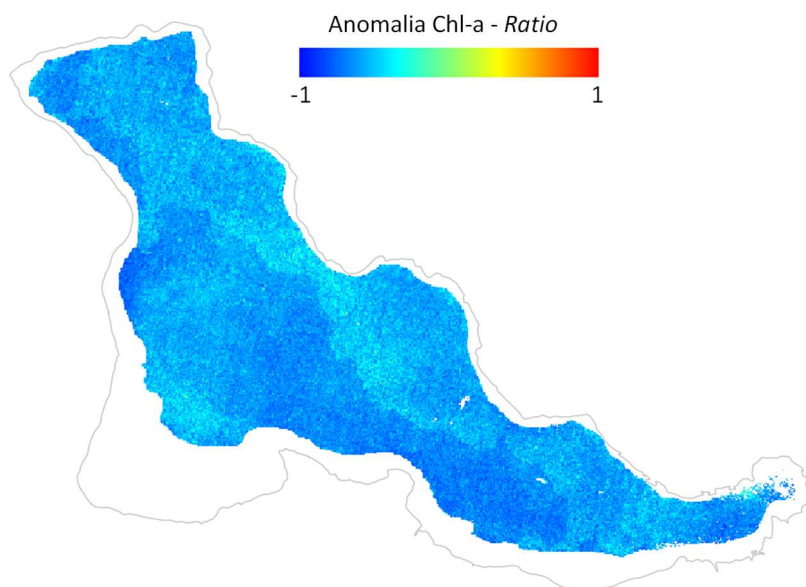


Figura 5. Mappa di anomalia di Clorofilla-a espressa in rapporto, ottenuta confrontando la mappa del 15/06 con la mappa dei valori medi stagionali (primavera-estate) di Chl-a misurati nel 2022.