

AQST “SALVAGUARDIA E RISANAMENTO DEL LAGO DI VARESE”

Macroazione B “Monitoraggio dello stato delle acque del lago e del suo emissario e loro evoluzione”.

Monitoraggio stato vegetazione acquatica – Aggiornamento al 04/07/2025

A cura di: CNR - IREA, Milano

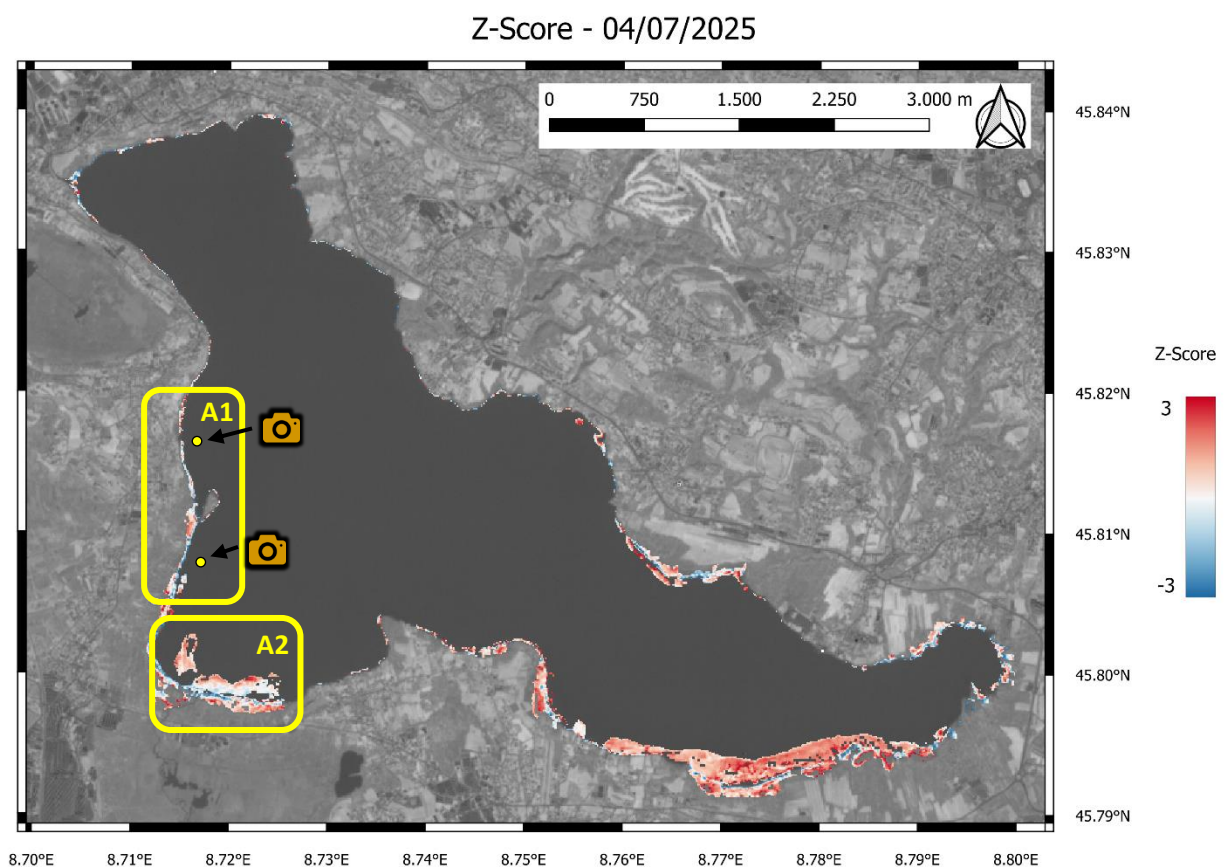


Figura 1. Mappa delle anomalie di WAVI (proxy spettrale della densità di vegetazione acquatica) per il Lago di Varese derivate da dati Sentinel-2 aggiornate alla situazione del 04/07/2025, espresse come Z-Score, cioè il multiplo di deviazioni standard del valore di WAVI corrente rispetto alla situazione di riferimento (media stagionale 2017-2024).

La situazione delle comunità di piante acquatiche del Lago Varese rappresentata continua a mostrare una tendenza generale verso valori di anomalia marcatamente positivi (anticipo) per lo stato di crescita delle comunità macrofite rispetto alla situazione di riferimento (2017-24), con il progressivo esaurimento delle situazioni segnalate come in controtendenza nello scorso bollettino.

Il canneto ripario è anch'esso in progressione verso valori di anomali neutri o positivi, mentre sembra permanere un ritardo nello sviluppo vegetativo per i canneti sulla sponda Ovest, i particolare nei pressi della foce del Bardello.

- Rispetto alle situazioni localizzate segnalate nel bollettino del 14 giugno, nella mappa del 4 luglio vengono messe in evidenza le seguenti: Nell'area A1, a Nord e Sud dell'isolino Virginia, continua a non essere riscontrata presenza di aree con copertura a fior di loto (*Nelumbo nucifera*) a seguito dei tagli dello scorso anno (e possibilmente questo), come confermato anche durante la campagna svolta in situ il 10 luglio dalle foto in situ (Figura 4).
- Nell'area A2, in corrispondenza della sponda sud-ovest e in località Cazzago Brabbia, la comunità di lamineto dominata da castagna d'acqua (*Trapa natans*) mostra una progressione sensibile sia per area coperta che per valori di Z-score (tra 1 e 2), indicativa di un'anomalia positiva nello sviluppo della specie rispetto alla situazione di riferimento anche in questa zona del lago (come per il lamineto che si sviluppa dal Porticciolo di Azzate verso Ovest).

La situazione di anomalia segnalata nello scorso bollettino nella zona a Nord dell'Isolino Virginia, con lo sviluppo di quello che appariva uno stand di macrofite sommerse subaffioranti (specie ignota) pare aver raggiunto il suo picco di biomassa intorno al 20 giugno, per poi non essere più visibile dal 4 luglio in poi (Figura 2).

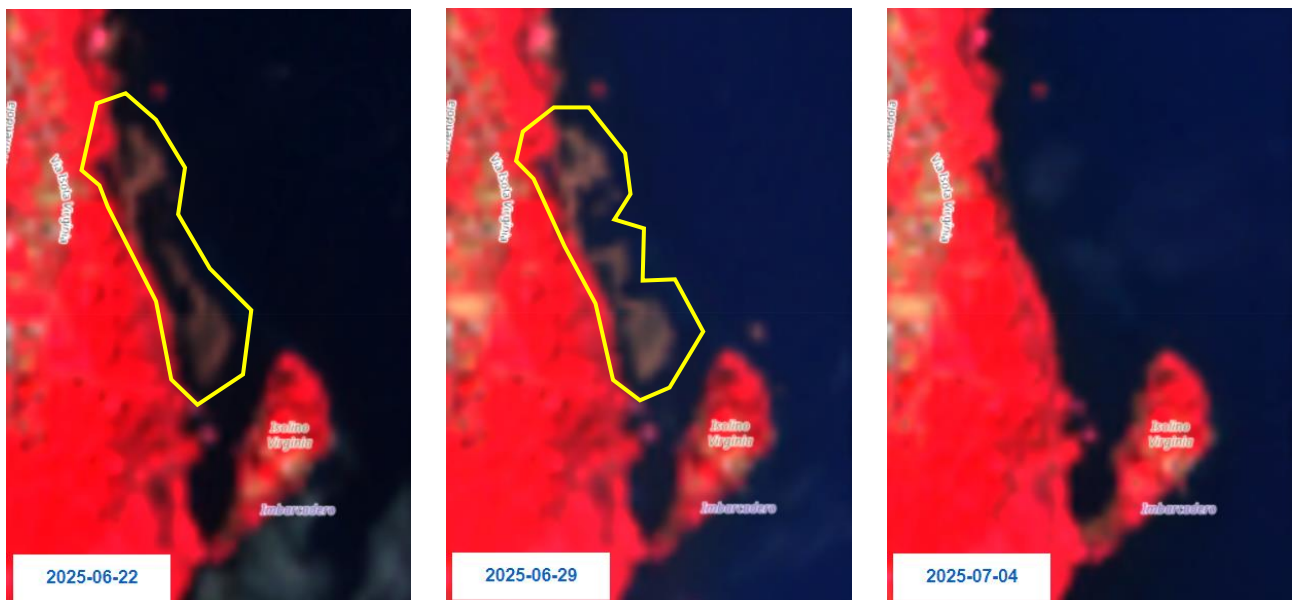


Figura 2. Raccolta di immagini Sentinel-2 in falso colore (in cui la vegetazione risulta in toni di colore rosso) sull'area a Nord l'Isolino Virginia, sulla sponda Ovest del Lago.

Campagna misure del 10 luglio 2025

In data 10 luglio è stata organizzata una campagna di misura per differenti obiettivi:

- raccolta di firme spettrali delle acque e in collaborazione con CNR-IRSA per la raccolta campioni d'acqua per la caratterizzazione dei pigmenti fitoplanctonici;
- sopralluoghi per identificare la presenza e distribuzione delle macrofite emerse;
- installazione spettrometro ROX presso la boa per raccolta firme spettrali in continuo ogni 10 minuti per cinque giorni.

Il grafico di figura 3 mostra le firme spettrali effettuate con lo spettrometro WISP-3 raccolte in quattro differenti punti del lago. Le firme evidenziano un assorbimento spettrale attorno ai 680 nm e un picco di riflettanza attorno ai 700 nm tipico della presenza di fitoplancton nelle acque. Il confronto con le misure effettuate negli scorsi anni ha evidenziato una non eccessiva risposta spettrale dovuta al fitoplancton. I maggiori valori di riflettanza misurati nelle stazioni V1 (boa) e V2 sono da ricondurre ad una maggiore presenza di solidi sospesi totali (presenza di esuvie in superficie).

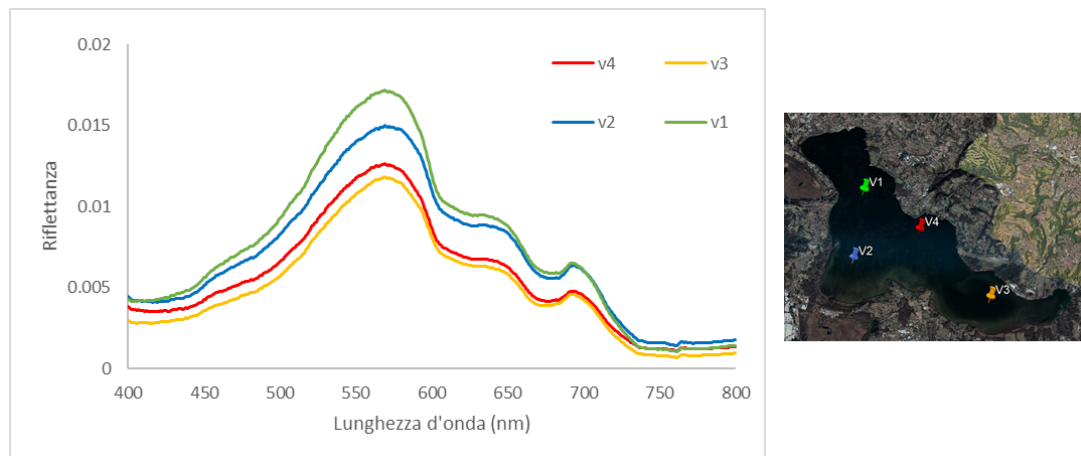


Figura 3. Firme spettrali misurate con lo spettrometro WISP-3 in quattro differenti stazioni, localizzazione rappresentate a destra, il giorno 10 luglio 2025.

Nelle fotografie di Figure 4 e 5 si mostrano alcuni dettagli dei sopralluoghi effettuati per caratterizzazione delle macrofite emerse.

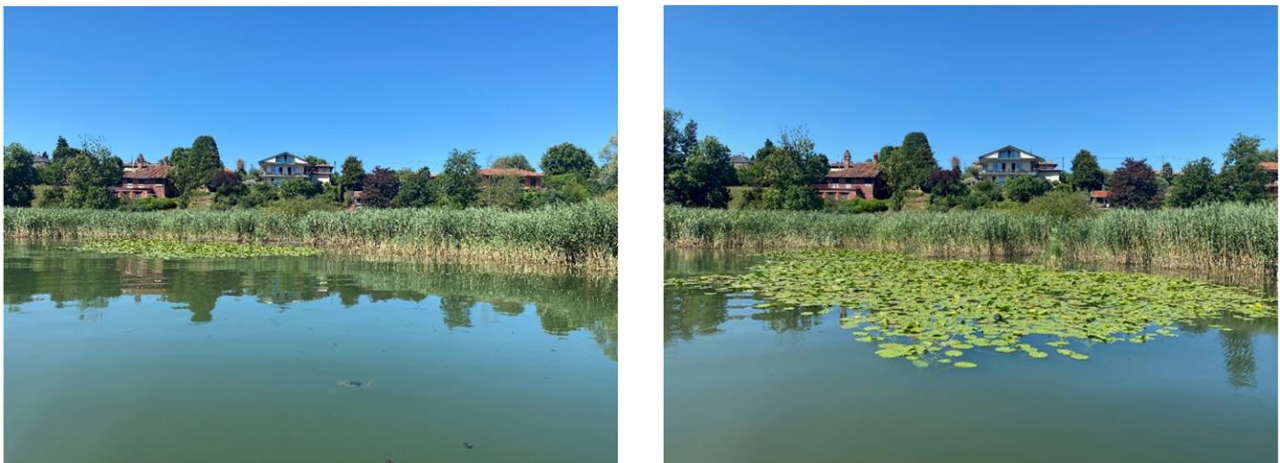


Figura 4. Fotografie scattate alle coordinate 45°49'0"N 8°42'55"E (area 1 in Figura 1, nord dell'Isolino Virginia) che evidenziano l'assenza di macrofite sommerse subaffioranti della campagna in situ del 10 luglio 2025.



Figura 5. Fotografie scattate alle coordinate 45°48'15"N 8°42'52"E (area 1 in Figura 1, sud dell'Isolino Virginia) che evidenziano l'assenza di piante di fior di loto (e il persistere di un piccolo lamineto a *Nuphar lutea*) durante la campagna in situ del 10 luglio 2025.

Monitoraggio stato fitoplancton – aggiornamento al 07/07/2025

A cura di: CNR - IREA, Milano

Sono state processate 6 immagini Sentinel-2 da metà giugno ai primi di luglio 2025, escludendo le immagini con copertura nuvolosa e mascherando parzialmente le immagini in presenza di altri disturbi (es. *sun glint*) o di macrofite, per ottenere informazioni relative alla concentrazione di Clorofilla-a (Chl-a) dello strato eufotico delle acque.

Le mappe di Chl-a da metà giugno hanno mostrato una progressiva diminuzione delle concentrazioni di Chl-a con valori medi del Lago pari a $12.2(\pm 4.6)$, $3.5(\pm 1.8)$, $4.4(\pm 3.0)$ e $3.7(\pm 3.1)$ mg m^{-3} , il 16, 19, 22 e 29/06, rispettivamente. La concentrazione di Chl-a è in aumento dai primi giorni di luglio con valori medi per il lago pari a $5.2(\pm 4.1)$ e $11.8(\pm 4.9)$ mg m^{-3} , il 2 e 4/07, rispettivamente. Le mappe di Chl-a sono riportate in figura 6 e mostrano la variabilità spaziale in termini di fioriture algali.

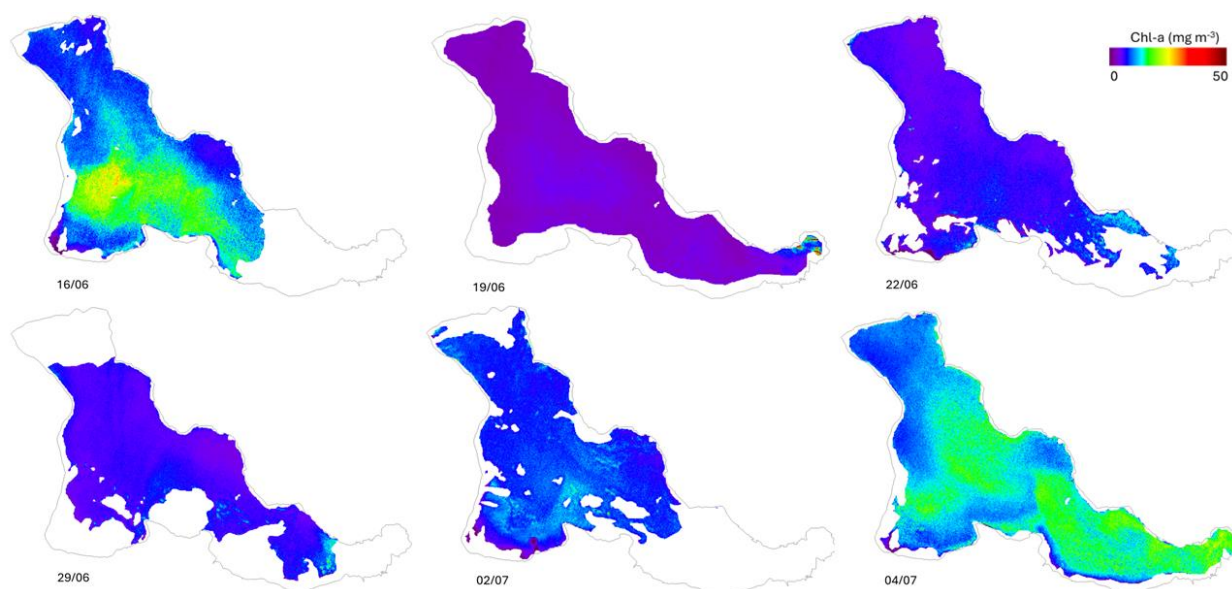


Figura 6. Mappe di concentrazione di Clorofilla-a (Chl-a) del 16/06, 19/06, 22/06, 29/06, 02/07, 04/07/2025 per il Lago di Varese.

Per le date del 16/06 e 04/07/2025 sono stati estratti i valori nei cinque siti balneabili del lago, ottenendo le concentrazioni medie riportate in tabella 1. Lido di Bodio e Lido di Schiranna mostrano le concentrazioni medie maggiori tra i siti investigati in data 16/06 e 04/07, rispettivamente.

Tabella 1. Concentrazioni medie ($\pm \text{dev.st}$) in data 16/06 e 04/07/2025 nei siti balneabili del Lago di Varese.

Sito	16/06/2025		04/07/2025	
	Media	dev.st	Media	dev.st
Lido di Gavirate	8.16	0.95	9.90	0.71
Ponte Isolino	9.46	1.39	8.69	0.78
Darsena	10.38	2.22	9.56	1.20
Lido di Bodio	14.90	1.24	11.70	1.73
Lido di Schiranna	na	na	17.08	2.65

Nella seconda metà di giugno non sono state registrate fioriture abbondanti di cianobatteri (*scum*) a differenza del mese di maggio 2025.

Le media delle mappe di concentrazione di Chl-a del periodo metà giugno-primi di luglio di quest'anno, pari a $6.8(\pm 3.7)$ mg m^{-3} , sono di poco superiori alla media del periodo estivo (secondo la WFD) del 2023, che era pari a $4.5(\pm 3.1)$ mg m^{-3} . Il confronto delle concentrazioni medie di clorofilla del lago misurate il 04/07 per l'anno 2024 (pari a 5.6 ± 4.6 mg m^{-3}) e 2025 mostrano valori nettamente superiori per l'anno in corso (11.8 ± 4.9 mg m^{-3}).

Nel periodo da metà giugno ai primi di luglio, è stata scaricata un'immagine Landsat 9 da cui si è ottenuta la mappa di temperatura superficiale delle acque del lago di Varese per il 23/06/2025 (figura 7). La media del lago è pari $30.5(\pm 1.0)$ °C, con valori più alti nelle zone litoranee e a sud-est del lago.

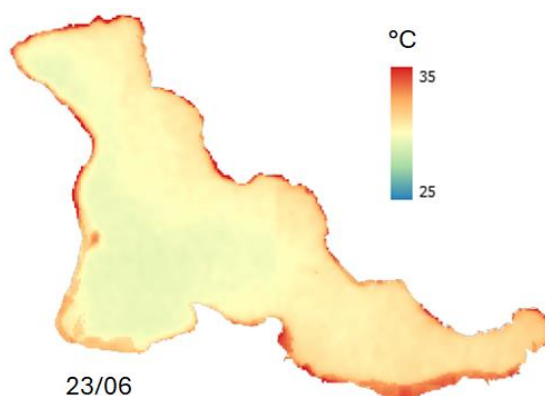


Figura 7. Mappa di temperatura per il Lago di Varese (con macrofite affioranti e zone costiere) ottenuta da immagine Landsat 9 del 23 giugno 2025.

AQST “SALVAGUARDIA E RISANAMENTO DEL LAGO DI VARESE”

Macroazione B “Monitoraggio dello stato delle acque del lago e del suo emissario e loro evoluzione”.

Monitoraggio stato vegetazione acquatica – Aggiornamento al 24/07/2025

A cura di: CNR - IREA, Milano

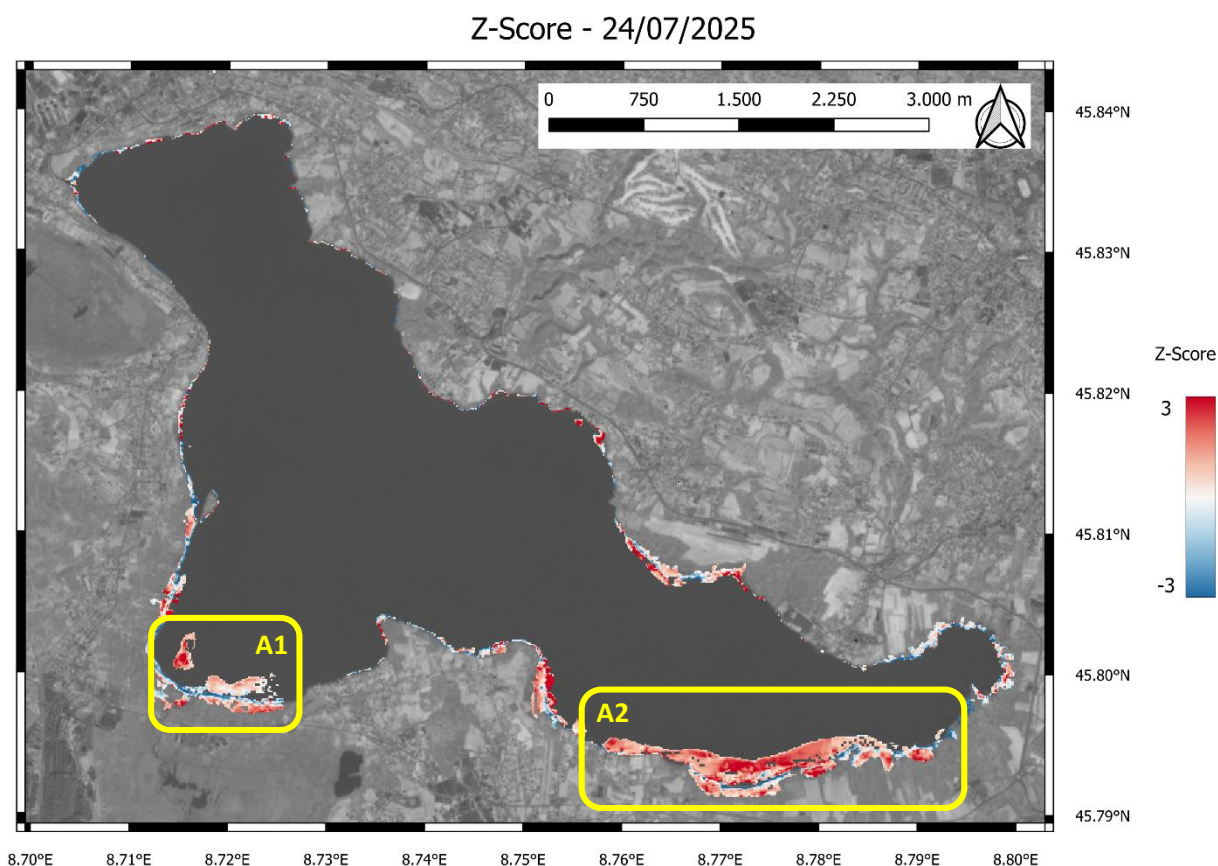


Figura 1. Mappa delle anomalie di WAVI (proxy spettrale della densità di vegetazione acquatica) per il Lago di Varese derivate da dati Sentinel-2 aggiornate alla situazione del 24/07/2025, espresse come Z-Score, cioè il multiplo di deviazioni standard del valore di WAVI corrente rispetto alla situazione di riferimento (media stagionale 2017-2024).

La situazione delle comunità di piante acquatiche del Lago Varese rappresentata continua a mostrare una tendenza generale verso valori di anomalia marcatamente positivi (anticipo) per lo stato di crescita delle comunità macrofittiche rispetto alla situazione di riferimento (2017-24), in ulteriore progressione rispetto a quanto segnalato nello scorso bollettino (Z-score medio in incremento).

Il canneto ripario mostra una situazione stabile rispetto allo scorso bollettino, con la permanenza di condizioni di ritardo nello sviluppo vegetativo per i canneti sulla sponda Ovest, in particolare nei pressi della foce del Bardello.

Rispetto alle situazioni localizzate segnalate nel bollettino del 4 luglio, in questa mappa vengono messe in evidenza le seguenti:

- Nell'area **A1**, in corrispondenza della sponda sud-ovest e in località Cazzago Brabbia, la comunità di lamineto dominata da castagna d'acqua (*Trapa natans*) mostra valori di Z-score positivi e ancora in crescita (tra 1 e 3), indicativa di un'anomalia positiva nello sviluppo della specie rispetto alla situazione di riferimento anche in questa zona del lago, anche se l'area totale occupata da questa comunità risulta essere leggermente ridotta rispetto al precedente bollettino.
- Nell'area **A2**, il lamineto dominato da castagna d'acqua e ninfeidi (*Nuphar lutea* e *Nymphaea alba*) che si sviluppa dal Porticciolo di Azzate verso Ovest presenta un ulteriore incremento nei valori di Z-Score (ora nelle zone centrali pari a 3) rispetto a quello evidenziato nel precedente bollettino, indicativo di condizioni particolarmente favorevoli allo sviluppo di questo tipo di vegetazione flottante nella prima metà della stagione 2025.

Monitoraggio stato fitoplancton – aggiornamento al 30/07/2025

A cura di: CNR - IREA, Milano

Sono state processate 6 immagini Sentinel-2 dal precedente bollettino dei primi di luglio 2025, escludendo le immagini con copertura nuvolosa e mascherando parzialmente le immagini in presenza di altri disturbi (es. *sunlint*) o di macrofite, per ottenere informazioni relative alla concentrazione di Clorofilla-a (Chl-a) dello strato eufotico delle acque. Le mappe di Chl-a dal 12 al 29 luglio hanno mostrato una variabilità nelle concentrazioni medie del Lago tra 3.9 e 7.7 mg m⁻³ (Tabella 1). Le mappe di Chl-a sono riportate in figura 2 e mostrano la variabilità spaziale in termini di fioriture algali. Le media delle mappe di concentrazione di Chl-a della seconda metà di luglio degli anni 2023 e 2024 mostrava valori di circa 6 mg m⁻³. Pertanto, i valori medi attuali sono in linea con quelli osservati nei due anni precedenti.

Tabella 1. Concentrazioni medie (\pm dev.st) di clorofilla-a nel Lago di Varese nelle sei mappe prodotte per luglio 2025.

DATA	CHL-A (MEDIA)	CHL-A (DEV.ST)
12/07/2025	4.7	3.3
14/07/2025	7.7	5.2
17/07/2025	6.2	3.9
22/07/2025	7.6	3.9
24/07/2025	3.9	2.1
29/07/2025	4.8	3.9

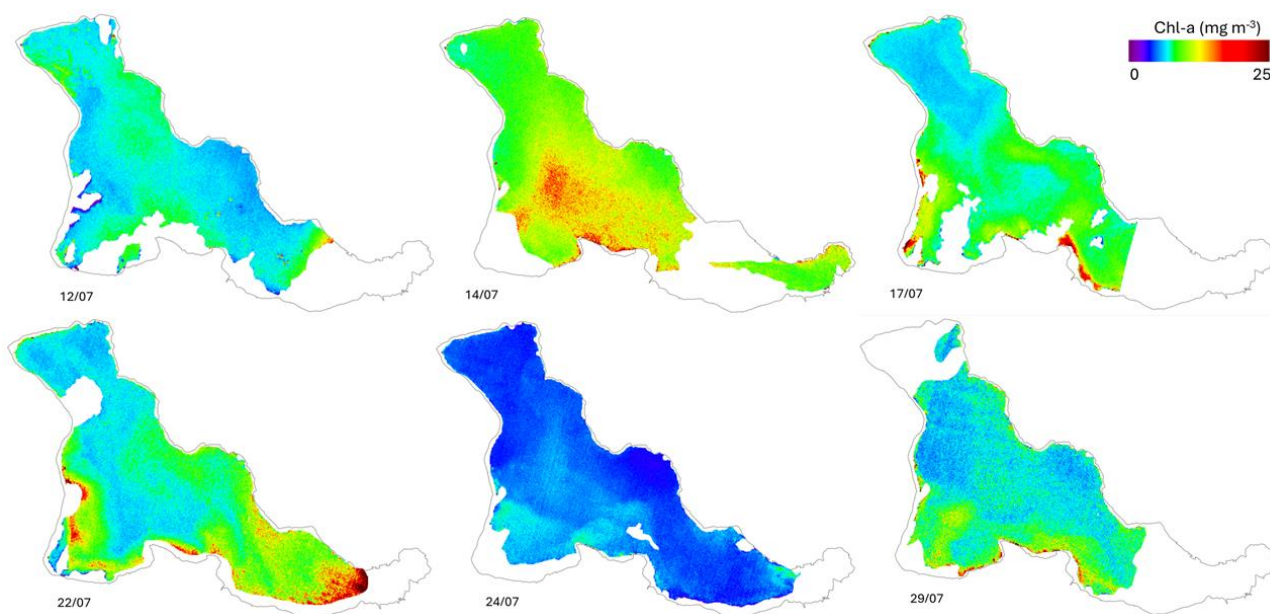


Figura 2. Mappe di concentrazione di Clorofilla-a (Chl-a) del 12/07, 14/07, 17/07, 22/07, 24/07 e 29/07/2025 per il Lago di Varese.

Oltre che per le precedenti date, già riportate nel bollettino dei primi di luglio, sono stati estratti i valori nei cinque siti balneabili del lago dalla mappa media derivata dalle mappe del 12, 14 e 17/07/2025, del 22/07, 24/07 e 29/07 ottenendo le concentrazioni medie riportate in tabella 2. I valori di Chl-a sono risultati in diminuzione rispetto alle precedenti date, ad eccezione dell'ultima mappa del 29/07 che presenta valori in aumento per Darsena e Lido di Bodio.

Tabella 2. Concentrazioni medie (\pm dev.st) in data 16/06, 04/07, metà luglio (12-14/17/07), 22/07, 24/07 e 29/07/2025 nei siti balneabili del Lago di Varese.

Sito	16/06/2025		04/07/2025		media metà luglio 2025		22/07/2025		24/07/2025		29/07/2025	
	Media	dev. st	Media	dev.st	Media	dev.st	Media	dev. st	Media	dev.st	Media	dev. st
Lido di Gavirate	8.16	0.95	9.90	0.71	7.30	0.33	6.17	0.45	4.14	0.27		
Ponte Isolino	9.46	1.39	8.69	0.78	7.47	0.26	7.73	0.98	3.99	0.25	5.69	0.67
Darsena	10.38	2.22	9.56	1.20	5.02	1.78	10.92	1.97	0.95	2.05	8.29	1.12
Lido di Bodio	14.90	1.24	11.70	1.73	3.55	0.69	11.58	2.00	4.09	0.44	8.57	1.54
Lido di Schiranna			17.08	2.65	4.56	0.39	11.90	2.14	4.87	0.51		

Anche nella prima metà di luglio non sono state registrate fioriture abbondanti di cianobatteri (*scum*).

In figura 3 si riporta la mappa di temperatura superficiale derivate dall'immagine Landsat-9 del 9 luglio in cui la media del lago è pari a $25.8(\pm 0.7)$ °C, con valori più alti nelle zone litoranee e a sud-est del lago.

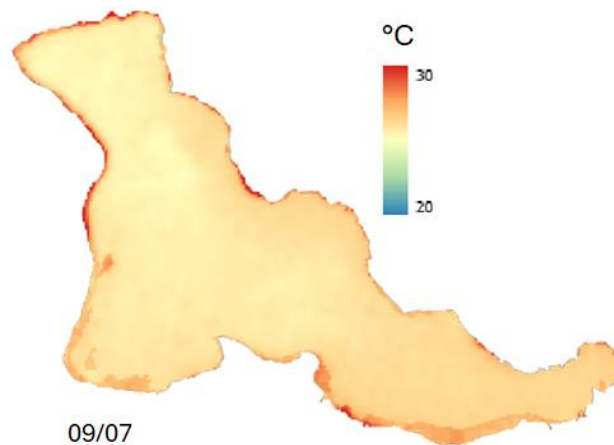


Figura 3. Mappa di temperatura per il Lago di Varese (con macrofite affioranti e zone costiere) ottenuta da immagine Landsat-9 del 9 luglio 2025.

Monitoraggio radiometrico in situ

In data 15 luglio è stata organizzata una seconda campagna di misura in situ per la raccolta di firme spettrali delle acque e per rimuovere lo spettroradiometro ROX installato il giorno 10 luglio sulla boa.

Il grafico di figura 4 mostra l'accordo delle firme spettrali effettuato il giorno 15 luglio con due spettroradiometri WISP-3 e WISP-ORCA. Le firme evidenziano un assorbimento spettrale attorno ai 680 nm e un picco di riflettanza attorno ai 700 nm tipico della presenza di fitoplancton nelle acque. Il confronto con le misure effettuate del 10 luglio non ha evidenziato cambiamenti a dimostrazione di una stabilità della componente fitoplanctonica.

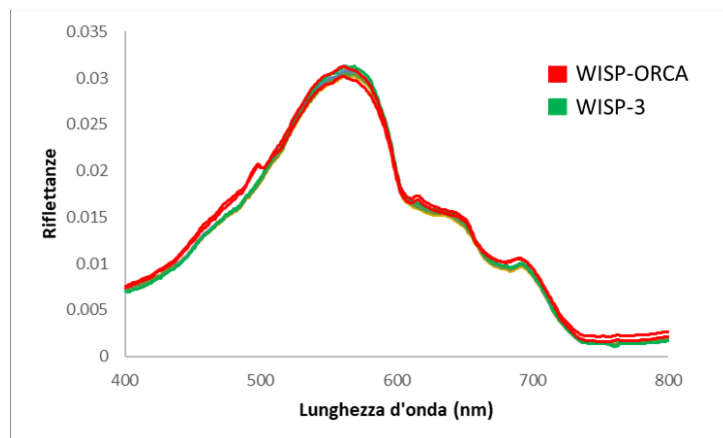


Figura 4. Confronto delle firme spettrali misurate con due spettroradiometri WISP-3 e WISP-ORCA in prossimità della boa il 15 luglio 2025.

I dati acquisiti con lo spettroradiometro (ROX) in continuo sono utili per valutare la variabilità della firma spettrale durante il giorno utilizzabile sia per la validazione dei dati satellitari sia per allerte precoci di sviluppo dei cianobatteri in superficie.

Nel grafico di figura 5 si mostrano le firme spettrali normalizzate acquisite nei giorni 10 e 11 luglio mentre in figura 6 si riporta l'andamento della concentrazione di Clorofilla-a e Ficocianina ottenuta dall'applicazione di algoritmi semi-empirici adattivi alle firme spettrali acquisite dallo spettroradiometro ROX.

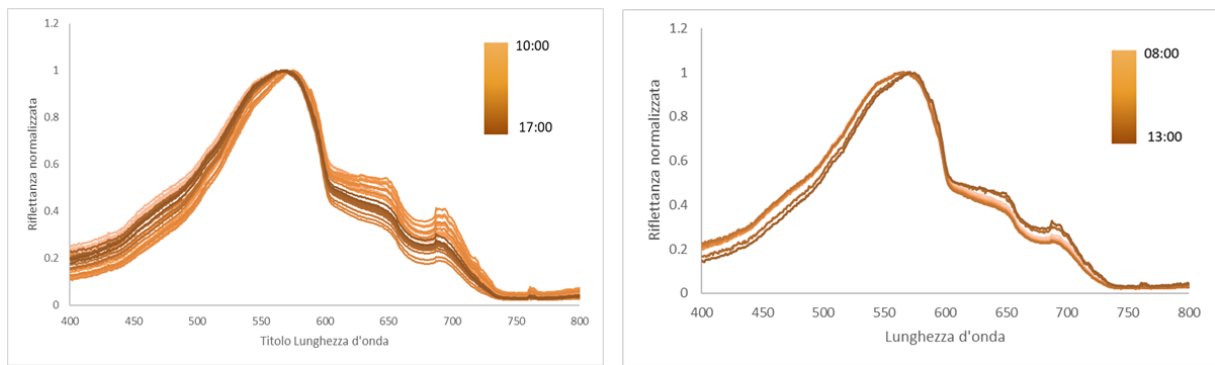


Figura 5. Firme spettrali normalizzate acquisite nell'arco della giornata dallo spettroradiometro ROX il 10 luglio 2025 (sinistra) e 11 luglio 2025 (destra).

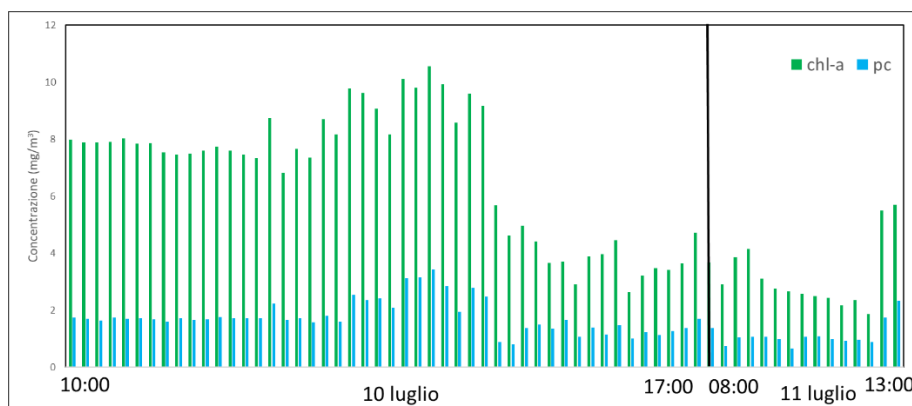


Figura 6. Valori di concentrazione di Chl-a e Ficocianina ottenuti dallo spettroradiometro ROX il 10 luglio 2025 e 11 luglio 2025.