

**AQST “SALVAGUARDIA E RISANAMENTO DEL LAGO DI VARESE”**



## **Il Relazione di monitoraggio sullo stato di attuazione dell'AQST**

**MAGGIO 2020**

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| INTRODUZIONE .....   | 3  |
| STATO DI AVANZAMENTO DELLE ATTIVITA' .....   | 4  |
| Macroazione A. Interventi di miglioramento del reticolo fognario del bacino del lago di Varese .....         | 6  |
| Macroazione B. Monitoraggio dello stato delle acque del lago e del suo emissario e loro evoluzione .....     | 18 |
| Macroazione C. Riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico .....                                      | 54 |
| Macroazione D. Salvaguardia della biodiversità del lago di Varese .....                                      | 61 |
| Macroazione E. Comunicazione, promozione attività AQST e sensibilizzazione cittadini .....                   | 67 |
| Macroazione F. Attività di sviluppo e valorizzazione territoriale delle sponde e della pista ciclabile ..... | 74 |
| ALLEGATO 1 .....   | 76 |

## INTRODUZIONE

L'Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale (AQST) "Salvaguardia e risanamento del lago di Varese", sottoscritto il giorno 12 aprile 2019, prevede la redazione di relazioni semestrali di monitoraggio in ordine allo stato di attuazione dell'AQST; tali relazioni, redatte sulla base dei documenti di aggiornamento predisposti dai soggetti attuatori, in raccordo con i soggetti coordinatori delle Azioni all'interno dei lavori di Segreteria Tecnica (ST) (art. 14), vengono inviate dal soggetto responsabile al Comitato di Coordinamento (art. 8).

Il Comitato di Coordinamento (CC) valuta tali relazioni (art. 7) durante la seduta plenaria convocata dal Presidente.

La prima Relazione è stata presentata al Comitato di Coordinamento del 18 ottobre rispetto alle attività effettuate nel periodo aprile – ottobre 2019.

## INCONTRI

### Incontri degli organi dell'AQST

Le riunioni di Segreteria tecnica sono state organizzate sia in modalità plenaria, ma anche per sottogruppi di lavoro tematici, coinvolgendo i rappresentanti maggiormente competenti e interessati allo sviluppo delle varie attività.

Nel corso dei mesi da ottobre 2019 a marzo 2020 sono state organizzate 7 riunioni di Segreteria Tecnica:

- Riunione del 2 ottobre 2019: incontro di preparazione della riunione del CC del 18 ottobre con discussione sui contenuti della relazione semestrale, proposta di aggiornamento e integrazione attività del Programma d'Azione;
- Riunione del 11 novembre 2019: primo incontro del cosiddetto "GdL Impianto" per valutazioni in merito al riavvio dell'impianto e al monitoraggio dello stesso;
- Riunione del 19 novembre 2019: incontro del cosiddetto "GdL navigazione elettrica" per valutazioni circa utilizzo di imbarcazione elettrica ai mondiali di canottaggio 2020 e successivi sviluppi;
- Riunione del 14 febbraio 2020: secondo incontro del "GdL Impianto" per condivisione proposta del programma di monitoraggio sul funzionamento dell'impianto e analisi risultati analitici delle due prove sperimentali di riavvio dell'impianto.
- Riunione del 14 febbraio 2020: prima riunione del GdL su Macroazione F di discussione e condivisione dei contenuti di dettaglio della nuova Macroazione;
- Riunione del 17 febbraio 2020: prima riunione del cosiddetto "GdL scarichi" di approfondimento delle attività da intraprendere per risolvere le principali problematiche individuate dall'Attività A.1.1. "Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario;
- Riunione del 20 febbraio 2020: incontro su avanzamento attività e preparazione della riunione di CC di marzo, poi annullata causa emergenza sanitaria.
- Predisposizione dell'aggiornamento del Programma d'Azione con invio al CC nel mese di aprile.

Il Comitato di coordinamento si è riunito in data 18 ottobre per valutare lo stato di avanzamento delle attività presentati nella relazione di monitoraggio semestrale e per discutere dell'aggiornamento al Programma d'Azione.

La riunione del Comitato di coordinamento prevista a marzo non si è svolta a causa dell'emergenza sanitaria e l'aggiornamento del Programma d'Azione è stato effettuata via telematica.

I verbali delle riunioni del Comitato di Coordinamento sono pubblicati sul sito istituzionale dell'AQST:

[www.lagodivarese.regione.lombardia.it](http://www.lagodivarese.regione.lombardia.it)

## **STATO DI AVANZAMENTO DELLE ATTIVITA'**

Nel seguito si riporta una relazione sullo stato di attuazione di tutte quelle attività previste dal Programma di Azione per le quali era prevista l'attivazione nel corso del primo semestre ovvero:

### **Macroazione A. Interventi di miglioramento del reticolo fognario del bacino del lago di Varese**

#### Azione A.1. Studi e rilievi del reticolo fognario

Attività A.1.1. Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario

Attività A.1.2. Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese

Attività A.1.3. Studio dei carichi sfiorati in tempo di pioggia dagli sfioratori fognari

Attività A.1.4. Censimento e valutazione degli scarichi esistenti nel bacino del lago

#### Azione A.2. Interventi infrastrutturali sul reticolo fognario

Attività A.2.1. Valutazione degli studi progettuali esistenti

Attività A.2.2. Progettazione e realizzazione degli interventi individuati dall'azione 1 e 2

### **Macroazione B. Monitoraggio dello stato delle acque del lago e del suo emissario e loro evoluzione**

#### Azione B.1. Monitoraggio della qualità delle acque del lago e suo immissario

Attività B.1.1. Installazione di boe, per il monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo di popolamenti di cianobatteri

Attività B.1.2. Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel lago di Varese

Attività B.1.3. Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel fiume Bardello e nel lago Maggiore

Attività B.1.4. Monitoraggio di parametri microbiologici e delle fioriture algali ai fini della balneazione

#### Azione B.2. Sviluppo di un modello di bilancio di massa del fosforo

Attività B.2.1. Valutazione del carico esterno

Attività B.2.2. Valutazioni del carico interno

#### Azione B.3. Sviluppo di scenari evolutivi della qualità delle acque del lago finalizzati ad una valutazione degli interventi

Attività B.3.1. Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago

Attività B.3.2. Predisposizione di scenari modellistici

#### Azione B.4. Valutazione delle migliori tecnologie per il risanamento del lago

Attività B.4.1. Istruttoria e approfondimenti circa la possibilità di utilizzo di tecniche e tecnologie innovative per il risanamento del lago di Varese

### **Macroazione C. Riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico**

#### Azione C.1. Studi propedeutici alla riattivazione dell'impianto

Attività C.1.0. Analisi sullo stato di consistenza dell'impianto

Attività C.1.1. Valutazione in merito al prolungamento della tubazione di scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico con predisposizione di sifonamento

#### Attività C.1.2. Progettazione degli interventi

Azione C.2. Esecuzione lavori

Attività C.2.1. Ammodernamento e riadeguamento dell'impianto di prelievo ipolimnico e realizzazione di prove sperimentali di riavvio

Attività C.2.2. Sistemazione dello scarico dell'impianto di prelievo

Attività C.2.3. Predisposizione del piano (delle specifiche) per il funzionamento dell'impianto, gestione e monitoraggio

Attività C.2.4. Installazione impianto fotovoltaico

### **Macroazione D. Salvaguardia e tutela dell'area protetta lago di Varese**

Azione D.1. Aggiornamento del piano di gestione della Zona Speciale di Conservazione (ZSC) "Alnete del Lago di Varese" e della Zona di Protezione speciale (ZPS) "Lago di Varese"

Attività D.1.1. Disciplina e vigilanza della navigazione sul lago

Attività D.1.2. Valutazioni di proposte di revisione della normativa sulla navigazione

Attività D.1.3. Analisi di fattibilità per lo sviluppo di una navigazione elettrica sul lago

Attività D.1.4. Valutazione dei livelli del lago adeguati alla protezione ambientale e all'utilizzo plurimo delle acque

Attività D.1.5. Redazione e aggiornamento del piano di gestione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" e della ZPS "Lago di Varese" (quadro conoscitivo, programmazione interventi, normativa) al fine di mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente habitat e specie di interesse comunitario.

Attività D.1.6. Rilievo morfo-batimetrico del lago di Varese

Azione D.2. Predisposizione di un piano triennale di riequilibrio della fauna ittica presente nel lago da attuare attraverso azioni parallele di pesca di sfoltimento e gestione del pescato e delle immissioni.

### **Macroazione E. Comunicazione, promozione attività AQST e sensibilizzazione cittadini**

Azione E.1. Comunicazione e divulgazione dei contenuti e delle attività dell'accordo

Attività E.1.1. Predisposizione di un sito web relativo all'AQST

Attività E.1.2. Organizzazione di incontri tematici sul territorio

Azione E.2. Sensibilizzazione dei cittadini e attività di citizen science

Attività E.2.1. Divulgazione e didattica ambientale per i cittadini

Attività E.2.2. Coinvolgimento degli istituti scolastici

Attività E.2.3. Cartellonistica informativa e stampa di materiale divulgativo

Attività E.2.4. Sviluppo di forme di partecipazione economica da parte dei cittadini e delle Amministrazioni locali alle spese di risanamento del lago

Attività E.2.5. Giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago

Attività E.2.6. Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti

### **Macroazione F. Attività di sviluppo e valorizzazione territoriale delle sponde e della pista ciclabile**

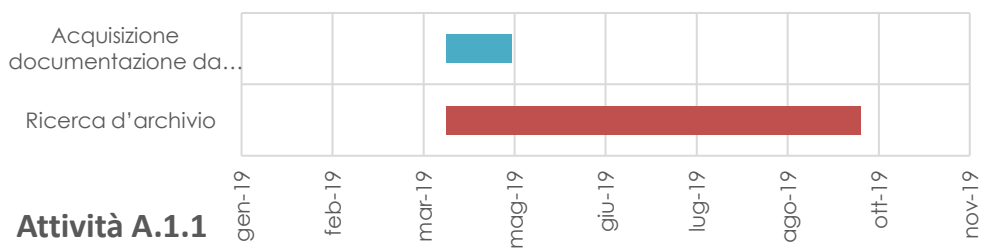
Azione F.1. Valorizzazione della zona spondale e della pista ciclabile

Attività F.1.1. Redazione di uno studio/progetto di inquadramento territoriale/paesaggistico finalizzato a promuovere la fruibilità del lago di Varese in special modo valorizzando la pista ciclabile circumlacuale

Attività F.1.2. Effettuazione interventi e lavori individuati nella fase progettuale

## Macroazione A. Interventi di miglioramento del reticolo fognario del bacino del lago di Varese

| AZIONE A.1.                           |  |
|---------------------------------------|--|
| STUDI E RILIEVI DEL RETICOLO FOGNARIO |  |
| <b>Attività</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività A.1.1. Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario.</li> <li>- Attività A.1.2. Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese</li> <li>- Attività A.1.3. Studio dei carichi sfiorati in tempo di pioggia dagli sfioratori fognari</li> <li>- Attività A.1.4. Censimento e valutazione degli scarichi esistenti nel bacino del lago</li> </ul> |
| <b>Risultati attesi</b>               | L'azione risponde all'obiettivo principale di completare il processo di risanamento delle acque del lago e di conseguenza risponde a tutti gli obiettivi specifici, attraverso un miglioramento degli aspetti conoscitivi relativi al reticolo fognario presente nel bacino.   |
| <b>Soggetto coordinatore</b>          | Ufficio d'Ambito di Varese   |

| ATTIVITÀ A.1.1  |  |
|---|--|
| Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario |  |
| <b>Descrizione Attività</b>   | Ricerca negli archivi ARPA di comunicazioni di qualsiasi tipo inerenti malfunzionamenti del sistema di collettamento e depurazione con possibile sversamento di reflui fognari in ambiente nel bacino imbrifero del Lago di Varese, a partire dal 2016. Si prevede l'emissione di un report di riepilogazione degli eventi suddiviso per Comune con eventuale rappresentazione cartografica. |
| <b>Soggetto Attuatore</b>   | ARPA Lombardia - U.O.C. APC Varese   |
| <b>Cronoprogramma delle attività previsto:</b>  |  <p><b>Attività A.1.1</b></p> <p>gen-19   feb-19   mar-19   mag-19   giu-19   lug-19   ago-19   ott-19   nov-19</p>  |
| L'attività si è svolta e si è conclusa nei tempi previsti dal cronoprogramma                |  |

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia)*

### Sintesi delle attività svolte

Come richiesto durante la riunione del Comitato di Coordinamento dell'AQST Lago di Varese, del 18 ottobre, è stato costituito un sottogruppo di lavoro della ST (denominato GdL scarichi) per valutare come risolvere le principali criticità riscontrate dall'attività A.1.1. Il GdL è costituito stabilmente da rappresentanti dell'Ufficio d'Ambito, di ALFA, di ARPA Lombardia, di Provincia di Varese e di Regione Lombardia al quale si aggiungono rappresentanti dei comuni interessati.

Il GdL si è riunito la prima volta in data 17 febbraio individuando come elementi critici alcuni scarichi ubicati in due comuni:

1. Scarico industriale presso il comune di Varano Borghi
2. Scarico in comune di Gavirate su roggia Molinara presso foce del lago
3. Scarico in comune di Gavirate su Rio Boschetti

1. Relativamente al primo punto in data 17 febbraio è stata organizzata una riunione con il comune di Varano Borghi, per discutere circa la possibilità di recapitare, in maniera stabile, in fognatura, lo scarico industriale autorizzato, attualmente recapitante nel canale Brabbia. Infatti, come segnalato nel report dell'Attività A.1.1. "Raccolta e organizzazione delle segnalazioni circa il malfunzionamento del sistema fognario" del Programma d'Azione dell'AQST, effettuato da ARPA, nel corso degli ultimi anni sono state effettuate numerose segnalazioni circa presenza di scarichi colorati; dai sopralluoghi e dalle analisi effettuate, in alcune occasioni, è stato rilevato, da parte di ARPA Lombardia, il superamento di alcuni parametri (colore, tossicità acuta, tensioattivi totali, rame).

Esiste un Autorizzazione Unica Ambientale (AUA) dal 2017 che permette di scaricare reflui industriali nel canale Brabbia, con la possibilità, in emergenza, di scaricare in pubblica fognatura.

Poiché la soluzione di recapitare stabilmente lo scarico in pubblica fognatura risulta la soluzione migliore, anche rispetto alle previsioni del R.R. 6/2019 (art. 5, c. 6), l'Ufficio d'Ambito di Varese, col supporto tecnico di ALFA, ha concluso agli inizi di aprile una valutazione, iniziata tempo prima, circa la possibilità di accettare, dal punto di vista quantitativo, lo scarico in pubblica fognatura: tale verifica, che ha riguardato anche la valutazione della capacità di trattamento residuo dell'impianto di Gavirate, è risultata positiva.

2. Relativamente al secondo punto, in data 17 febbraio è stata organizzata una riunione con il comune di Gavirate per valutare la risoluzione del problema presso lo scarico della roggia Molinara alla foce del lago, dove si evidenziano saltuariamente episodi di presenza di scarichi domestici.

La Roggia Molinara, nata come derivazione dal torrente Tinella, appartiene al reticolo minore; raccoglie molte acque della rete bianca, ed è intubata per buona parte del corso fino quasi a lago. I punti di ispezione sono pochi e spesso per accedervi è necessario passare da proprietà private. Vista la ramificazione del reticolo di acque bianche collegato alla roggia Molinara e la vetustà degli insediamenti siti nei pressi (antiche corti), è sempre risultato piuttosto difficile risalire all'origine dei reflui fognari. Gli episodi sono occasionali e che spesso, in occasione di sopralluoghi programmati il problema non è stato rilevato. Da precedenti rilievi effettuati dal Comune gli scarichi sembrano provenire dalla parte bassa della roggia, più vicina al lago.

E' previsto che il comune emetta una ordinanza, come già fatto in passato con apprezzabili risultati, per richiedere la documentazione sulla regolarità degli allacciamenti degli scarichi dei vari insediamenti presenti nel bacino della roggia Molinara.

In ogni caso si prevede un migliore coordinamento tra ARPA e comune (Polizia Locale), in caso di presenza di reflui domestici alla foce; qualora ARPA rilevi il problema, nel corso delle proprie attività di monitoraggio del lago, attiverà telefonicamente la Polizia Locale di Gavirate, affinché il Comune esegua dei sopralluoghi e ricerche risalendo il corso della parte tombinata della roggia, per cercare di circoscrivere e localizzare la causa dell'inquinamento.

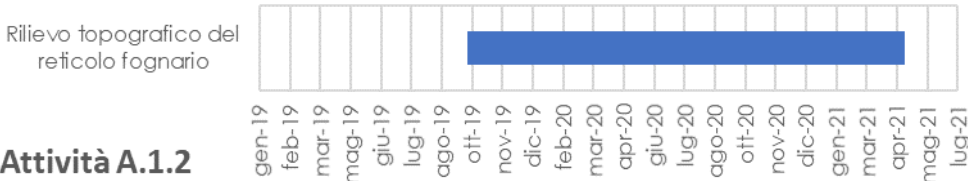
Inoltre si valuterà un particolare intervento di ALFA durante la fase di ricognizione e rilievo del reticolo fognario nel comune, per evidenziare la causa dello scarico.

3. Relativamente al terzo punto, in data 17 febbraio è stata organizzata una riunione con il comune di Gavirate per valutare come eliminare lo scarico di acque reflue domestiche non trattate sul rio Boschetti. Questo scarico presente da tempo risulta provenire dal comune di Barasso e sembra causato da un errato collegamento tra la fognatura nera/mista e quella bianca recapitante sul rio Boschetti.

In passato sono già stati organizzati dei sopralluoghi e degli interventi sulla fognatura, posta a monte del punto di scarico, ma senza apprezzabili risultati.

Sono state effettuate ulteriori videoispezioni nei tratti fognari a monte dello scarico da parte del comune di Barasso.

Poiché ALFA prevede il rilievo delle reti (Attività A.1.2. Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese) nel comune di Gavirate e nel comune di Barasso nel periodo tra maggio e agosto sarà effettuato un incontro tra i due comuni e ALFA per valutare congiuntamente come procedere con i lavori per la risoluzione del problema.

| ATTIVITÀ A.1.2  |  |
|---|--|
| Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese                         |  |
| <b>Descrizione Attività</b>   | L'attività riguarda il rilievo topografico del reticolo fognario di tutti i comuni afferenti all'agglomerato AG01207201, afferente all'impianto di depurazione di Gavirate. Le informazioni che saranno censite sono relative alla rete e a tutti i manufatti ad essa collegati, tramite apposite schede di censimento. L'attività ha l'obiettivo di mappare il reticolo fognario comunale al fine di individuare gli interventi necessari per l'adeguamento del reticolo dal punto di vista funzionale, anche rispetto alla normativa regionale in materia. |
| <b>Soggetto Attuatore</b>   | ALFA   |
| L'attività avrà durata di <b>910 giorni naturali consecutivi (al netto del ribasso d'asta).</b> |  |
| <b>Attività A.1.2</b>   |    |

*Resoconto attività a cura di Giovanna Ruggiero (ALFA)*

### Sintesi delle attività svolte

Con apposita procedura d'appalto è stato aggiudicato a Datek22 il rilievo di tutte le reti fognarie facenti parte dell'agglomerato afferente all'impianto di depurazione di Gavirate. Alla società aggiudicatrice è stato trasmesso tutto il materiale reperito dalla Società di Tutela del Lago di Varese e Comabbio S.p.a. e laddove mancante si è provveduto a richiedere ai vari comuni tutti i dati sul reticolo fognario in loro possesso.

Al fine di velocizzare i rilievi e le restituzioni degli stessi, tra i requisiti dell'appalto è stato richiesto la messa a disposizione di un portale dal quale monitorare, in tempo reale, l'avanzamento lavori, attraverso il quale, con cadenza settimanale, vengono trasmessi ad Alfa i dati grezzi raccolti.

I comuni in cui è stato al momento svolto il rilievo sono:

- Casale Litta;
- Brunello;
- Azzate;
- Buguggiate;
- Varese;
- Galliate Lombardo;
- Daverio.

Per quelli sottolineati il rilievo è relativo solo alla parte di comune recapitante nell'agglomerato afferente al depuratore di Gavirate, per quelli in corsivo il rilievo non è ancora terminato.



Mediante il sito condiviso, da remoto è possibile effettuare una prima verifica sulla conformità e congruenza dei dati rilevati con lo storico trasmesso dagli enti e, successivamente, mediante le verifiche in campo, è possibile risolvere eventuali problematiche in corso d'opera e quindi velocizzare successivamente la fase di collaudo.

I dati raccolti riguardano: lunghezza, tipo materiale, diametro, tipo fognatura, n. sfioratori

A causa dell'emergenza sanitaria dal giorno 11 marzo sono stati bloccati i cantieri.

Si riporta nel seguito una tabella che riassume i rilievi svolti, con tutti i dati tecnici di interesse.

| Comune       | Lunghezza<br>a rilevata | Diametro |         | Materiale             |           | tipo di fognatura |         | Sfioratori     | Note |
|--------------|-------------------------|----------|---------|-----------------------|-----------|-------------------|---------|----------------|------|
|              |                         | m        | DN      | m                     | materiale | m                 | tipo    | m              |      |
| Azzate       | 5178,24                 | 200      | 1003,25 | Cloruro di polivinile | 1168,14   | Bianca            | 2834,23 | -              |      |
|              |                         | 250      | 943,30  | Gres ceramico         | 1090,56   | Mista             | 138,19  |                |      |
|              |                         | 300      | 1011,28 | CLS                   | 2746,67   | Nera              | 2205,82 |                |      |
|              |                         | 400      | 394,41  | Polietilene corrugato | 73,60     |                   |         |                |      |
|              |                         | 500      | 696,59  | altro                 | 99,27     |                   |         |                |      |
|              |                         | 600      | 685,01  |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 800      | 13,49   |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 1000     | 81,14   |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 1400     | 103,28  |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | vari     | 246,48  |                       |           |                   |         |                |      |
| Casale litta | 2485,18                 | 125      | 11,56   | Cemento               | 901,41    | Bianca            | 474,76  | Celeste Vanoni |      |
|              |                         | 140      | 34,19   | Cloruro di polivinile | 1562,28   | Mista             | 1604,11 | Celeste Vanoni |      |
|              |                         | 160      | 98,11   | altro                 | 21,49     | Nera              | 317,88  |                |      |
|              |                         | 200      | 311,00  |                       |           | Acqua da sfioro   | 88,44   |                |      |
|              |                         | 250      | 57,85   |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 315      | 1007,43 |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 400      | 36,81   |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 450      | 57,77   |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 500      | 169,24  |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 800      | 281,42  |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 900      | 67,84   |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 1000     | 200,33  |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | 1500     | 94,14   |                       |           |                   |         |                |      |
|              |                         | vari     | 57,49   |                       |           |                   |         |                |      |
| Brunello     | 1092,35                 | 125      | 35,18   | Cloruro di polivinile | 100,88    | Bianca            | 532,68  | -              |      |
|              |                         | 160      | 35,18   | CLS                   | 497,50    | Nera              | 559,67  |                |      |
|              |                         | 200      | 30,52   | Gres ceramico         | 493,97    |                   |         |                |      |
|              |                         | 250      | 493,97  |                       |           |                   |         |                |      |

|  |  |     |        |  |  |  |  |  |  |
|--|--|-----|--------|--|--|--|--|--|--|
|  |  | 300 | 497,50 |  |  |  |  |  |  |
|--|--|-----|--------|--|--|--|--|--|--|

|                |         |      |         |                       |         |                 |         |           |  |
|----------------|---------|------|---------|-----------------------|---------|-----------------|---------|-----------|--|
| Buguggiat<br>e | 6888,92 | 110  | 13,65   | Cloruro di polivinile | 2977,40 | Acqua da sfioro | 101,00  | Verdi     |  |
|                |         | 125  | 39,90   | CLS                   | 2720,62 | Bianca          | 3194,26 | Verdi     |  |
|                |         | 140  | 99,11   | Gres ceramico         | 452,33  | Mista           | 1668,08 | Gramsci   |  |
|                |         | 160  | 396,34  | Polietilene           | 29,26   | Nera            | 1823,96 | Trieste   |  |
|                |         | 180  | 37,27   | Polietilene corrugato | 171,65  | altro           | 101,61  | Garibaldi |  |
|                |         | 200  | 1547,87 | altro                 | 537,64  |                 |         |           |  |
|                |         | 250  | 450,72  |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 271  | 50,09   |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 300  | 952,13  |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 315  | 776,83  |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 400  | 439,98  |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 500  | 265,03  |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 535  | 30,16   |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 800  | 256,22  |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 900  | 21,61   |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | 1000 | 700,93  |                       |         |                 |         |           |  |
|                |         | vari | 811,08  |                       |         |                 |         |           |  |

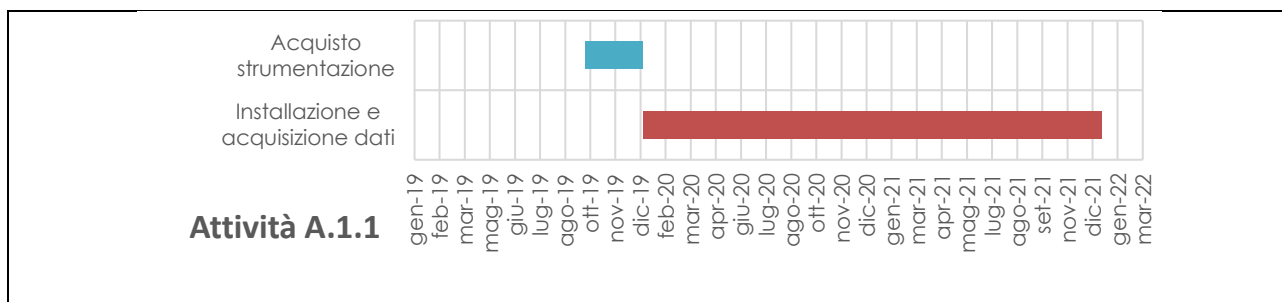
|         |          |      |         |                                    |         |                 |         |                     |  |
|---------|----------|------|---------|------------------------------------|---------|-----------------|---------|---------------------|--|
| Daverio | 15904,52 | 63   | 11,39   | Cemento armato impastato sul posto | 70,18   | Acqua da sfioro | 800,01  | Fuori sede stradale |  |
|         |          | 125  | 23,13   | CLS                                | 8682,48 | Bianca          | 6409,52 | Fuori sede stradale |  |
|         |          | 140  | 28,89   | Corrugato                          | 29,51   | Mista           | 3789,99 |                     |  |
|         |          | 160  | 434,08  | Gres                               | 146,62  | Nera            | 4825,42 |                     |  |
|         |          | 200  | 2288,11 | Polietilene                        | 11,39   | altro           | 79,58   |                     |  |
|         |          | 250  | 1877,54 | PVC                                | 6425,09 |                 |         |                     |  |
|         |          | 300  | 2768,57 | altro                              | 539,24  |                 |         |                     |  |
|         |          | 315  | 1870,03 |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 355  | 19,60   |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 400  | 2830,47 |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 500  | 540,31  |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 600  | 559,36  |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 700  | 149,16  |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 800  | 279,85  |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 1000 | 564,11  |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 1200 | 390,06  |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | 1400 | 301,01  |                                    |         |                 |         |                     |  |
|         |          | vari | 968,83  |                                    |         |                 |         |                     |  |

|                   |         |     |        |                       |         |                 |         |             |  |
|-------------------|---------|-----|--------|-----------------------|---------|-----------------|---------|-------------|--|
| Galliate Lombardo | 7085,25 | 80  | 229,86 | Acciaio               | 2,93    | Acqua da sfioro | 21,13   | Belvedere   | I dati di lunghezza, diametro, materiale e tipo sono stati trasmessi |
|                   |         | 100 | 2,93   | Cloruro di polivinile | 1433,15 | Bianca          | 2183,55 | Rimembranze |  |
|                   |         | 140 | 46,48  | CLS                   | 2363,04 | Mista           | 3047,65 | Campi nuovi |  |
|                   |         | 160 | 41,59  | Gres ceramico         | 2814,88 | Nera            | 1810,21 | Piave       |  |

|  |  |      |         |                          |        |       |       |  |                      |
|--|--|------|---------|--------------------------|--------|-------|-------|--|----------------------|
|  |  | 200  | 1250,35 | Polietilene              | 277,18 | altro | 22,71 |  | solo<br>parzialmente |
|  |  | 250  | 716,50  | Polietilene<br>corrugato | 73,41  |       |       |  |                      |
|  |  | 300  | 1147,88 | altro                    | 120,66 |       |       |  |                      |
|  |  | 315  | 100,62  |                          |        |       |       |  |                      |
|  |  | 400  | 1106,84 |                          |        |       |       |  |                      |
|  |  | 500  | 717,07  |                          |        |       |       |  |                      |
|  |  | 600  | 1471,36 |                          |        |       |       |  |                      |
|  |  | 700  | 38,46   |                          |        |       |       |  |                      |
|  |  | 800  | 52,64   |                          |        |       |       |  |                      |
|  |  | vari | 162,66  |                          |        |       |       |  |                      |

|        |          |      |         |   |         |                       |         |          |  |
|--------|----------|------|---------|---|---------|-----------------------|---------|----------|--|
| Varese | 17044,90 | 150  | 139,66  | Cemento<br>armato<br>impastato sul<br>posto | 856,62  | Acqua<br>da<br>sfioro | 428,85  | Piemonte | I dati di<br>lunghezza,<br>diametro,<br>materiale e<br>tipo sono<br>stati<br>trasmessi<br>solo<br>parzialmente |
|        |          | 160  | 149,33  | Cemento<br>armato<br>precompresso           | 11,52   | Bianca                | 5565,35 | Astico   |  |
|        |          | 200  | 4088,18 | CLS   | 8190,36 | Mista                 | 5005,58 | Oriani   |  |
|        |          | 250  | 2184,41 | Fibrocemento                                | 111,41  | Nera                  | 5931,66 |          |  |
|        |          | 300  | 2071,40 | Gres  | 7304,69 | altro                 | 113,46  |          |  |
|        |          | 315  | 46,53   | Polietilene                                 | 11,15   |                       |         |          |  |
|        |          | 350  | 69,12   | PVC   | 404,01  |                       |         |          |  |
|        |          | 369  | 11,15   | altro                                       | 155,14  |                       |         |          |  |
|        |          | 400  | 2384,20 |   |         |                       |         |          |  |
|        |          | 500  | 1550,89 |   |         |                       |         |          |  |
|        |          | 600  | 1212,15 |   |         |                       |         |          |  |
|        |          | 700  | 40,61   |   |         |                       |         |          |  |
|        |          | 800  | 174,77  |   |         |                       |         |          |  |
|        |          | 1500 | 392,04  |   |         |                       |         |          |  |
|        |          | vari | 2530,46 |   |         |                       |         |          |  |

| ATTIVITÀ A.1.3   |  |
|--|--|
| Studio dei carichi sfiorati in tempo di pioggia dagli sfioratori fognari   |  |
| <b>Descrizione Attività</b><br>L'attività riguarda il monitoraggio quali-quantitativo di alcuni sfioratori di piena delle reti fognarie, considerati rappresentativi, al fine di valutare il contributo degli sfioratori presenti nel bacino, in tempo di pioggia, al carico veicolato a lago.<br>Tale attività è in stretto contatto con l'attività A.1.2 poiché necessita una valutazione e identificazione delle tipologie di manufatti, necessaria per identificare il disegno progettuale più adeguato. |  |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>ALFA  |  |
| <b>Cronoprogramma attività</b>   |  |



*Resoconto attività a cura di Giovanna Ruggiero (ALFA)*

### Sintesi delle attività svolte

Dall'analisi della documentazione a disposizione sono stati individuati quattro siti che per diverse ragioni sono stati valutati significativi allo scopo della campagna di monitoraggio:

- Gavirate – a causa delle frequenti segnalazioni di ARPA in merito a scarichi in ambiente;
- Varese – poiché tra i circumlacuali risulta esser quello maggiormente esteso e con maggior numero di utenti e di conseguenza con la più alta probabilità di apporti a lago;
- Casciago e Azzate – poiché tra i vari progetti trasmessi dalla Società Lago risultano essere, insieme a Varese, i comuni con maggior numero di sfioratori da adeguare.

Una volta definiti i punti di monitoraggio, mediante un'indagine di mercato volta ad individuare la strumentazione più adeguata all'obiettivo da raggiungere, è stato redatto l'ordine di noleggio per 4 campionatori e 4 misuratori di portata.

I primi saranno posizionati all'esterno della cameretta e mediante una tubazione passante attraverso un foro opportunamente predisposto, pescheranno l'acqua scolmata in tempo di pioggia e/o d'asciutto; i secondi invece saranno posizionati all'interno della cameretta dello scolmatore e si attiveranno solo quando a causa di un evento meteorico o di un malfunzionamento del manufatto l'acqua comincerà a recarsi verso il corpo idrico recettore.

All'attivarsi del misuratore di portata, andrà in funzione il campionatore e arriverà un allarme ad un tecnico preposto di ALFA, che mediante portale dedicato potrà verificare l'accaduto e attivare il laboratorio affidatario della gara d'appalto al fine di ritirare il campione da analizzare.

Per quanto concerne le analisi dei campioni è stata predisposta la manifestazione d'interesse per un importo di € 100.000,00 che si è conclusa il giorno 04/02/2020; per essa si sono presentati 6 laboratori, una volta verificati i requisiti rispetto alle richieste della manifestazione di interesse, sono stati sorteggiati i 5 laboratori da invitare alla gara.

La gara bandita nel mese di marzo ammette termine ultimo per la presentazione delle offerte tecniche il 14/04/2020.

In merito alla posa della strumentazione, invece, dal sopralluogo in contraddittorio con il fornitore, avvenuto il giorno 10/01/2020 sono emerse delle attività di corredo e necessarie alla corretta posa, gestione e manutenzione della strumentazione.

Preso atto di tali informazioni, passo successivo è stato il coinvolgimento dei comuni al fine di capire se le aree in oggetto fossero pubbliche o private e di conseguenza individuare chi interpellare per la richiesta di autorizzazione alla manomissione del suolo.

Dopo una serie di iterazioni con i diversi enti è stato possibile risalire alle diverse proprietà; nel dettaglio:

- Gavirate: Provincia
- Varese: Privato
- Casciago: Comune

- Azzate: Privato

Per quanto concerne il comune di Gavirate è stata richiesta la manomissione all'ente competente ed è stato adeguato il manufatto, predisponendo un foro sulla soletta per il passaggio dell'aspiratore del campionatore e posato il basamento del manufatto contenitore del campionatore. La soluzione del campionatore esterno con la conseguente necessità di inserire un armadietto è stata preferita all'inserimento dello strumento nel manufatto al fine di salvaguardare la salute e sicurezza dei lavoratori, in quanto in questo modo non dovranno entrare in spazi confinati per ritirare il campione.

Per quanto concerne il comune di Varese, essendo l'area privata, è stata richiesta una visura catastale al comune. Tuttavia, è stato complicato risalire al reale proprietario del luogo d'interesse ed è stato possibile solo dopo diversi incontri con vari privati. Quindi ad oggi si è in attesa del recapito del reale proprietario. In caso di difficoltà, sarà individuato altro sfioratore su cui installare la strumentazione.

Per quanto concerne il comune di Casciago, dopo essersi accertati della proprietà comunale è stata richiesta la manomissione del suolo pubblico ed è stato programmato l'intervento di adeguamento dell'area.

Per quanto concerne il comune di Azzate, essendo l'area privata, è stata richiesta una visura catastale al comune, con la quale è stato possibile prender contatti con la proprietà e stipulare una servitù a titolo gratuito per l'intervento e la posa del manufatto contenitore del campionatore. L'intervento di adeguamento è stato programmato. Il giorno 11 marzo a causa dell'emergenza sanitaria sono stati bloccati i cantieri.

| ATTIVITA' A.1.4.   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Censimento e valutazione degli scarichi esistenti nel bacino del lago.   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Descrizione Attività</b>  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Analisi degli scarichi in ambiente, ricadenti nel bacino imbrifero del lago con particolare riferimento agli scarichi in corpo idrico superficiale e a quelli sul suolo nella "fascia di 300 m da lago". L'analisi degli scarichi in corpo idrico sarà effettuata entro il mese di settembre, mentre l'attività sugli scarichi su suolo, essendo strettamente correlata all'attività A.1.2., poiché richiede la mappatura di dettaglio del reticolo fognario, sarà svolta a seguito di questa: non appena a disposizione i dati riferiti ad almeno due comuni significativi, verrà elaborato un modello di indagine da estendere al resto dei comuni afferenti all'impianto di depurazione di Gavirate, di pari passo all'avanzamento dell'attività A.1.2.   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Soggetto Attuatore</b>  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Provincia di Varese  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Cronoprogramma attività:</b>  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div><div><div>Analisi scarichi in corpo idrico</div><div>Analisi scarichi su suolo</div></div><table><tr><th></th><th>gen-19</th><th>feb-19</th><th>mar-19</th><th>mag-19</th><th>giu-19</th><th>lug-19</th><th>ago-19</th><th>ott-19</th><th>nov-19</th><th>dic-19</th><th>feb-20</th><th>mar-20</th><th>apr-20</th><th>giu-20</th><th>lug-20</th><th>ago-20</th><th>ott-20</th><th>nov-20</th><th>dic-20</th><th>gen-21</th><th>mar-21</th><th>apr-21</th><th>mag-21</th><th>lug-21</th><th>ago-21</th></tr><tr><td>Analisi scarichi in corpo idrico</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Analisi scarichi su suolo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></div> <p><b>Attività A.1.1</b></p> <p>L'attività è in linea con le tempistiche previste</p> |        |        | gen-19 | feb-19 | mar-19 | mag-19 | giu-19 | lug-19 | ago-19 | ott-19 | nov-19 | dic-19 | feb-20 | mar-20 | apr-20 | giu-20 | lug-20 | ago-20 | ott-20 | nov-20 | dic-20 | gen-21 | mar-21 | apr-21 | mag-21 | lug-21 | ago-21 | Analisi scarichi in corpo idrico |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Analisi scarichi su suolo |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | gen-19 | feb-19 | mar-19 | mag-19 | giu-19 | lug-19 | ago-19 | ott-19 | nov-19 | dic-19 | feb-20 | mar-20 | apr-20 | giu-20 | lug-20 | ago-20 | ott-20 | nov-20 | dic-20 | gen-21 | mar-21 | apr-21 | mag-21 | lug-21 | ago-21 |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Analisi scarichi in corpo idrico   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Analisi scarichi su suolo  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)

**Sintesi delle attività svolte**

L'attività è in corso di svolgimento. L'attività si svolge in stretta connessione con l'attività A.1.2. "Rilievo topografico del reticolo fognario nel bacino del lago di Varese", al fine di meglio individuare e dettagliare all'interno delle aree urbanizzate, quelle servite da pubblica fognatura.

| <b>AZIONE A.2.</b>                                       |  |
|--|--|
| <b>INTERVENTI INFRASTRUTTURALI SUL RETICOLO FOGNARIO</b> |  |
| <b>Attività</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività A.2.1. Valutazione e realizzazione degli studi progettuali esistenti</li> <li>- Attività A.2.2. Progettazione e realizzazione degli interventi individuati dall'Azione 1 e 2</li> </ul>  |
| <b>Risultati attesi</b>                                  | L'azione risponde all'obiettivo principale di completare il processo di risanamento delle acque del lago e di conseguenza a tutti gli obiettivi specifici, attraverso la messa in opera di una serie di interventi infrastrutturali atti a migliorare le condizioni e la funzionalità del reticolo fognario presente nel bacino del lago e limitare gli eventuali sversamenti in tempo di pioggia. |
| <b>Soggetto coordinatore</b>                             | Ufficio d'Ambito di Varese   |

| <b>ATTIVITÀ A.2.1</b>  |
|--|
| <b>Valutazione degli studi progettuali esistenti</b>   |
| <b>Descrizione Attività</b><br><p>L'attività riguarda l'analisi dei contenuti degli studi progettuali esistenti messi a disposizione di Alfa dalla Società per la tutela e la salvaguardia delle acque del lago di Varese e lago di Comabbio S.p.A. La consistenza della documentazione è così classificabile: due studi, quattro rilievi, tre progetti di fattibilità tecnica ed economica, due progetti definitivi, due progetti definitivi/esecutivi e tre progetti esecutivi.</p> <p>Per ognuno dei documenti analizzati sarà prodotta una scheda descrittiva in grado di evidenziare eventuali criticità.</p> |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>ALFA  |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>L'attività si è conclusa a metà ottobre 2019.  |

*Resoconto attività a cura di Giovanna Ruggiero (ALFA)*

### **Sintesi delle attività svolte**

L'attività si è conclusa verso metà ottobre e i risultati sono stati presentati durante la riunione del Comitato di Coordinamento del 18 ottobre 2019. Non sono giunte particolari osservazioni o richieste di approfondimento da parte del CC.

| <b>ATTIVITÀ A.2.2</b>  |
|--|
| <b>Progettazione e realizzazione degli interventi individuati dall'Azione 1 e 2</b>  |
| <b>Descrizione Attività</b><br><p>L'attività riguarda la realizzazione di interventi infrastrutturali sui manufatti fognari nell'agglomerato AG01207201. L'attività potrà essere implementata in seguito ai risultati prodotti dall'attività A.1.2 e A.2.1</p> |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>ALFA  |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>Attività non avviata nel I semestre di monitoraggio  |

### **Sintesi delle attività svolte**

Per quanto concerne questa specifica attività, così come previsto dall'accordo quadro, tutti gli interventi saranno programmati in base all'avanzamento dei rilievi (Attività A.1.2)

Nonostante ciò, sulla base dei risultati dell'Attività A.2.1 è stato individuato un primo intervento relativo alla "Realizzazione vasca volano e risanamento tratto collettore circumlacuale sud – Galliate Lombardo".

Il giorno 11 marzo a causa dell'emergenza sanitaria sono stati bloccati i cantieri. L'attività è quindi in corso di riprogrammazione.

Si riporta nel seguito la descrizione dell'attività aggiornata al 28/02/2020, in corso di aggiornamento.

Interventi da realizzare:

- realizzazione di una vasca volano dotata di stazione di sollevamento per il rilancio dei reflui nel collettore alla fine di ciascun evento meteorico significativo. La vasca è a protezione di un'area interessata da problemi di allagamento;
- posa di una condotta in grès DN 600 mm, in sostituzione di un tratto di collettore circumlacuale Sud che risulta fortemente ammalorato.
- Installazione punti di misura per verifica portate sul collettore circumlacuale Sud

Fase preliminare

- Esame progetto esistente: eseguito
- Esecuzione rilievo: eseguito sopralluogo per la verifica dello stato dei luoghi. È emersa la necessità di verificare la fattibilità di un intervento di sistemazione del pendio in corrispondenza della camera esistente n. 628 e di realizzare una modifica di percorso per il tratto 627-630.
- Indagini geologiche/geotecniche: eseguito sopralluogo. Nel mese di marzo saranno eseguite le prove indicate nel disciplinare
- Caratterizzazione dei terreni: le prove prevedono il prelievo del terreno necessario per l'esecuzione della caratterizzazione chimico-fisica e ambientale secondo il DPR 120/2017

Progetto definitivo

Attività: entro il 20/04/2020 (prorogato in quanto dipende dall'esito delle prove sui terreni)

- verifica calcoli idraulici ed eventuale aggiornamento
- verifica sistema svuotamento della vasca sulla base delle osservazioni dei tecnici di ALFA
- verifica calcoli statici vasca in c.a.
- valutazione dell'estensione del collettore oggetto di rifacimento
- Relazione paesaggistica ed eventuale relazione forestale

Autorizzazioni

i vincoli sono diversi, nello specifico:

- Area protetta SIC: inviata richiesta parere preliminare alla Provincia di Varese in quanto Ente Competente
- vincolo di polizia idraulica – fascia di rispetto: in fase di verifica
- aree boscate P.I.F. – boschi non trasformabili: in fase di verifica
- fattibilità geologica di classe IV – fattibilità con gravi limitazioni.

La stima delle tempistiche dell'iter autorizzativo che coinvolge diversi Enti e necessita anche di autorizzazioni da parte di privati (occupazioni temporanee, servitù ed espropri) è di almeno 6 mesi.



Validazione progetto definitivo: entro il 30/09/2020

Progetto esecutivo

Il progetto esecutivo recepirà le eventuali integrazioni e/o modifiche che derivano da prescrizioni degli enti coinvolti.

Validazione progetto esecutivo: entro il 30/11/2020

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

| AZIONE B.1  |  |
|---|--|
| MONITORAGGIO DELLO STATO DELLE ACQUE DEL LAGO E DEL SUO EMISSARIO |  |
| <b>Attività</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Attività B.1.1. Installazione di boe, per il monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo di popolamenti di cianobatteri</li><li>- Attività B.1.2. Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel lago di Varese</li></ul> <p>Attività B.1.3. Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel fiume Bardello e nel lago Maggiore</p>   |
| <b>Risultati attesi</b>   | <p>L'azione ricomprende attività di monitoraggio del lago e del suo affluente per valutare il rispetto o il raggiungimento degli obiettivi dell'accordo, soprattutto in riferimento agli obiettivi ambientali o a quelli specifici inerenti alle aree sensibili, la balneazione e la fauna ittica. In particolare, attraverso questa azione ci si attende di:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- valutare le variazioni dello stato qualitativo dei corpi idrici interessati direttamente o indirettamente dagli interventi di risanamento sul lago di Varese.</li><li>- valutare la presenza di sostanze prioritarie e altre sostanze nelle acque e/o nel biota del lago di Varese potenzialmente trasferibili nel fiume Bardello e nel Lago Maggiore.</li><li>- avere una prima descrizione del microbioma e del resistoma del Lago di Varese e del fiume Bardello e della loro evoluzione in seguito al prelievo ipolimnico.</li></ul> |
| <b>Soggetto coordinatore</b>                                      | ARPA Lombardia   |

| ATTIVITÀ B.1.1   |   |
|--|---|
| Installazione di boe per il monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo di popolamenti di cianobatteri |   |
| <b>Descrizione Attività</b>  | <p>L'attività riguarda il posizionamento di due boe, una sul lago di Varese e una sul Lago Maggiore nella baia di Ispra, dotate di sensori adeguati al monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dello sviluppo di popolamenti di cianobatteri.</p> <p>In particolare, la boa sul lago di Varese dovrà essere dotata di sensori per:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- l'acquisizione di parametri meteorologici (temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità e direzione del vento, radiazione solare netta, radiazione solare a bassa lunghezza d'onda) funzionali all'utilizzo degli strumenti modellistici previsti dalle attività B.3.1 e B.3.2;</li><li>- la misurazione dei parametri chimico-fisici (temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto, torbidità, potenziale redox) per il monitoraggio dello strato d'acqua, e di conseguenza la superficie del lago, interessato da anossia;</li><li>- la misura delle concentrazioni di clorofilla e ficocianine per il monitoraggio dello sviluppo dei cianobatteri.</li></ul> |

La boa destinata alla baia di Ispra dovrà essere dotata di analoghi sensori, con particolare attenzione alla valutazione di un eventuale impatto dell'emissione ipolimnica veicolata attraverso il fiume Bardello nel Lago Maggiore.

Entrambe le boe saranno dotate di un sistema di trasmissione dei dati in continuo che, dopo opportuna validazione, saranno elaborati per le valutazioni successive.

La validazione delle misure dei sensori dei pigmenti fitoplanctonici sarà effettuata mediante prelievo di campioni d'acqua e successiva misura (HPLC) della composizione dei carotenoidi algali specifici quali biomarker della composizione del fitoplancton. Come attività propedeutica alla validazione dei dati tramite analisi con HPLC, già nel corso del 2019 vengono effettuati dei prelievi e analisi per la verifica dei risultati.

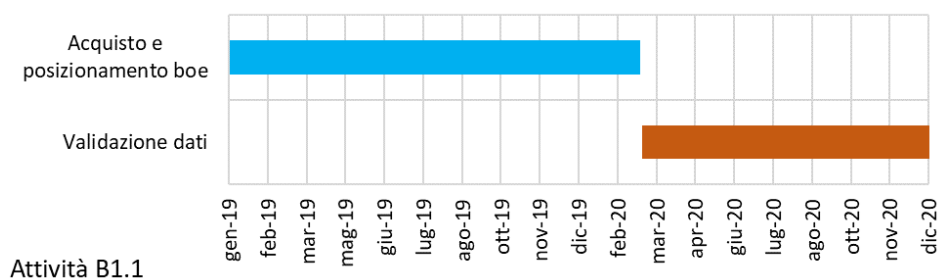
Nel corso del 2019 e primi mesi del 2020 saranno acquistate e posizionate le due boe e sarà attivato il sistema di acquisizione dei dati e la loro validazione.

Successivamente all'installazione delle boe si effettueranno specifiche campagne di campionamento della durata di circa un anno, in diversi periodi, per validare la risposta dei sensori mediante la determinazione analitica di carotenoidi specifici dei diversi gruppi algali.

### Soggetti Attuatori

Regione Lombardia, ARPA Lombardia, CNR-IRSA Verbania

### Cronoprogramma attività



Attività B1.1

*Resoconto attività a cura di ARPA Lombardia*

### Sintesi delle attività svolte e attività in corso

L'installazione delle due boe è stata avviata il 27 maggio 2020 e si è conclusa il 1° giugno 2020. Successivamente sono state eseguite prove di trasmissione dei dati ed è stata conclusa la formazione del personale tecnico.

Sul lago di Varese la boa è collocata nel punto di massima profondità (circa 24 m), in corrispondenza della stazione di monitoraggio di ARPA Lombardia (WGS84 UTM 32N: NORD 5074567 ; EST 478626). Sulla boa è collocata una stazione meteorologica dotata di sensori per la misura di: velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperatura dell'aria, umidità relativa, radiazione solare netta, radiazione solare a bassa lunghezza d'onda (radiometro, PAR). I sensori collocati nello strato di acqua superficiale sono specifici per la misura di: pH, conducibilità, clorofilla, ficocianina, ficoeritrina; altri due sensori per la misura dell'ossigeno disciolto sono collocati a diverse profondità in funzione dello spostamento stagionale dello strato anossico. Infine, una catena di 15 termistori misura la temperatura dell'acqua ad ogni metro di profondità nei primi 5 metri e successivamente ogni 2 metri fino al fondo.

Sul Lago Maggiore la boa è collocata a nord di Ispra, ad una profondità di circa 30 metri (WGS84 UTM 32N: NORD 5075192; EST 470474). I sensori collocati nello strato di acqua superficiale sono specifici per la misura di: temperatura, pH, ossigeno disciolto, conducibilità, clorofilla, ficocianina, ficoeritrina.

I sensori dei pigmenti fitoplanctonici necessitano di una taratura mediante misure in laboratorio. A partire da luglio 2019, in collaborazione con il CNR IRSA di Verbania, è stata avviata una campagna per la misura dei pigmenti tramite cromatografia (HPLC) al fine di raccogliere una serie di dati preliminari da confrontare con il conteggio del fitoplancton effettuato al microscopio. I risultati preliminari indicano un buon accordo tra le misure di clorofilla effettuate in laboratorio con i diversi metodi analitici e una buona correlazione tra clorofilla e biovolume fitoplanctonico. Sono emerse anche evidenti differenze tra le composizioni in carotenoidi nei campioni prelevati nei due laghi nello stesso periodo e nello stesso lago a diverse profondità.

## ATTIVITÀ B.1.2

### **Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel lago di Varese**

#### **Descrizione Attività**

L'attività riguarda il monitoraggio degli elementi biologici (fitoplancton), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici nelle acque del lago di Varese, allo scopo di verificarne l'evoluzione in rapporto ai previsti interventi di risanamento. Saranno ricercati anche alcuni inquinanti specifici (PFAS, DDT, PCB) nei sedimenti e nella fauna ittica.

L'attività comprende anche la ricerca nelle acque e/o nel biota di alcune sostanze prioritarie e altre sostanze e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, allo scopo di valutarne il rischio di trasferimento dal lago di Varese ai corpi idrici connessi (fiume Bardello e Lago Maggiore) a seguito dell'attivazione del prelievo ipolimnico. Al tempo stesso attraverso le analisi metagenomiche per la ricerca di geni di resistenza si otterrà la prima descrizione tassonomica della comunità batterica del Lago di Varese, e verrà identificata la presenza di ceppi potenzialmente patogeni nell'ipolimnio del lago stesso.

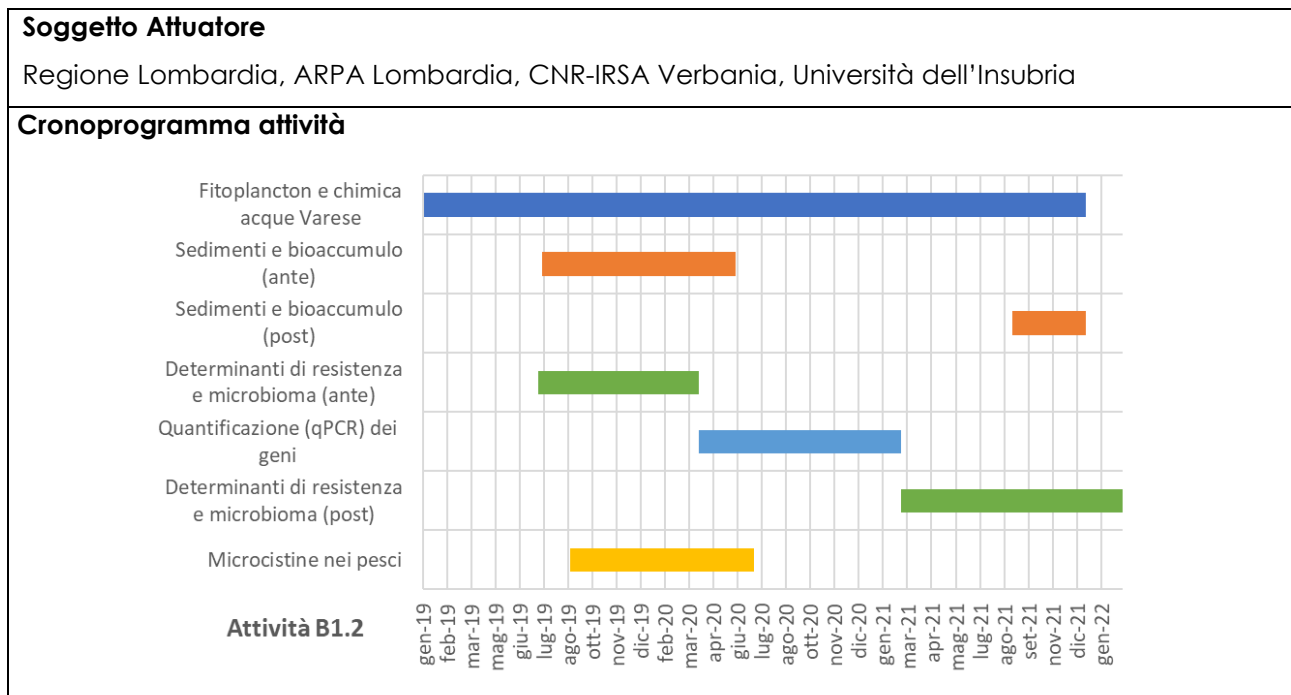
Al fine di completare gli elementi conoscitivi riguardo le fioriture ricorrenti di cianobatteri nel lago di Varese, sarà indagata la presenza di tossine algali (microcistine) nella fauna ittica del lago.

Nel 2019 saranno effettuati campionamenti mensili delle acque per l'analisi del fitoplancton, dei parametri fisico-chimici e chimici.

Nel primo anno di indagine si prevede, inoltre, la ricerca di PFAS, DDT e PCB su sedimenti (3 punti) e pesci (4 campagne considerando 2 specie ittiche). L'indagine sarà ripetuta dopo un congruo periodo dall'attivazione del prelievo ipolimnico al fine di evidenziare l'eventuale incremento dei livelli di contaminazione nelle matrici considerate.

Relativamente al monitoraggio dei determinanti di resistenza e del microbioma del lago, nel primo anno di indagine saranno effettuati campionamenti mensili delle acque ipolimniche in quattro mesi freddi (invernali) ed in quattro mesi caldi (estivi); si effettueranno analisi metagenomiche dei campioni e descrizione della comunità batterica residente (microbioma) e dei geni di resistenza (resistoma). Saranno selezionati i 10-15 geni che presentano particolare criticità (in accordo con i dati ottenuti dall'attività B.1.3). Nel secondo anno si prevedono la quantificazione (qPCR) dei geni selezionati e il monitoraggio bimestrale degli stessi. Nel terzo anno sarà effettuata la valutazione mensile (per almeno tre mesi invernali e tre estivi) dei cambiamenti avvenuti nel microbioma e nel resistoma dell'ipolimnio del lago in seguito alle operazioni di prelievo attraverso tecniche metagenomiche).

Tra il 2019 e il 2020 si prevede anche l'attività di ricerca delle microcistine nei pesci (indicativamente 4 campioni).



Resoconto attività a cura di ARPA Lombardia, CNR IRSA di Verbania e Università degli Studi dell'Insubria

### Sintesi delle attività svolte

Come previsto nel Piano di monitoraggio, a partire dal mese di gennaio 2019, sono stati effettuati **campionamenti e misure** mensili nella stazione di massima profondità del lago. Tramite sonda multiparametrica sono stati rilevati lungo la colonna d'acqua i profili di temperatura, ossigeno disciolto, pH, conducibilità, radiazione luminosa. Campioni integrati rappresentativi della zona eufotica sono stati raccolti e analizzati in laboratorio per la determinazione della clorofilla *a* e per il conteggio del fitoplancton. I campioni destinati alle analisi chimiche sono stati raccolti a profondità discrete, individuate in base al "Protocollo di campionamento ed analisi degli elementi di qualità fisico-chimica in ambiente lacustre" (ISPRA, 2014) e negli intervalli 0-5 metri e 5-23 metri. Per le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) la frequenza di campionamento è stata trimestrale.

Si riportano di seguito il numero di campioni raccolti suddivisi per ciascun mese (Tabella 1), il numero di sostanze analizzate nel 2019 e il numero totale di analisi svolte da ARPA nel 2019 (Tabella 2).

A partire da luglio 2019 sono stati prelevati campioni di acqua ipolimnica destinati all'analisi dei **determinanti di antibiotico e metallo resistenza**, alla descrizione della comunità batterica e per verificare la presenza di potenziali patogeni, attività in carico al CNR IRSA di Verbania.

I campioni sono stati analizzati in citometria a flusso per la quantificazione delle cellule batteriche e per una prima definizione delle diverse morfologie presenti. Alcuni campioni sono stati analizzati in microscopia ad epifluorescenza per validare i dati citometrici e per acquisire immagini ad alta risoluzione delle comunità batteriche. Inoltre, una quantità variabile di acqua (da 500 a 1500 mL) è stata raccolta su filtri di porosità di 0,22 µm che sono stati congelati. Su questi filtri si procederà all'estrazione del DNA microbico totale ed alle successive analisi metagenomiche e bioinformatiche.

A metà luglio 2019 sono stati prelevati i **sedimenti** dal lago in tre punti a diversa profondità per la successiva analisi di PFAS, DDT e PCB, attività in carico all'Università dell'Insubria. I campioni sono stati liofilizzati ma a causa dell'emergenza sanitaria da COVID-19 non sono ancora stati analizzati.

Nello stesso mese (18 luglio 2019) la Cooperativa pescatori del Lago di Varese ha effettuato il primo prelievo della **fauna ittica** nei pressi di Gavirate destinata alle analisi di bioaccumulo di PFAS, DDT, PCB e microcistine, attività in carico all'Università dell'Insubria e al CNR-IRSA Verbania. I pesci sono stati nuovamente prelevati il 6 ottobre 2019 nella stessa area per le medesime analisi. Nella Tabella 3 sono riportate le specie campionate e la lunghezza media dei pesci sottoposti ad analisi (come pool) dopo essere stati singolarmente misurati, sfilettati e liofilizzati.

Tabella 1. Numero di campioni prelevati da ARPA sul lago di Varese nel 2019 e nel 2020. A marzo e aprile 2020 i campionamenti non sono stati eseguiti a causa della pandemia da COVID-19.

| Matrice                                  | GEN 2019 | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC | GEN 2020 | FEB |
|--|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-----|
| Acque (analisi chimico-fisiche)          | 6        | 6   | 6   | 8   | 12  | 12  | 13  | 13  | 13  | 12  | 10  | 8   | 6        | 6   |
| Acque (antibiotico e metallo resistenza) | -        | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1        | 1   |
| Fitoplancton                             | 1        | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1        | 1   |
| Sedimenti                                | -        | -   | -   | -   | -   | -   | 3   | -   | -   | -   | -   | -   | -        | -   |
| Pesci (bioaccumulo)                      | -        | -   | -   | -   | -   | -   | 4   | -   | -   | -   | -   | -   | -        | -   |

Tabella 2. Numero di sostanze chimiche ricercate e numero di analisi effettuate da ARPA sulle acque del lago di Varese nel 2019.

| Gruppo                                  | N. sostanze | N. analisi |
|---|-------------|------------|
| Parametri di base                       | 25          | 1327       |
| Composti organici clorurati             | 1           | 24         |
| Composti organici volatili (VOC)        | 39          | 738        |
| Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) | 18          | 360        |
| Metalli                                 | 12          | 581        |
| Composti perfluorati (PFAS)             | 12          | 96         |
| Pesticidi                               | 103         | 2454       |
| Sostanze farmaceutiche                  | 1           | 24         |
| Altri parametri                         | 4           | 99         |

Tabella 3. Lunghezza media in cm dei pesci prelevati nel Lago di Varese, località Gavirate

| Specie                   | Data     | Numero pesci per pool | Lunghezza media (deviazione standard) |
|--------------------------|----------|-----------------------|---------------------------------------|
| <i>Perca fluviatilis</i> | 18/07/19 | 3                     | 19,7 (1,5)                            |
|                          | 06/10/19 | 6                     | 18,5 (1,5)                            |
| <i>Rutilus rutilus</i>   | 18/07/19 | 6                     | 24,2 (1,6)                            |
|                          | 06/10/19 | 6                     | 21,8 (1,3)                            |

### Sintesi delle attività in corso

Le attività di campionamento e analisi hanno rispettato le tempistiche e le frequenze previste dal cronoprogramma fino agli inizi di marzo 2020, quando l'emergenza sanitaria conseguente alla pandemia da COVID-19 ne ha determinato la sospensione o il rallentamento.

### Sintesi dei risultati ottenuti

Nel 2019 l'**ossigeno disciolto** raggiunge la sua massima concentrazione ad aprile con una media ponderata sui volumi pari a 10 mg/L O<sub>2</sub>. Successivamente si ha un brusco calo dei valori nell'ipolimnio, con una progressiva estensione dello strato anossico che raggiunge il suo massimo nel mese di agosto, quando oltre i due terzi del profilo verticale sono pressoché del tutto privi di ossigeno. In Tabella 4 si riportano la profondità al di sotto della quale la concentrazione è risultata inferiore a 1

mg/L O<sub>2</sub> – valore individuato da Crosa (2007) come soglia per l'innesco del processo di rilascio di fosforo dai sedimenti – e i corrispondenti volumi d'acqua e superfici interessati. A maggio 2019 il limite indicato si raggiunge solo in prossimità del fondo, ma con il passare del tempo la superficie rilasciante aumenta progressivamente sino ad interessare potenzialmente il 50-55% di quella complessiva.

Tabella 4. Lago di Varese: profondità a cui si rileva una concentrazione di ossigeno inferiore a 1 mg/L O<sub>2</sub> e corrispondenti superfici e volumi della cuvetta lacustre nel periodo maggio-dicembre 2019.

| Data   | Profondità (m) | Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) <sup>(a)</sup> | Superficie (km <sup>2</sup> ) <sup>(b)</sup> | Volume % sul totale | Superficie % sul totale |
|--------|----------------|---|--|---------------------|-------------------------|
| 14-mag | 23             | 1,73  | 1,21   | 1                   | 8                       |
| 10-giu | 15             | 27,37   | 4,70   | 18                  | 32                      |
| 10-lug | 8,5            | 64,87   | 7,06   | 42                  | 49                      |
| 23-lug | 8              | 68,40   | 7,32   | 45                  | 50                      |
| 8-ago  | 7              | 76,03   | 7,96   | 49                  | 55                      |
| 11-set | 8              | 68,40   | 7,32   | 45                  | 50                      |
| 9-ott  | 8,5            | 64,87   | 7,06   | 42                  | 49                      |
| 12-nov | 12             | 42,85   | 5,63   | 28                  | 39                      |
| 11-dic | 22             | 3,20  | 1,75   | 2                   | 12                      |

<sup>(a)</sup> Volume totale: 153,652 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

<sup>(b)</sup> Superficie totale 14,52 km<sup>2</sup>

Il **fosforo totale** si mantiene elevato durante la fase di piena circolazione, con una media ponderata sui volumi pari a 90 µg/L P a gennaio, un massimo di 114 µg/L P a febbraio e 75 µg/L P a marzo nel 2019. A gennaio e febbraio 2020 le concentrazioni sono state rispettivamente di 95 µg/L P e 75 µg/L P. Confrontato con la serie storica (Figura 1) il valore di febbraio 2019 risulta particolarmente elevato; si ipotizza che ciò sia conseguenza di una maggiore durata del periodo di stratificazione delle acque determinata da un autunno 2018 eccezionalmente caldo.

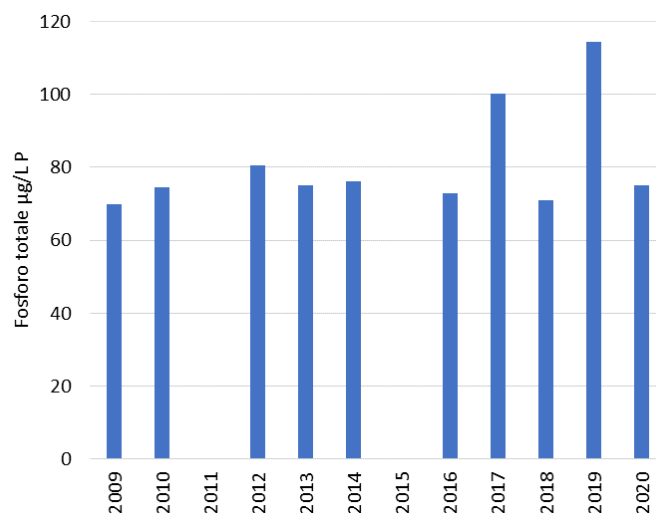


Figura 1. Lago di Varese: concentrazione del fosforo totale alla circolazione (media ponderata sui volumi) nei campionamenti dal 2009 al 2020 (non si dispongono dati validi per il 2011 e per il 2015).

Gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** sono il gruppo di composti che supera con maggiore frequenza il limite di quantificazione (LOQ), pur mantenendosi al di sotto degli standard di qualità ambientale (SQA) previsti dal DLgs. 172/2015.

Per quanto riguarda i **PFAS**, nelle quattro campagne condotte nel 2019 si registrano superamenti del LOQ relativi all'acido perfluorottansolfonico (**PFOS**), con un massimo di 0,0016 µg/L a settembre nel campione integrato 0-5 metri e una media annua di 0,00079 µg/L, superiore allo SQA-MA (valore medio annuo, pari a 0,00065 µg/L). Le singole concentrazioni sono invece decisamente inferiori allo SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile, pari a 36 µg/L) previsto dal DLgs.172/2015.

Per quanto riguarda le **rimanenti sostanze** chimiche ricercate, non si segnalano concentrazioni significative in relazione agli standard di qualità previsti dalla normativa.

La Figura 2 riporta l'andamento del biovolume del **fitoplancton** presente nella zona eufotica nell'arco dell'anno, mentre la Figura 3 ne mostra la composizione percentuale in termini di classi algali.

Nel 2019 sono visibili due picchi di produzione algale significativi nei mesi di marzo e settembre con oltre 7000 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> e 5000 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> rispettivamente e una produzione estiva discreta ad eccezione del mese di luglio caratterizzato da una minore proliferazione, come confermato dalla trasparenza insolitamente elevata e dalla ridotta concentrazione di clorofilla. Complessivamente il biovolume medio annuo, contrariamente a quanto si potrebbe aspettare in base alle caratteristiche trofiche del lago, non è particolarmente elevato, attestandosi sui 2300 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

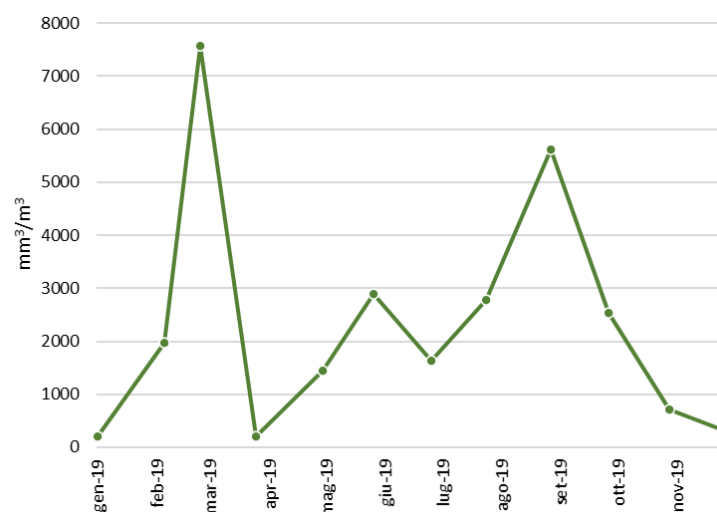


Figura 2. Andamento del biovolume della comunità fitoplanctonica nella stazione di Biandronno nel 2019.



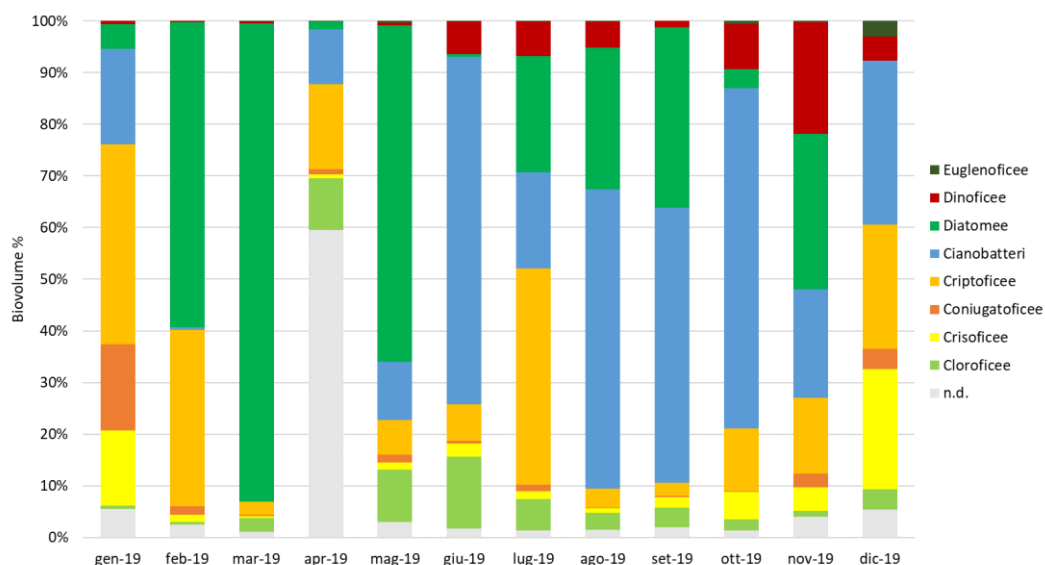


Figura 3. Composizione percentuale (biovolume) della comunità fitoplanctonica nella stazione di Biandronno nel 2019.

In termini di composizione percentuale si può osservare come le diatomee e i cianobatteri siano le due classi algali più rappresentate. Le prime sono quasi sempre una componente significativa e raggiungono il massimo sviluppo a marzo grazie all'elevata quantità di nutrienti tornati biodisponibili durante il periodo di piena circolazione delle acque. I cianobatteri divengono dominanti durante il periodo estivo, in particolare grazie al genere *Lyngbya*, che contribuisce significativamente in termini di biovolume, essendo caratterizzato da tricoli di notevoli dimensioni.

Il rapporto tra le concentrazioni ponderate sui volumi di azoto inorganico (Dissolved Inorganic Nitrogen, DIN) e ortofosfato (Dissolved Inorganic Phosphorus, DIP) all'interno della zona eufotica (Figura 4) nel 2019 è in diverse occasioni inferiore a 12, valore oltre il quale si considera una limitazione determinata dal solo fosforo. Inoltre, nel corso del 2019, l'azoto inorganico sembra scendere al di sotto della soglia dei 150 µg/l durante il periodo estivo. Oltre al fosforo quindi anche l'azoto sembrerebbe giocare un ruolo nel limitare lo sviluppo del fitoplancton in questo lago.

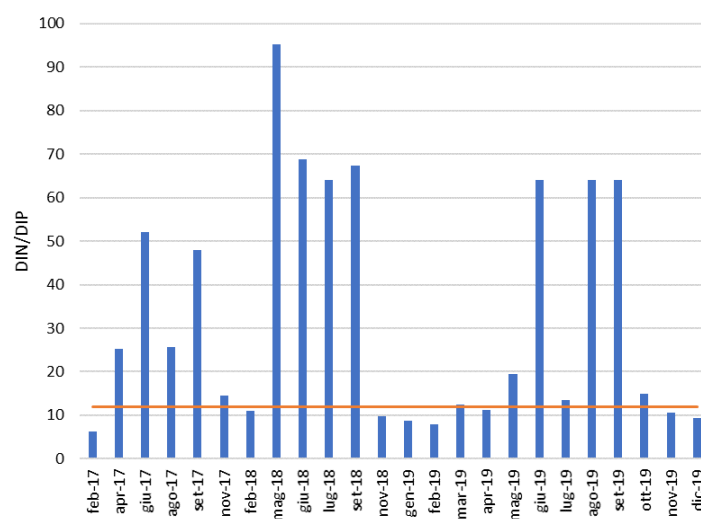


Figura 4. Rapporto tra azoto inorganico (DIN) e ortofosfato (DIP) nella zona eufotica del lago di Varese.

Per valutare lo stato ecologico del lago è stato applicato il Metodo italiano di valutazione del fitoplancton (**IPAM**). L'IPAM viene calcolato per ciascun anno di monitoraggio, ma il corpo idrico viene classificato alla fine di ciascun triennio mediando i risultati annuali. In Tabella 5 sono riportati i valori medi di IPAM e la relativa classificazione di stato nei 4 trienni di monitoraggio disponibili.

L'applicazione dell'IPAM ai dati del 2019 restituisce un giudizio sufficiente. Come già osservato nel recente passato (2015, 2016 e 2018) le metriche quantitative ottengono un giudizio buono mentre è la metrica qualitativa, legata alla composizione tassonomica della comunità, ad abbassare il giudizio complessivo, soprattutto a causa della forte presenza del genere *Lyngbya* che penalizza il valore della metrica PTIot.

Tabella 5. Valori medi di IPAM e relativa classificazione di stato del fitoplancton nei trienni di monitoraggio del lago di Varese.

| Corpo idrico | Triennio  | IPAM | Giudizio    |
|--------------|-----------|------|-------------|
| Varese       | 2009-2011 | 0,50 | SUFFICIENTE |
|              | 2012-2014 | 0,43 | SUFFICIENTE |
|              | 2014-2016 | 0,50 | SUFFICIENTE |
|              | 2017-2019 | 0,44 | SUFFICIENTE |

I campionamenti **microbiologici e metagenomici** hanno avuto cadenza mensile da luglio 2019. Le analisi qui presentate sono frutto di misure in citometria a flusso (BD Accuri) e in microscopia ad epifluorescenza (AxioVert Zeiss), le analisi dettagliate di analisi della composizione della comunità sia in termini di specie batteriche che di resistoma (Illumina NextSeq) avrebbero dovuto essere disponibili nella prima metà del 2020, ma sono state posticipate a causa dell'emergenza sanitaria da COVID-19.

Durante l'estate 2019 la comunità microbica lungo l'asse Varese-Maggiore ha seguito un *trend* verso la rarefazione, con l'eccezione del punto a valle del depuratore di Gavirate e quello alla foce nel Maggiore (dopo l'ingresso dello scarico del depuratore di Monvalle) per il quale però è presente un solo dato che andrebbe approfondito (Figura 5). I numeri relativi all'ipolimnio del Maggiore alla stazione di Ispra ( $1 \times 10^6$  batteri per mL) sono leggermente superiori a quelli misurati in altre stazioni ipolimniche semilitorali nel lago, risultato sia del potenziale arricchimento causato dagli immissari da sponda lombarda, che dalla morfologia dei fondali nella zona meridionale del lago. I numeri misurati nel fiume Bardello (circa  $2 \times 10^6$  batteri per mL) sono comparabili a quelli misurati nell'estate del 2015, durante l'unica altra campagna a nostra disposizione. È interessante notare l'effetto di stabilizzazione dell'effluente del depuratore di Gavirate, che di fatto annulla la variabilità (numerica) intrastagionale che si nota al punto precedente. Il valore misurato nell'ipolimnio del lago di Varese ( $5 \times 10^6$  batteri per mL) è molto elevato, se valutato in un'ottica di *mixing*. Questa comunità non è stabile ma alquanto variabile come confermato dalla deviazione standard misurata sui tre campioni estivi prelevati. Questo dato, senza alcuna indicazione sulla composizione specifica delle rispettive comunità, suggerisce che l'introduzione di queste acque nel Bardello provocherà una significativa variazione della comunità microbica dello stesso. Va comunque tenuto conto che i batteri osservati nell'ipolimnio del lago di Varese sono adattati a vivere in condizioni di anossia, per cui una volta prelevati subiranno uno stress adattativo notevole.

In termini di aggregazione o di filamentazione non si sono riscontrate criticità particolari, anche se il campione preso a valle dello scarico del depuratore di Gavirate presenta chiare morfologie riconducibili a batteri fecali o comunque legati allo scarico urbano (Figura 6).

Il numero di cellule in divisione o particolarmente ricche di DNA o di dimensioni maggiori (indicate come HiDNA; Figura 6) è costante durante l'estate lungo tutto il transetto, con una maggiore variabilità in prossimità del lago di Varese (indice di maggiore attività e *fitness* della comunità).

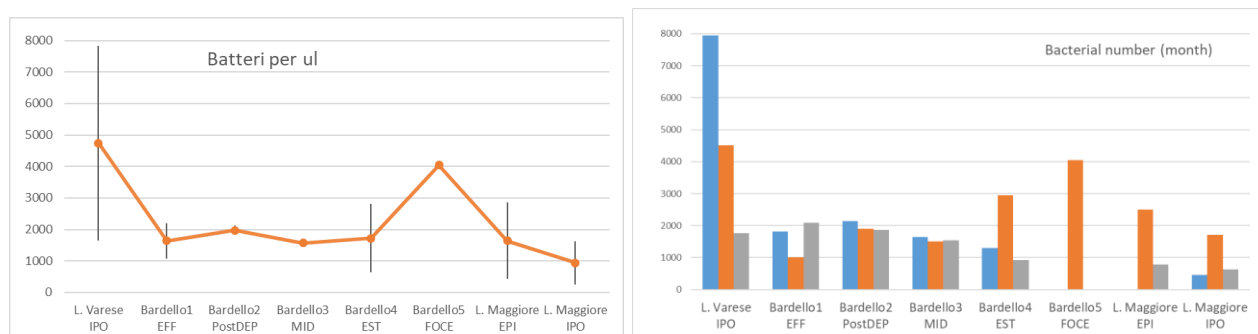


Figura 5. Abbondanza batterica nei diversi punti di campionamento; valori presentati in cellule batteriche per microlitro, media dei tre mesi estivi ( $\pm$  deviazione standard; grafico a sinistra) e come singoli valori misurati (grafico a destra).

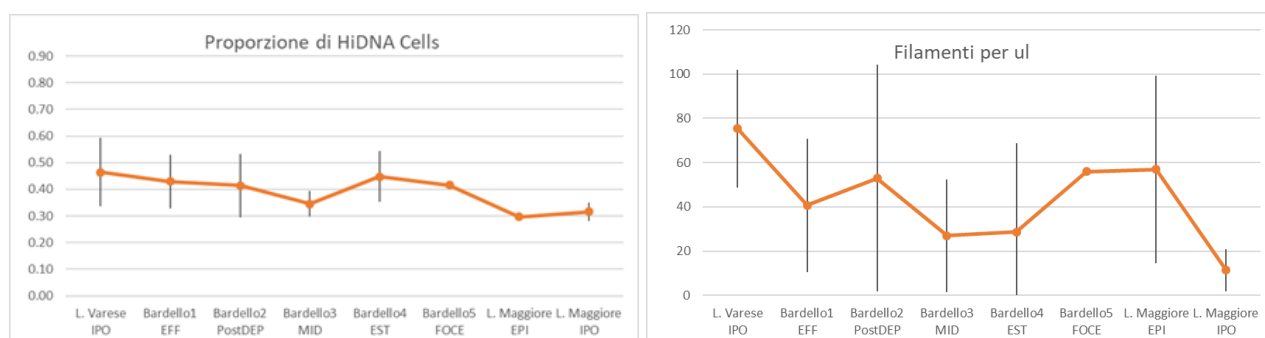


Figura 6. Proporzione di forme batteriche filamentose (grafico a sinistra) e abbondanza di cellule batteriche definite come "ricche in DNA" e quindi particolarmente attive nella divisione cellulare e/o nell'uptake di nutrienti (grafico a destra), nei diversi punti di campionamento (valori presentati in cellule per microlitro, media dei tre mesi estivi  $\pm$  deviazione standard).

Per quanto riguarda la concentrazione di **microinquinanti organici nella fauna ittica**, nella Tabella 6 sono riportati i valori delle concentrazioni di PFAS, DDT e PCB totali misurate nelle due specie di pesci campionate nei mesi di luglio e ottobre 2019.

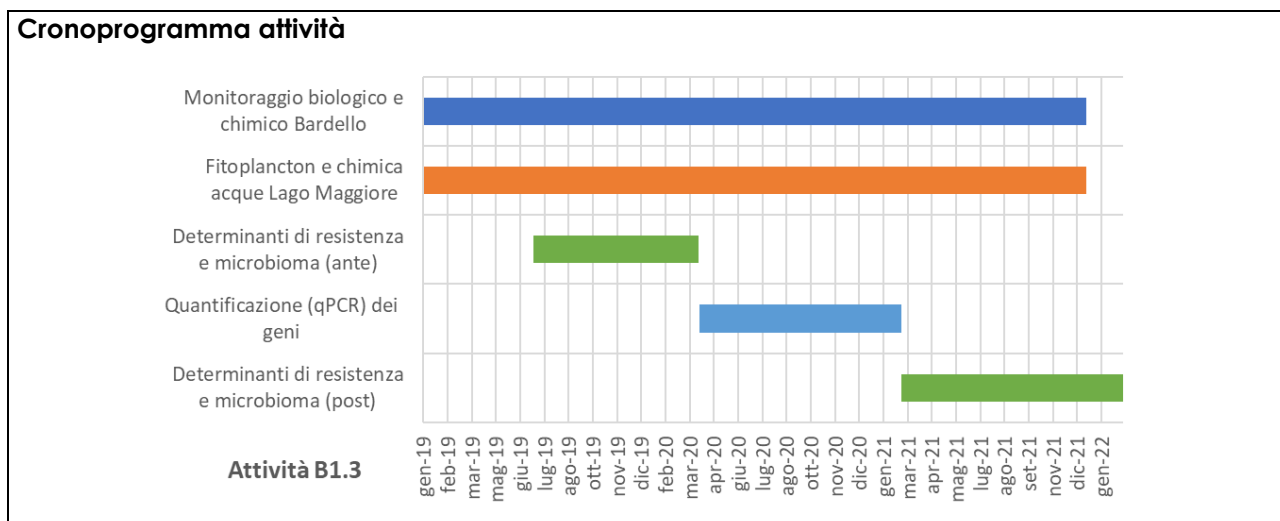
Tabella 6. Concentrazione di PFAS tot, DDT tot e PCB tot misurate nei pesci prelevati nel Lago di Varese, località Gavirate (p.f.: peso fresco; p.s.: peso secco).

| Specie                   | Data     | n. pesci/pool | PFAS tot<br>ng/g p.f. | DDT tot<br>ng/g p.s. | PCB tot<br>ng/g p.s. |
|--------------------------|----------|---------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| <i>Perca fluviatilis</i> | 18/07/19 | 3             | 19,6                  | 5,8                  | 7,1                  |
|                          | 06/10/19 | 6             | 2,9                   | 3,4                  | 3,8                  |
| <i>Rutilus rutilus</i>   | 18/07/19 | 6             | 10,8                  | 4,4                  | 6,5                  |
|                          | 06/10/19 | 6             | 3,6                   | 2,5                  | 3,5                  |

A causa dell'emergenza sanitaria non è stato possibile ripetere le analisi di DDT e PCB e quindi tali dati sono da considerarsi ancora preliminari. Appena sarà possibile riprendere regolarmente le attività, le analisi verranno ripetute. Inoltre, al termine di tutte le verifiche verrà riportato il dettaglio dei diversi contaminanti analizzati per composto specifico.

Per quanto riguarda la determinazione delle **microcistine nella fauna ittica** sono state effettuate le analisi su campioni di muscolo delle due specie prelevate in luglio nella stazione di Bodio e in quella di Gavirate. In tutti i casi i valori sono risultati essere inferiori al limite di rilevabilità del metodo (0,5 µg/g peso secco). Per quanto riguarda il campionamento di ottobre, è stato possibile analizzare solo due esemplari prelevati nella stazione di Gavirate a causa dei ritardi dovuti all'emergenza sanitaria. I dati disponibili confermano che i valori sono inferiori al limite di rilevabilità. È da sottolineare che nei cromatogrammi risultano presenti dei picchi con spettro simile a quello delle microcistine, ma che non corrispondono a tali composti come tempo di ritenzione: si ritiene possa trattarsi di loro isomeri o prodotti di degradazione.

| ATTIVITÀ B.1.3  |
|---|
| <b>Monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi fisico-chimici e chimici, di sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, descrizione della comunità batterica e presenza di potenziali patogeni nel fiume Bardello e nel lago Maggiore</b>  |
| <p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>L'attività riguarda il <u>monitoraggio degli elementi biologici</u> (macroinvertebrati, diatomee, fauna ittica), <u>degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici</u> sul fiume Bardello, allo scopo di verificarne l'evoluzione a seguito dell'immissione di acque ipolimniche del lago di Varese.</p> <p>Con le medesime finalità, l'attività prevede l'individuazione di una <u>stazione sul Lago Maggiore</u>, nell'area influenzata dall'ingresso delle acque del fiume Bardello, dove effettuare il monitoraggio dei <u>parametri chimico-fisici</u> lungo il profilo verticale, oltre alle misure di <u>trasparenza e clorofilla</u>. Tra gli <u>elementi biologici</u> sono considerati il fitoplancton (analisi qualitativa o semi-quantitativa) e le diatomee bentoniche nell'area litorale.</p> <p>L'attività comprende anche la <u>ricerca nelle acque e/o nel biota delle sostanze prioritarie e dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza nel fiume Bardello e nel Lago Maggiore</u> e le loro possibili variazioni in seguito alle attività di prelievo ipolimnico. Al tempo stesso attraverso le analisi metagenomiche per la ricerca di geni di resistenza si otterrà la prima descrizione tassonomica della comunità batterica del Fiume Bardello, e verrà identificata la presenza di ceppi potenzialmente patogeni lungo l'asta del fiume, e le potenziali sorgenti puntiformi di inquinamento.</p> <p>Si prevede l'<u>installazione di una stazione di misura delle portate nella sezione di chiusura del fiume Bardello</u>.</p> <p>Nel 2019 saranno effettuati campionamenti indicativamente mensili per i parametri fisico-chimici di base. La frequenza per i parametri biologici è stabilita in base alla comunità da monitorare.</p> <p>Relativamente al monitoraggio dei determinanti di resistenza e del microbioma del fiume, nel primo anno di indagine saranno effettuati campionamenti trimestrali all'uscita dal lago di Varese, allo scarico dell'effluente dell'impianto di trattamento di Gavirate ed alla foce nel lago Maggiore: si effettueranno analisi metagenomiche dei campioni e descrizione della comunità batterica residente (microbioma) e dei geni di resistenza (resistoma); saranno selezionati i 10-15 geni che presentano particolare criticità (in accordo con i dati ottenuti dall'attività B.1.2). Nel secondo anno si prevedono la quantificazione (qPCR) dei geni selezionati e il monitoraggio bimestrale degli stessi. Nel terzo anno sarà effettuata la valutazione trimestrale dei cambiamenti avvenuti nel microbioma e nel resistoma del fiume Bardello in seguito alle operazioni di prelievo attraverso tecniche metagenomiche.</p> |
| <p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>ARPA Lombardia, Regione Lombardia, CNR-IRSA Verbania</p>  |



*Resoconto attività a cura di ARPA Lombardia e CNR IRSA di Verbania*

### Sintesi delle attività svolte

Nel 2019 il monitoraggio sul **fiume Bardello** è stato eseguito in quattro stazioni: a Gavirate all'uscita del lago a monte del depuratore, a Gavirate a valle del depuratore, a Cocquio-Trevisago (vecchia filanda), a Brebbia (stamperia), prima dell'immissione a lago in corrispondenza della stazione della rete regionale in cui viene eseguito il monitoraggio ordinario. In ciascuna stazione è stato effettuato il monitoraggio degli elementi biologici (macroinvertebrati, diatomee, macrofite, fauna ittica), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici.

Nel 2019 sono stati effettuati i 12 campionamenti annuali previsti per le analisi chimiche, distribuiti su tutti i mesi, differenziati in campagne con profilo analitico mensile (12 campagne) e con profilo analitico trimestrale (4 campagne). All'atto dei campionamenti sono sempre stati determinati i parametri di campo (temperatura, pH, ossigeno disciolto, conducibilità), misurati con sonda multiparametrica. Per 8 campagne sono state effettuate complessivamente 31 misure di portata, contestualmente ai campionamenti chimico-fisici.

A seguito dell'analisi dei risultati del monitoraggio effettuato nel 2019 e della variazione del punto di immissione dello scarico delle acque del prelievo ipolimnico, per il 2020 si è stabilito di eseguire il monitoraggio sul fiume Bardello solo in 3 stazioni rispetto alle 4 individuate, eliminando il punto di Cocquio-Trevisago e spostando il quarto punto poco a valle della attuale stazione della rete regionale, in modo da intercettare gli effetti dello scarico della stamperia. I campionamenti, avviati a gennaio, sono stati sospesi a marzo e aprile 2020 a causa dell'emergenza sanitaria da COVID-19.

Per il **Lago Maggiore**, sono stati effettuati campionamenti mensili a partire da gennaio 2019 nella stazione individuata, collocata a circa un chilometro in linea d'aria dalla foce del Bardello, nella zona che si è ritenuta più soggetta a un potenziale ristagno delle acque in base alle caratteristiche idromorfologiche osservate in campo e all'analisi dei rilievi fotogrammetrici aerei. Tramite sonda multiparametrica sono stati rilevati lungo la colonna d'acqua i profili di temperatura, ossigeno disciolto, pH, conducibilità, radiazione luminosa. Campioni integrati rappresentativi dello strato 0-2 metri sono stati raccolti e analizzati in laboratorio per la determinazione della clorofilla *a* e per il conteggio del fitoplancton. I campioni destinati alle analisi chimiche sono stati raccolti negli intervalli 0-5 metri e 5-23 metri, rappresentativi rispettivamente dell'epilimnio e della restante colonna d'acqua. Per le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) la frequenza di campionamento è stata trimestrale.

A partire da luglio 2019 sono stati prelevati campioni di acqua dall'epilimnio e dall'ipolimnio del lago Maggiore, e da ciascuna delle 4 stazioni lungo il Bardello destinati all'analisi dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, alla descrizione della comunità batterica e per verificare la presenza di potenziali patogeni, attività in carico al CNR IRSA di Verbania. Da agosto è stato aggiunto un ulteriore campione epilimnico del lago raccolto di fronte alla foce del Bardello.

I campioni sono stati analizzati in citometria a flusso per la quantificazione delle cellule batteriche e per una prima definizione delle diverse morfologie presenti. Alcuni campioni sono stati analizzati in microscopia ad epifluorescenza per validare i dati citometrici e per acquisire immagini ad alta risoluzione delle comunità batteriche. Inoltre, una quantità variabile di acqua (da 500 a 1500 mL) è stata raccolta su filtri di porosità di 0,22 µm che sono stati congelati. Su questi filtri si procederà all'estrazione del DNA microbico totale ed alle successive analisi metagenomiche e bioinformatiche.

Si riportano di seguito il numero di campioni raccolti suddivisi per mese (Tabella 7), il numero di sostanze analizzate e il numero totale di analisi svolte da ARPA (Tabella 8).

Tabella 7. Numero di campioni prelevati sul fiume Bardello e sul Lago Maggiore. A marzo e aprile 2020 i campionamenti non sono stati eseguiti a causa della pandemia da COVID-19.

| Corpo idrico   | Matrice                                  | GEN 2019 | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC | GEN 2020 | FEB |
|----------------|--|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-----|
| Fiume Bardello | Acque (analisi chimico-fisiche)          | 4        | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4        | 4   |
|                | Macroinvertebrati                        | -        | 4   | -   | -   | 4   | -   | -   | -   | 4   | -   | 4   | -   | -        | -   |
|                | Diatomee                                 | -        | -   | -   | -   | 4   | -   | -   | -   | 4   | -   | -   | -   | -        | -   |
|                | Macrofite                                | -        | -   | -   | -   | -   | 2   | 2   | -   | 4   | -   | -   | -   | -        | -   |
|                | Fauna ittica                             | -        | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 4   | -   | -   | -   | -        | -   |
|                | Antibiotico e metallo resistenza         | -        | -   | -   | -   | -   | -   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4        | 4   |
| Lago Maggiore  | Acque (analisi chimico-fisiche)          | 3        | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3        | 3   |
|                | Acque (antibiotico e metallo resistenza) | -        | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | 3   | 2   | 3   | 3   | 3   | 3        | 3   |
|                | Fitoplancton                             | 1        | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1        | 1   |

Tabella 8. Numero di sostanze ricercate e numero di analisi effettuate da ARPA sulle acque del fiume Bardello e del Lago Maggiore nel 2019.

| Gruppo                                  | Fiume Bardello |            | Lago Maggiore |            |
|---|----------------|------------|---------------|------------|
|   | N. sostanze    | N. analisi | N. sostanze   | N. analisi |
| Parametri di base                       | 25             | 1119       | 25            | 408        |
| Composti organici clorurati             | 1              | 48         | 1             | 24         |
| Composti organici volatili (VOC)        | 31             | 1440       | 39            | 720        |
| Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) | 19             | 768        | 18            | 360        |
| Metalli                                 | 10             | 444        | 12            | 270        |
| Composti perfluorati (PFAS)             | 12             | 144        | 12            | 96         |
| Pesticidi                               | 120            | 1784       | 103           | 2454       |
| Sostanze farmaceutiche                  | 1              | 16         | 1             | 24         |
| <i>E. coli</i>                          | 1              | 48         | -             | -          |
| Altri parametri                         | 4              | 84         | 4             | 70         |

## Sintesi delle attività in corso

Le attività di campionamento e analisi hanno rispettato le tempistiche e le frequenze previste dal cronoprogramma fino agli inizi di marzo 2020, quando l'emergenza sanitaria conseguente alla pandemia da COVID-19 ne ha determinato la sospensione o il rallentamento.

## Sintesi dei risultati ottenuti

Tra i risultati maggiormente significativi emersi nel primo periodo di indagine si segnalano i seguenti.

Per quanto riguarda il **fiume Bardello**, le **portate** misurate nel 2019 risultano significativamente incrementate tra la stazione in uscita dal lago (0,3-2,3 m<sup>3</sup>/s) e la stazione di Brebbia in chiusura del corpo idrico (1,2-4,7 m<sup>3</sup>/s), in conseguenza degli apporti delle acque reflue, di dilavamento e dei corsi d'acqua minori che si immettono lungo l'asta del fiume.

I valori di **fosforo totale** nella prima stazione di monitoraggio sono coerenti con quelli misurati nello strato superficiale del lago e presentano quindi dei massimi nel periodo di circolazione invernale (fino a 115 µg/L P a febbraio); nei mesi successivi le concentrazioni in questa stazione risultano inferiori al LOQ (50 µg/L P) per poi risalire nel periodo invernale quando le acque lacustri tornano a circolare (77 µg/L P a dicembre). I valori si innalzano significativamente a valle dello scarico del depuratore di Gavirate (media annua 123 µg/L P), incrementandosi ulteriormente prima dell'immissione nel Lago Maggiore (media annua 193 µg/L P).

L'**azoto totale** presenta un valore medio di 1,4 mg/L N nella prima stazione, coerente con la concentrazione misurata nello strato superficiale del lago nel medesimo periodo. A valle dello scarico del depuratore di Gavirate si osserva un innalzamento medio di circa 1,5 mg/L N, mentre nella stazione in chiusura vi è un ulteriore incremento, con valori medi annui attorno a 3,4 mg/L N.

Tra le sostanze ricercate, si segnala la presenza in alcuni campioni di **metalli** (arsenico e cromo), sostanze farmaceutiche (**diclofenac**), composti organici volatili (**triclorometano**) e di IPA (**fluorantene**): di questi il triclorometano supera una sola volta il valore dello SQA-MA, mentre il fluorantene supera in alcuni campioni il valore dello SQA-MA.

Tra i numerosi **pesticidi** ricercati si registra la presenza del glifosate in cinque campioni: in un solo caso il valore misurato pari a 0,13 µg/L supera di poco la soglia del SQA-MA pari a 0,1 µg/L. L'AMPA (metabolita del glifosate) è sempre presente nei campioni analizzati, con valori superiori allo SQA-MA (0,1 µg/L): si registrano valori maggiori a 0,2 µg/L in quasi tutte le stazioni con un picco di 0,8 µg/L nel mese di settembre alla stazione di Brebbia. In alcuni campioni si registra anche la presenza del pesticida terbutilazina desetil, con valori sempre al di sotto dello SQA-MA.

Per quanto riguarda le **rimanenti sostanze** chimiche ricercate, non si segnalano concentrazioni significative in relazione agli standard di qualità previsti dalla normativa.

Lo stato delle comunità biologiche (**elementi di qualità biologica, EQB**) appare generalmente compromesso in tutte le stazioni di monitoraggio (Tabella 9). In particolare, la prima stazione in uscita dal lago di Varese risulta in stato scarso per tutte le componenti monitorate, fatta eccezione per le diatomee che risultano in stato buono-elevato. Le restanti stazioni ricadono prevalentemente in stato scarso-sufficiente, senza un evidente gradiente monte-valle (eccetto le macrofite che rilevano uno stato cattivo a valle del depuratore di Gavirate); anche per queste stazioni le diatomee rilevano una condizione migliore (stato buono-sufficiente).

Tabella 9. Stato degli elementi di qualità biologica (EQB) in corrispondenza delle 4 stazioni sul fiume Bardello monitorate nel 2019.

| EQB               | Data   | Gavirate<br>Uscita lago | Gavirate<br>Valle depuratore | Cocquio-Trevisago<br>Vecchia filanda | Brebbia<br>Stamperia |
|-------------------|--------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Macroinvertebrati | feb-19 | scarso                  | sufficiente                  | sufficiente                          | scarso               |
|                   | mag-19 | scarso                  | scarso                       | scarso                               | scarso               |

|                  |        |         |             |             |             |
|------------------|--------|---------|-------------|-------------|-------------|
|                  | set-19 | scarso  | scarso      | scarso      | sufficiente |
|                  | dic-10 | scarso  | scarso      | scarso      | sufficiente |
| <b>Diatomee</b>  | mag-19 | elevato | buono       | sufficiente | buono       |
|                  | set-19 | buono   | sufficiente | buono       | sufficiente |
| <b>Macrofite</b> | giu-19 | scarso  | n.d.        | scarso      | scarso      |
|                  | set-19 | n.d.    | cattivo     | scarso      | scarso      |
| <b>Pesci</b>     | set-19 | scarso  | scarso      | sufficiente | scarso      |

Per quanto riguarda la stazione sul **Lago Maggiore**, durante i primi mesi del 2019 le concentrazioni di **fosforo** totale sono state modeste, tipiche di un ambiente oligotrofo con una media di circa 7 µg/L P a gennaio, 8 µg/L P a febbraio e solo 4 µg/L P a marzo. Nel suo punto di immissione il Bardello presenta concentrazioni di nutrienti fino a uno o due ordini di grandezza superiori rispetto a quelle lacustri: il lago sembra quindi in grado diluire localmente il carico che giunge attraverso il suo immissario.

In Tabella 10 si riporta il confronto tra la **temperatura** del Bardello misurata nella stazione di Brebbia e quella superficiale del lago. Nell'arco dell'anno si alternano periodi in cui la temperatura del corso d'acqua è inferiore a quella lacustre ad altri in cui avviene il contrario, quindi la profondità a cui avviene il mescolamento delle acque tra il lago e il suo immissario, potrebbe essere variabile nel tempo. Se ad aprile e luglio il rimescolamento sembrerebbe interessare lo strato superficiale, nei campionamenti di agosto e ottobre è presente una differenza pari o superiore ai 2 °C a favore del lago. Ciò potrebbe far ipotizzare l'incunearsi delle acque del Bardello ad una profondità maggiore, soprattutto ad agosto. Si tratta al momento di ipotesi che andranno approfondite in futuro, quando sarà a disposizione un set di dati più significativo, valutando inoltre quanto l'emunione di acque ipolimniche più fredde sarà in grado di influenzare la temperatura alla foce del corso d'acqua.

Tabella 10. Confronto tra la temperatura del Bardello nella stazione di Brebbia e la temperatura superficiale del lago Maggiore nella stazione di Ispra in corrispondenza delle date di campionamento.

| Mese         | Temperatura (°C)<br>Bardello | Temperatura (°C)<br>Superficie lago | Δ °C<br>(Bardello – Lago) |
|--------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Gennaio 2019 | 4,6                          | 7,6                                 | -3,0                      |
| Febbraio     | 6,6                          | 7,6                                 | -1,0                      |
| Marzo        | 8,3                          | 7,5                                 | 0,8                       |
| Aprile       | 13,0                         | 10,0                                | 3,0                       |
| Maggio       | 14,1                         | 13,3                                | 0,8                       |
| Giugno       | 21,5                         | 18,3                                | 3,2                       |
| Luglio       | 25,0                         | 24,0                                | 1,0                       |
| Agosto       | 22,3                         | 25,9                                | -3,6                      |
| Settembre    | 18,0                         | 20,0                                | -2,0                      |
| Ottobre      | 16,0                         | 18,3                                | -2,3                      |
| Novembre     | 12,3                         | 12,9                                | -0,6                      |
| Dicembre     | 9,7                          | 9,8                                 | -0,1                      |

Gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** sono il gruppo di composti che supera con maggiore frequenza il limite di quantificazione (LOQ); il fluorantene in particolare supera la concentrazione media annua massima ammissibile (SQA-MA) prevista dal DLgs.172/2015.

Per quanto riguarda i **PFAS**, nelle quattro campagne condotte si registrano superamenti del LOQ relativi all'acido perfluorottansolfonico (PFOS), con un massimo di 0,0017 µg/L a settembre nell'integrato 0-5 metri, e una media annua di 0,0011 µg/L, superiore allo SQA-MA (valore medio



annuo ammissibile, pari a 0,00065 µg/L). Le singole concentrazioni sono invece decisamente inferiori allo SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile, pari a 36 µg/L) prevista dal DLgs.172/2015.

Per quanto riguarda le **rimanenti sostanze** chimiche ricercate, non si segnalano concentrazioni significative in relazione agli standard di qualità previsti dalla normativa.

La Figura 7 riporta l'andamento del biovolume del **fitoplancton** presente in superficie (strato 0-2 metri) nell'arco dell'anno, mentre la Figura 8 ne mostra la composizione percentuale in termini di classi algali.

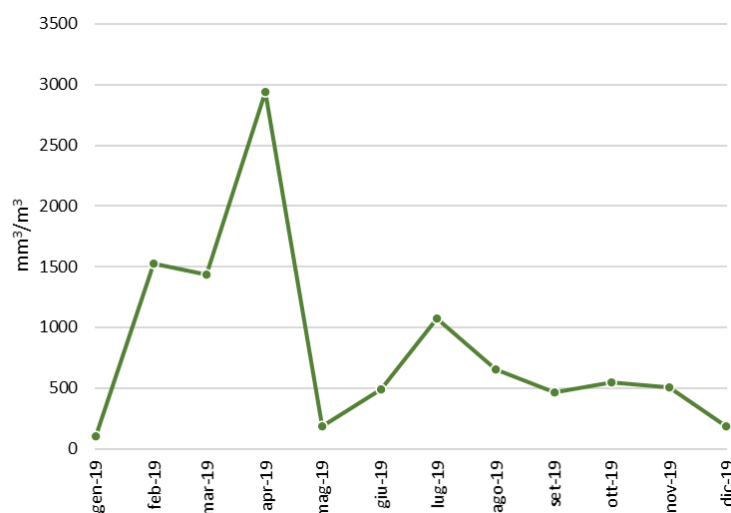


Figura 7. Andamento del biovolume della comunità fitoplanctonica nella stazione di Ispra nel 2019.

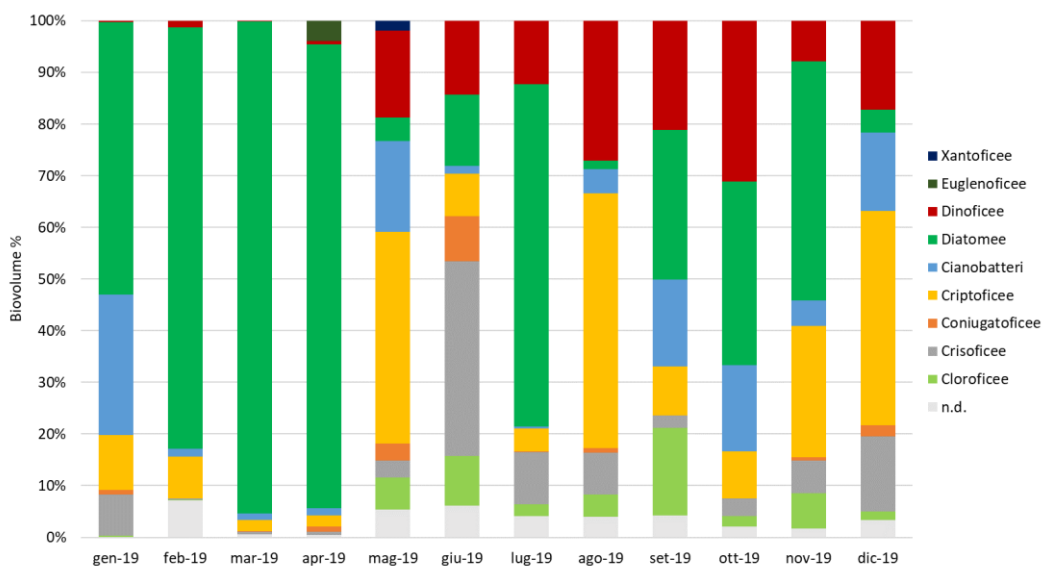


Figura 8. Composizione percentuale della comunità fitoplanctonica nella stazione di Ispra nel 2019.

In generale la produzione primaria è limitata, con una media annua di circa 840 mm³/m³. I valori più elevati vengono raggiunti nel periodo tardo invernale-primaverile, in cui si ha un notevole sviluppo delle diatomee con un picco di produzione di quasi 3000 mm³/m³ ad aprile legato alla specie *Asterionella formosa*. Le diatomee sono il gruppo che dà il contributo più significativo, con una dinamica simile a quella riscontrata in questi anni dalle attività di monitoraggio condotte nella

stazione di Ghiffa in ambito CIP AIS (Rogora, 2018). I cianobatteri sono presenti all'interno della comunità, ma non danno luogo ad episodi di fioritura algale con un contributo in biovolume alla comunità complessiva limitato (< 5%).

Per valutare lo stato ecologico nella stazione monitorata è stato applicato il Metodo italiano di valutazione del fitoplancton (IPAM), il cui valore e i punteggi delle singole metriche che lo compongono, espressi come concentrazione e RQE, sono riportati in Tabella 11.

Tabella 11. Valori delle singole metriche, espresse sia come concentrazioni che come RQE normalizzato e valore di IPAM nella stazione di campionamento di Ispra.

| Corpo idrico  | Anno | Clorofilla <i>a</i> |      | Biovolume medio            |      | PTIot |      | IPAM  | Stato |
|---------------|------|---------------------|------|----------------------------|------|-------|------|-------|-------|
|               |      | µg/L (7,30*)        | RQEn | mm <sup>3</sup> /L (2,30*) | RQEn | 3,01* | RQEn | 0,60* |       |
| Lago Maggiore | 2019 | 2,81                | 0,74 | 0,84                       | 0,63 | 3,24  | 0,63 | 0,66  | BUONO |

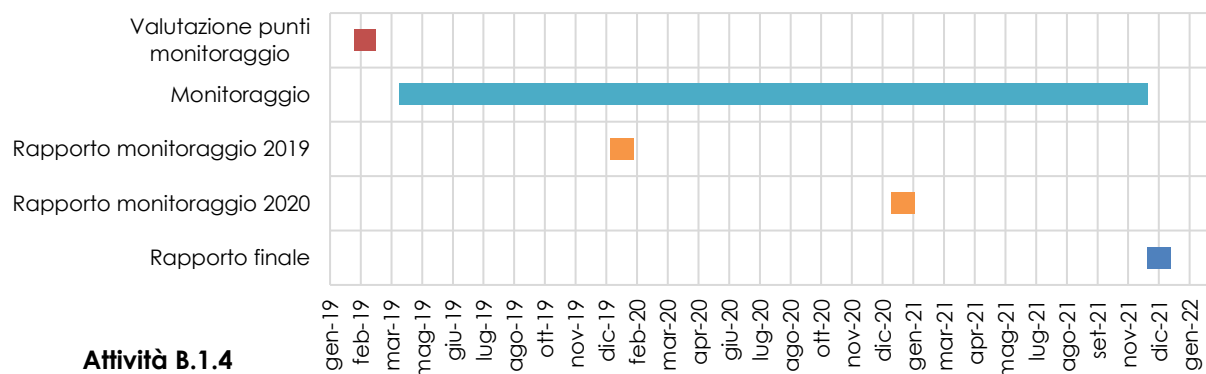
\*Limite stato buono/sufficiente

Sia le metriche quantitative, clorofilla e biovolume medi annui, che la composizione tassonomica della comunità contribuiscono all'ottenimento di un buono stato del fitoplancton, in linea con quanto emerso in questi anni dalle campagne di monitoraggio condotte nella stazione di Ghiffa.

I dati relativi alle analisi microbiologiche e metagenomiche prodotti dal CNR-IRSA di Verbania sono presentati e discussi per omogeneità insieme agli stessi dati presentati per il Lago di Varese (Azione B.1.2), nell'ottica del *continuum* ecologico tra il lago di Varese, il fiume Bardello e il Lago Maggiore.

| ATTIVITÀ B.1.4  |
|---|
| Monitoraggio di parametri microbiologici e delle fioriture algali ai fini della balneazione   |
| <p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>L'attività riguarda il prelievo e l'analisi in più punti ritenuti significativi (circa 5) per l'attività di balneazione lungo le coste dell'intero bacino del Lago di Varese.</p> <p>L'attività ha l'obiettivo di monitorare, con un livello di dettaglio maggiore rispetto a quello richiesto dalla normativa, la presenza di alghe potenzialmente tossiche (cianobatteri), e delle tossine prodotte per quanto riguarda l'inquinamento algale, ad oggi causa della non balneabilità del lago, oltre che il monitoraggio dei microrganismi indicatori di inquinamento fognario al fine di definire la fruibilità a scopo balneare del bacino, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 116/2008 e dal Decreto del Ministero della Salute 30/03/2010.</p> |
| <p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>ATS Insubria</p>  |

## Cronoprogramma attività



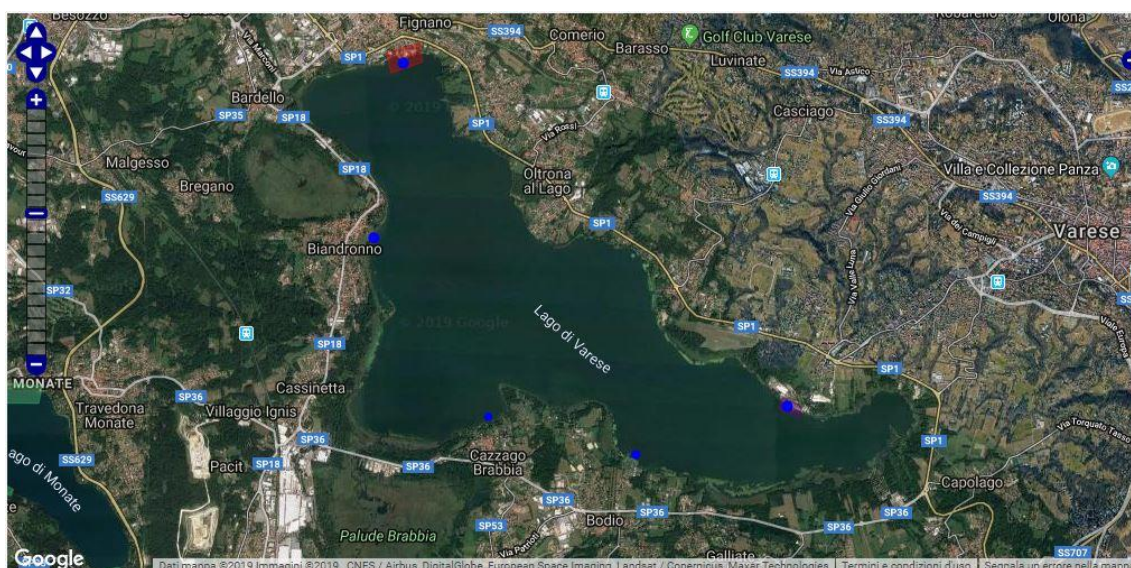
L'attività è in linea con il cronoprogramma previsto.

Resoconto attività a cura di Elena Tettamanzi (ATS Insubria)

## Sintesi delle attività svolte

Sono stati condotti prelievi mensili sui 5 punti previsti indicati nella tabella e nell'immagine seguenti.

| Corpo idrico   | Nome                     | Comune          |
|----------------|--------------------------|-----------------|
| Lago di Varese | LIDO SCHIRANNA           | Varese          |
| Lago di Varese | PONTILE ISOLINO VIRGINIA | Biandronno      |
| Lago di Varese | LIDO DI GAVIRATE         | Gavirate        |
| Lago di Varese | DARSENA                  | Cazzago Brabbia |
| Lago di Varese | LIDO DI BODIO            | Bodio Lomnago   |



## Sintesi delle attività in corso

L'attività di monitoraggio continua come da cronoprogramma

## Sintesi dei risultati ottenuti

Si riportano nel seguito per ogni punto campionato i risultati delle analisi. Nel secondo semestre di monitoraggio non si sono registrati superamenti né rispetto al monitoraggio algale, né rispetto a quello microbiologico. Con la stagione invernale, come da previsioni, non si sono verificati superamenti delle tossine monitorate.

### VARESE - Lido schiranna – MONITORAGGIO ALGALE

| Data       | conta cianobatteri<br>potenzialmente<br>tossici cellule/L<br><i>limite 10<sup>6</sup></i> | specie cellule/L  | microcistina µg/L<br><i>limite &lt;25 µg/L<br/>(&lt;1 µg/L potabilità)</i> | saxitossina µg/L<br><i>limite &lt;25 µg/L<br/>(&lt;1 µg/L potabilità)</i> |
|------------|---|---|--|---|
| 08/10/2019 | 1,9 x 10 <sup>7</sup>   | Lyngbya sp. 2.4 x 10 <sup>6</sup><br>Microcystis wesenbergii 1.6 x 10 <sup>5</sup><br>Microcystis aeruginosa 1.4 x 10 <sup>7</sup><br>Pseudoanabaena catenata 3.4 x 10 <sup>3</sup><br>Woronichinia naegeliana 6.7 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis flos-aquae 2.0 x 10 <sup>6</sup>  | 12.15  | 0.02  |
| 13/11/2019 | 6.2 10 <sup>6</sup>   | Microcystis aeruginosa 2.0 x 10 <sup>6</sup><br>Microcystis flos-aquae 3.1 x 10 <sup>6</sup><br>Microcystis wesenbergii 5.4 x 10 <sup>5</sup><br>Coelosphaerium kuetzingianum 4.9 x 10 <sup>5</sup><br>Aphanizomenon flos-aquae 3.0 x 10 <sup>3</sup><br>Oscillatoria limosa 6.4 x 10 <sup>3</sup><br>Lyngbya sp. 1.5 x 10 <sup>4</sup> | 2.4  | 0.02  |
| 10/12/2019 | 2.3 10 <sup>5</sup>   | Dolichospermum lemmermannii 8.6 x 10 <sup>4</sup><br>Aphanizomenon flos-aquae 1.0 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegeliana 1.3 x 10 <sup>5</sup>  | < 0.1  | 0.03  |
| 14/01/2020 | 1.2 10 <sup>5</sup>   | Aphanizomenon flos-aquae 7.8 x 10 <sup>3</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 2.2 x 10 <sup>4</sup><br>Lyngbya sp. 1.9 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegeliana 3.4 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis wesenbergii 4.1 x 10 <sup>4</sup>  | < 0.15   | 0.02  |
| 04/02/2020 | 6.0 10 <sup>5</sup>   | Aphanizomenon flos-aquae 3.1 x 10 <sup>4</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 8.4 x 10 <sup>3</sup><br>Lyngbya sp. 3.2 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegeliana 9.0 x 10 <sup>4</sup>   | 0.31   | 0.02  |
| 16/03/2020 | 9.9 10 <sup>5</sup>   | Aphanizomenon flos-aquae 3.8 x 10 <sup>5</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 5.8 x 10 <sup>5</sup><br>Oscillatoria limosa 2.7 x 10 <sup>4</sup>  | < 0.15   | < 0.02  |

### VARESE - Lido schiranna – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

|            | Escherichia Coli         | Enterobatteri           |
|------------|--------------------------|-------------------------|
|            | <i>limite 1000 UFC/L</i> | <i>limite 500 UFC/L</i> |
| 08/10/2019 | 26                       | 7                       |
| 13/11/2019 | 27                       | -                       |
| 10/12/2019 | 23                       | 5                       |
| 14/01/2020 | 18                       | 7                       |
| 04/02/2020 | 45                       | 56                      |
| 16/03/2020 | 50                       | 58                      |

### BIANDRONNO - Pontile Isolino Virginia – MONITORAGGIO ALGALE

| Data       | conta<br>cianobatteri<br>potenzialmente<br>tossici cellule/L<br><i>limite 10<sup>8</sup></i> | specie cellule/L  | microcistina µg/L<br><i>limite &lt;25 µg/L<br/>(&lt;1 µg/L<br/>potabilità)</i> | saxitossina<br>µg/L <i>limite &lt;25<br/>µg/L (&lt;1 µg/L<br/>potabilità)</i> |
|------------|--|---|--|---|
| 08/10/2019 | 3.1 10 <sup>6</sup>  | Lyngbya sp. 2.5 x 10 <sup>6</sup><br>Oscillatoria limosa 3.6 x 10 <sup>5</sup><br>Microcystis aeruginosa 2.0 x 10 <sup>5</sup><br>Cylindrospermopsis raciborskii 4.0 x 10 <sup>3</sup><br>Microcystis wesenbergii 1.3 x 10 <sup>4</sup>   | 4.4  | 0.03  |
| 13/11/2019 | 7.6 10 <sup>6</sup>  | Microcystis aeruginosa 6.8 x 10 <sup>6</sup><br>Woronichinia naegeliana 2.4 x 10 <sup>5</sup><br>Lyngbya sp. 1.3 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis flos-aquae 5.4 x 10 <sup>5</sup>  | 1.4  | < 0.01  |
| 10/12/2019 | 3.8 10 <sup>5</sup>  | Pseudoanabaena catenata 8.9 x 10 <sup>4</sup><br>Planktolyngbya limnetica 4.3 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegeliana 1.6 x 10 <sup>5</sup><br>Oscillatoria limosa 2.0 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis wesenbergii 7.4 x 10 <sup>4</sup>  | 0.11   | 0.03  |
| 14/01/2020 | 8.4 10 <sup>4</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 9.0 x 10 <sup>3</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 4.9 x 10 <sup>4</sup><br>Lyngbya sp. 2.7 x 10 <sup>4</sup>  | < 0.15   | 0.02  |
| 04/02/2020 | 3.9 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 1.8 x 10 <sup>5</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 1.1 x 10 <sup>5</sup><br>Lyngbya sp. 4.0 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegeliana 4.5 x 10 <sup>4</sup><br>Pseudoanabaena catenata 1.4 x 10 <sup>4</sup><br>Oscillatoria limosa 1.3 x 10 <sup>4</sup> | < 0.15   | 0.02  |
| 16/03/2020 | 4.2 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 2.2 x 10 <sup>5</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 2.0 x 10 <sup>5</sup>   | < 0.15   | < 0.02  |

#### BIANDRONNO - Pontile Isolino Virginia – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

|            | Escherichia Coli         | Enterobatteri           |
|------------|--------------------------|-------------------------|
|            | <i>limite 1000 UFC/L</i> | <i>limite 500 UFC/L</i> |
| 08/10/2019 | 8                        | 5                       |
| 13/11/2019 | 4                        | 5                       |
| 10/12/2019 | 250                      | 62                      |
| 14/01/2020 | 5                        | presente                |
| 04/02/2020 | 50                       | 32                      |
| 16/03/2020 | 3                        | 3                       |

#### GAVIRATE - Lido di Gavirate – MONITORAGGIO ALGALE

| Data       | conta<br>cianobatteri<br>potenzialmente<br>tossici cellule/L<br><i>limite 10<sup>8</sup></i> | specie cellule/L   | microcistina µg/L<br><i>limite &lt;25 µg/L<br/>(&lt;1 µg/L<br/>potabilità)</i> | saxitossina<br>µg/L <i>limite &lt;25<br/>µg/L (&lt;1 µg/L<br/>potabilità)</i> |
|------------|--|--|--|---|
| 08/10/2019 | 4.4 10 <sup>6</sup>  | Lyngbya sp. 1.2 x 10 <sup>6</sup><br>Oscillatoria limosa 3.8 x 10 <sup>3</sup><br>Microcystis aeruginosa 3.0 x 10 <sup>6</sup><br>Woronichinia naegeliana 1.5 x 10 <sup>5</sup><br>Microcystis wesenbergii 9.1 x 10 <sup>4</sup>   | 5.05   | 0.03  |
| 13/11/2019 | 3.0 10 <sup>6</sup>  | Microcystis aeruginosa 2.3 x 10 <sup>6</sup><br>Woronichinia naegeliana 6.0 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis flos-aquae 5.3 x 10 <sup>5</sup><br>Oscillatoria limosa 1.4 x 10 <sup>4</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 2.1 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis wesenbergii 7.4 x 10 <sup>4</sup> | 2.15   | 0.02  |
| 10/12/2019 | 4.4 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 1.7 x 10 <sup>3</sup><br>Pseudoanabaena catenata 1.3 x 10 <sup>4</sup><br>Lyngbya sp. 3.0 x 10 <sup>4</sup><br>Oscillatoria limosa 5.0 x 10 <sup>4</sup><br>Cuspidothrix sp. 2.6 x 10 <sup>3</sup><br>Microcystis flos-aquae 3.4 x 10 <sup>5</sup>                          | 0.16   | 0.03  |
| 14/01/2020 | 1.2 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 2.7 x 10 <sup>3</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 2.0 x 10 <sup>4</sup><br>Lyngbya sp. 2.3 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegeliana 4.4 x 10 <sup>4</sup><br>Oscillatoria limosa 2.4 x 10 <sup>4</sup><br>Pseudoanabaena catenata 6.0 x 10 <sup>3</sup>          | < 0.15   | < 0.02  |
| 04/02/2020 | 1.5 10 <sup>6</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 1.0 x 10 <sup>6</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 1.3 x 10 <sup>5</sup><br>Lyngbya sp. 2.5 x 10 <sup>5</sup><br>Woronichinia naegeliana 3.9 x 10 <sup>4</sup><br>Oscillatoria limosa 3.7 x 10 <sup>4</sup>   | 0.15   | 0.02  |
| 16/03/2020 | 1.0 10 <sup>6</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 3.7 x 10 <sup>5</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 4.7 x 10 <sup>5</sup><br>Woronichinia naegeliana 1.5 x 10 <sup>5</sup><br>Lyngbya sp. 2.1 x 10 <sup>4</sup><br>Pseudoanabaena catenata 3.3 x 10 <sup>3</sup>   | < 0.15   | < 0.02  |

#### GAVIRATE - Lido di Gavirate – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

|            | Escherichia Coli<br><i>limite 1000 UFC/L</i> | Enterobatteri<br><i>limite 500 UFC/L</i> |
|------------|--|--|
| 08/10/2019 | 260  | 47                                       |
| 13/11/2019 | 39   | 8  |
| 10/12/2019 | 250  | 63                                       |
| 14/01/2020 | 100  | 52                                       |
| 04/02/2020 | 210  | 73                                       |
| 16/03/2020 | 11   | 100                                      |

## CAZZAGO BRABBIA - Darsena – MONITORAGGIO ALGALE

| Data       | conta cianobatteri<br>potenzialmente tossici<br>cellule/L <b>limite 10<sup>8</sup></b> | specie cellule/L   | microcistina µg/L<br><b>limite &lt;25 µg/L</b><br><b>(&lt;1 µg/L</b><br><b>potabilità)</b> | saxitossina<br>µg/L <b>limite &lt;25</b><br><b>µg/L (&lt;1 µg/L</b><br><b>potabilità)</b> |
|------------|--|--|--|---|
| 08/10/2019 | 1 10 <sup>6</sup>  | Lyngbya sp. 2.3 x 10 <sup>5</sup><br>Aphanizomenon flos-aquae 4.1 x 10 <sup>3</sup><br>Sphaerospermopsis sp. 1.6 x 10 <sup>3</sup><br>Microcystis wesenbergii 2.6 x 10 <sup>3</sup><br>Microcystis aeruginosa 2.9 x 10 <sup>6</sup><br>Oscillatoria limosa 2.7 x 10 <sup>4</sup><br>Planktolyngbya limnetica 8.2 x 10 <sup>3</sup>   | 5.45   | 0.03  |
| 13/11/2019 | 6.2 10 <sup>6</sup>  | Microcystis aeruginosa 2.4 x 10 <sup>6</sup><br>Microcystis flos-aquae 3.0 x 10 <sup>6</sup><br>Oscillatoria limosa 4.7 x 10 <sup>3</sup><br>Microcystis wesenbergii 4.9 x 10 <sup>5</sup><br>Pseudoanabaena catenata 1.4 x 10 <sup>4</sup><br>Coelosphaerium kuetzingianum 2.9 x 10 <sup>5</sup><br>Planktolyngbya limnetica 4.9 x 10 <sup>3</sup><br>Lyngbya sp. 2.5 x 10 <sup>4</sup><br>Aphanizomenon flos-aquae 7.5 x 10 <sup>3</sup> | 3.7  | < 0.01  |
| 10/12/2019 | 1.2 10 <sup>6</sup>  | Pseudoanabaena catenata 8.9 x 10 <sup>4</sup><br>Planktolyngbya limnetica 4.3 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegelianiana 1.6 x 10 <sup>5</sup><br>Oscillatoria limosa 2.0 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis wesenbergii 7.4 x 10 <sup>4</sup>  | 0.7  | 0.03  |
| 14/01/2020 | 8.7 10 <sup>7</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 6.0 x 10 <sup>4</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 7.1 x 10 <sup>3</sup><br>Lyngbya sp. 2.1 x 10 <sup>4</sup>   | < 0.15   | 0.02  |
| 04/02/2020 | 1.0 10 <sup>6</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 1.0 x 10 <sup>6</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 1.3 x 10 <sup>5</sup><br>Lyngbya sp. 2.5 x 10 <sup>5</sup><br>Woronichinia naegelianiana 3.9 x 10 <sup>4</sup><br>Oscillatoria limosa 3.7 x 10 <sup>4</sup>  | 0.35   | 0.02  |
| 16/03/2020 | 6.8 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 3.2 x 10 <sup>5</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 1.6 x 10 <sup>5</sup><br>Woronichinia naegelianiana 1.6 x 10 <sup>5</sup>  | < 0.15   | < 0.02  |

## CAZZAGO BRABBIA - Darsena – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

|            | Escherichia Coli         | Enterobatteri           |
|------------|--------------------------|-------------------------|
|            | <b>limite 1000 UFC/L</b> | <b>limite 500 UFC/L</b> |
| 08/10/2019 | 14                       | 4                       |
| 13/11/2019 | 34                       | 32                      |
| 10/12/2019 | 48                       | 39                      |
| 14/01/2020 | 5                        | presente                |
| 04/02/2020 | 54                       | 90                      |
| 16/03/2020 | 12                       | 11                      |

## BODIO LOMNAGO - Lido di Bodio – MONITORAGGIO ALGALE



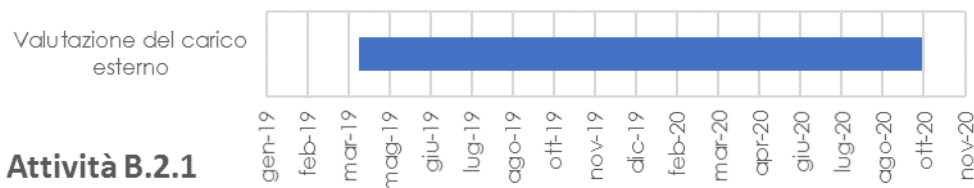
| Data       | conta<br>cianobatteri<br>potenzialmente<br>tossici cellule/L<br><i>limite 10<sup>8</sup></i> | specie cellule/L  | microcistina µg/L<br><i>limite &lt;25 µg/L<br/>(&lt;1 µg/L<br/>potabilità)</i> | saxitossina<br>µg/L <i>limite &lt;25<br/>µg/L (&lt;1 µg/L<br/>potabilità)</i> |
|------------|--|---|--|---|
| 08/10/2019 | 2.4 10 <sup>6</sup>  | Lyngbya sp. 4.3 x 10 <sup>5</sup><br>Microcystis wessenbergii 2.6 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis aeruginosa 1.5 x 10 <sup>6</sup><br>Oscillatoria limosa 3.2 x 10 <sup>4</sup><br>Pseudoanabaena catenata 2.4 x 10 <sup>3</sup><br>Woronichinia naegeliana 9.1 x 10 <sup>4</sup><br>Microcystis flos-aquae 3.9 x 10 <sup>5</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 8.2 x 10 <sup>3</sup> | 9.95   | 0.02  |
| 13/11/2019 | 6.8 10 <sup>6</sup>  | Microcystis aeruginosa 5.6 x 10 <sup>6</sup><br>Microcystis flos-aquae 5.3 x 10 <sup>5</sup><br>Microcystis wessenbergii 2.7 x 10 <sup>5</sup><br>Pseudoanabaena catenata 5.0 x 10 <sup>3</sup><br>Coelosphaerium kuetzingianum 3.5 x 10 <sup>5</sup><br>Aphanizomenon flos-aquae 3.0 x 10 <sup>3</sup><br>Woronichinia naegeliana 2.0 x 10 <sup>4</sup>                                    | 3.25   | 0.01  |
| 10/12/2019 | 5.6 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 8.7 x 10 <sup>4</sup><br>Pseudoanabaena catenata 4.3 x 10 <sup>4</sup><br>Planktolyngbya limnetica 2.8 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegeliana 3.0 x 10 <sup>5</sup><br>Lyngbya sp. 4.8 x 10 <sup>4</sup><br>Oscillatoria limosa 5.5 x 10 <sup>4</sup>  | 0.40   | 0.04  |
| 14/01/2020 | 1.6 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 3.1 x 10 <sup>4</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 8.4 x 10 <sup>3</sup><br>Lyngbya sp. 3.2 x 10 <sup>4</sup><br>Woronichinia naegeliana 9.0 x 10 <sup>4</sup>   | < 0.15   | 0.03  |
| 04/02/2020 | 1.4 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 6.7 x 10 <sup>4</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 6.5 x 10 <sup>4</sup><br>Lyngbya sp. 1.7 x 10 <sup>3</sup><br>Pseudoanabaena catenata 4.3 x 10 <sup>3</sup>   | < 0.15   | < 0.02  |
| 16/03/2020 | 3.4 10 <sup>5</sup>  | Aphanizomenon flos-aquae 2.2 x 10 <sup>5</sup><br>Planktothrix agardhii/rubescens 1.2 x 10 <sup>5</sup>   | < 0.15   | < 0.02  |

BODIO LOMNAGO - Lido di Bodio – MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

|            | Escherichia Coli         | Enterobatteri           |
|------------|--------------------------|-------------------------|
|            | <i>limite 1000 UFC/L</i> | <i>limite 500 UFC/L</i> |
| 08/10/2019 | 40                       | 19                      |
| 13/11/2019 | 31                       | 23                      |
| 10/12/2019 | 100                      | 23                      |
| 14/01/2020 | 6                        | 5                       |
| 04/02/2020 | 40                       | 14                      |
| 16/03/2020 | 15                       | 63                      |



| AZIONE B.2  |  |
|---|--|
| SVILUPPO DI UN MODELLO DI BILANCIO DI MASSA DEL FOSFORO |  |
| <b>Attività</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività B.2.1. Valutazione del carico esterno</li> <li>- Attività B.2.2. Valutazione del carico interno</li> </ul>   |
| <b>Risultati attesi</b>                                 | <p>L'azione è necessaria per valutare il raggiungimento degli obiettivi rispetto alle aree sensibili o al conseguimento di determinate concentrazioni di fosforo a lago, che dipendono dai carichi di nutrienti veicolati a lago.</p> <p>L'azione è utile per giungere a una valutazione del bilancio di massa del fosforo per il lago di Varese partendo dagli studi già effettuati, dai dati bibliografici e dai dati risultanti dall'Attività A.1.3.</p> <p>L'azione può essere implementata in futuro in caso di necessità di valutazioni più dettagliate di stima dei carichi</p> |
| <b>Soggetto coordinatore</b>                            | Regione Lombardia  |

| ATTIVITÀ B.2.1                 |   |
|--------------------------------|---|
| Valutazione del carico esterno |   |
| <b>Descrizione Attività</b>    | Partendo dalla bibliografia esistente e dai risultati delle attività di monitoraggio sugli sfioratori A.1.3 e dai dati provenienti dall'attività di monitoraggio B.1.2 sarà aggiornato il carico esterno proveniente dal bacino imbrifero e riversato nel lago di Varese. Sulla base di queste prime valutazioni, l'attività potrà essere implementata nel futuro prevedendo un campionamento diretto dei vari immissari. |
| <b>Soggetto Attuatore</b>      | Regione Lombardia, ARPA Lombardia   |
| <b>Cronoprogramma attività</b> |  <p>Valutazione del carico esterno</p> <p>Attività B.2.1</p> <p>gen-19 feb-19 mar-19 mag-19 giu-19 lug-19 ago-19 ott-19 nov-19 dic-19 feb-20 mar-20 apr-20 giu-20 lug-20 ago-20 ott-20 nov-20</p>   |

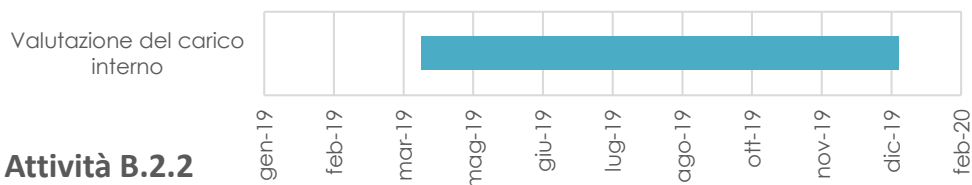
*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia) e Pietro Genoni (ARPA Lombardia)*

### Sintesi delle attività svolte

L'attività è in corso e si stanno effettuando le prime elaborazioni sulla base dei dati raccolti. Per la stima saranno utilizzati sia i dati di monitoraggio effettuato sui tributari del lago (attività B.3.1), che quelli provenienti dall'attività di monitoraggio condotte sugli sfioratori (attività A.1.3).

In collaborazione con il CNR IRSA di Verbania sono stati svolti, a partire da luglio 2019, dei campionamenti degli immissari principali del Lago di Varese (Torrenti Brabbia, Tinella, Valleluna). Nel luglio 2019, in corrispondenza del campionamento del Brabbia per le analisi chimiche svolto dal CNR IRSA, i tecnici di ARPA hanno eseguito una misura della portata del corso d'acqua. ARPA ha inoltre

fornito al CNR IRSA i dati pregressi di portata e chimica del Brabbia, allo scopo di migliorare la stima del carico veicolato da questo corso d'acqua, anche ai fini della calibrazione del modello prevista nell'Azione B3.

| ATTIVITÀ B.2.2                 |   |
|--------------------------------|---|
| Valutazione del carico interno |   |
| <b>Descrizione Attività</b>    | L'attività ha lo scopo di definire il carico interno, basandosi sui dati bibliografici esistenti o prevedendo ulteriori nuove attività di studio. Sarà effettuato un campionamento integrativo per una valutazione spazio-temporale dell'areale di possibile rilascio di fosforo dal sedimento. In futuro è ipotizzabile una attività di laboratorio mirata ad una valutazione del rilascio di fosforo dai sedimenti. |
| <b>Soggetto Attuatore</b>      | Regione Lombardia, ARPA Lombardia   |
| <b>Cronoprogramma attività</b> |  <p>Valutazione del carico interno</p> <p>Attività B.2.2</p> <p>gen-19 feb-19 mar-19 mag-19 giu-19 lug-19 ago-19 ott-19 nov-19 dic-19 feb-20</p>  |

*Resoconto attività a cura di Pietro Genoni (ARPA Lombardia)*

### Sintesi delle attività svolte

A partire dal mese di maggio 2019 sono stati monitorati alcuni punti aggiuntivi (AQST1, AQST2, AQST3), oltre alla stazione di massima profondità di Biandronno, allo scopo di verificare l'omogeneità spaziale delle caratteristiche chimico-fisiche del lago e cercare di stimare con maggiore precisione l'entità del carico interno di fosforo. L'ubicazione dei punti di prelievo è riportata in Figura 9. Per il punto denominato AQST3 il campionamento si è reso necessario solo durante la fase di massima stratificazione termica (luglio, agosto e settembre) e la sua ubicazione è stata definita in base ai profili della sonda multiparametrica.

Nelle stazioni aggiuntive sono stati prelevati un campione a un metro dal fondo e un campione integrato rappresentativo dell'ipolimnio destinati all'analisi di fosforo totale e ortofosfato.

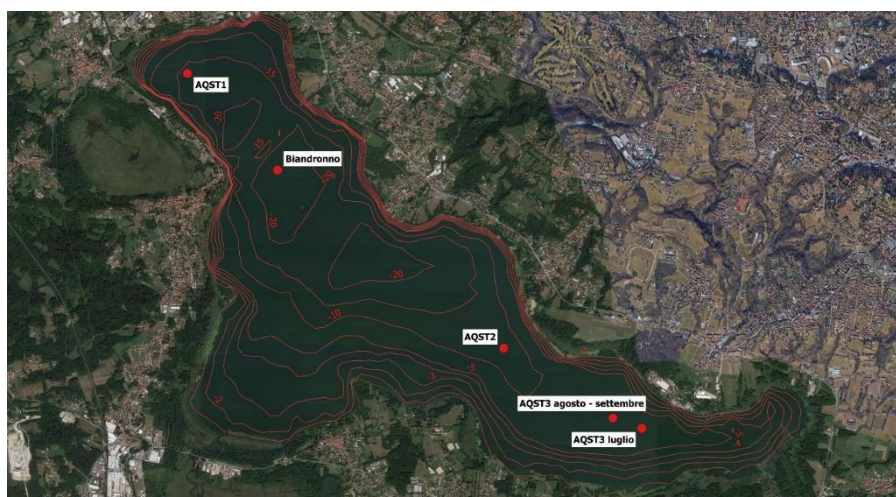


Figura 9. Lago di Varese: ubicazione delle stazioni di monitoraggio per la stima del carico interno di fosforo.

## Sintesi dei risultati ottenuti

Dagli studi bibliografici consultati (Nürnberg, 1984, 2004, 2009; Hamilton *et al.*, 2018; Crosa, 2007) emerge che per la stima del carico interno di un lago esistono differenti metodi la cui applicabilità è legata alla quantità e alla qualità dei dati disponibili.

Secondo Nürnberg (2009), in particolare si possono distinguere 3 metodi:

1. una stima del carico interno parzialmente netto basato sugli incrementi di concentrazione del fosforo che si verificano nell'ipolimnio durante il periodo estivo;
2. una stima del carico interno netto e lordo basata su un bilancio di massa;
3. una stima del carico interno lordo basata sul tasso di rilascio di fosforo dai sedimenti e sull'estensione della superficie di fondale anossica.

Lo studio condotto da Crosa (2007), che ricade in quest'ultima tipologia, ha dimostrato che il rilascio dell'ortofosfato viene innescato da concentrazioni di ossigeno inferiori a 1 mg/l O<sub>2</sub> e avviene con i valori riportati in Tabella 12.

Tabella 12. Valori medi di rilascio di ortofosfato dal sedimento calcolati in diversi punti e diverse profondità del lago di Varese. Tratto da Crosa (2007).

|  | Centro lago | Schiranna | Schiranna | Brabbia | Brabbia |
|--|-------------|-----------|-----------|---------|---------|
| Profondità (m)   | 25          | 10        | 15        | 10      | 15      |
| Rilascio P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/m <sup>2</sup> /giorno) | 7,7         | 4,8       | 5,5       | 5,5     | 6,0     |

Il rilascio medio di ortofosfato nel lago è stato stimato pari a 5,9 mg/L P per metro quadro al giorno. Sulla base dei profili dell'ossigeno misurati in campo mediante sonda multiparametrica è possibile quindi stimare per il 2019 un carico interno lordo compreso tra 6,0 e 9,7 t di fosforo, a seconda del tasso di rilascio considerato. Al valore medio di 5,9 mg/m<sup>2</sup>/giorno corrispondono 7,4 t di carico interno lordo nel periodo maggio-novembre.

Identici risultati si ottengono secondo la formula di Nürnberg le cui modalità di calcolo sono molto simili alle precedenti:

$$L_{int\_summer} = RR \times AF_{summer}$$

dove  $L_{int\_summer}$  è il carico interno lordo in milligrammi per metro quadro nel periodo maggio-novembre, RR è il tasso di rilascio e  $AF_{summer}$  è il fattore anossico calcolato sulla base dei profili dell'ossigeno:

$$AF = (t_1 \times a_1)/A_{01} + (t_2 \times a_2)/A_{02} + \dots + (t_n \times a_n)/A_{0n}$$

dove  $t_i$  è il numero di giorni in cui è presente una superficie di sedimento anossica di estensione  $a_i$  e  $A_{0i}$  è la superficie complessiva del lago in quel periodo. Essendo il livello del lago regolato e non soggetto a variazioni di livello marcate, la superficie complessiva è stata considerata costante nell'intero periodo di stratificazione delle acque. Moltiplicando  $L_{int\_summer}$  per la superficie del lago si ottengono le tonnellate di ortofosfato rilasciate.

Dal momento che parte del fosforo rilasciato dai sedimenti in un lago è a sua volta soggetto a processi di rideposizione, la stima del carico interno netto può dare un'indicazione migliore, rispetto al carico interno lordo, sulla quantità di nutrienti che sarà effettivamente ridistribuita sull'interna colonna e che quindi tornerà biodisponibile durante la fase di piena circolazione delle acque. A tal fine, in base ai dati disponibili, si è utilizzato il primo metodo proposto da Nürnberg, basato sulla differenza di concentrazione misurata nell'ipolimnio tra l'inizio (maggio) e il termine (novembre) del periodo di stratificazione termica.

Per il 2019 si ottiene un valore di carico interno netto di 5,0 t se si considera il fosforo totale e di 5,7 t se si considera l'ortofosfato. Tale differenza nella stima è determinata da concentrazioni di partenza di fosforo totale più elevate.

Per quanto riguarda l'approfondimento effettuato sui punti aggiuntivi (AQST 1, AQST 2 e AQST 3), in tutte le stazioni si riscontra un'oscillazione delle concentrazioni che può essere legata a diversi fattori: difficoltà riscontrate in fase di campionamento, ridotta estensione dell'ipolimnio (stazione AQST1) o sua assenza (stazioni AQST2 e AQST3), presenza di un forte gradiente di concentrazione in prossimità del fondale, possibilità di un differente tasso di rilascio da parte dei sedimenti e di un minore volume d'acqua sovrastante. Tutti questi elementi rendono difficile l'integrazione dei dati raccolti nelle stazioni aggiuntive con quelli della stazione di massima batimetria.

Ai fini della determinazione del carico interno presente nel lago, alla luce dell'esperienza condotta nel 2019, si ritiene più utile in futuro concentrare i prelievi solo sulla stazione di centro lago, incrementando il numero di profondità campionate nell'ipolimnio.

Non disponendo di dati sufficientemente aggiornati in termini di carico esterno ed essendo presenti delle incertezze relativamente alle misure della portata in uscita dal lago attraverso il Bardello, non è possibile al momento la realizzazione di un bilancio di massa analogamente a quanto fatto, per esempio, per il lago di Annone (Negri, 2016) con conseguente stima dei carichi interni, né il ricorso alla formula proposta da Hamilton *et al.* (2018), analoga a quella proposta da Nürnberg (1984):

$$\sum P_{int-net} = \sum P_{Rpred} - \sum P_{Robs}$$

In questo caso il carico interno netto è dato dalla differenza tra la quantità di fosforo, espresso in tonnellate/anno, che verrebbe trattenuto dal lago in assenza di carico interno ( $\sum P_{Rpred}$ ) e le tonnellate effettivamente trattenute determinate in base alle concentrazioni misurate in campo ( $\sum P_{Robs}$ ).

La formula viene trasformata nella seguente:

$$\sum P_{int-net} = O[P]_{lake} - (1 - R_{pred}) \sum P_{ext}$$

dove  $O$  è il tasso di deflusso attraverso l'emissario,  $[P]_{lake}$  è la concentrazione media di fosforo nell'epilimnio,  $R_{pred}$  è il coefficiente di ritenzione del lago,  $\sum P_{ext}$  è il carico esterno in ingresso a lago.

Gli studi attualmente in corso relativi agli ingressi provenienti dalla rete fognaria e l'installazione di un sistema di misura delle portate in uscita più affidabile permetteranno in futuro di effettuare anche questo tipo di valutazione. Ulteriori indicazioni potrebbero provenire anche dallo sviluppo della modellistica.

| AZIONE B.3   |   |
|--|---|
| SVILUPPO DI SCENARI EVOLUTIVI DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL LAGO FINALIZZATI AD UNA VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI |   |
| <b>Attività</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività B.3.1. Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago</li> <li>- Attività B.3.2. Predisposizione di scenari modellistici</li> </ul>   |
| <b>Risultati attesi</b>  | <p>Dall'azione ci si attende l'individuazione di scenari evolutivi della qualità delle acque del Lago di Varese, con specifico riferimento a nutrienti, stato di ossigenazione e gruppi algali principali, mediante l'applicazione di un modello accoppiato idrodinamico/ ecologico. Gli scenari saranno sviluppati aggregando scenari di variazione dei carichi e scenari climatici, comprendendo anche l'emunzone ipolimnica. Le simulazioni ottenute potranno essere confrontate con gli obiettivi di qualità prefissati (es. concentrazioni naturali, obiettivi gestionali), con lo scopo ultimo di valutare l'importanza relativa di diversi fattori e/o interventi (es. evoluzione meteo-climatica, diminuzione dei carichi a seguito del miglioramento del reticolo fognario, emunzone ipolimnica) nell'evoluzione futura della qualità delle acque.</p> |
| <b>Soggetto coordinatore</b>   | CNR IRSA Verbania   |

| ATTIVITÀ B.3.1.  |  |
|--|--|
| Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago |  |
| <b>Descrizione Attività</b>  | <p>Il modello idrodinamico 1D General Lake Model (GLM) verrà accoppiato al modulo ecologico Aquatic EcoDynamics (AED2) per simulare le dinamiche di mescolamento e stratificazione del lago e le relative conseguenze sulla chimica delle acque, con particolare riferimento ai nutrienti, e gruppi algali. Il modello verrà dapprima validato e calibrato, grazie ai dati provenienti dall'attività B.1.1 e ai dati di monitoraggio messi a disposizione da ARPA Lombardia e relativi alla temperatura dell'acqua, all'ossigeno disciolto, ai nutrienti a lago e in ingresso e alla biomassa e composizione del fitoplancton.</p> |
| <b>Soggetto Attuatore</b>  | Regione Lombardia, CNR IRSA Verbania   |
| <b>Cronoprogramma attività</b>   | L'attività si è prolungata anche nel dicembre 2019 e nei primi mesi del 2020 ed è ora conclusa.  |

*Resoconto attività a cura di Claudia Dresti e Michela Rogora - CNR IRSA, Verbania*

### Sintesi delle attività svolte

Allo scopo di aggiornare le informazioni esistenti sulla qualità delle acque immissarie sono proseguiti i campionamenti per la raccolta di dati chimici, in particolare sulle concentrazioni di nutrienti (composti di fosforo e azoto) sui tributari principali del Lago di Varese (Canale Brabbia, all'uscita dal Lago di Comabbio e all'ingresso nel Lago di Varese, Tinella, Valleluna), vedi Figura 10. Questa attività contribuisce anche all'Azione B.2, attività B.2.1 – Valutazione del carico esterno.

Il campionamento del Brabbia è stato svolto mensilmente all'ingresso nel Lago di Varese (Brabbia IN, a Cazzago Brabbia) fino a febbraio 2020 compreso. I Torrenti Tinella e Valleluna e il Torrente Brabbia in uscita dal lago di Comabbio (Brabbia OUT, a Varano Borghi) sono stati campionati in



ottobre, dopo un periodo con precipitazioni molto abbondanti. Un ulteriore campionamento era previsto in marzo-aprile ma non è stato eseguito.

Le analisi chimiche sono state eseguite presso il laboratorio di idrochimica del CNR IRSA di Verbania. Per le metodiche analitiche ed i controlli di qualità adottati: <https://www.idrolab.irsa.cnr.it>



Figura 10. Punti di campionamento dei tributari: a) Brabbia IN; b) Brabbia OUT; c) Tinella; d) Valleluna. Campionamento di ottobre 2019.

In questa fase, è stato accoppiato al modello puramente idrodinamico GLM (General Lake Model), presentato nella precedente relazione, la libreria Aquatic Ecodynamics (AED, Hypsey et al., 2013), che è costituita da una serie di moduli (ossigeno, azoto, fosforo, silice, materia organica, fitoplancton, zooplancton, patogeni, rilascio dei sedimenti), attivabili indipendentemente l'uno dall'altro. Per l'applicazione sul lago di Varese non sono stati attivati i moduli dello zooplancton e dei patogeni.

Per rispondere ai vari input richiesti dal modello completo, oltre ai dati meteorologici già raccolti da ARPA Lombardia e dal Centro Geofisico Prealpino e ai dati di temperatura dell'acqua resi disponibili da ARPA Lombardia, sono stati raccolti i profili di ossigeno, conducibilità e dei principali parametri chimici. Sono inoltre stati raccolti i dati di fitoplancton, che sono stati suddivisi in tre gruppi funzionali grazie al supporto di ARPA Lombardia: cianobatteri, diatomee e un unico gruppo comprendente i rimanenti gruppi algali.

E' stato infine calibrato il modello accoppiato ecologico idrodinamico GLM/AED, al fine di riprodurre gli andamenti delle temperature del lago, i profili di ossigeno, fosforo, nitrati, ammonio, silice in superficie, a 13 m e sul fondo per il periodo 2004-2009 (periodo scelto per la calibrazione vista la

disponibilità di tutti i dati necessari). Sono stati inoltre riprodotti gli andamenti di cianobatteri, diatomee e del terzo gruppo comprendente i rimanenti gruppi algali.

### **Attività in corso**

Attualmente si stanno preparando gli scenari climatici con cui effettuare le simulazioni per il periodo 2020-2085 (inizio attività B.3.2.). In particolare, si sta utilizzando un weather generator, VG (Schlabing et al., 2014), che si basa sulla dipendenza fra le variabili rilevata in serie di dati disponibili, per generare serie future di parametri meteorologici (radiazione solare, velocità del vento e umidità relativa) a partire dagli scenari di aumento di temperature dell'aria forniti da CH2018 (CH2018, 2018).

### **Sintesi dei risultati**

Per quanto riguarda la qualità delle acque immissarie, ci sono differenze elevate tra Brabbia OUT e IN, che si mantengono anche in momenti stagionali diversi. Passando dalla stazione in uscita dal Lago di Comabbio a quella in ingresso al Lago di Varese aumenta marcatamente la componente organica, come conseguenza del transito nella Palude Brabbia. Aumentano però anche la maggior parte dei soluti e, oltre al P totale (che passa da circa 25-30  $\mu\text{g L}^{-1}$  a 180-260  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), aumenta anche il P reattivo (da 4-7 a circa 130  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), ad indicare che lungo il corso d'acque devono necessariamente esserci degli input. Il Brabbia presenta nel complesso concentrazioni molto elevate di carbonio organico (6-8 mg C  $\text{L}^{-1}$ ).

Il Brabbia mostra variazioni stagionali abbastanza accentuate, ma le concentrazioni dei nutrienti si mantengono piuttosto elevate; non si osserva un effetto di diluizione nel campionamento di ottobre, dopo precipitazioni molto abbondanti (i valori sono simili a quelli misurati a luglio). Si osserva però una diminuzione delle concentrazioni di fosforo totale dall'inizio delle osservazioni, in particolare i valori nei mesi tra dicembre 2019 e febbraio 2020 sono risultati compresi tra 45 e 75  $\mu\text{g L}^{-1}$ , decisamente inferiori a quelli del luglio 2019 (262  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) (Figura 11). Il valore medio delle concentrazioni di P totale nel Brabbia IN, sulla base degli 8 campionamenti finora eseguiti, è di 85 e 137  $\mu\text{g L}^{-1}$  per P reattivo e P totale e 1,35 mg N  $\text{L}^{-1}$  per l'N totale. A differenza del fosforo, le concentrazioni di azoto totale non sono variate in modo significativo nel periodo considerato, oscillando tra 1,10 e 1,65 mg N  $\text{L}^{-1}$ ; è variata però la composizione, in quanto nel campionamento di luglio l'azoto nitrico era quasi assente e l'azoto organico rappresentava la quasi totalità dell'azoto totale (il 70-80% tra agosto e ottobre), mentre nei mesi successivi l'importanza relativa del nitrato è andata aumentando (50-60% del totale da novembre in poi). Queste dinamiche dell'azoto sono probabilmente una conseguenza di un maggior consumo di nitrato nei mesi estivi e autunnali nel passaggio attraverso la palude.

E' stata fatta una stima dei carichi veicolati dai tre tributari sulla base delle portate misurate a luglio: il carico di P deriva principalmente dal Brabbia (circa 80% di quello portato complessivamente dai tributari considerati). Considerando una portata misurata di 0,110  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$  (misura eseguita da ARPA Lombardia), il carico del Brabbia a luglio è risultato pari a circa 1 t P  $\text{a}^{-1}$ , ma con portate più elevate (come verosimilmente quelle di ottobre) il carico è probabilmente prossimo a 2 t  $\text{a}^{-1}$ . Dalla serie di misure eseguite da ARPA Lombardia nel periodo 2013-2018, le portate medie del Brabbia sono attorno a 0,6  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$  (più basse dal 2014 in poi), le concentrazioni medie di P totale circa 120  $\mu\text{g L}^{-1}$  e il carico di P attorno a 2 t P  $\text{a}^{-1}$  (1,1 t P  $\text{a}^{-1}$  dal 2014 in poi).

Anche Tinella e Valleluna non mostrano grosse differenze tra i due campionamenti, nonostante condizioni idrologiche molto diverse. Entrambi i tributari hanno concentrazioni di nutrienti inferiori a quelle del Brabbia ma comunque abbastanza elevate, soprattutto il Valleluna (circa 90  $\mu\text{g L}^{-1}$  di P totale).

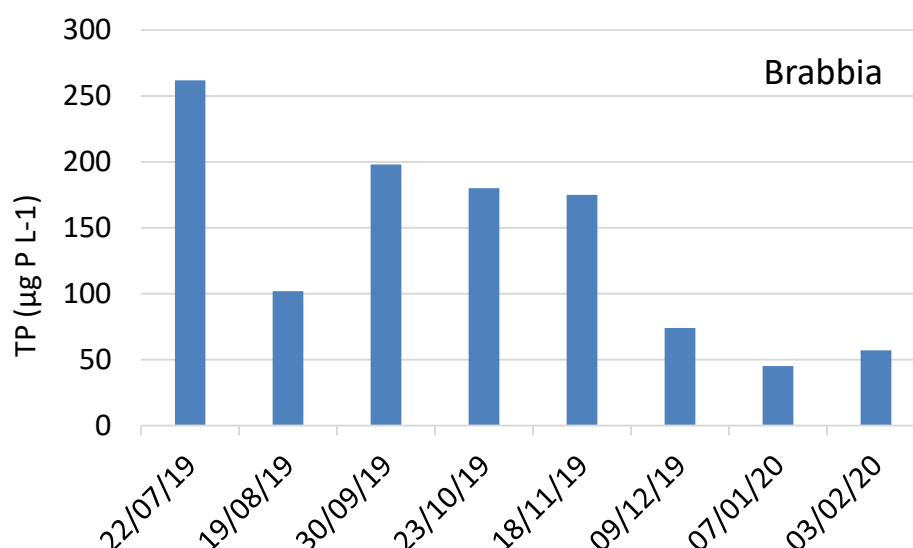


Figura 11. Andamento delle concentrazioni di P totale nel Brabbia in ingresso al Lago di Varese nel periodo luglio 2019-febbraio 2020.

Tabella 13. Concentrazione dei composti di P e N, della silice e del carbonio organico totale (TOC) nei campionamenti eseguiti da luglio 2019 sui tributari del Lago di Varese.

|                    | Data     | TP (µg P L <sup>-1</sup> ) | TN (mg N L <sup>-1</sup> ) | Si (mg Si L <sup>-1</sup> ) | TOC (mg C L <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|----------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Brabbia OUT</b> | 22/07/19 | 26                         | 0.48                       | 1.60                        | 3.36                        |
| <b>Brabbia IN</b>  | 22/07/19 | 262                        | 1.41                       | 6.78                        | 6.37                        |
| <b>Valle Luna</b>  | 22/07/19 | 90                         | 3.89                       | 3.79                        | 0.60                        |
| <b>Tinella</b>     | 22/07/19 | 40                         | 2.84                       | 3.92                        | 0.59                        |
| <b>Brabbia IN</b>  | 19/08/19 | 102                        | 1.19                       | 1.15                        | 6.29                        |
| <b>Brabbia IN</b>  | 30/09/19 | 198                        | 1.53                       | 4.63                        | 7.83                        |
| <b>Brabbia OUT</b> | 23/10/19 | 33                         | 1.02                       | 2.22                        | 4.66                        |
| <b>Brabbia IN</b>  | 23/10/19 | 180                        | 1.63                       | 5.23                        | 7.85                        |
| <b>Valle Luna</b>  | 23/10/19 | 93                         | 4.29                       | 4.98                        | 1.70                        |
| <b>Tinella</b>     | 23/10/19 | 37                         | 4.22                       | 3.39                        | 1.55                        |
| <b>Brabbia IN</b>  | 18/11/19 | 175                        | 1.53                       | 4.32                        | 8.03                        |
| <b>Brabbia IN</b>  | 09/12/19 | 74                         | 1.24                       | 4.50                        | 5.72                        |
| <b>Brabbia IN</b>  | 07/01/20 | 45                         | 1.11                       | 2.76                        | 7.89                        |
| <b>Brabbia IN</b>  | 03/02/20 | 57                         | 1.18                       | 1.69                        |                             |

La calibrazione del modello accoppiato ha fornito buoni risultati nel riprodurre l'andamento dei principali parametri chimici di interesse e del fitoplancton. Si riporta a titolo di esempio l'andamento dell'ossigeno in ipolimnio per il periodo di calibrazione (Figura 12), dal quale si evince una buona capacità del modello di riprodurre gli andamenti osservati. Si evidenzia un periodo di assenza dei dati di ossigeno nel 2006.



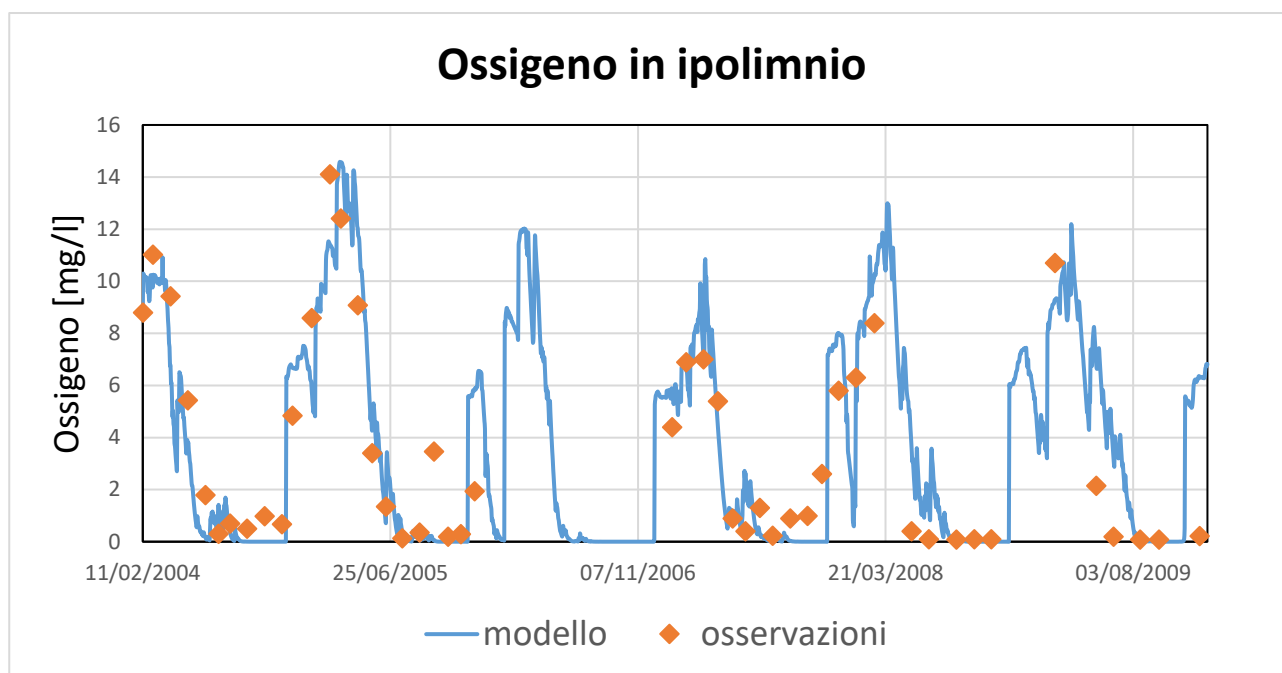


Figura 12. Andamento dell'ossigeno in ipolimnio per il periodo di calibrazione del modello. In blu i risultati delle simulazioni e in arancione le osservazioni.

In Figura 13 e Figura 14 si riportano gli andamenti osservati e simulati del fosforo nelle acque superficiali e ipolimniche, dai quali risulta che le capacità del modello di riprodurre i fenomeni osservati sono soddisfacenti, tenendo anche conto della complessità dei processi chimici e biologici che avvengono nelle acque lacustri.

In Figura 15 e Figura 16 si riportano invece gli andamenti osservati e simulati per i due principali gruppi algali presenti nel Lago di Varese, cianobatteri e diatomee. Anche per quanto riguarda il fitoplancton, i risultati di simulazione del modello risultano soddisfacenti. E' pressoché impossibile per un modello riprodurre i bloom algali come quello verificatosi nell'agosto del 2007 a carico dei cianobatteri, perché essi possono dipendere da cause imprevedibili (evento estremo di precipitazione in combinazione ad esempio a basso livello del lago) o molto locali. Il modello GLM/AED è un modello monodimensionale, quindi i suoi risultati sono una media costante orizzontalmente.

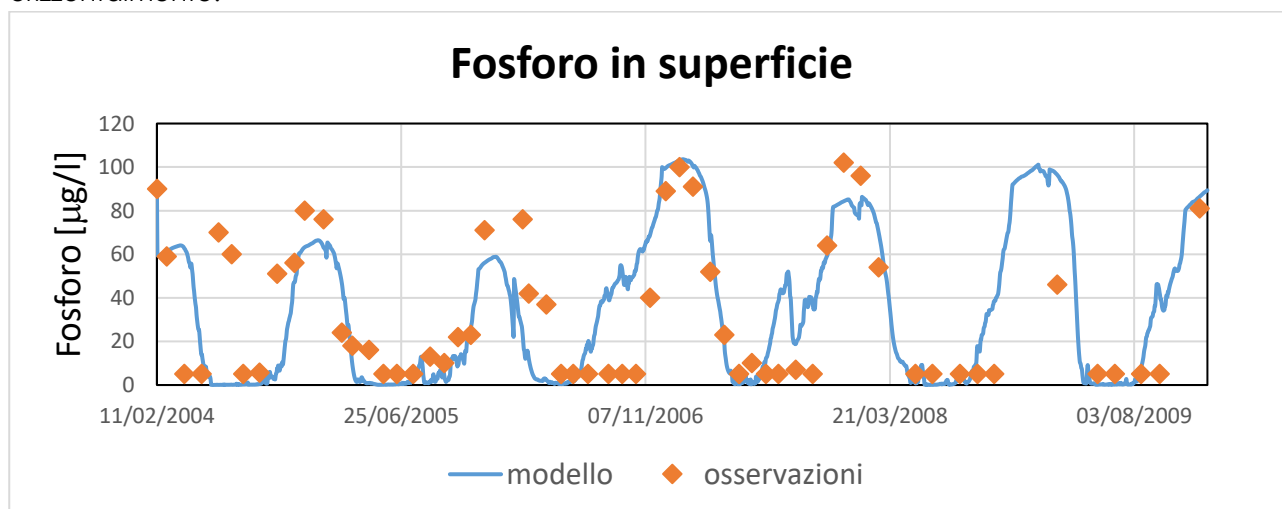


Figura 13. Andamento del fosforo in epilimnio. In blu i risultati delle simulazioni e in arancione i dati osservati.

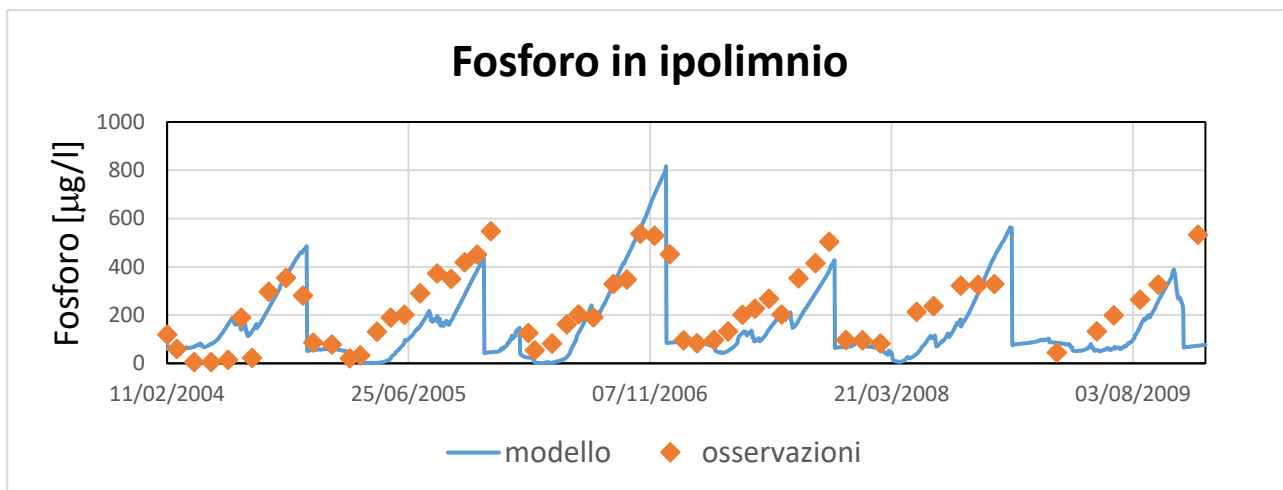


Figura 14. Andamento del fosforo in ipolimnio. In blu i risultati delle simulazioni e in arancione i dati osservati.

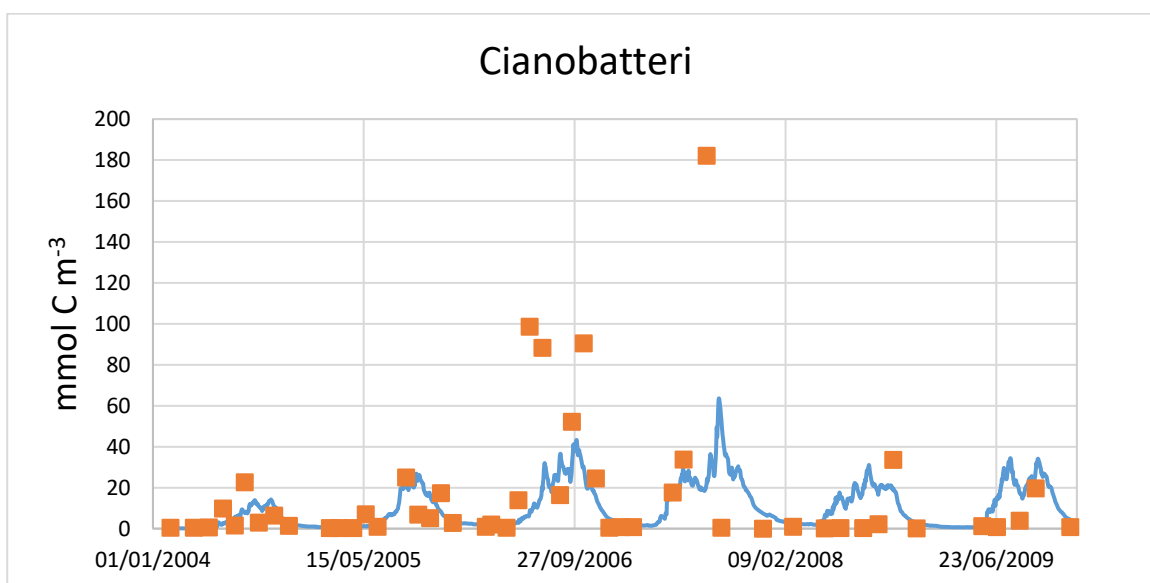


Figura 15. Andamento dei cianobatteri nello strato superficiale. In blu i risultati delle simulazioni e in arancione i dati osservati.

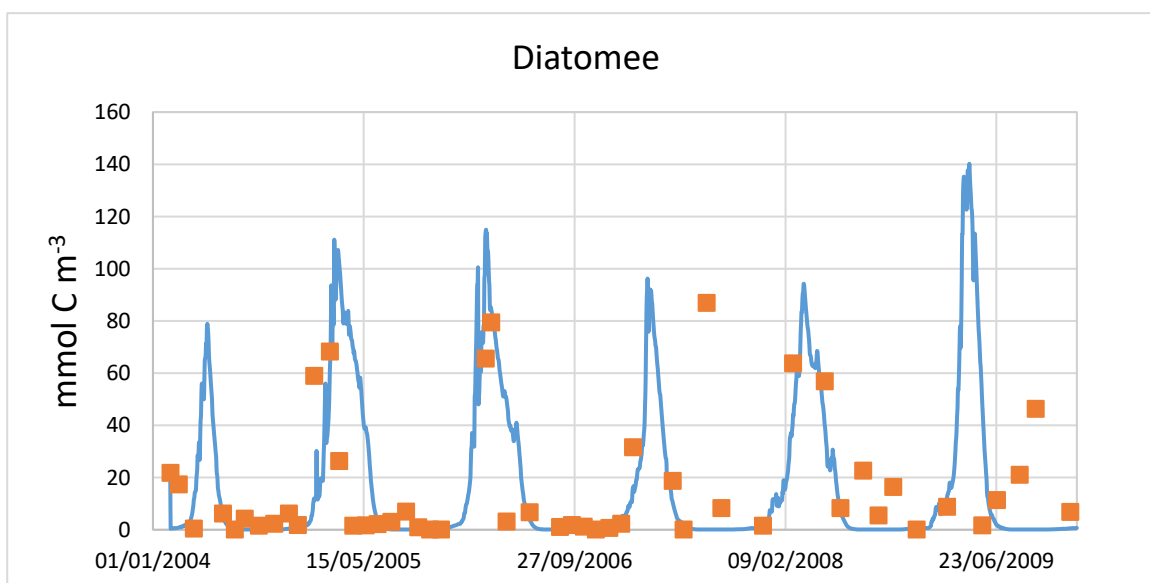


Figura 16. Andamento delle diatomee nello strato superficiale. In blu i risultati delle simulazioni e in arancione i dati osservati.

### Criticità riscontrate e proposte di risoluzione

Le maggiori criticità riscontrate fino ad ora riguardano il reperimento e la qualità dei dati da fornire in input al modello. In particolare, sono assenti informazioni relative alle portate in ingresso al lago, mentre le portate del torrente Bardello presentano grandi incertezze. Per ovviare a tali difficoltà sono stati inseriti un affluente e un effluente fittizi, in modo da simulare correttamente l'andamento osservato dei livelli del lago.

I dati meteorologici invece risultano abbastanza completi fino al 2020 e potrebbero consentire simulazioni dal 2010 (anno dopo la fine del periodo di calibrazione) ma il sensore della radiazione solare è stato sostituito nel 2016 senza effettuare un'omogeneizzazione con il sensore presente precedentemente, si è ritenuto quindi preferibile non utilizzare tali dati ed effettuare invece una regressione con i dati della stazione di Verbania Pallanza per ricavare i dati di radiazione solare dopo il 2016.

Come già evidenziato nella precedente relazione, un'altra criticità riguarda il reperimento dei dati per la stima del carico in ingresso a lago, sia per il fosforo che per gli altri parametri chimici richiesti dal modello. Per questo motivo si intende proseguire il monitoraggio degli immissari, in modo di disporre di un anno di dati, mensili per il Brabbia, stagionali per gli altri corsi d'acqua (possibilmente in condizioni idrologiche diverse). Si valuterà l'opportunità di eseguire una misura in continuo delle portate del Brabbia (potrebbe essere utile indagare se c'è stata un'effettiva diminuzione delle portate nel periodo recente).

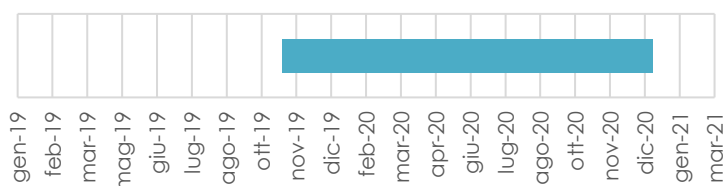
L'attività di calibrazione del modello, per migliorare la qualità di riproduzione degli andamenti delle variabili chimiche e chimico-fisiche a lago, è proseguita anche a dicembre 2019 e nei primi mesi del 2020.

| ATTIVITÀ B.3.2.                         |   |
|---|---|
| Predisposizione di scenari modellistici |   |
| <b>Descrizione Attività</b>             | L'attività riguarda l'applicazione dei modelli GLM/AED2, validati nell'attività precedente, al Lago di Varese utilizzando diversi scenari previsionali che tengano conto sia di fattori climatici che di variazioni negli apporti di nutrienti a lago. Gli scenari verranno messi a punto sulla base delle informazioni già esistenti sui carichi da studi pregressi e sintetizzati dal Comitato Tecnico Scientifico dell'Osservatorio del Lago di Varese, ma anche includendo i risultati dell'azione 1, nello specifico Attività A.1.3 e A.1.4. (carichi da sfioratori fognari e scarichi esistenti nel bacino del lago). Gli scenari combineranno le previsioni sulle variazioni dei carichi (anche in funzione dell'attivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico) con scenari climatici. Le simulazioni saranno effettuate sotto le ipotesi di invarianza nel tempo dei parametri del modello (per l'impossibilità di ipotizzare la loro variazione nel tempo) e quindi i risultati saranno accompagnati da un'analisi dell'incertezza relativa ai risultati ottenuti e da un'analisi approfondita sull'interpretazione quali-quantitativa dei risultati. |
| <b>Soggetto Attuatore</b>               | Regione Lombardia, CNR IRSA Verbania  |

### Cronoprogramma attività previsto

Predisposizione di scenari  
modellistici

#### Attività B.3.2



*Resoconto attività a cura di Claudia Dresti e Michela Rogora - CNR IRSA, Verbania*

### Sintesi delle attività svolte

L'attività è iniziata, con la predisposizione degli scenari futuri di parametri meteorologici.

| <b>AZIONE B.4.</b>   |  |
|--|--|
| <b>VALUTAZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE PER IL RISANAMENTO DEL LAGO</b> |  |
| <b>Attività</b>  | Attività B.4.1. Istruttoria e approfondimenti circa la possibilità di utilizzo di tecniche e tecnologie innovative per il risanamento del lago di Varese |
| <b>Risultati attesi</b>  | Individuazione di ulteriori tecnologie utili per raggiungere gli obiettivi dell'accordo  |
| <b>Risorse finanziarie complessive</b>                                   | Risorse interne  |
| <b>Soggetto coordinatore</b>   | Regione Lombardia  |

| <b>ATTIVITÀ B.4.1.</b>   |
|--|
| <b>Istruttoria e approfondimenti circa la possibilità di utilizzo di tecniche e tecnologie innovative per il risanamento del lago di Varese</b>  |
| <b>Descrizione Attività</b><br>L'attività prevede l'organizzazione di incontri di istruttoria tecnica rispetto alle proposte presentate dai vari soggetti proponenti la sperimentazione di nuove tecnologie per il risanamento delle acque del lago di Varese. |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>Regione Lombardia   |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>L'attività ha durata lungo l'intero percorso dell'accordo.   |

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni – Regione Lombardia*

#### **Sintesi delle attività svolte**

Non sono giunte ulteriori segnalazioni e proposte di tecnologie innovative per il risanamento del lago.

## Macroazione C. Riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico

| AZIONE C.1.   |  |
|---|--|
| STUDI PROPEDEUTICI ALLA RIATTIVAZIONE DELL'IMPIANTO |  |
| <b>Attività</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Attività C.1.0. Analisi sullo stato di consistenza dell'impianto.</li><li>- Attività C.1.1. Valutazione in merito al prolungamento della tubazione di scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico con predisposizione di sifonamento.</li><li>- Attività C.1.2. Progettazione degli interventi</li></ul>  |
| <b>Risultati attesi</b>                             | Tale azione concorre al completamento del processo di risanamento delle acque per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale e di concentrazione di fosforo a lago. L'azione ha come obiettivo la progettazione degli interventi di adeguamento tecnologico e implementazione dell'impianto. Il progetto dovrà essere conforme al D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. e al vigente regolamento sui livelli di progettuali DPR 207/2010. |
| <b>Soggetto coordinatore</b>                        | Provincia di Varese  |

| ATTIVITA' C.1.0                                  |  |
|--|--|
| Analisi sullo stato di consistenza dell'impianto |  |
| <b>Descrizione Attività</b>                      | <p>Analisi della funzionalità dell'impianto di prelievo ipolimnico:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Verifica dello stato di conservazione dell'impianto di prelievo ipolimnico in tutte le sue componenti aeree e sommerse (tubazioni, pompe, apparecchiature, vasca di strippaggio, ecc.).</li><li>- Identificazione degli interventi di adeguamento necessari con relativa stima dei costi ai fini della riattivazione dell'impianto.</li><li>- Stima dei costi annuali di esercizio dell'impianto a seguito della sua riattivazione (elettricità, ossigeno, gestione, manutenzione, ecc.).</li><li>- Stima dei costi di dismissione dell'impianto.</li><li>- Predisposizione di un rapporto conclusivo riportante l'esito delle analisi svolte.</li></ul> |
| <b>Soggetto Attuatore</b>                        | Provincia di Varese (affidamento incarico alla Società SIAI GROUP S.r.l. di Laveno Mombello)   |
| <b>Cronoprogramma attività</b>                   | Attività conclusa nel dicembre 2017  |

| ATTIVITA' C.1.1   |   |
|---|---|
| Valutazione in merito al prolungamento della tubazione di scarico dell'impianto di prelievo ipolimnico con predisposizione di sifonamento |   |
| <b>Descrizione Attività</b>   | L'attività prevede uno studio delle quote altimetriche per valutare la fattibilità tecnica di quanto segue: |

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- spostamento del punto di scarico sotto il ponte della SP50dir a distanza di circa 1 km dal punto di immissione attuale, in una zona distante da recettori sensibili, tramite tubazione stesa in alveo al fiume Bardello;</li> <li>- realizzazione di un sifone per il funzionamento dell'impianto a gravità, con conseguente abbattimento dei costi di energia elettrica.</li> </ul> <p>Dovrà essere predisposta una relazione finale comprensiva di tavole descrittive con indicazione delle quote altimetriche, prime indicazioni di massima del progetto e stime di costo.</p> |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>Provincia di Varese   |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>Attività terminata ad aprile 2019  |

| ATTIVITA' C.1.2   |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
|---|--------|----------|--------|------|---|--------|--------|------------------------------|--------|--------|
| Progettazione Interventi  |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| <b>Descrizione Attività</b>   |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| Progettazione degli interventi necessari alla riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico:   |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- manutenzione/implementazione/ammodernamento (automazione, sostituzione quadro elettrico, sistemazione manufatto di scarico, valvola di prelievo acque superficiali, ecc.);</li><li>- spostamento dello scarico di circa 1 km più a valle lungo il fiume Bardello;</li><li>- funzionamento ibrido alternato: pompaggio forzato (elevate portate) o sifonamento (esigue portate);</li></ul> |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| <b>Soggetto Attuatore</b>   |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| Provincia di Varese   |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| <b>Soggetti Coinvolti</b>   |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| Regione Lombardia, Provincia di Varese  |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| <b>Cronoprogramma attività</b>  |        |          |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| <div><div><div>Manutenzione/implementazione/ammodernamento</div><div>Spostamento punto di scarico</div></div><table><thead><tr><th>Attività</th><th>Inizio</th><th>Fine</th></tr></thead><tbody><tr><td>Manutenzione/implementazione/ammodernamento</td><td>ott-19</td><td>lug-20</td></tr><tr><td>Spostamento punto di scarico</td><td>dic-19</td><td>dic-20</td></tr></tbody></table></div>                                     |        | Attività | Inizio | Fine | Manutenzione/implementazione/ammodernamento | ott-19 | lug-20 | Spostamento punto di scarico | dic-19 | dic-20 |
| Attività  | Inizio | Fine     |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| Manutenzione/implementazione/ammodernamento   | ott-19 | lug-20   |        |      |   |        |        |                              |        |        |
| Spostamento punto di scarico  | dic-19 | dic-20   |        |      |   |        |        |                              |        |        |

Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)

### Sintesi delle attività svolte

Per quanto riguarda gli "interventi di manutenzione, implementazione, ammodernamento dell'impianto" è stata eseguita la progettazione di quanto segue:

- Nuovo quadro elettrico con dispositivi per il controllo in remoto (tramite pc, tablet, smartphone) delle pompe e della nuova valvola di presa sommersa per il prelievo delle acque superficiali.
- Adeguamento del manufatto di scarico presso il fiume Bardello tramite l'istallazione di un carter per garantire lo scarico sotto battente e la posa di un selciato in pietra per impedire l'erosione del fondale fluviale in corrispondenza dello scarico delle acque ipolimniche. L'immissione sottobattente nel fiume Bardello delle acque ipolimniche ha lo scopo di ridurre la propagazione dei cattivi odori essenzialmente dovuti allo strippaggio dell'idrogeno solforato presente in grande quantità nelle acque profonde.
- Istallazione di una valvola di presa sulla tubazione di aspirazione ad una profondità di circa 3,5 metri, per la miscelazione delle acque ipolimniche con acque superficiali ricche di ossigeno e povere di nutrienti. Questo intervento ha lo scopo di ridurre la concentrazione di idrogeno solforato presente nelle acque riducendo la propagazione di cattivi presso il punto di scarico.

Altri interventi di progettazione in fase di appalto o di valutazione tecnica sono i seguenti:

- E' in corso la procedura di gara relativa all'affidamento di un incarico per la progettazione di un sistema di iniezione di aria nella tubazione di mandata, presso la stazione di pompaggio, tramite eiettore Venturi, nonché per la realizzazione di nuove prove sperimentali concernenti il tema in questione. Anche in questo caso l'iniezione di aria ha lo scopo di ridurre i cattivi odori al punto di scarico e favorire la restituzione di acque di qualità migliore al Bardello, per ridurre l'impatto negativo sull'ecosistema fluviale.
- È in fase di valutazione un apparato di automazione, controllo e monitoraggio in remoto dei principali parametri di esercizio dell'impianto, previa installazione di adeguata sensoristica utile alla costruzione di un quadro conoscitivo completo a supporto della gestione dell'impianto.

Per quanto riguarda la progettazione dei lavori di spostamento dello scarico e più precisamente:

- spostamento dello scarico di circa 1 km più a valle lungo il fiume Bardello;
- funzionamento ibrido alternato: pompaggio forzato (elevate portate) o sifonamento (esigue portate);

è in corso di attivazione la relativa gara d'appalto presso gli uffici Amministrativi della Provincia.



## AZIONE C.2: ESECUZIONE DEI LAVORI

### Attività

- Attività C.2.1. Ammodernamento e adeguamento dell'impianto di prelievo ipolimnico
- Attività C.2.2. Sistemazione dello scarico dell'impianto di prelievo
- Attività C.2.3. Predisposizione del piano (delle specifiche) per il funzionamento dell'impianto

### Risultati attesi

Tale azione concorre al completamento del processo di risanamento delle acque per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale e di concentrazione di fosforo a lago attraverso la riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico.

### Soggetto coordinatore

Provincia di Varese

## ATTIVITA' C.2.1

### Ammodernamento e adeguamento dell'impianto di prelievo ipolimnico e realizzazione di prove sperimentali di riavvio

#### Descrizione Attività

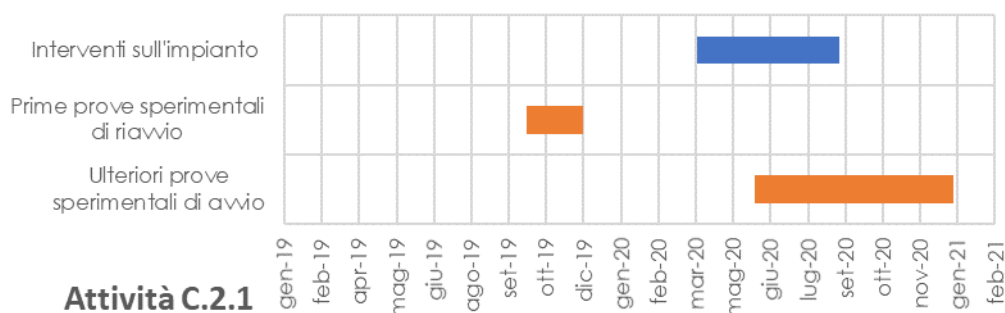
Attuazione di una serie di interventi sull'impianto costituiti da opere di aggiornamento tecnologico/manutenzione ordinaria, e adeguamenti finalizzati a ridurre la propagazione di cattivi odori in corrispondenza del punto di immissione delle acque emunte nel fiume Bardello.

Contestualmente si prevede la realizzazione di alcune prove sperimentali di riavvio per la verifica degli interventi eseguiti.

#### Soggetto Attuatore

Provincia di Varese

#### Cronoprogramma attività



Attività C.2.1

Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)

### Sintesi delle attività svolte

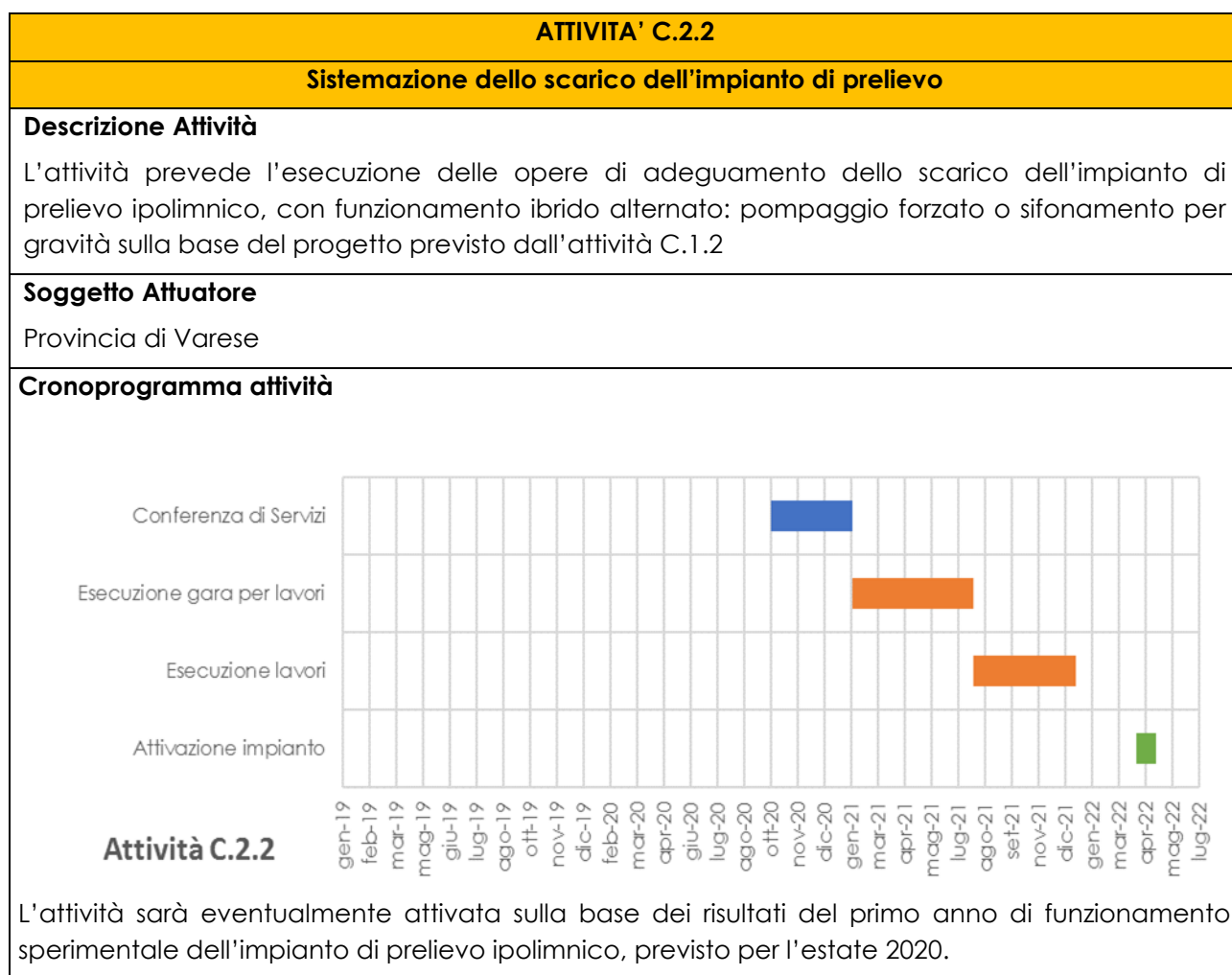
L'emergenza sanitaria ha causato l'interruzione dei cantieri e l'impossibilità a attivarne di nuovi. Appena possibile saranno avviati i seguenti interventi:

- Nuovo **quadro elettrico** con dispositivi per il controllo in remoto (tramite pc, tablet, smartphone) delle pompe e della nuova valvola di presa sommersa per il prelievo delle acque superficiali.
- **Smantellamento del vecchio impianto di ossigenazione** localizzato presso la vasca di rallentamento cinetico di Gavirate, **posa del selciato in pietra** sul fondale fluviale per

impedire l'erosione in corrispondenza dello scarico delle acque ipolimniche, **manutenzione generale** delle strutture dell'impianto localizzate a Gavirate.

- Installazione **di una valvola di presa** con griglia di protezione sulla tubazione di aspirazione ad una profondità di circa 3,5 metri per la miscelazione delle acque ipolimniche con acque superficiali, **pulizia delle griglie di aspirazione sommerse** e **sostituzione delle relative catenarie di ancoraggio** al fondale lacustre.
- **Video ispezione** ad impianto acceso delle griglie sommerse per valutare l'eventuale presenza di turbolenze sul fondale lacustre tali da comportare l'aspirazione di sedimento.

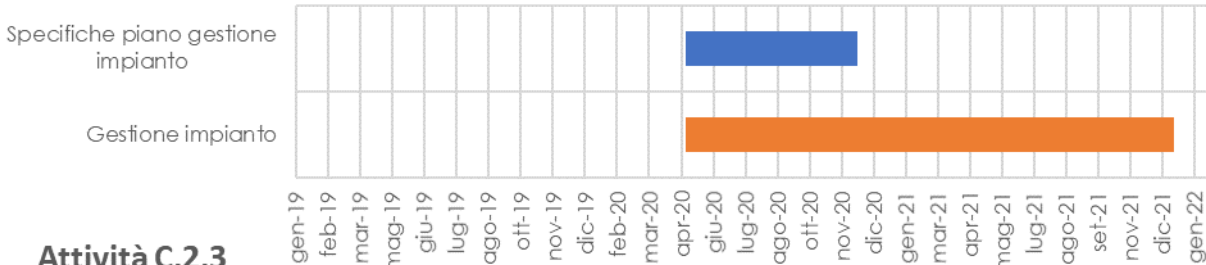
A seguire sarà inoltre installato il carter per lo scarico delle acque ipolimniche nel fiume Bardello sotto battente per ridurre la propagazione di cattivi odori (termine lavori luglio 2020).



Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)

### Sintesi delle attività svolte

L'intervento verrà valutato a seguito dell'esame delle risultanze della riattivazione sperimentale dell'impianto prevista per l'anno in corso.

| ATTIVITA' C.2.3  |   |
|--|---|
| Predisposizione del piano (delle specifiche) per il funzionamento dell'impianto, gestione e monitoraggio |   |
| <b>Descrizione Attività</b>  | L'attività prevede la redazione di un apposito piano che specifichi per le diverse condizioni ambientali (livelli delle acque, concentrazioni di nutrienti, temperature dell'acqua, ect...) le condizioni di esercizio dell'impianto al fine di prevenire eventuali impatti negativi nel lago e nel tributario, nonché i costi operativi di gestione e monitoraggio dell'impianto.            |
| <b>Soggetto Attuatore</b>  | Provincia di Varese   |
| <b>Cronoprogramma attività</b>   |  <p>Specifiche piano gestione impianto</p> <p>Gestione impianto</p> <p>Attività C.2.3</p> <p>gen-19 feb-19 mar-19 mag-19 giu-19 lug-19 ago-19 ott-19 nov-19 dic-19 feb-20 mar-20 apr-20 giu-20 lug-20 ago-20 ott-20 nov-20 dic-20 gen-21 mar-21 apr-21 mag-21 lug-21 ago-21 set-21 nov-21 dic-21 gen-22</p> |

Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese) e Daniele Magni (Regione Lombardia)

### Sintesi delle attività svolte

Il sottogruppo GdL Impianto della Segreteria Tecnica ha redatto il documento "Linee guida per la gestione dell'impianto di prelievo ipolimnico del lago di Varese" contenente indicazioni per ottimizzare il funzionamento dell'impianto rispetto alla massimizzazione della sua efficienza in relazione a potenziali impatti negativi sul lago e sul fiume Bardello. In coerenza al succitato documento, è in corso di affidamento un incarico per il monitoraggio chimico fisico delle acque ipolimniche prelevate dall'impianto e delle acque del fiume, al fine di avere un quadro conoscitivo esaustivo a supporto di una corretta gestione dell'impianto per la stagione 2020. Le succitate informazioni si aggiungono alle rilevazioni di ARPA fornite dalla boa limnologica e dalle campagne di analisi programmate.

Complessivamente il piano di monitoraggio è così organizzato:

- Scarico dell'impianto:
  - a. Punto di campionamento: vasca di strippaggio.
  - b. Frequenza: una volta a settimana.
  - c. Profilo analitico: Ptot e PO4; tre forme di N e Ntot; H2S e solfati; COD, BOD, TOC, parametri sonda (conducibilità, pH, O2, O2%, temperatura).
- Fiume Bardello:
  - a. Punti di campionamento:
    - i. Uscita lago
    - ii. 50 m dopo lo scarico e prima del bypass depuratore di Gavirate;
    - iii. 400 m metri dopo lo scarico, prima del depuratore;
    - iv. 1 km dopo lo scarico
  - b. Frequenza: settimanale.

- c. Profilo analitico: semplificato con sonda, NH<sub>4</sub> e solfuri. Presso uscita lago anche N e P e forme.

E' stata avviata la gara per la gestione dell'impianto di prelievo ipolimnico per la stagione di esercizio corrente, che include anche la progettazione del sistema di insuflaggio di aria mediante eiettori Venturi e la relative prove sperimentali (affidamento dell'incarico entro luglio 2020).

| ATTIVITA' C.2.4  |
|--|
| Installazione impianto fotovoltaico  |
| <b>Descrizione Attività</b><br>Al fine di ridurre i costi energetici legati al pompaggio forzato si prevede l'istallazione di un impianto fotovoltaico da circa 100 kW presso la tettoia a doppia falda del cimitero di Biandronno (circa 700 m <sup>2</sup> di superficie utile). |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>Provincia di Varese   |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>Inizio: settembre 2019<br>Termine: entro la fine del 2020  |

*Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)*

#### **Sintesi delle attività svolte**

Tale attività è stata approvata durante la riunione del Comitato di Coordinamento di ottobre 2020. La Provincia di Varese è in contatto con il comune di Biandronno per una valutazione relativa all'installazione dell'impianto sulle coperture presenti presso il cimitero comunale.

## Macroazione D. Salvaguardia della biodiversità del lago di Varese

| AZIONE D.1  |  |
|---|--|
| AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI GESTIONE DELLA ZONA SPECIALE DI CONSERVAZIONE (ZSC) "ALNETE DEL LAGO DI VARESE" E DELLA ZONA DI PROTEZIONE SPECIALE (ZPS) "LAGO DI VARESE" |  |
| <b>Attività</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Attività D.1.1. Disciplina e vigilanza della navigazione sul lago.</li><li>- Attività D.1.2. Valutazioni di proposte di revisione della normativa sulla navigazione.</li><li>- Attività D.1.3. Analisi di fattibilità per lo sviluppo di una navigazione elettrica sul lago.</li><li>- Attività D.1.4. Valutazione dei livelli del lago adeguati alla protezione ambientale e all'utilizzo plurimo delle acque.</li><li>- Attività D.1.5. Redazione e aggiornamento del piano di gestione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" e della ZPS "Lago di Varese" (quadro conoscitivo, programmazione interventi, normativa) al fine di mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente habitat e specie di interesse comunitario.</li><li>- Attività D.1.6. Rilievo morfo-batimetrico del lago di Varese</li></ul> |
| <b>Risultati attesi</b>   | <p>Tale azione risponde all'obiettivo di tutela delle aree protette.</p> <p>L'azione ha l'obiettivo primario di definire ed aggiornare il piano di gestione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" e della ZPS "Lago di Varese", al fine di ottenere uno strumento utile alla valutazione della sostenibilità/coerenza delle varie attività che si vorranno proporre per il lago di Varese, rispetto agli obiettivi istitutivi delle due aree protette.</p>   |
| <b>Soggetto coordinatore</b>  | Provincia di Varese  |

| ATTIVITA' D.1.1.   |
|--|
| Disciplina e vigilanza della navigazione sul lago  |
| <b>Descrizione Attività</b>  |
| <p>L'attività prevede la raccolta delle normative vigenti in materia di navigazione, linee guida per la salvaguardia del bacino e le limitazioni presenti definite dagli enti presenti sul territorio e competenti in materia.</p> <p>La definizione delle norme e limitazioni presenti ha la finalità di raccogliere e unificare sotto un'unica direttiva più semplificata le innumerevoli ordinanze e regolamenti in vigore, con intento di divulgare e mettere a disposizione di tutti il quadro normativo il più possibile semplice e comprensibile.</p> <p>Al fine di porre in essere l'attività di controllo e vigilanza della navigazione, nonché delle iniziative svolte sul lago di Varese, è indispensabile poter disporre di un adeguato mezzo di navigazione che consenta attraverso l'attivazione di una convenzione con le competenti forze dell'ordine di svolgere servizio di pattugliamento sul bacino e sulle coste.</p> |
| <b>Soggetto Attuatore</b>  |
| Autorità di bacino lacuale   |
| <b>Soggetti Coinvolti</b>  |

|   |
|---|
| Guardia di Finanza - Sezione Operativa Navale Lago di Lugano - Porto Ceresio  |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>L'attività è per lo più conclusa. E' ancora in essere la valutazione dell'acquisizione di adeguato mezzo di navigazione per l'attività di sorveglianza. |

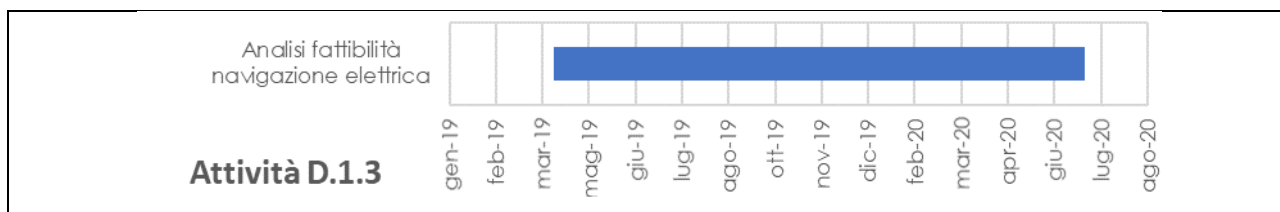
| ATTIVITA' D.1.2.  |
|---|
| Valutazioni di proposte di revisione della normativa sulla navigazione  |
| <b>Descrizione Attività</b><br>Tale attività è propedeutica alla predisposizione del Piano di Gestione. All'interno di questa attività verrà valutato se e in che modo può essere previsto un servizio di navigazione pubblica sul lago di Varese e quale debba essere la disciplina della navigazione corretta per la tutela dell'area protetta per la sicurezza della navigazione, per l'accesso da parte della popolazione e per la sostenibilità economico finanziaria del servizio |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>Provincia di Varese  |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>L'attività si è conclusa a dicembre 2019  |

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia) e Alessandro Canziani (Provincia di Varese)*

#### Sintesi delle attività svolte

L'attività è stata conclusa e i risultati sono stati riportati nella prima relazione di monitoraggio semestrale. Emerge come non risultino vincoli normativi particolari rispetto all'utilizzo di imbarcazioni a motore elettrico e di conseguenza all'attivazione di un servizio pubblico sul lago di Varese.

| ATTIVITA' D.1.3.   |
|--|
| Analisi di fattibilità per lo sviluppo di una navigazione elettrica sul lago   |
| <b>Descrizione Attività</b><br>Sulla base dei risultati dell'azione precedente verrà svolto uno studio di fattibilità per lo sviluppo della navigazione elettrica sul lago di Varese, individuando l'impatto che può generare tale progetto su: <ul style="list-style-type: none"> <li>- territorio, da un punto di vista turistico e ambientale;</li> <li>- filiera e possibili imprese coinvolte</li> <li>- trend e prospettive di crescita del mercato</li> </ul> |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>Comune di Varese  |
| <b>Cronoprogramma attività</b>   |



Resoconto attività a cura di Dino de Simone (Comune di Varese)

### Sintesi delle attività svolte

Il sottogruppo della Segreteria tecnica, denominato GdL Navigazione si è riunito il 29 novembre 2019 per discutere come attivare il servizio di navigazione turistica elettrica sul lago di Varese per la stagione 2020. Si è discusso anche delle possibili sinergie o collegamenti con il campionato mondiale di canottaggio calendarizzato a fine aprile - inizio maggio 2020, per il quale è in corso di valutazione la possibilità di utilizzare delle imbarcazioni elettriche per i giudici.

L'idea è quella di interessare qualche operatore privato sul mercato, che organizzi, un servizio di navigazione elettrica.

Con il lock down di febbraio 2020 vi è stata la cancellazione degli eventi legati al canottaggio e, parallelamente, anche le attività D.1.3 subiscono dei forti rallentamenti soprattutto legati alla possibilità di trovare un operatore che si assuma l'onere di organizzare un servizio turistico, in un momento di forte incertezza relativa alle restrizioni imposte e all'obbligo di distanziamento sociale.

Particolare interesse risulta una proposta da parte di un'associazione privata che si è resa disponibile ad installare una colonnina elettrica presso il pontile dell'Isolino Virginia. Questa proposta è coerente con lo sviluppo della mobilità elettrica lacuale, in quanto fornisce la base infrastrutturale alla quale gli operatori pubblici e privati potranno appoggiarsi. La mobilità elettrica lacuale si fonda su due pilastri: infrastrutturazione della rete di ricarica, diffusione di natanti full electric o ibrid.

| <b>ATTIVITA' D.1.4.</b>  |   |
|--|---|
| <b>Valutazione dei livelli del lago adeguati alla protezione ambientale e all'utilizzo plurimo delle acque</b> |   |
| <b>Descrizione Attività</b>  | <p>Il principale obbiettivo consiste nella revisione delle modalità di regolazione del livello idrico del lago in relazione alla riattivazione dell'impianto di prelievo ipolimnico, tenendo come riferimento i riferimenti idrologici ufficiali (asta idrometrica di Biandronno).</p> <p>Si prevede quindi, al fine di avere misurazioni precise e in continuo in merito alle portate in uscita dal lago (da relazionare con le portate emunte dall'impianto di prelievo ipolimnico), l'istallazione di un misuratore di portate all'uscita del fiume Bardello, di misuratori di livello a monte e a valle dello sbarramento e di misuratori di apertura delle paratoie, in abbinamento a un sistema di monitoraggio e trasmissione dati in remoto. Si valuterà, sentito il Consorzio delle acque utenti fiume Bardello, anche l'opportunità di procedere con la meccanizzazione e automazione delle paratoie sempre in abbinamento a sistemi di monitoraggio e controllo in remoto.</p> |
| <b>Soggetto Attuatore</b>  | Provincia di Varese   |
| <b>Cronoprogramma attività</b>   |   |

Termine previsto per l'attuazione dell'obiettivo principale dell'azione fine del 2020. Per quanto riguarda l'obiettivo secondario al momento non è definibile un'indicazione di tempi.

*Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)*

### **Sintesi delle attività svolte**

E' stata effettuata l'affidamento di incarico per l'installazione della stazione di misura delle portate in uscita dallo sbarramento di regolazione del lago di Varese in abbinamento ad un sistema di monitoraggio e trasmissione dati in remoto. L'installazione avverrà nei primi mesi dell'estate. Anche alla luce delle risultanze della riattivazione sperimentale dell'impianto di prelievo ipolimnico 2020, proseguiranno le valutazioni in coordinamento al Consorzio delle acque utenti fiume Bardello, in merito all'opportunità di procedere con la meccanizzazione e automazione delle paratoie, sempre in abbinamento a sistemi di monitoraggio e controllo in remoto.

| <b>ATTIVITA' D.1.5.</b>   |
|---|
| <b>Redazione e aggiornamento del piano di gestione della ZSC "Alnete del Lago di Varese" e della ZPS "Lago di Varese" (quadro conoscitivo, programmazione interventi, normativa) al fine di mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente habitat e specie di interesse comunitario.</b>  |
| <b>Descrizione Attività</b><br><br>Sulla base degli approfondimenti condotti nelle attività precedenti e di ulteriori approfondimenti relativi a: <ul style="list-style-type: none"><li>- quadro conoscitivo</li><li>- programmazione degli interventi</li><li>- normativa</li></ul><br>L'attività è incentrata sulla redazione, aggiornamento ed approvazione del piano di gestione della ZSC/ZPS (adottato con DGP dell'ente gestore Provincia di Varese).  |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br><br>Provincia di Varese  |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br><br>Attività non avviata nel II semestre di monitoraggio<br><br>In ogni caso per l'attivazione di questa attività, si ritiene opportuno attendere il termine del percorso di attuazione della L.R. 28/2016 che prevede il passaggio di gestione della ZPS "Lago di Varese" e della ZSC "Alnete del Lago di Varese" dalla Provincia al Parco Campo dei Fiori. Detto percorso dovrebbe concludersi, visti i termini previsti dalla norma regionale, entro la fine del 2020. |

| <b>ATTIVITA' D.1.6.</b>   |
|---|
| <b>Rilievo morfo-batimetrico del lago di Varese</b>   |
| <b>Descrizione Attività</b><br><br>Si prevede la realizzazione di un nuovo rilievo morfo-batimetrico del lago, con un dettaglio elevato in corrispondenza delle sponde, al fine di avere indicazioni precise sui volumi di invaso alle diverse quote idrometriche. Il rilievo si estenderà anche alle fasce spondali emerse per ottenere informazioni sulle aree oggetto di esondazione alle quote superiori allo zero idrometrico. |



|  |  |
|--|--|
| <b>Soggetto Attuatore</b>                                    |  |
| Provincia di Varese  |  |
| <b>Cronoprogramma attività</b>                               |  |
| <p>Rilievo morfobatimetrico</p> <p><b>Attività D.1.6</b></p> | <p>gen-19 feb-19 mar-19 mag-19 giu-19 lug-19 ago-19 ott-19 nov-19 dic-19 feb-20 mar-20 apr-20 giu-20 lug-20 ago-20</p> |

*Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)*

### Sintesi delle attività svolte

Per migliorare il livello di conoscenza circa i volumi contenuti nel lago e quelli ottenibili dalla regolazione del lago, è stato approvato all'interno della riunione del Comitato di coordinamento del 12 luglio 2019 di attivare questa nuova attività.

Il rilievo morfo-batimetrico del lago, sarà effettuato con un dettaglio elevato in corrispondenza delle sponde, al fine di avere indicazioni precise sui volumi di invaso alle diverse quote idrometriche. Il rilievo si estenderà anche alle fasce spondali emerse per ottenere informazioni sulle aree oggetto di esondazione alle quote superiori allo zero idrometrico. L'incarico è stato assegnato a fine 2019, e la consegna del lavoro è prevista entro luglio 2020.

| <b>AZIONE D.2</b>   |  |
|---|--|
| <b>Predisposizione di un piano triennale di riequilibrio della fauna ittica presente nel lago da attuare attraverso azioni parallele di pesca di sfoltimento e gestione del pescato e delle immissioni.</b>   |  |
| <p>Attività:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D.2.1. Adeguamento delle attrezzature di pesca e delle infrastrutture per il conferimento del pescato.</li> <li>- D.2.2. Sfaltimento sostanziale delle specie alloctone (in particolare siluro, carassi, gardon, gambero della luisiana).</li> <li>- D.2.3. Potenziamento delle azioni volte al ripopolamento e tutela delle specie pregiate autoctone (anguilla, alborella, triotto, persico, gambero di fiume)</li> </ul>   |  |
| <p><b>Risultati attesi</b></p> <p>Tale azione risponde all'obiettivo di miglioramento delle attività legate agli usi delle acque.</p> <p>Obiettivo dell'azione è la creazione delle condizioni necessarie per innescare un processo naturale di riequilibrio delle specie ittiche presenti nel lago.</p> <p>La attività prevedono un piano di intervento triennale che, parallelamente agli effetti delle azioni A e C, possa garantire una diminuzione delle presenze delle specie alloctone ed un progressivo miglioramento dei rapporti fra le specie presenti ed in competizione.</p> |  |
| <p><b>Soggetto coordinatore</b></p> <p>Cooperativa Pescatori Lago di Varese</p>   |  |

**Sintesi delle attività svolte**

La nuova Azione è stata inserita dopo la riunione del CC del 18 ottobre, sulla base di una proposta di attività presentata dalla Cooperativa Pescatori del lago di Varese.

La declinazione dell'azione nelle sue linee di attività è attualmente in corso.

## Macroazione E. Comunicazione, promozione attività AQST e sensibilizzazione cittadini

| AZIONE E.1   |   |
|--|---|
| Comunicazione e divulgazione dei contenuti e delle attività dell'accordo |   |
| <b>Attività</b>  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Attività E.1.1. Predisposizione di un sito web relativo all'AQST</li><li>- Attività E.1.2. Organizzazione di incontri tematici sul territorio</li></ul> |
| <b>Risultati attesi</b>  | L'azione ha l'obiettivo primario di portare a conoscenza degli interessati gli obiettivi, le azioni e i risultati conseguiti delle attività dell'AQST.  |
| <b>Risorse finanziarie complessive</b>                                   | Risorse interne   |
| <b>Soggetto coordinatore</b>   | Regione Lombardia   |

| ATTIVITA' E.1.1.                                 |   |
|--|---|
| Predisposizione di un sito web relativo all'AQST |   |
| <b>Descrizione Attività</b>                      | Sarà predisposto da Regione Lombardia un sito web dedicato all'AQST, all'interno del quale verranno riportati documenti e informazioni delle attività portate avanti all'interno dell'accordo stesso dai vari soggetti sottoscrittori a vario titolo interessati. |
| <b>Soggetto Attuatore</b>                        | Regione Lombardia   |
| <b>Cronoprogramma attività</b>                   | L'attività prosegue per tutta la durata dell'Accordo  |

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia)*

### Sintesi delle attività svolte

Nel mese di marzo del 2019 è stato predisposto il sito internet dell'AQST da parte di Regione Lombardia, che contiene tutte le informazioni e gli stati di avanzamento del Programma d'Azione, presente al seguente link: [www.lagodivarese.regione.lombardia.it](http://www.lagodivarese.regione.lombardia.it)

Inoltre è stata predisposta una casella di posta istituzionale per le comunicazioni inerenti l'Accordo: [tutela\\_lagovarese@regione.lombardia.it](mailto:tutela_lagovarese@regione.lombardia.it)

Il sito è continuamente aggiornato.

| ATTIVITA' E.1.2.                                   |  |
|--|--|
| Organizzazione di incontri tematici sul territorio |  |
| <b>Descrizione Attività</b>                        |  |

L'attività riguarda l'organizzazione di incontri tematici sul territorio per illustrare agli interessati le attività e i risultati conseguiti dalle attività messe in campo dall'AQST. Saranno organizzati due incontri ogni anno, a valle della riunione del Tavolo di Coordinamento, per illustrare l'avanzamento delle attività.

**Soggetto Attuatore**

Regione Lombardia

**Cronoprogramma attività**

Attività non avviata nel II semestre di monitoraggio

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia)*

**Sintesi delle attività svolte**

Il CC del 18 ottobre aveva stabilito di organizzare una riunione verso aprile in occasione del primo anno di attivazione dell'accordo quadro. Tale riunione è però stata rimandata a causa della emergenza sanitaria.

| <b>AZIONE E.2</b>  |  |
|--|--|
| <b>Sensibilizzazione dei cittadini, degli addetti ai lavori e delle imprese, e attività di citizen science</b> |  |
| <b>Attività</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attività E.2.1. Divulgazione e didattica ambientale per scuole e cittadini</li> <li>- Attività E.2.2. Concorsi a premi per le scuole primarie</li> <li>- Attività E.2.2. Coinvolgimento degli istituti scolastici</li> <li>- Attività E.2.3. Cartellonistica informativa e stampa di materiale divulgativo</li> <li>- Attività E.2.4. Sviluppo di forme di partecipazione economica da parte dei cittadini e delle Amministrazioni locali alle spese di risanamento del lago</li> <li>- Attività E.2.5. Giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago</li> <li>- Attività E.2.6. Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti</li> </ul>   |
| <b>Risultati attesi</b>  | <p>L'azione ha come obiettivi principali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- creare/rafforzare una rete collaborativa tra tutti i soggetti che con ruoli diversi agiscono sulla qualità del lago (pianificazione, controllo, fruizione, ...)</li> <li>- aumentare la conoscenza dell'ecosistema anche per dare un significato concreto ai vincoli posti dal Piano di Gestione di cui all'attività D.1.5 presso gli amministratori e i tecnici degli Enti Territoriali coinvolti</li> <li>- realizzare iniziative finalizzate a informare e sensibilizzare i vari soggetti pubblici e privati territorialmente interessati sulle tematiche del lago e sulle attività promosse dall'AQST coinvolgendoli anche nel mantenimento nel tempo dei risultati raggiunti.</li> <li>- Attivare meccanismi virtuosi di coinvolgimento delle scuole per consentire l'avvicinamento e la progressiva conoscenza approfondita ai temi dell'ambiente del lago, anche sfruttando le risorse e le conoscenze della Cooperativa dei Pescatori, le aree dedicate alle nursery e l'incubatoio posto alla foce del torrente Tinella</li> </ul> |
| <b>Soggetto coordinatore</b>   | Provincia di Varese  |

| <b>ATTIVITA' E.2.1.</b>  |
|--|
| <b>Divulgazione e didattica ambientale per scuole e cittadini</b>  |
| <p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>Realizzazione di iniziative finalizzate alla diffusione dei temi del lago rivolte alle scuole di tutti i livelli e ai cittadini, anche mediante l'attivazione di un servizio di guida turistica/tecnica a bordo delle imbarcazioni del servizio di navigazione che si intende avviare (Vedasi Attività D.1.3).</p> <p>Il lago di Varese offre infatti numerosi elementi di approfondimento (scienza, cultura, storia, tradizione, ecc.) di potenziale interesse per una eterogenea fascia di utenza.</p> |
| <p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>Provincia di Varese, Camera di Commercio</p>   |
| <p><b>Cronoprogramma attività</b></p> <p>Attività non avviata nel II semestre di monitoraggio</p>  |

| ATTIVITA' E.2.2.  |
|---|
| Coinvolgimento degli istituti scolastici  |
| <p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>Promozione di progetti di educazione ambientale sui temi del lago anche con elementi di premialità rivolti agli istituti scolastici della provincia di Varese, favorendo, dove possibile, agganci al programma Green School che conferisce, alla scuola concretamente impegnata sui temi della sostenibilità ambientale, una formale certificazione.</p> <p>Il coinvolgimento delle scuole primarie e secondarie dovrà consentire la comprensione dell'ecosistema lago nel suo complesso in relazione al tema della biodiversità</p> <p>Saranno avviate attività didattiche e di alternanza scuola lavoro inerenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- realizzazione di prodotti concreti da utilizzare nell'ambito delle attività dell'AQST come ad esempio la creazione di un logo da abbinare all'AQST</li> <li>- possibilità di assistere e monitorare in prima persona le fasi principali della creazione e gestione delle nursery, della posa e schiusa delle uova dei pesci incubati, nonché della gestione stessa delle visite didattiche all'incubatoio stesso.</li> </ul> |
| <p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>Provincia di Varese</p>   |
| <p><b>Cronoprogramma attività</b></p> <p>Attività di predisposizione del logo: ottobre – gennaio 2020</p> <p>Altre attività da definire</p>   |

*Resoconto attività a cura di Alessandro Canziani (Provincia di Varese)*

### Sintesi delle attività svolte

Nel corso dell'inverno 2019 è stata sottoscritta una convenzione tra la Provincia e il liceo artistico Frattini di Varese finalizzata alla creazione di un logo per l'AQST. Nel mese di novembre sono stati organizzati, presso il liceo, due momenti formativi, ai quali hanno partecipato alcuni rappresentanti della ST, che hanno presentato agli studenti le attività presenti nel Programma d'Azione dell'AQST e le criticità del lago.

I 14 studenti coinvolti hanno lavorato alla predisposizione del logo. Durante il mese di febbraio i loghi sono stati analizzati e valutati all'interno 4 all'interno del percorso scuola/lavoro e approvati dalla ST, in attesa della scelta definitiva da parte del CC.

| ATTIVITA' E.2.3.   |
|--|
| Cartellonistica informativa e stampa materiale divulgativo   |
| <p><b>Descrizione Attività</b></p> <p>Installazione di cartellonistica informativa nei punti di maggior rilevanza lungo le sponde lacustri (pista ciclabile, aree portuali, passeggiate lungolago, zona di posizionamento dell'impianto di prelievo ipolimnico, ecc.) con approfondimenti sito specifici riguardanti ad esempio: gli interventi di miglioramento della qualità delle acque attivate, le peculiarità naturalistiche dei luoghi, gli elementi di interesse storico culturale, ecc.</p> |

|  |
|--|
| In aggiunta si prevede la realizzazione di materiale divulgativo sui principali temi affrontati dall'AQST (opuscoli pieghevoli) da distribuire presso spazi pubblici e in occasione di eventi. |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>Provincia di Varese, Camera di Commercio  |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>Attività non avviata nel II semestre di monitoraggio   |

| <b>ATTIVITA' E.2.4.</b>   |
|---|
| <b>Sviluppo di forme di partecipazione economica da parte dei cittadini, delle Amministrazioni locali e delle imprese alle spese di risanamento del lago</b>  |
| <b>Descrizione Attività</b><br>Individuazione di azioni finalizzate al reperimento di fondi per la gestione dell'impianto, come ad esempio l'utilizzo di una quota parte dell'importo del biglietto della navigazione turistica, la realizzazione di eventi, ecc. |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>Provincia di Varese  |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>Attività non avviata in questo semestre di monitoraggio   |

| <b>ATTIVITA' E.2.5.</b>   |
|---|
| <b>Giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago</b>   |
| <b>Descrizione Attività</b><br>Realizzazione della giornata regionale del "Verde Pulito" dedicata al lago (L.R. 14/1991) in contemporanea tra tutti i comuni rivieraschi con lo scopo di informare, sensibilizzare e coinvolgere i cittadini sulle tematiche del lago anche attraverso azioni concrete di valorizzazione (pulizia, cura del verde, ecc.). Sono chiamati a partecipare a tale giornata i soggetti territorialmente interessati pubblici e privati: comuni di rivieraschi e non, associazioni, protezione civile, scolaresche, ecc. |
| <b>Soggetto Attuatore</b><br>Associazione dei Comuni rivieraschi  |
| <b>Cronoprogramma attività</b><br>Attività non avviata in questo semestre di monitoraggio   |

| <b>ATTIVITA' E.2.6.</b>   |
|---|
| <b>Realizzazione di percorsi formativi e di incontri tematici per varie tipologie di soggetti</b>   |
| <b>Descrizione Attività</b><br>L'attività prevede la predisposizione di percorsi formativi dedicati a:<br><u>Dipendenti della Pubblica Amministrazione</u> (Comuni, Provincia, Comunità Montana) (finanziabili con FSE) |

|   |
|---|
| <u>Amministratori pubblici e Volontari</u><br><u>Cittadini</u><br><u>Imprese</u><br><u>Società Canottieri Varese A.S.D e A.S.D. Canottieri Gavirate</u>   |
| <p>La formazione riguarderà in generale i seguenti aspetti, articolati a seconda dei diversi target:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fondamenti di ecologia: la biodiversità, habitat e specie protette aree collinari, forestali, aree umide lacuali e di sponda, le funzioni ecosistemiche</li> <li>- la valutazione dello stato di un habitat (monitoraggi, ...)</li> <li>- le specie aliene invasive (vie di ingresso, metodi di prevenzione, metodi di gestione)</li> <li>- le criticità della coabitazione con le esigenze antropiche (impatti reversibili, irreversibili, la frammentazione degli habitat, le connessioni ecologiche) e i servizi che gli ecosistemi forniscono alle attività antropiche (ossigeno, mitigazione climatica, processi del ciclo degli elementi nella matrice suolo e di impollinazione a supporto delle produzioni alimentari, ... )</li> <li>- l'importanza di una pesca sostenibile e moderna (professionale e sportiva) per la gestione nel tempo della biodiversità e per il contenimento delle specie invasive</li> <li>- la gestione delle risorse naturali (acqua, suolo, ...)</li> <li>- la normativa (Direttive "Natura", VINCA, VAS, VIA chi fa cosa, quali competenze occorrono), il sistema dei controlli, della sorveglianza e delle sanzioni</li> <li>- esempi di buone pratiche (gestione e fruizione del territorio, agricoltura, attività ludiche, ...)</li> <li>- la pianificazione territoriale (reti ecologiche, Rete Natura 2000)</li> <li>- la governance</li> <li>- il coinvolgimento di portatori di interesse per rete sociale, per networking per partecipare a bandi di finanziamento, per mantenere i risultati ambientali</li> <li>- la gestione del volontariato nei temi ambientali</li> <li>- la comunicazione dei temi ambientali</li> <li>- contributi del pubblico alle Valutazioni Ambientali (VAS, VIA, VINCA)</li> <li>- i monitoraggi ambientali con il contributo della con Citizen Science</li> <li>- lo sviluppo sostenibile (Agenda ONU 2030 e la strategia regionale)</li> </ul> <p>La formazione e gli eventi informativi verranno realizzati nell'ambito delle azioni del progetto Life IP "Gestire 2020" (<a href="http://www.naturachevale.it">www.naturachevale.it</a>) che vede la DG Ambiente e Clima di Regione Lombardia come capofila; per alcuni soggetti target la formazione sarà organizzata in collaborazione con ATS Insubria</p> |
| <p><b>Soggetto Attuatore</b></p> <p>Regione Lombardia, ATS Insubria</p>   |
| <p><b>Cronoprogramma attività</b></p> <p>Attività avviata nel corso del 2020</p>  |

*Resoconto attività a cura di Cristina Bollini (Regione Lombardia)*

### **Sintesi delle attività svolte**

Le attività sono state portate avanti in relazione agli affidamenti di incarico. La gara per la selezione dell'agenzia di formazione che dovrà realizzare i corsi per i privati (volontari, amministratori pubblici) sarà avviata a giugno 2020. L'attività è collegata all'azione C2 del progetto Life IP "Gestire2020". La formazione per i soggetti della pubblica amministrazione verrà realizzata da FORMEZ PA mediante una convenzione che sarà sottoscritta con Regione Lombardia nel mese di luglio.



Le misure di sicurezza dovute all'emergenza Covid-19 hanno modificato le modalità di realizzazione dei percorsi formativi. Nelle stagioni ritenute più critiche, autunno-inverno, le attività di formazione saranno realizzate a distanza. Le attività in presenza invece saranno organizzate per essere possibilmente in ambiente esterno e nelle stagioni primaverile-estiva.

Il calendario dei corsi dovrà necessariamente adeguarsi a quelle che saranno le misure di sicurezza Covid-19 in vigore nei prossimi mesi pertanto, potrebbero esserci nuove modifiche.

## Macroazione F. Attività di sviluppo e valorizzazione territoriale delle sponde e della pista ciclabile

| <b>AZIONE F.1</b><br><b>Valorizzazione della zona spondale e della pista ciclabile</b>   |
|--|
| <b>Attività:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- F.1.1. Redazione di uno studio/progetto di inquadramento territoriale/paesaggistico finalizzato a promuovere la fruibilità del lago di Varese in special modo valorizzando la pista ciclabile circumlacuale</li><li>- F.1.2. Effettuazione interventi e lavori individuati nella fase progettuale</li></ul> |
| <b>Risultati attesi</b> <p>L'azione ha l'obiettivo primario di progettare e realizzare opere destinate ad una valorizzazione del territorio circumlacuale favorendo una visione paesaggistica unitaria e rivitalizzando, anche con opere di elettrificazione, la pista ciclabile esistente, favorendo una migliore offerta turistica</p>                             |
| <b>Soggetto coordinatore</b> <p>Associazione comuni rivieraschi</p>  |

| <b>ATTIVITA' F.1.1</b>  |
|---|
| <b>Redazione di uno studio/progetto di inquadramento territoriale/paesaggistico finalizzato a promuovere la fruibilità del lago di Varese in special modo valorizzando la pista ciclabile circumlacuale</b>   |
| <b>Descrizione Attività</b> <p>L'attività prevede la redazione di uno studio che descriva lo stato di fatto lungo le rive del lago, identifichi le peculiarità e le caratteristiche di ogni comune e individui una serie di possibili interventi, proponendo un progetto d'insieme che guidi lo sviluppo delle azioni puntuali mantenendo una visione unitaria dal punto di vista territoriale e paesaggistico. Tematiche di interesse principale riguardano lo sviluppo di forme di fruizione sostenibile legata alla pista ciclabile, l'elettrificazione della stessa, lo sviluppo di una offerta turistica di navigazione elettrica in raccordo con l'Attività D.1.3, nonché la valorizzazione dei servizi di recettività e ricreazione presenti.</p> <p>Il progetto deve essere corredato di una indicazione dettagliata dei possibili interventi da effettuare, con eventuale stima di costi.</p> <p>Il progetto dovrà essere sviluppato con il coinvolgimento degli stakeholder locali.</p> |
| <b>Soggetto Attuatore</b> <p>Associazione Comuni rivieraschi, Camera di Commercio, Regione Lombardia</p>  |
| <b>Cronoprogramma attività</b> <p>Fine attività dicembre 2020</p>   |

*Resoconto attività a cura di Daniele Magni (Regione Lombardia)*

### Sintesi delle attività svolte

Le attività sono state sviluppate all'interno di un apposito GdL della ST del 14 febbraio che ha declinato le attività e sviluppato i contenuti.

All'interno della riunione è stata delineata l'idea di redigere uno studio/progetto complessivo per la valorizzazione turistico fruizionale delle sponde del lago, identificando e valorizzando le peculiarità e caratteristiche dei vari comuni, mantenendo una visione d'insieme, all'interno comunque del contesto di area protetta in cui tutta la superficie del lago ricade.

Tra le tematiche di interesse da sviluppare si sottolineano:

- Sviluppo della ciclabilità ed elettrificazione (stazioni di ricarica):
  - Individuare interventi di manutenzione ordinaria e nel caso straordinaria collegati alla pista ciclabile, aree verdi e arredo urbano connesso
  - Individuare punti di ricarica delle biciclette elettriche
  - Identificare punti di sosta e noleggio biciclette
  - Individuare collegamenti con percorsi di mobilità ciclo/pedonale verso i centri abitati, verso il lago Maggiore, verso la Svizzera, verso Milano
- turismo sostenibile:
  - sviluppo di offerta turistica sulla navigazione elettrica
  - valutare possibili criticità legate al moto ondoso e tutela dei beni archeologici palafitticoli
- sviluppo di altri servizi di recettività e ricreazione

Con il Politecnico di Milano (Dipartimento di Architettura) si è iniziato a definire un percorso per giungere alla redazione dello studio, che dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

- essere redatto sul lago ma anche sulle aree protette limitrofe (lago Biandronno, palude Brabbia), individuando zone di protezione e tutele connesse.
- Contenere un quadro conoscitivo sullo stato di fatto della situazione iniziale in termini di infrastrutture presenti (p.e. pista ciclabile, ect...) e offerta esistente (punti di noleggio bici, aree attrezzate, altro...)
- Contenere una stima di costi rispetto alle attività, servizi e infrastrutture che possono essere offerti/realizzati (p.e. anche stima dei costi di manutenzione della pista ciclabile)
- Possibilità di essere utilizzato per la partecipazione a bandi o richieste di finanziamento

| ATTIVITA' F.1.2.   |   |
|--|---|
| Effettuazione interventi e lavori individuati nella fase progettuale |   |
| <b>Descrizione Attività</b>  | L'attività prevede la realizzazione degli interventi individuati nell'azione precedente previa esecuzione delle necessarie analisi di compatibilità e degli eventuali adempimenti connessi rispetto agli strumenti di pianificazione vigente. |
| <b>Soggetto Attuatore</b>  | Associazione Comuni rivieraschi, Camera di Commercio  |
| <b>Cronoprogramma attività</b>                                       | Da definire   |

# ALLEGATO 1

## AZIONE B.1 MONITORAGGIO DELLO STATO DELLE ACQUE DEL LAGO E DEL SUO EMISSARIO

*a cura di ARPA Lombardia, CNR IRSA Verbania e Università degli Studi dell'Insubria*

Si riporta nel seguito il report completo dei risultati del monitoraggio effettuato da ARPA Lombardia, CNR IRSA Verbania e Università degli Studi dell'Insubria per le Attività B.1.2 e B.1.3

### Lago di Varese

Come previsto nel Piano di monitoraggio, a partire dal mese di gennaio 2019, sono stati effettuati campionamenti mensili per il fitoplancton e per i parametri fisico-chimici e chimici di base. Fitoplancton e clorofilla *a* sono stati analizzati in laboratorio su campioni integrati lungo la colonna d'acqua, i parametri fisico-chimici sono stati rilevati direttamente in campo con misure continue tramite sonda multiparametrica (modello Oceanseven 316), mentre i parametri chimici di base sono stati determinati in laboratorio su campioni prelevati a profondità discrete, ad eccezione del carbonio organico disciolto (DOC). Anche le sostanze appartenenti e non appartenenti all'elenco di priorità sono state analizzate mensilmente ad eccezione delle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) per cui la frequenza è stata trimestrale. I metalli sono stati determinati su campioni prelevati a profondità discrete, mentre i restanti parametri su due campioni integrati lungo la colonna d'acqua (0-5 m e 5-23 m).

Durante il periodo di stratificazione termica, da maggio a novembre 2019, sono stati monitorati anche alcuni punti aggiuntivi allo scopo di verificare l'omogeneità spaziale delle caratteristiche chimico-fisiche del lago e cercare di stimare con maggiore precisione l'entità del carico interno. L'ubicazione dei punti di prelievo è riportata in Figura 17, mentre in Tabella 14, Tabella 15 e

Tabella 16 le sono riportati rispettivamente i parametri biologici, chimico-fisici e chimici, le relative frequenze e le date di campionamento. In Allegato è riportato l'elenco completo delle sostanze ricercate.

Nelle stazioni aggiuntive, tramite sonda multiparametrica, si sono registrati dalla superficie al fondo i profili di temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto, pH e radiazione luminosa. Sono stati raccolti e destinati all'analisi di fosforo totale e ortofosfato un campione a circa un metro dal fondo e un campione integrato rappresentativo dell'ipolimnio. Per il punto AQST3 il campionamento si è reso necessario solo durante la fase di massima stratificazione termica.

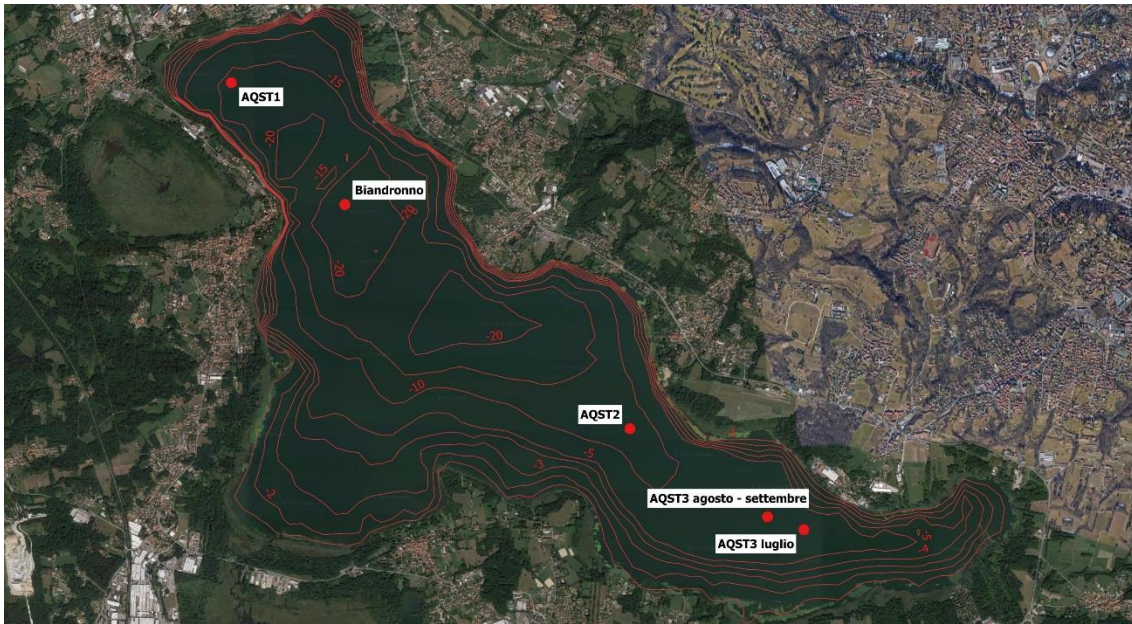


Figura 17. Lago di Varese: ubicazione della stazione di monitoraggio (Biandronno) e delle stazioni aggiuntive per la valutazione del carico interno.

Tabella 14. Parametri biologici, fisico-chimici e chimici di base, profondità di campionamento, numero di campagne nella stazione di Biandronno nel 2019.

| Categoria parametri    | Parametri  | Profondità di misura e campionamento             | Numero campagne di misura e campionamento eseguite / previste |
|------------------------|--|--|---|
| Biologici              | Fitoplancton, clorofilla a   | Integrata (da superficie a limite zona eufotica) | 12/12   |
| Fisico-chimici di base | Temperatura, ossigeno disciolto, saturazione di ossigeno, conducibilità a 20°C, pH   | Continua su intera colonna                       | 12/12   |
|                        | Trasparenza  | -  | 12/12   |
| Chimici di base        | Fosforo totale, ortofosfato, azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, alcalinità, silice, calcio, magnesio, sodio, potassio, cloruri, solfati, durezza | Discrete   | 12/12   |
| Altri                  | DOC  | Integrate (0-5 m e 5-23 m)                       | 12/12   |

Tabella 15. Parametri chimici, profondità di campionamento, numero di campagne nelle stazioni aggiuntive AQST1, AQST2, AQST3 da gennaio a novembre 2019.

| Categoria parametri    | Parametri  | Profondità di misura e campionamento             | Numero campagne di misura e campionamento eseguite / previste |
|------------------------|--|--|---|
| Fisico-chimici di base | Temperatura, ossigeno disciolto, saturazione di ossigeno, conducibilità a 20°C, pH | Continua su intera colonna                       | 7/7   |
|                        | Trasparenza  | -  | 7/7   |
| Chimici di base        | Fosforo totale, ortofosfato  | Fondo e integrato rappresentativo dell'ipolimnio | 7/7   |

Tabella 16. Date di campionamento nelle quattro stazioni di monitoraggio aggiuntive del lago di Varese nel 2019.

| Biandronno | AQST1  | AQST2  | AQST3  |
|------------|--------|--------|--------|
| 16-gen     | -      | -      | -      |
| 20-feb     | -      | -      | -      |
| 11-mar     | -      | -      | -      |
| 9-apr      | -      | -      | -      |
| 14-mag     | 16-mag | 16-mag | -      |
| 10-giu     | 13-giu | 13-giu | -      |
| 10-lug     | 8-lug  | 8-lug  | 8-lug  |
| 8-ago      | 5-ago  | 5-ago  | 5-ago  |
| 11-set     | 10-set | 10-set | 10-set |
| 09-ott     | 16-ott | 16-ott | -      |
| 12-nov     | 18-nov | 18-nov | -      |
| 11-dic     | -      | -      | -      |

### Fiume Bardello

Per il fiume Bardello, emissario del lago di Varese, nel 2019 è stato effettuato il monitoraggio degli elementi biologici (macroinvertebrati, diatomee, macrofite, fauna ittica), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici, allo scopo di verificarne l'evoluzione a seguito della futura immissione di acque ipolimniche del lago di Varese. Il monitoraggio è stato eseguito in quattro stazioni: a Gavirate all'uscita del lago (monte depuratore), a Gavirate (valle depuratore), a Cocquio-Trevisago (vecchia filanda), a Brebbia (Stamperia), prima dell'immissione a lago in corrispondenza della stazione della rete regionale in cui viene eseguito il monitoraggio ordinario (Figura 18 e Tabella 17).

Nel 2019 sono state effettuate 4 campagne di campionamento per i macroinvertebrati, 2 per le diatomee, 2 per le macrofite e uno per la fauna ittica (Tabella 18). Con frequenza mensile sono stati eseguiti i campionamenti per i parametri fisico-chimici e chimici di base (Tabella 19 e Tabella 20). I campionamenti per le sostanze appartenenti e non appartenenti all'elenco di priorità sono stati eseguiti con frequenza mensile o trimestrale (

Tabella 21).

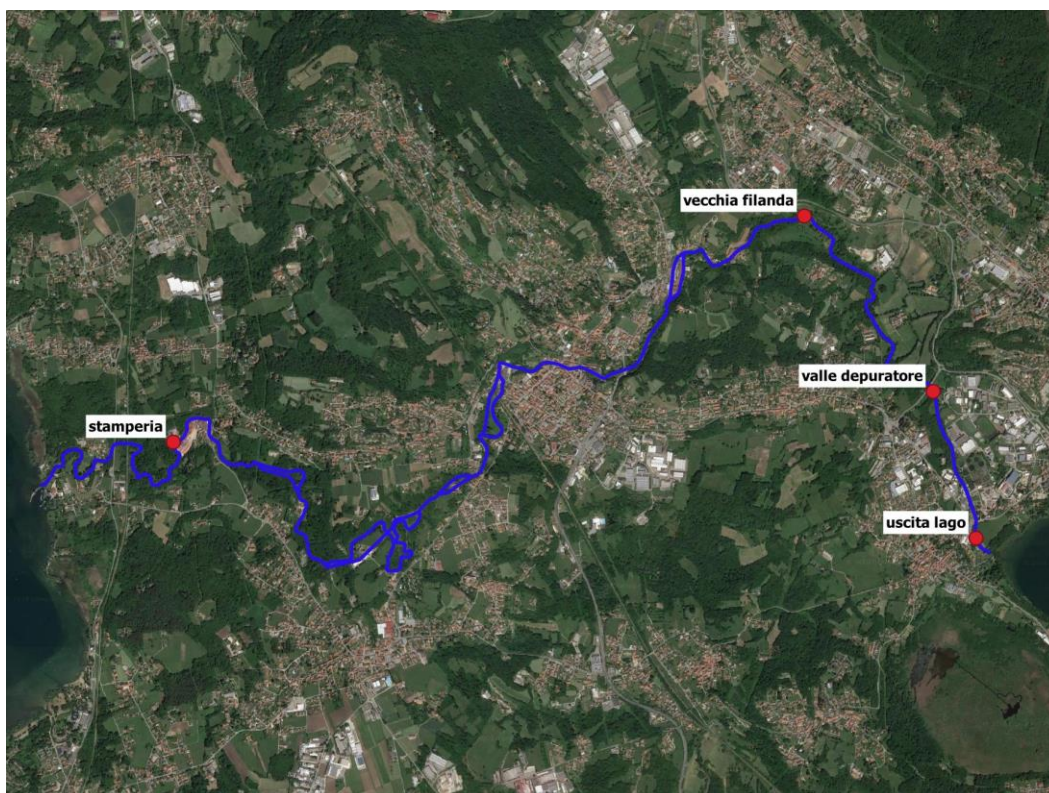


Figura 18. Fiume Bardello: stazioni di monitoraggio per gli elementi biologici e i parametri fisico-chimici e chimici.

Tabella 17. Stazioni di monitoraggio sul fiume Bardello.

| Codice 14 cifre | Stazione codice | Comune    | Località         | X<br>UTM-WGS84 | Y<br>UTM-WGS84 |
|-----------------|-----------------|-----------|------------------|----------------|----------------|
| CI012072NU0002  | N0080981151lo4  | Gavirate  | Uscita lago      | 476843         | 5075845        |
| CI012072NU0003  | N0080981151lo3  | Gavirate  | Valle depuratore | 476561         | 5076812        |
| CI012053NU0001  | N0080981151lo2  | Trevisago | Vecchia filanda  | 475714         | 5077967        |
| CI012017NU0001  | N0080981151lo1  | Brescia   | Stamperia        | 471584         | 5076480        |

Tabella 18. Elementi biologici, numero di campionamenti e date di monitoraggio per il fiume Bardello.

| Elementi biologici | Numero di campionamenti eseguiti/previsti<br>2019 |                     |                    |           | Date di campionamento<br>2019  |
|--------------------|---|---------------------|--------------------|-----------|--------------------------------|
|                    | Uscita lago                                       | Valle<br>depuratore | Vecchia<br>filanda | Stamperia |                                |
| Macroinvertebrati  | 4/4   | 4/4                 | 4/4                | 4/4       | 27-feb, 29-mag, 12-set, 13-nov |
| Diatomee           | 2/2   | 2/2                 | 2/2                | 2/2       | 29-mag, 12-sett                |
| Macrofite          | 2/2   | 2/2                 | 2/2                | 2/2       | 30-giu, 12-sett                |
| Fauna ittica       | 1/1   | 1/1                 | 1/1                | 1/1       | 18-19-24-25-set                |

Tabella 19. Date di monitoraggio per gli elementi chimico-fisici e chimici misurati sul fiume Bardello.

| N. | Profilo analitico | Uscita lago | Valle depuratore | Vecchia filanda | Stamperia   |
|----|-------------------|-------------|------------------|-----------------|-------------|
| 1  | mensile           | 24/01/2019  | 24/01/2019       | 24/01/2019      | 24/01/2019  |
| 2  | mensile           | 19/02/2019  | 19/02/2019       | 19/02/2019      | 19/02/2019  |
| 3  | trimestrale       | 13/03/2019* | 13/03/2019*      | 13/03/2019*     | 13/03/2019* |
| 4  | mensile           | 11/04/2019  | 11/04/2019       | 11/04/2019      | 11/04/2019  |
| 5  | mensile           | 14/05/2019* | 14/05/2019*      | 14/05/2019*     | 14/05/2019* |



|    |             |             |             |             |             |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 6  | trimestrale | 13/06/2019* | 13/06/2019* | 13/06/2019* | 13/06/2019* |
| 7  | mensile     | 10/07/2019  | 10/07/2019  | 10/07/2019  | 10/07/2019  |
| 8  | mensile     | 07/08/2019* | 07/08/2019  | 07/08/2019* | 07/08/2019* |
| 9  | trimestrale | 11/09/2019* | 11/09/2019* | 11/09/2019* | 11/09/2019* |
| 10 | mensile     | 09/10/2019* | 09/10/2019* | 09/10/2019* | 09/10/2019* |
| 11 | trimestrale | 12/11/2019* | 12/11/2019* | 12/11/2019* | 12/11/2019* |
| 12 | mensile     | 09/12/2019* | 09/12/2019* | 09/12/2019* | 09/12/2019* |

\*effettuate anche le misure di portata

Tabella 20. Parametri fisico-chimici e chimici di base e numero di campagne di campionamento per il fiume Bardello.

| Categoria parametri    | Parametri  | Numero campagne di misura e campionamento eseguite / previste |                  |                 |           |
|------------------------|--|---|------------------|-----------------|-----------|
|                        |  | Uscita lago   | Valle depuratore | Vecchia filanda | Stamperia |
| Fisico-chimici di base | Temperatura, ossigeno disciolto, saturazione di ossigeno, conducibilità a 20°C, pH   | 12/12   | 12/12            | 12/12           | 12/12     |
| Chimici di base        | Alcalinità, durezza, azoto totale, solidi sospesi, azoto ammoniacale, ammoniaca non ionizzata, ammoniaca totale, azoto nitrico, azoto nitroso, COD, ortofosfato, fosforo totale, cloruri, solfati, calcio, magnesio, potassio, sodio | 12/12   | 12/12            | 12/12           | 12/12     |
|                        | BOD <sub>5</sub>   | 5/4   | 5/4              | 5/4             | 5/4       |
| Altri                  | DOC  | -   | -                | -               | 12/12     |
| Microbiologici         | <i>Escherichia coli</i>  | 12/12   | 12/12            | 12/12           | 12/12     |

Tabella 21. Parametri chimici e numero di campagne di campionamento previste per il fiume Bardello.

| Categoria parametri               | Parametri   | Tabella Digs 172/2015 | Numero campagne di campionamento eseguite / previste |                  |                 |           |
|-----------------------------------|---|-----------------------|--|------------------|-----------------|-----------|
|                                   |   |                       | Uscita lago  | Valle depuratore | Vecchia filanda | Stamperia |
| Metalli                           | Arsenico, cromo   | 1/B                   | 12/12  | 12/12            | 12/12           | 12/12     |
|                                   | Cadmio, mercurio, nichel, piombo  | 1/A                   |  |                  |                 |           |
|                                   | Rame, zinco   | -                     |  |                  |                 |           |
| Idrocarburi policiclici aromatici | Idrocarburi policiclici aromatici totali<br>Benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, indeno(1,2,3-cd)pirene, antracene, fluorantene, naftalene | 1/A                   | 12/12  | 12/12            | 12/12           | 12/12     |
|                                   | Benzo(a)antracene, crisene, dibenzo(a,h)pirene, pirene  | -                     | 4/4  | 4/4              | 4/4             | 4/4       |
| Composti organici volatili        | Xilene (orto- meta- para)   | 1/B                   | 4/4  | 4/4              | 4/4             | 4/4       |
|                                   | Diclorometano, triclorometano, 1,2 dicloroetano, esaclorobutadiene, tetracloroetilene   | 1/A                   | 12/12  | 12/12            | 12/12           | 12/12     |
|                                   | Etilbenzene, diclorobromometano   | -                     | 4/4  | 4/4              | 4/4             | 4/4       |
| Pesticidi                         | Atrazina, clorpirifos (etile), esaclorocicloesano, aclonifen, terbutrina, dicofol, chinossifen  | 1/A                   | 4/4  | 4/4              | 4/4             | 4/4       |
|                                   | Atrazina desetil, atrazina-desisopropil, terbutilazina, imidacloprid, TCEP  | 1/B                   | 0  | 0                | 0               | 4/4       |
|                                   | terbutilazina desetil, diclorobenzammide 2,6, glifosate, AMPA, metolachlor, zolfo, ossicloruri di rame  | -                     | 4/4  | 4/4              | 4/4             | 4/4       |
|                                   | Diclofenac  | Watch-list            | 4/4  | 4/4              | 4/4             | 4/4       |
| Altri                             | PFAS  | 1/A -1/B              | 3/4  | 3/4              | 3/4             | 3/4       |



## Lago Maggiore

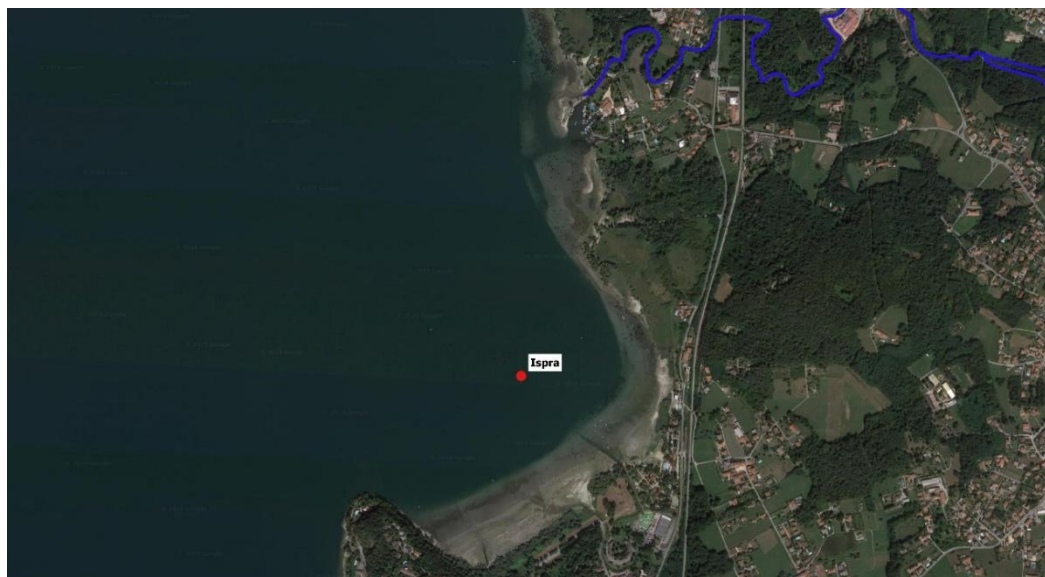
Nella relazione redatta dal Comitato Tecnico Scientifico dell'Osservatorio del lago di Varese (2017) veniva sottolineata la necessità di valutare con attenzione le possibili conseguenze del prelievo ipolimnico nella zona di immissione del fiume Bardello nel Lago Maggiore, caratterizzata da batimetria ridotta e riscaldamento primaverile-estivo più marcato.

Non essendo disponibili informazioni sull'andamento delle correnti nell'area in esame, la stazione di monitoraggio sul Lago Maggiore è stata collocata nella zona che sembrerebbe più soggetta a un potenziale ristagno delle acque in base alle caratteristiche idromorfologiche osservate in campo e all'analisi dei rilievi fotogrammetrici aerei. Essa si trova a un chilometro in linea d'aria dalla foce del corso d'acqua (Tabella 22; Figura 19). Nella stazione è previsto il monitoraggio degli elementi biologici (fitoplancton), degli elementi fisico-chimici di base e di altri elementi chimici.

Per quanto riguarda gli elementi biologici, sono stati effettuati campionamenti mensili del fitoplancton da sottoporre ad analisi qualitativa o semi-quantitativa. Fitoplancton e clorofilla *a* sono stati analizzati su campioni integrati lungo la colonna d'acqua. I parametri fisico-chimici sono stati rilevati mensilmente in campo con misure continue lungo la colonna d'acqua, mentre i restanti parametri chimici sono stati determinati mensilmente (ad eccezione dei PFAS per cui la frequenza è trimestrale) su due campioni integrati. In Tabella 23 sono riportati i parametri fisico-chimici e chimici di base analizzati e le relative frequenze e in Tabella 24 le date dei campionamenti. In Allegato è riportato l'elenco completo delle sostanze contaminanti ricercate.

*Tabella 22. Punto di monitoraggio per il fitoplancton e i parametri fisico-chimici e chimici sul Lago Maggiore (coordinate UTM-WGS84).*

| Codice corpo idrico | Codice stazione | Corpo idrico  | Nome stazione | X      | Y       |
|---------------------|-----------------|---------------|---------------|--------|---------|
| ITIRPOTI2LN1IN      | POTI2LN1in3     | Lago Maggiore | Ispra         | 470474 | 5075192 |



*Figura 19. Lago Maggiore: punto di monitoraggio del fitoplancton e dei parametri fisico-chimici e chimici.*

Tabella 23. Parametri biologici, fisico-chimici e chimici di base, profondità di campionamento, numero di campagne e frequenza per il monitoraggio del Lago Maggiore nel 2019.

| <b>Categoria parametri</b> | <b>Parametri</b>   | <b>Profondità di misura e campionamento</b> | <b>Numero campagne di misura e campionamento eseguite / previste</b> |
|----------------------------|--|---|--|
| Biologici                  | Fitoplancton, clorofilla <i>a</i>  | Integrata (0-2 m)                           | 12/12  |
| Fisico-chimici di base     | Temperatura, ossigeno disciolto, saturazione di ossigeno, conducibilità a 20°C, pH   | Continua su intera colonna                  | 12/12  |
|                            | Trasparenza  | -   | 12/12  |
| Chimici di base            | Fosforo totale, ortofosfato, azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, alcalinità, silice, calcio, magnesio, sodio, potassio, cloruri, solfati, durezza | Integrate (0-5 m e 5-23 m)                  | 12/12  |
| Altri                      | DOC  | Integrate (0-5 m e 5-23 m)                  | 12/12  |

Tabella 24. Date di campionamento nella stazione di monitoraggio sul Lago Maggiore a Ispra nel 2019.

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 21-gen | 08-apr | 09-lug | 10-ott |
| 19-feb | 15-mag | 06-ago | 13-nov |
| 12-mar | 11-giu | 12-set | 12-dic |

## **Supporto alle altre attività di indagine**

Nel corso del 2019 è stato fornito il supporto da parte di ARPA per lo svolgimento delle altre attività ricomprese nell'Azione B.1, in particolare riguardo il campionamento di matrici ambientali destinate ad analisi da parte degli altri soggetti attuatori dell'AQST, come descritto nel seguito.

A partire da luglio 2019 sono stati prelevati campioni di acqua dal lago di Varese, dal lago Maggiore e nelle stazioni del fiume Bardello destinati all'analisi dei determinanti di antibiotico e metallo resistenza, alla descrizione della comunità batterica e per verificare la presenza di potenziali patogeni, attività in carico al CNR-IRSA di Verbania.

A metà luglio 2019 ARPA ha fornito supporto all'attività di campionamento dei sedimenti in tre punti per la ricerca di PFAS, DDT e PCB, attività in carico all'Università dell'Insubria.

Nel 2019 ARPA ha inoltre fornito supporto al CNR IRSA di Verbania nello svolgimento dell'azione B3, Attività B.3.1. - Sviluppo e validazione di un modello previsionale della qualità delle acque del lago. ARPA ha fornito i dati pregressi di chimica delle acque e fitoplancton e ha fornito supporto al reperimento dei dati meteo-idrologici necessari alla calibrazione del modello. Il personale di ARPA ha inoltre partecipato ad incontri con i ricercatori CNR IRSA per discutere le modalità e i risultati della calibrazione.

## **Metodi di campionamento e analisi**

I metodi di riferimento per il campionamento e l'analisi degli elementi biologici e il campionamento dei laghi sono riportati nel volume Manuali e Linee Guida 111/2014 di ISPRA, integrati dalle procedure presenti nella rete agenziale ARPAnet. I risultati del monitoraggio biologico sono valutati secondo gli indici previsti dal DM 260/2010.

I metodi di riferimento per le analisi chimiche sono riportati per ciascun parametro o gruppi di parametri nella rete agenziale ARPAnet.

## RISULTATI

### Lago di Varese

#### Parametri chimico-fisici e chimici

La fase di piena circolazione, iniziata a fine 2018 è chiaramente visibile nei profili di **temperatura** delle acque dei primi tre mesi dell'anno (Figura 20) durante i quali i valori medi sulla colonna sono compresi tra i 4,5 °C di febbraio e i 5,4 °C di marzo. Segue un progressivo riscaldamento delle acque superficiali rispetto a quelle profonde che determina una marcata stratificazione che raggiunge il suo apice nei mesi di luglio e agosto.

L'estensione dell'epilimnio varia dai 2 metri a giugno ai 10 metri a novembre, con una temperatura massima superficiale di 28,5 °C a fine luglio. L'ipolimnio inizia intorno ai 10 metri e da settembre, in seguito al processo di raffreddamento delle acque superficiali, scende progressivamente.

La fase di stratificazione termica inizia a maggio, nonostante il gradiente di temperatura sia meno marcato rispetto ad altri anni e inferiore a 1 °C/m su tutta la colonna. Dal punto di vista meteorologico il mese di maggio è stato più freddo (-1,2 °C) rispetto alla media 1981-2010 e caratterizzato da venti da nord nei giorni precedenti il prelievo (Centro Geofisico Prealpino, 2019).

A metà dicembre la temperatura torna ad essere omogenea sull'intera colonna d'acqua e inizia il processo di rimescolamento delle acque più profonde.

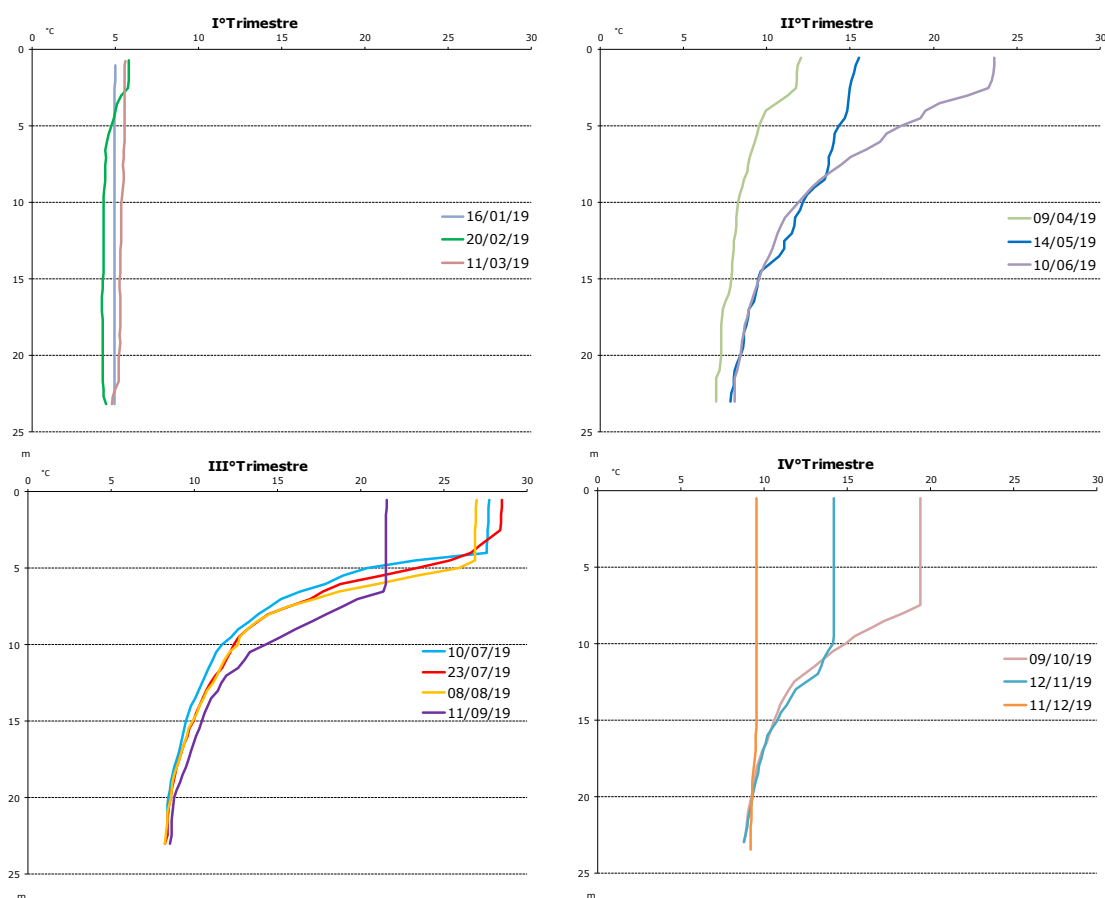


Figura 20. Profili di temperatura della colonna d'acqua nella stazione di massima profondità del lago di Varese nel 2019.

Il confronto con i profili registrati nelle stazioni aggiuntive (a titolo di esempio in Figura 21 si riportano i profili di agosto e novembre) mostra come l'andamento della temperatura sia generalmente sovrapponibile e quindi la profondità di inizio del termoclinio e dell'ipolimnio sia simile in tutto il lago. Solo nell'ultimo periodo di stratificazione termica (ottobre e novembre) si osservano differenze più significative tra la stazione di Biandronno e quelle a minore batimetria dove si hanno temperature inferiori. Tale differenza può essere spiegata dalla minore profondità e in parte dalla differente data di campionamento, posticipata di quasi una settimana nelle ultime due campagne per le stazioni AQST1 e AQST2 a causa delle condizioni metereologiche.

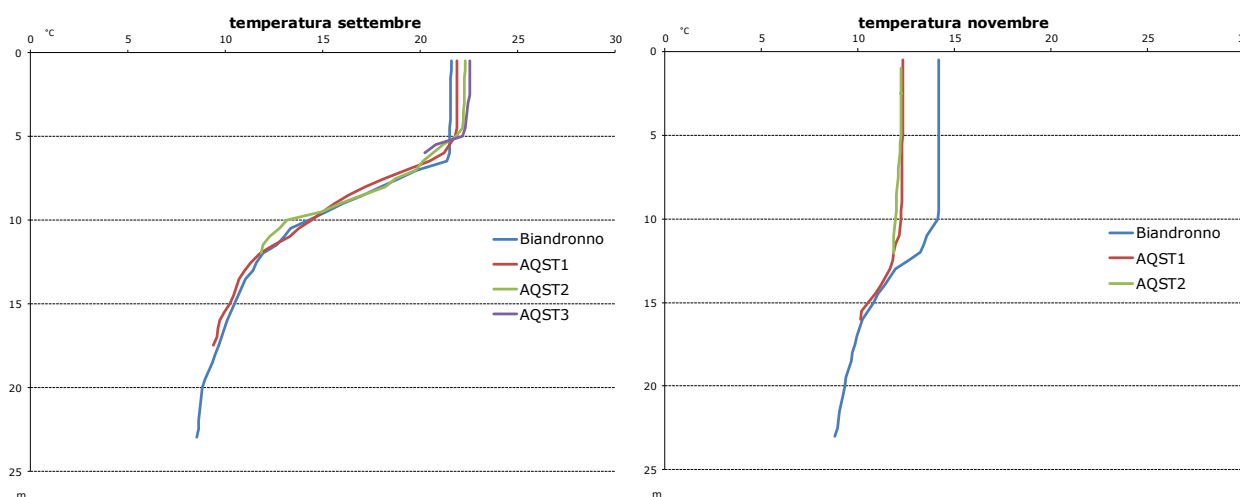


Figura 21. Profili di temperatura della colonna d'acqua nelle stazioni monitorate nei mesi di agosto e novembre.

L'**ossigeno disciolto** (Figura 22) raggiunge la sua massima concentrazione ad aprile con una media ponderata sui volumi di 10 mg/L O<sub>2</sub>, quando non si è ancora instaurata la fase di stratificazione termica e la piena circolazione durante l'inverno ha consentito di rifornire di ossigeno anche le acque profonde. Successivamente, si ha un brusco calo del tenore di ossigeno nell'ipolimnio, con una progressiva estensione dello strato anossico che raggiunge il suo massimo ad agosto, in cui oltre i due terzi del profilo verticale sono pressoché privi di ossigeno. A dicembre l'ossidazione delle sostanze ridotte accumulate nell'ipolimnio determina un drastico calo del tenore di ossigeno sull'intera colonna d'acqua portandolo a valori critici anche in superficie fino a 2,5 mg/L O<sub>2</sub>.

In Tabella 25 si riporta la profondità al di sotto della quale la concentrazione risulta inferiore a 1 mg/L O<sub>2</sub> – valore individuato da precedenti studi (Crosa,2007) come soglia per l'innescio del processo di rilascio di fosforo dai sedimenti – e i corrispondenti volumi d'acqua e superfici interessati. Come si può osservare, se a maggio il fenomeno si verifica solo in prossimità del fondo, con il passare del tempo la superficie rilasciante aumenta progressivamente sino ad interessare potenzialmente il 50-55% di quella complessiva.

Nell'epilimnio la produzione fotosintetica determina una condizione di sovrassaturazione, con un picco prossimo al 190% molto evidente nella stazione di Biandronno a giugno a circa 4 metri di profondità. Nelle altre due stazioni, pur essendo chiaramente identificabile, il picco risulta di entità inferiore (Figura 23).

Tabella 25. Lago di Varese: profondità a cui si rileva una concentrazione di ossigeno inferiore a 1 mg/L O<sub>2</sub> e corrispondenti volumi e superfici della cuvetta lacustre interessati nel periodo maggio-dicembre 2019.

| Data   | Profondità (m) | Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) <sup>(a)</sup> | Superficie (km <sup>2</sup> ) <sup>(b)</sup> | Volume % sul totale | Superficie % sul totale |
|--------|----------------|---|--|---------------------|-------------------------|
| 14-mag | 23             | 1,73  | 1,21   | 1                   | 8                       |
| 10-giu | 15             | 27,37   | 4,70   | 18                  | 32                      |
| 10-lug | 8,5            | 64,87   | 7,06   | 42                  | 49                      |
| 23-lug | 8              | 68,40   | 7,32   | 45                  | 50                      |
| 8-ago  | 7              | 76,03   | 7,96   | 49                  | 55                      |
| 11-set | 8              | 68,40   | 7,32   | 45                  | 50                      |
| 9-ott  | 8,5            | 64,87   | 7,06   | 42                  | 49                      |
| 12-nov | 12             | 42,85   | 5,63   | 28                  | 39                      |
| 11-dic | 22             | 3,20  | 1,75   | 2                   | 12                      |

(a) Volume totale: 153,652 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

(b) Superficie totale 14,52 km<sup>2</sup>

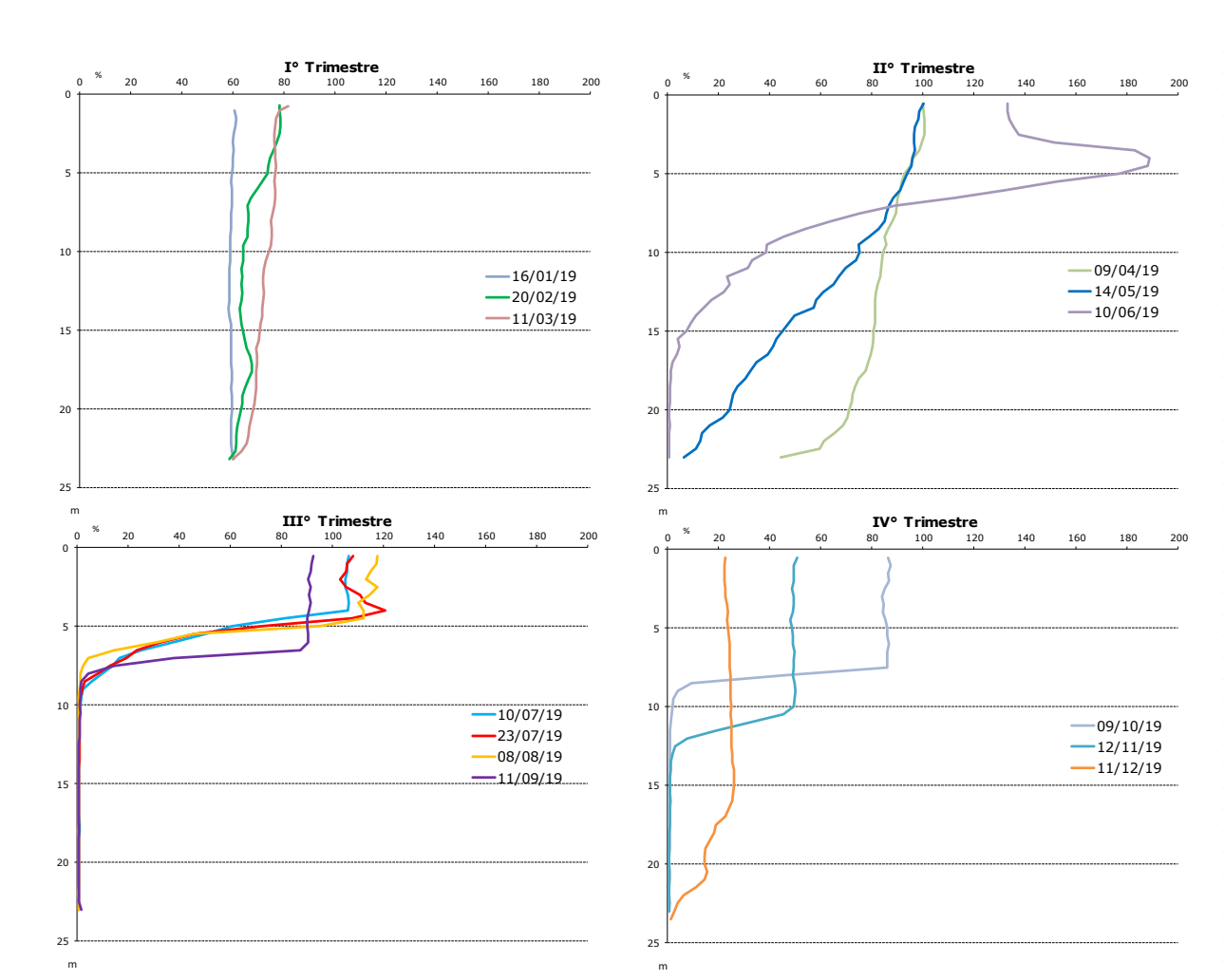


Figura 22. Profili della concentrazione di ossigeno disciolto (% saturazione) nella stazione di Biandronno nel 2019.

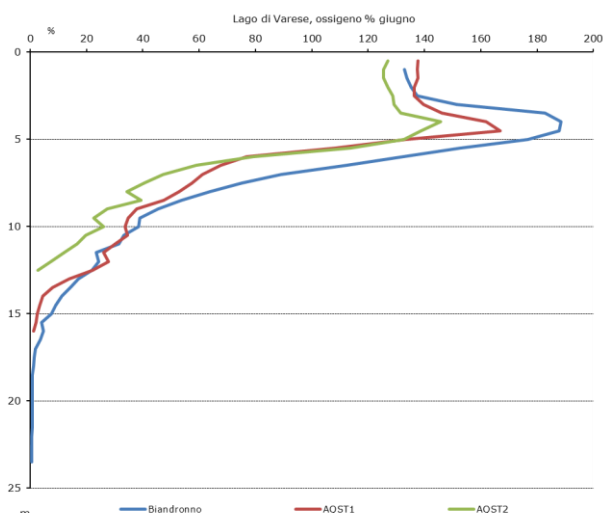


Figura 23. Profili della concentrazione di ossigeno disciolto nelle stazioni monitorate nel mese di giugno 2019.

La concentrazione dei **macronutrienti** diviene omogenea lungo la colonna d'acqua durante la fase di piena circolazione in cui **azoto** e **fosforo** raggiungono le concentrazioni superficiali maggiori. Successivamente, il consumo delle forme inorganiche biodisponibili da parte dei produttori primari ne determina un progressivo impoverimento, con valori che a giugno scendono sotto il limite di quantificazione nella zona eufotica.

In Figura 24 e Figura 25 è mostrato l'andamento dell'azoto nitrico e ammoniacale in superficie e sul fondo del lago: anche nel 2019 vengono confermate le dinamiche osservate in passato. Nell'ipolimnio si verifica una riduzione della forma nitrica e un incremento di quella ammoniacale conseguente alla condizione di ipossia delle acque; a 22 metri di profondità nel periodo ottobre-novembre l'azoto ammoniacale raggiunge una concentrazione di 2,1 mg/L N.

Il fosforo totale si mantiene elevato durante la fase di piena circolazione con una media ponderata sui volumi di 90  $\mu\text{g/L P}$  a gennaio, un massimo di 114  $\mu\text{g/L P}$  a febbraio, e 75  $\mu\text{g/L P}$  a marzo per l'anno 2019. A gennaio e febbraio 2020 le concentrazioni sono state rispettivamente di 95  $\mu\text{g/L P}$  e 75  $\mu\text{g/L P}$ . In Figura 26 si riportano le medie ponderate sui volumi ricalcolate per il periodo 2009-2020 a febbraio, mese considerato rappresentativo del periodo e utilizzato da ARPA in questi anni per la classificazione. I valori del 2011 e del 2015 sono stati esclusi in quanto ritenuti anomali. Spiccano nella serie storica le concentrazioni del 2017 e del 2019 che raggiungono e superano i 100  $\mu\text{g/L}$ . È possibile che al picco del 2019 abbia contribuito una maggiore durata del periodo di stratificazione come sembra indicare il profilo di novembre 2018 in cui il termoclinio è ancora ben definito e il gradiente termico è più marcato rispetto agli altri anni. L'autunno 2018 infatti è stato il più caldo mai registrato dal 1967 (Centro Geofisico Prealpino, 2018). Con l'inizio della fase di stratificazione delle acque si assiste ad un incremento dei valori di fosforo con l'aumentare della profondità: a maggio è già chiaramente visibile e a ottobre, a 22 metri, si raggiungono 492  $\mu\text{g/L P}$ .

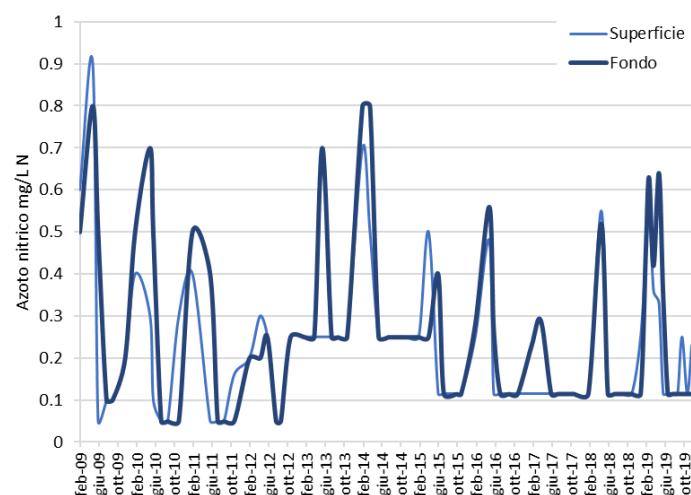


Figura 24. Lago di Varese: concentrazioni di azoto nitrico in superficie e in prossimità del fondo nei campionamenti dal 2009 al 2019.

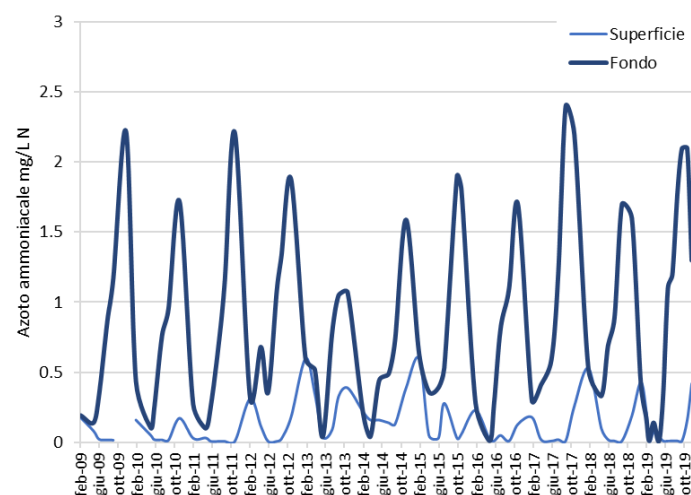


Figura 25. Lago di Varese: concentrazioni di azoto ammoniacale in superficie e in prossimità del fondo nei campionamenti dal 2009 al 2019.

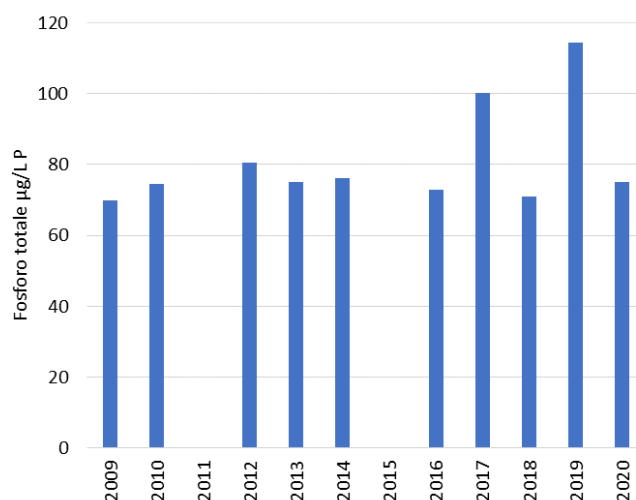


Figura 26. Lago di Varese: concentrazione del fosforo totale alla circolazione (media ponderata sui volumi) nei campionamenti dal 2009 al 2020 (non si dispongono dati validi per il 2011 e per il 2015).

I valori più elevati di trasparenza (disco di Secchi), pari a 9 metri, sono stati osservati a gennaio 2019, quando le condizioni meteo-climatiche sfavoriscono la produzione primaria, e ad aprile 2019,



quando l'attività di grazing dello zooplancton – di cui si è potuta osservare una massiccia proliferazione – sul fitoplancton si fa particolarmente intensa (Figura 27). A marzo, a causa del forte vento e del conseguente moto ondoso non è stato possibile misurare il parametro.

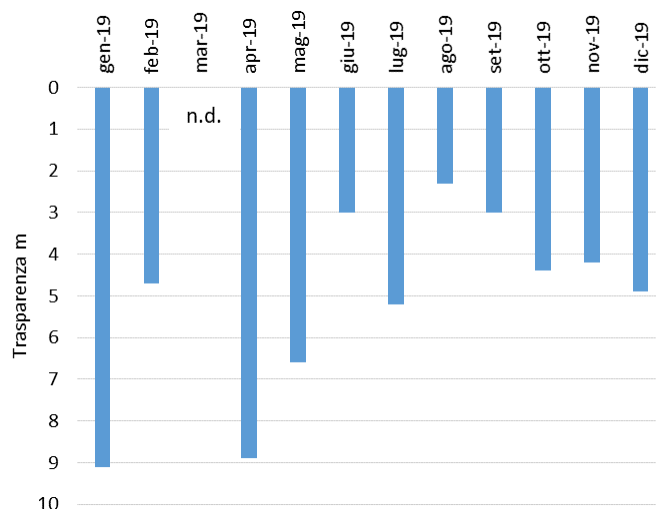


Figura 27. Lago di Varese: andamento della trasparenza nella stazione di Biandronno nel 2019.

La trasparenza media nel 2019 è pari a 5,1 metri. La Figura 28 mostra l'andamento della trasparenza media annua nel periodo 2003-2019; poiché nel periodo 2003-2008 e nel 2019 i campionamenti hanno avuto una frequenza maggiore rispetto agli altri anni, nel grafico sono riportati i valori calcolati considerando tutti i mesi in cui è stata effettuata la misura e quelli calcolati considerando solo i mesi comuni tra i vari anni.

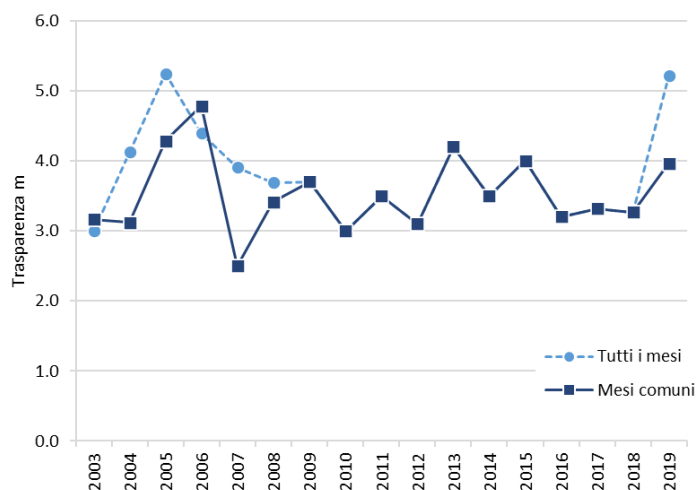


Figura 28. Lago di Varese: andamento della trasparenza media annua nella stazione di Biandronno nel periodo 2003-2019. Sono confrontati i valori calcolati considerando tutti i mesi in cui è stata effettuata la misura e quelli calcolati considerando solo i mesi comuni tra i vari anni.

## Fitoplancton

La Figura 29 riporta l'andamento del biovolume della comunità fitoplanctonica presente nella zona eufotica nell'arco dell'anno, la Figura 30 ne mostra la composizione percentuale in termini di classi algali.

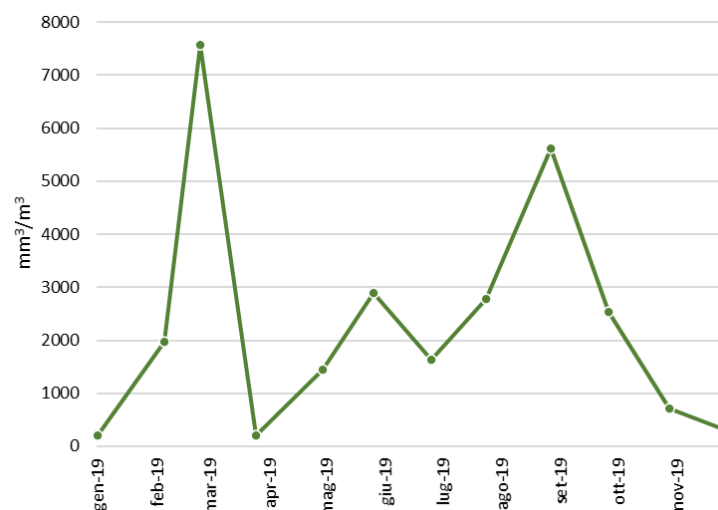


Figura 29. Andamento del biovolume della comunità fitoplanctonica nella stazione di Biandronno nel 2019.

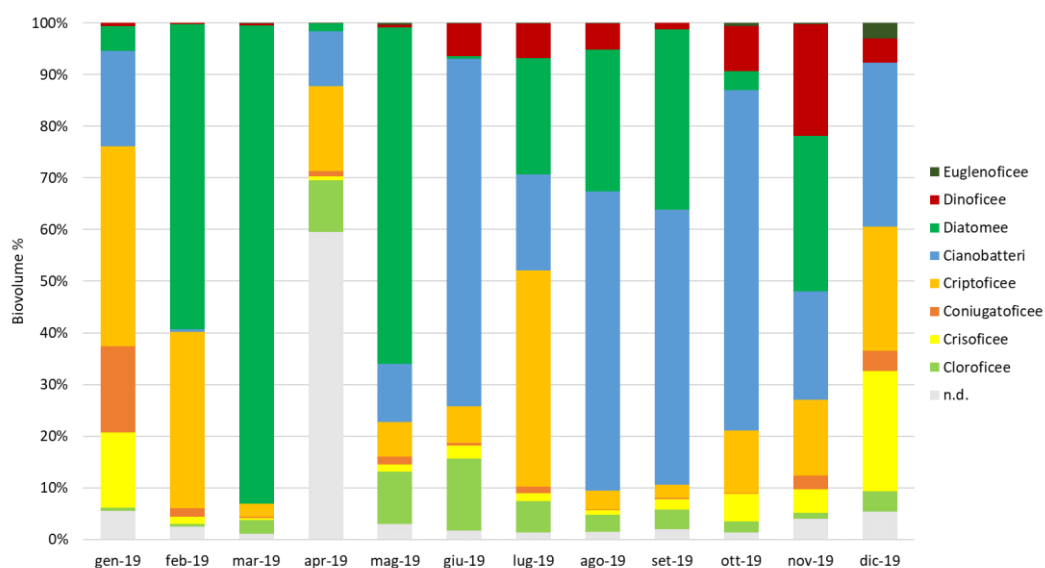


Figura 30. Composizione percentuale della comunità fitoplanctonica nella stazione di Biandronno nel 2019.

Nel 2019 sono visibili due picchi di produzione algale significativi nei mesi di marzo e settembre con oltre 7000 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> e 5000 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> rispettivamente e una produzione estiva discreta ad eccezione del mese di luglio caratterizzato da una minore proliferazione come confermato dalla trasparenza insolitamente elevata e dalla ridotta quantità di clorofilla. Come nel 2016, il picco produttivo tardo invernale non si è verificato a febbraio ma a marzo, cui corrisponde una concentrazione di clorofilla *a* di 21 µg/L. Complessivamente il biovolume medio annuo, nonostante quello che ci si potrebbe aspettare in base alle caratteristiche del lago, non è particolarmente elevato, attestandosi sui 2300 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

In termini di composizione percentuale si può osservare come le diatomee e i cianobatteri siano le due classi algali principali. Le prime sono quasi sempre una componente significativa e raggiungono il massimo sviluppo a marzo grazie all'elevata quantità di nutrienti tornati biodisponibili durante il periodo di piena circolazione delle acque e che vengono assimilati in particolare da specie del gruppo *Centrales* (*Stephanodiscus parvus/minutulus* e *Asterionella formosa*). I cianobatteri divengono dominanti durante il periodo estivo, in particolare grazie al genere *Lyngbya*, già responsabile nel 2014 di un periodo di massiccia fioritura algale, che contribuisce significativamente

in termini di biovolume, essendo caratterizzato da tricoli di notevoli dimensioni. A giugno i cianobatteri sono presenti anche con specie del gruppo *Chroococcales* appartenenti ai generi *Cyanodictyon* e *Aphanocapsa*, caratterizzati da colonie composte da un numero elevato di cellule di piccole dimensioni il cui contributo è più evidente in termini di densità piuttosto che di biovolume.

Nella zona eufotica il consumo dei nutrienti disciolti da parte del fitoplancton associato alla forte stratificazione termica delle acque porta l'ortofosfato e le diverse forme di azoto inorganico a concentrazioni spesso inferiori al limite di quantificazione, limitando lo sviluppo algale.

Il rapporto tra le concentrazioni ponderate sui volumi di azoto inorganico (Dissolved Inorganic Nitrogen, DIN) e ortofosfato (Dissolved Inorganic Phosphorus, DIP) all'interno della zona eufotica (Figura 31) nel 2019 è in diversi casi inferiore a 12, valore oltre il quale si considera una limitazione determinata dal solo fosforo. Nell'effettuare il calcolo, laddove le concentrazioni scendono al di sotto del limite di quantificazione dei metodi analitici utilizzati, il valore è stato considerato pari alla metà del limite di quantificazione.

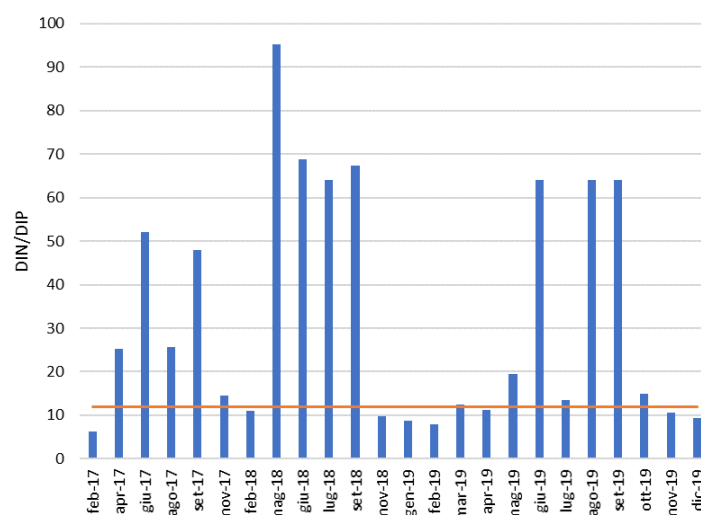


Figura 31. Rapporto tra azoto inorganico (DIN) e ortofosfato (DIP) nella zona eufotica del lago di Varese.

Nella letteratura scientifica sono citati diversi valori soglia nel rapporto azoto/fosforo per la definizione dell'elemento limitante, ma si ribadisce anche l'importanza che hanno le concentrazioni assolute di azoto e fosforo al di là del solo approccio stechiometrico (Reynolds, 1997; Salmaso et al., 2014). Reynolds (1997) ha definito per l'azoto inorganico un valore soglia di 100-150 µg/L al di sotto del quale questo elemento diviene limitante. Nel corso del 2019, l'azoto inorganico sembra scendere al di sotto della soglia dei 150 µg/l durante il periodo estivo. Oltre al fosforo quindi anche l'azoto potrebbe giocare un ruolo nel limitare lo sviluppo del fitoplancton nel lago di Varese.

Per valutare lo stato ecologico del lago è stato applicato il Metodo italiano di valutazione del fitoplancton (IPAM), basato su tre metriche: due metriche quantitative – clorofilla *a* media annua e biovolume medio annuo della comunità fitoplanctonica – combinate tra loro per fornire un indice medio di biomassa, e una metrica qualitativa, l'Indice di composizione (PTIot), che assegna un valore indicatore e un punteggio trofico alle singole specie fitoplanctoniche. I risultati di ciascuna metrica vengono espressi come rapporto di qualità ecologica (RQE), ossia come rapporto tra il risultato numerico ottenuto e il valore di riferimento caratteristico per quella tipologia di corpo idrico; i tre valori di RQE vengono normalizzati (intervallo 0-1) e quindi mediati tra loro per ottenere i valori di IPAM. L'IPAM viene calcolato per ciascun anno di monitoraggio, ma il corpo idrico viene classificato alla fine di ciascun triennio mediando i singoli risultati.

In Tabella 26 si riportano i valori dell'IPAM e delle singole metriche, espresse come concentrazione e RQE, dal 2009 ad oggi. In Tabella 27 sono riportati i valori medi di IPAM e la relativa classificazione di stato nei 4 trienni di monitoraggio disponibili.

L'applicazione dell'IPAM ai dati del 2019 restituisce un giudizio sufficiente. Come già osservato nel recente passato (2015, 2016 e 2018) le metriche quantitative ottengono un giudizio buono mentre è la metrica qualitativa legata alla composizione tassonomica della comunità ad abbassare il giudizio complessivo, soprattutto a causa della forte presenza del genere *Lyngbya* che penalizza il valore del PTIot.

Per il triennio 2017-2019, analogamente ai trienni precedenti, il fitoplancton del lago di Varese ottiene un giudizio di stato sufficiente, nonostante i risultati del 2017, caratterizzati da punteggi più bassi cui è corrisposto un giudizio scarso determinato anche dalle metriche quantitative, in particolare dalla clorofilla.

Tabella 26. Fitoplancton: valori delle metriche, espresse sia come concentrazioni che come RQE normalizzato, e valori di IPAM dal 2009 al 2019 nella stazione di campionamento del lago di Varese.

| Corpo idrico   | Anno | Clorofilla a |      | Biovolume medio |      | PTIot |      | IPAM | Stato       |
|----------------|------|--------------|------|-----------------|------|-------|------|------|-------------|
|                |      | µg/L (7,30*) | RQEn | mm³/L (2,30*)   | RQEn | 3,01* | RQEn |      |             |
| Lago di Varese | 2009 | 9,4          | 0,50 | 2,88            | 0,54 | 2,81  | 0,49 | 0,50 | SUFFICIENTE |
|                | 2010 | 14,1         | 0,37 | 4,62            | 0,44 | 2,77  | 0,46 | 0,43 | SUFFICIENTE |
|                | 2011 | 9,0          | 0,52 | 5,23            | 0,42 | 3,17  | 0,68 | 0,58 | SUFFICIENTE |
|                | 2012 | 10,0         | 0,48 | 3,65            | 0,48 | 2,62  | 0,38 | 0,43 | SUFFICIENTE |
|                | 2013 | 7,8          | 0,57 | 4,09            | 0,46 | 3,02  | 0,60 | 0,56 | SUFFICIENTE |
|                | 2014 | 13,4         | 0,39 | 3,79            | 0,47 | 2,16  | 0,19 | 0,31 | SCARSO      |
|                | 2015 | 6,72         | 0,62 | 1,37            | 0,70 | 2,93  | 0,55 | 0,61 | BUONO       |
|                | 2016 | 5,72         | 0,67 | 1,73            | 0,65 | 2,82  | 0,49 | 0,58 | SUFFICIENTE |
|                | 2017 | 11,38        | 0,44 | 3,30            | 0,50 | 2,41  | 0,26 | 0,36 | SCARSO      |
|                | 2018 | 5,52         | 0,68 | 2,10            | 0,62 | 2,39  | 0,25 | 0,45 | SUFFICIENTE |
|                | 2019 | 5,48         | 0,68 | 2,32            | 0,60 | 2,60  | 0,37 | 0,50 | SUFFICIENTE |

\* Limite stato buono/sufficiente

Tabella 27. Valori medi di IPAM e relativa classificazione di stato del fitoplancton nei trienni di monitoraggio del lago di Varese.

| Corpo idrico   | Triennio  | IPAM | Giudizio    |
|----------------|-----------|------|-------------|
| Lago di Varese | 2009-2011 | 0,50 | SUFFICIENTE |
|                | 2012-2014 | 0,43 | SUFFICIENTE |
|                | 2014-2016 | 0,50 | SUFFICIENTE |
|                | 2017-2019 | 0,44 | SUFFICIENTE |

### Valutazione del carico interno

A partire dal mese di maggio 2019 sono stati monitorati alcuni punti aggiuntivi (AQST1, AQST2, AQST3), oltre alla stazione di massima profondità di Biandronno, allo scopo di verificare l'omogeneità spaziale delle caratteristiche chimico-fisiche del lago e cercare di stimare con maggiore precisione l'entità del carico interno di fosforo. L'ubicazione dei punti di prelievo è riportata in Figura 9. Per il punto denominato AQST3 il campionamento si è reso necessario solo durante la fase di massima stratificazione termica (luglio, agosto e settembre) e la sua ubicazione è stata definita in base ai profili della sonda multiparametrica.

Nelle stazioni aggiuntive sono stati prelevati un campione a un metro dal fondo e un campione integrato rappresentativo dell'ipolimnio destinati all'analisi di fosforo totale e ortofosfato.

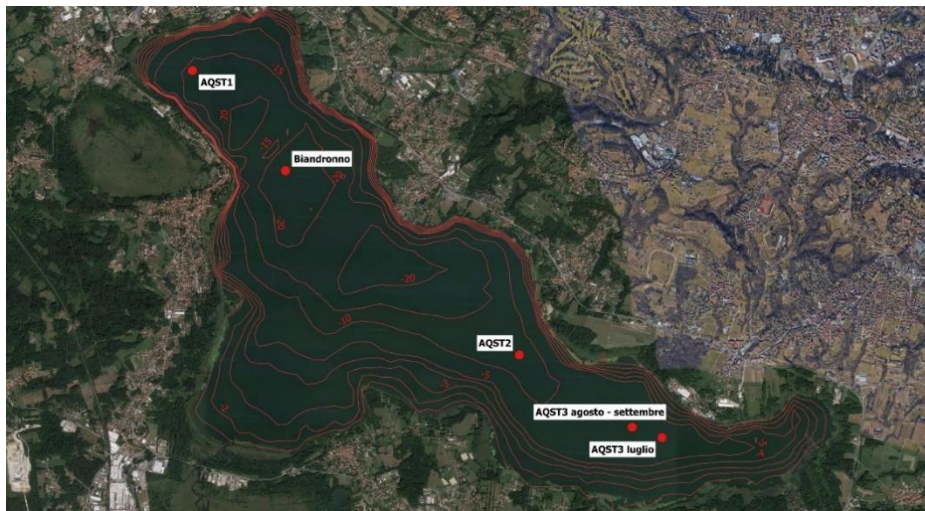


Figura 32. Lago di Varese: ubicazione delle stazioni di monitoraggio per la stima del carico interno di fosforo.

Dagli studi bibliografici consultati (Nürnberg, 1984, 2004, 2009; Hamilton et al., 2018; Crosa, 2007) emerge che per la stima del carico interno di un lago esistono differenti metodi la cui applicabilità è legata alla quantità e alla qualità dei dati disponibili.

Secondo Nürnberg (2009), in particolare si possono distinguere 3 metodi:

1. una stima del carico interno parzialmente netto basato sugli incrementi di concentrazione del fosforo che si verificano nell'ipolimnio durante il periodo estivo;
2. una stima del carico interno netto e lordo basata su un bilancio di massa;
3. una stima del carico interno lordo basata sul tasso di rilascio di fosforo dai sedimenti e sull'estensione della superficie di fondale anossica.

Lo studio condotto da Crosa (2007), che ricade in quest'ultima tipologia, ha dimostrato che il rilascio dell'ortofosfato viene innescato da concentrazioni di ossigeno inferiori a 1 mg/l O<sub>2</sub> e avviene con i valori riportati in Tabella 28.

Tabella 28. Valori medi di rilascio di ortofosfato dal sedimento calcolati in diversi punti e diverse profondità del lago di Varese. Tratto da Crosa (2007).

|  | Centro lago | Schiranna | Schiranna | Brabbia | Brabbia |
|--|-------------|-----------|-----------|---------|---------|
| Profondità (m)   | 25          | 10        | 15        | 10      | 15      |
| Rilascio P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/m <sup>2</sup> /giorno) | 7,7         | 4,8       | 5,5       | 5,5     | 6,0     |

Il rilascio medio di ortofosfato nel lago è stato stimato pari a 5,9 mg/l P per metro quadro al giorno. Sulla base dei profili dell'ossigeno misurati in campo mediante sonda multiparametrica è possibile quindi stimare per il 2019 un carico interno lordo compreso tra 6,0 e 9,7 t di fosforo, a seconda del tasso di rilascio considerato. Al valore medio di 5,9 mg/m<sup>2</sup>/giorno corrispondono 7,4 t di carico interno lordo nel periodo maggio-novembre. I dettagli sono mostrati in Tabella 29.

Tabella 29. Stima delle tonnellate di ortofosfato rilasciate dai sedimenti mensilmente sulla base dei diversi tassi di rilascio individuati da Crosa (2007) e dell'estensione delle superfici anossiche nel 2019 e relativi totali.

| Data          | Profondità (m) | Superficie (km <sup>2</sup> ) <sup>(a)</sup> | Rilascio P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (t) (tasso 4,8) | Rilascio P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (t) (tasso 7,7) | Rilascio P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (t) (tasso 5,9) |
|---------------|----------------|--|--|--|--|
| 14-mag        | 23             | 1,21   | 0,18   | 0,29   | 0,22   |
| 10-giu        | 15             | 4,70   | 0,68   | 1,09   | 0,83   |
| 10-lug        | 8,5            | 7,06   | 0,51   | 0,82   | 0,63   |
| 23-lug        | 8              | 7,32   | 0,56   | 0,90   | 0,69   |
| 8-ago         | 7              | 7,96   | 1,18   | 1,90   | 1,46   |
| 11-set        | 8              | 7,32   | 1,05   | 1,69   | 1,30   |
| 9-ott         | 8,5            | 7,06   | 1,05   | 1,69   | 1,29   |
| 12-nov        | 12             | 5,63   | 0,81   | 1,30   | 1,00   |
| <b>TOTALE</b> | -              | -  | <b>6,0</b>   | <b>9,7</b>   | <b>7,4</b>   |

<sup>(a)</sup> Superficie totale 14,52 km<sup>2</sup>

Identici risultati si ottengono secondo la formula di Nürnberg le cui modalità di calcolo sono molto simili alle precedenti:

$$L_{int\_summer} = RR \times AF_{summer}$$

dove  $L_{int\_summer}$  è il carico interno lordo in milligrammi per metro quadro nel periodo maggio-novembre, RR è il tasso di rilascio e  $AF_{summer}$  è il fattore anossico calcolato sulla base dei profili dell'ossigeno:

$$AF = (t_1 \times a_1)/A_{01} + (t_2 \times a_2)/A_{02} + \dots + (t_n \times a_n)/A_{0n}$$

dove  $t_i$  è il numero di giorni in cui è presente una superficie di sedimento anossica di estensione  $a_i$  e  $A_{0i}$  è la superficie complessiva del lago in quel periodo. Essendo il livello del lago regolato e non soggetto a variazioni di livello marcate, la superficie complessiva è stata considerata costante nell'intero periodo di stratificazione delle acque. Moltiplicando  $L_{int\_summer}$  per la superficie del lago si ottengono le tonnellate di ortofosfato rilasciate; i risultati sono riportati in Tabella 30.

Tabella 30. Fattore anossico (AF), carico interno lordo per unità di superficie nel periodo di stratificazione ( $L_{int\_summer}$ ), tonnellate di ortofosfato rilasciate dai sedimenti secondo formule di Nürnberg (2009) sulla base dei diversi tassi di rilascio (RR) individuati da Crosta (2007).

| RR (mg/m <sup>2</sup> /giorno) | AF | $L_{int\_summer}$ (mg/m <sup>2</sup> /su) | Rilascio PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (t) |
|--------------------------------|----|---|--|
| 4,8                            | 86 | 413                                       | <b>6,0</b>                                 |
| 7,7                            | 86 | 662                                       | <b>9,6</b>                                 |
| 5,9                            | 86 | 507                                       | <b>7,4</b>                                 |

Dal momento che parte del fosforo rilasciato dai sedimenti in un lago è a sua volta soggetto a processi di rideposizione, la stima del carico interno netto può dare un'indicazione migliore, rispetto al carico interno lordo, sulla quantità di nutrienti che sarà effettivamente ridistribuita sull'interna colonna e che quindi tornerà biodisponibile durante la fase di piena circolazione delle acque. A tal fine, in base ai dati disponibili, si è utilizzato il primo metodo proposto da Nürnberg, basato sulla differenza di concentrazione misurata nell'ipolimnio tra l'inizio (maggio) e il termine (novembre) del periodo di stratificazione termica.

Per il 2019 si ottiene un valore di carico interno netto di 5,0 t se si considera il fosforo totale e di 5,7 t se si considera l'ortofosfato. Tale differenza nella stima è determinata da concentrazioni di partenza di fosforo totale più elevate.

In Tabella 31 e Tabella 32 si riporta il carico interno netto calcolato per il periodo 2016-2019 in termini di fosforo totale e ortofosfato. La stima del carico risente delle modalità di campionamento, per cui

la profondità di prelievo varia in base ai profili misurati dalla sonda multiparametrica e il numero di profondità è legato alla tipologia del lago (ISPRA, Manuali e Linee Guida 111/2014). Un incremento del numero di profondità campionate all'interno dell'ipolimnio permetterebbe di conoscere meglio il gradiente di concentrazione dei nutrienti nelle acque profonde e quindi consentirebbe un calcolo più accurato delle medie ponderate, migliorando la stima del carico interno.

*Tabella 31. Concentrazioni medie di fosforo totale, volume d'acqua ipolimnico considerato, tonnellate di fosforo totale presenti, differenza rispetto al periodo di inizio stratificazione termica.*

| <b>Data</b> | <b>TP (µg/L)</b> | <b>Volume (m³)</b> | <b>Massa TP (t)</b> | <b>Δ (t)</b> |
|-------------|------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| 16/05/2016  | 135              | 27.370.300         | 3,7                 | -            |
| 14/06/2016  | 220              | 27.370.300         | 6,0                 | 2,3          |
| 26/07/2016  | 258              | 27.370.300         | 7,0                 | 3,3          |
| 19/09/2016  | 408              | 27.370.300         | 11,2                | 7,4          |
| 15/11/2016  | 418              | 27.370.300         | 11,4                | 7,7          |
| 13/04/2017  | 77               | 37.374.900         | 2,9                 | -            |
| 19/06/2017  | 98               | 37.374.900         | 3,7                 | 0,8          |
| 02/08/2017  | 160              | 37.374.900         | 6,0                 | 3,1          |
| 19/09/2017  | 245              | 37.374.900         | 9,1                 | 6,3          |
| 07/05/2018  | 93               | 27.370.300         | 2,5                 | -            |
| 19/06/2018  | 156              | 27.370.300         | 4,3                 | 1,7          |
| 31/07/2018  | 170              | 27.370.300         | 4,7                 | 2,1          |
| 17/09/2018  | 275              | 27.370.300         | 7,5                 | 5,0          |
| 20/11/2018  | 223              | 27.370.300         | 6,1                 | 3,6          |
| 14/05/2019  | 120              | 27.370.300         | 3,3                 | -            |
| 10/06/2019  | 152              | 27.370.300         | 4,2                 | 0,9          |
| 08/08/2019  | 248              | 27.370.300         | 6,8                 | 3,5          |
| 11/09/2019  | 298              | 27.370.300         | 8,2                 | 4,9          |
| 09/10/2019  | 304              | 27.370.300         | 8,3                 | 5,0          |
| 12/11/2019  | 299              | 27.370.300         | 8,2                 | 4,9          |

Tabella 32. Concentrazioni medie ortofosfato, volume d'acqua ipolimnico considerato, tonnellate di ortofosfato presenti, differenza rispetto al periodo di inizio stratificazione termica

| Data       | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µg/L) | Volume (m³) | Massa TP (t) | Δ (t) |
|------------|--|-------------|--------------|-------|
| 16/05/2016 | 85                                     | 27.370.300  | 2,3          | -     |
| 14/06/2016 | 114                                    | 27.370.300  | 3,1          | 0,8   |
| 26/07/2016 | 161                                    | 27.370.300  | 4,4          | 2,1   |
| 19/09/2016 | 352                                    | 27.370.300  | 9,6          | 7,3   |
| 15/11/2016 | 365                                    | 27.370.300  | 10,0         | 7,7   |
| 13/04/2017 | 61                                     | 37.374.900  | 2,3          | -     |
| 19/06/2017 | 90                                     | 37.374.900  | 3,4          | 1,1   |
| 02/08/2017 | 134                                    | 37.374.900  | 5,0          | 2,7   |
| 19/09/2017 | 226                                    | 37.374.900  | 8,4          | 6,2   |
| 07/05/2018 | 39                                     | 27.370.300  | 1,1          | -     |
| 19/06/2018 | 123                                    | 27.370.300  | 3,4          | 2,3   |
| 31/07/2018 | 143                                    | 27.370.300  | 3,9          | 2,9   |
| 17/09/2018 | 270                                    | 27.370.300  | 7,4          | 6,3   |
| 20/11/2018 | 217                                    | 27.370.300  | 5,9          | 4,9   |
| 14/05/2019 | 84                                     | 27.370.300  | 2,3          | -     |
| 10/06/2019 | 150                                    | 27.370.300  | 4,1          | 1,8   |
| 08/08/2019 | 229                                    | 27.370.300  | 6,3          | 4,0   |
| 11/09/2019 | 249                                    | 27.370.300  | 6,8          | 4,5   |
| 09/10/2019 | 293                                    | 27.370.300  | 8,0          | 5,7   |
| 12/11/2019 | 292                                    | 27.370.300  | 8,0          | 5,7   |

I risultati dei campionamenti effettuati nelle stazioni aggiuntive (AQST 1, AQST 2 e AQST 3) sono riportati in Tabella 33,

Tabella 34, e Tabella 35.

In tutte le stazioni si riscontra un'oscillazione delle concentrazioni che può essere legata a diversi fattori: difficoltà riscontrate in fase di campionamento, ridotta estensione dell'ipolimnio (stazione AQST1) o sua assenza (stazioni AQST2 e AQST3), presenza di un forte gradiente di concentrazione in prossimità del fondale, possibilità di un differente tasso di rilascio da parte dei sedimenti e di un minore volume d'acqua sovrastante. Tutti questi elementi rendono difficile l'integrazione dei dati raccolti nelle stazioni aggiuntive con quelli della stazione di massima batimetria.

Ai fini della determinazione del carico interno presente nel lago, alla luce dell'esperienza condotta nel 2019, si ritiene più utile in futuro concentrare i prelievi solo sulla stazione di centro lago, incrementando il numero di profondità campionate nell'ipolimnio.

Tabella 33. Stazione AQST1: concentrazioni di fosforo in µg/L P, profondità massima misurata, profondità dove la concentrazione di ossigeno scende al sotto di 1 mg/L O<sub>2</sub>, profondità a cui inizia l'ipolimnio e sua estensione.

| Data   | AQST1_integrato |                                 | AQST1_fondo |                                 | Profondità massima (m) | Profondità anossia (m) | Profondità inizio ipolimnio (m) | Estensione ipolimnio (m) |
|--------|-----------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|        | TP              | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | TP          | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> |                        |                        |                                 |                          |
| 16-mag | 63              | 58                              | 70          | 69                              | 16,0                   | -                      | -                               | -                        |
| 13-giu | 108             | 87                              | 129         | 127                             | 16,0                   | 13,5                   | 10,0                            | 6,0                      |
| 8-lug  | 112             | 110                             | 191         | 171                             | 16,0                   | 8,0                    | 10,0                            | 6,0                      |
| 5-ago  | 164             | 137                             | 247         | 226                             | 15,5                   | 7,5                    | 11,0                            | 4,5                      |
| 10-set | 171             | 158                             | 158         | 140                             | 17,5                   | 7,5                    | 13,0                            | 4,5                      |
| 16-ott | 91              | 85                              | 128         | 107                             | 16,0                   | 11,5                   | 12,0                            | 4,0                      |
| 18-nov | -               | -                               | 247         | 228                             | 16,0                   | 14,0                   | -                               | -                        |



Tabella 34. Stazione AQST2: concentrazioni di fosforo in  $\mu\text{g/L P}$ , profondità massima misurata, profondità dove la concentrazione di ossigeno scende al sotto di 1 mg/L O<sub>2</sub>, profondità a cui inizia l'ipolimnio e sua estensione.

| Data   | AQST2_integrato |                                 | AQST2_fondo |                                 | Profondità massima (m) | Profondità anossia (m) | Profondità inizio ipolimnio (m) | Estensione ipolimnio (m) |
|--------|-----------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|        | TP              | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | TP          | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> |                        |                        |                                 |                          |
| 16-mag | 73              | 68                              | 64          | 59                              | 12,0                   | -                      | -                               | -                        |
| 13-giu | 96              | 87                              | 118         | 112                             | 12,0                   | 12,0                   | 11,0                            | 1,0                      |
| 8-lug  | 84              | 70                              | 85          | 77                              | 12,0                   | 6,5                    | -                               | -                        |
| 5-ago  | 93              | 68                              | 97          | 75                              | 12,0                   | 7,0                    | -                               | -                        |
| 10-set | 40              | 21                              | 64          | 60                              | 12,0                   | 7,5                    | 11,0                            | 1,0                      |
| 16-ott | 144             | 133                             | 245         | 242                             | 12,0                   | 10,5                   | -                               | -                        |
| 18-nov | -               | -                               | 24          | 21                              | 12,0                   | -                      | -                               | -                        |

Tabella 35. Stazione AQST3: concentrazioni di fosforo in  $\mu\text{g/L P}$ , profondità massima misurata, profondità dove la concentrazione di ossigeno scende al sotto di 1 mg/L O<sub>2</sub>, profondità a cui inizia l'ipolimnio e sua estensione.

| Data   | AQST3_fondo |                                 | Profondità massima (m) | Profondità anossia (m) | Profondità inizio ipolimnio (m) | Estensione ipolimnio (m) |
|--------|-------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|        | TP          | P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> |                        |                        |                                 |                          |
| 8-lug  | 16          | 15                              | 6,5                    | 6,0                    | -                               | -                        |
| 5-ago  | 46          | 41                              | 7,0                    | 6,0                    | -                               | -                        |
| 10-set | 22          | 6                               | 6,0                    | -                      | -                               | -                        |

Non disponendo di dati sufficientemente aggiornati in termini di carico esterno ed essendo presenti delle incertezze relativamente alle misure della portata in uscita dal lago attraverso il Bardello, non è possibile al momento la realizzazione di un bilancio di massa analogamente a quanto fatto, per esempio, per il lago di Annone (Negri, 2016) con conseguente stima dei carichi interni, né il ricorso alla formula proposta da Hamilton *et al.* (2018), analoga a quella proposta da Nürnberg (1984):

$$\sum P_{int-net} = \sum P_{Rpred} - \sum P_{Robs}$$

In questo caso il carico interno netto è dato dalla differenza tra la quantità di fosforo, espresso in tonnellate/anno, che verrebbe trattenuto dal lago in assenza di carico interno ( $\sum P_{Rpred}$ ) e le tonnellate effettivamente trattenute determinate in base alle concentrazioni misurate in campo ( $\sum P_{Robs}$ ).

La formula viene trasformata nella seguente:

$$\sum P_{int-net} = O[P]_{lake} - (1 - R_{pred}) \sum P_{ext}$$

dove O è il tasso di deflusso attraverso l'emissario,  $[P]_{lake}$  è la concentrazione media di fosforo nell'epilimnio,  $R_{pred}$  è il coefficiente di ritenzione del lago,  $\sum P_{ext}$  è il carico esterno in ingresso a lago.

Gli studi attualmente in corso relativi agli ingressi provenienti dalla rete fognaria e l'installazione di un sistema di misura delle portate in uscita più affidabile permetteranno in futuro di effettuare anche questo tipo di valutazione. Ulteriori indicazioni potrebbero provenire anche dallo sviluppo della modellistica.

## Sostanze inquinanti

Con frequenza mensile a partire dal mese di gennaio 2019 sono stati raccolti due campioni integrati rappresentativi degli intervalli di profondità 0-5 metri e 5-23 metri analizzati per la ricerca di sostanze inquinanti appartenenti alle classi: idrocarburi policiclici aromatici (IPA), pesticidi, composti organici volatili (VOC). I composti perfluorati (PFAS) sono stati ricercati negli stessi intervalli con frequenza trimestrale. I metalli pesanti sono stati campionati con frequenza mensile alle profondità discrete già individuate per i composti base. In Tabella 36 si riportano suddivise per gruppo di parametri il numero di sostanze analizzate e il numero totale di analisi effettuate nel 2019.

Tabella 36. Numero di sostanze analizzate e di analisi effettuate nel 2019 suddivise per gruppo.

| Gruppo                                  | N. sostanze | Totale analisi |
|---|-------------|----------------|
| Composti organici clorurati             | 1           | 24             |
| Composti organici volatili (VOC)        | 39          | 738            |
| Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) | 18          | 360            |
| Metalli                                 | 12          | 581            |
| Composti perfluorati (PFAS)             | 12          | 96             |
| Pesticidi                               | 103         | 2454           |
| Sostanze farmaceutiche                  | 1           | 24             |
| Altri parametri                         | 4           | 99             |

Tra i composti organici clorurati è stato ricercato il **cloruro di vinile**, che è sempre inferiore al LOQ.

I **composti organici volatili (VOC)** superano il LOQ solo con il triclorometano a giugno e il dicloroetilene ad aprile nell'integrato 5-23 metri, ma vengono rispettati gli SQA stabiliti dal DLgs.172/2015. Tutti i valori degli altri composti della categoria risultano inferiori al LOQ.

Gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** sono la classe di composti che supera con maggiore frequenza il LOQ, in particolare con fluorantene, naftalene e pirene. Si rilevano superamenti del LOQ anche per antracene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, crisene, acenafteene, acenafilene, fenantrene, fluorene. Tra gli IPA inseriti nella Tabella 1/A (sostanze prioritari) non si verificano superamenti degli SQA stabiliti dal DLgs.172/2015.

Tra i **metalli** l'arsenico supera il LOQ seppure con concentrazioni modeste; la sua presenza è dovuta alle caratteristiche naturali del bacino. Il cromo esavalente viene rilevato, ma con concentrazioni non significative (2-4,4 µg/L).

Tra i **pesticidi** solo la terbutilazina desetil viene rilevata nei mesi di febbraio e aprile su entrambi i campioni integrati con valori pari al LOQ (0,02 µg/L); la media annua rispetta lo SQA-MA stabilito dal DLgs.172/2015. Tutti i valori degli altri composti appartenenti a questa categoria sono inferiori al LOQ.

Per quanto riguarda i **PFAS**, nelle quattro campagne condotte si registrano superamenti del LOQ relativi all'acido perfluorottansolfonico (PFOS), con un massimo di 0,0016 µg/L a settembre nell'integrato 0-5 metri e una media annua di 0,00079 µg/L, superiore allo SQA-MA (valore medio annuo, pari a 0,00065 µg/L). Le singole concentrazioni sono invece decisamente inferiori allo SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile, pari a 36 µg/L) prevista dal DLgs.172/2015. L'acido perfluoropentanoico (PFPeA) è presente con un valore pari al LOQ (0,005 µg/L) a marzo ma la sua media annua rispetta lo SQA-MA stabilito dal DLgs.172/2015.

I valori di **diclofenac**, unica sostanza farmaceutica indagata, sono sempre inferiori al LOQ.

## Fiume Bardello

Vengono di seguito riportati e descritti i risultati delle campagne analitiche eseguite sull'emissario del lago di Varese nel 2019.

### Parametri fisico-chimici e chimici

Come previsto dal Piano di monitoraggio, a partire da gennaio 2019 sono state eseguite le misure dei parametri fisico-chimici, chimici di base e degli ulteriori parametri chimici secondo le modalità stabilite; le misure di portata sono state eseguite in campo mediante un misuratore di portata portatile Flow-Meter. I valori di temperatura, ossigeno disciolto, pH e conducibilità sono stati registrati in campo con l'utilizzo di una sonda portatile, mentre gli altri parametri sono stati determinati mediante analisi di laboratorio.

Nei grafici seguenti sono rappresentati gli andamenti di alcuni dei parametri ritenuti significativi.

Le **portate** nel primo semestre del 2019 (Figura 33) risultano significativamente incrementate tra la stazione in uscita dal lago (valori compresi tra circa 0,3 e 2,3 m<sup>3</sup>/s) e la stazione di Brebbia in chiusura del corpo idrico (valori compresi tra circa 1,2 e 4,7 m<sup>3</sup>/s); nel mese di agosto i valori di portata sono praticamente sovrapponibili in tutte le 4 stazioni, calano sensibilmente nei mesi di settembre e ottobre mentre a novembre e dicembre, in corrispondenza dei periodi di piogge abbondanti, variano marcatamente, anche di 3 m<sup>3</sup>/s, dalla stazione in uscita lago (1,2 e 2,2 m<sup>3</sup>/s) a quella di Brebbia (2,2 e 4,7 m<sup>3</sup>/s).

Gli incrementi di portata dall'uscita del lago di Varese all'immissione al lago Maggiore sono dovuti agli apporti delle acque reflue, di dilavamento e dei corsi d'acqua che si immettono lungo l'asta del fiume Bardello. Considerando le portate medie calcolate sull'intero anno 2019, si passa da un valore di 1,3 m<sup>3</sup>/s alla stazione di Gavirate – uscita lago di Varese, che quasi raddoppia alla stazione di Brebbia (2,4 m<sup>3</sup>/s). Alle stazioni intermedie i valori sono confrontabili: 1,8 m<sup>3</sup>/s a Gavirate – valle depuratore e 1,9 m<sup>3</sup>/s a Cocquio Trevisago.

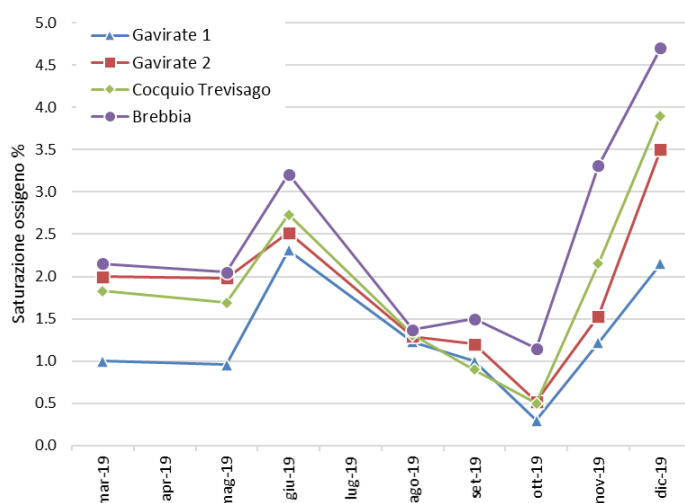


Figura 33. Fiume Bardello: valori di portata nelle stazioni monitorate.

La **temperatura** delle acque, che rispecchia quella del lago di Varese dei periodi di circolazione e stratificazione, tende a diminuire di qualche grado dall'incile alla foce, per gli scambi che avvengono con l'atmosfera e il rimescolamento delle acque (Figura 34).

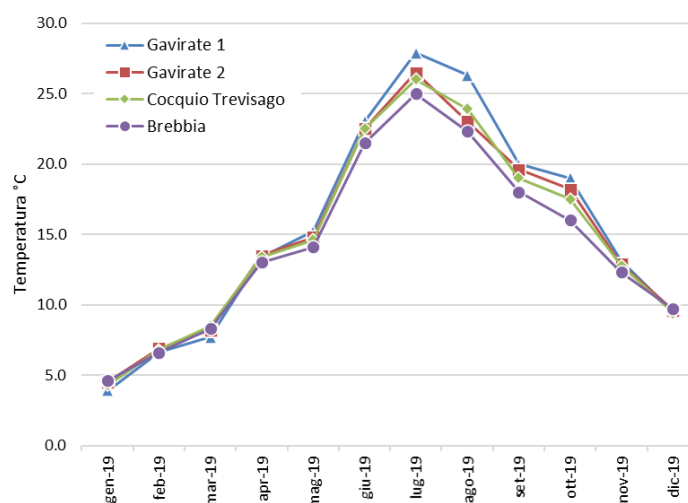


Figura 34. Fiume Bardello: valori di temperatura delle acque nelle stazioni monitorate.

Il parametro **ossigeno disciolto** (Figura 35), espresso come percentuale di saturazione, nella stazione di Gavirate in uscita dal lago di Varese rispecchia le concentrazioni tipiche delle acque lacustri, evidenziando i periodi di stratificazione e circolazione invernali-primaverili. Nelle stazioni a valle, si nota una sensibile diminuzione dovuta alla presenza di scarichi lungo l'asta fluviale e alla tipologia di corso d'acqua tipicamente planiziale, con presenza di substrati fini e anossici soprattutto nelle aree a lenta corrente con poco ruscellamento e scambio. Nel tratto terminale, da Cocquio alla foce del Lago Maggiore, dove il substrato dell'alveo è maggiormente diversificato e sono presenti aree di ruscellamento e piccoli salti, la percentuale di ossigeno aumenta mantenendosi sempre a valori attorno al 100%.

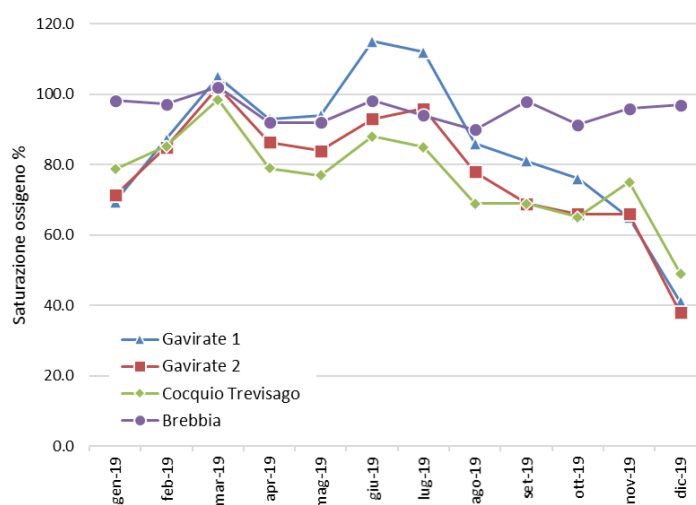


Figura 35. Fiume Bardello: ossigeno disciolto espresso come percentuale di saturazione nelle stazioni monitorate.

L'incidenza dello scarico del depuratore di Gavirate sulla qualità chimica delle acque del fiume Bardello si nota anche dai valori di **conducibilità** (Figura 36), che aumentano in corrispondenza del

punto a valle dello scarico mantenendosi pressoché costanti fino alla foce, dove si osserva solo un lieve incremento. Nel campionamento di agosto, eseguito in condizioni di pioggia abbondante, si osserva un valore di conducibilità particolarmente elevato, accompagnato da elevati valori di azoto totale e di *Escherichia coli* (72.000 UFC/100 mL).

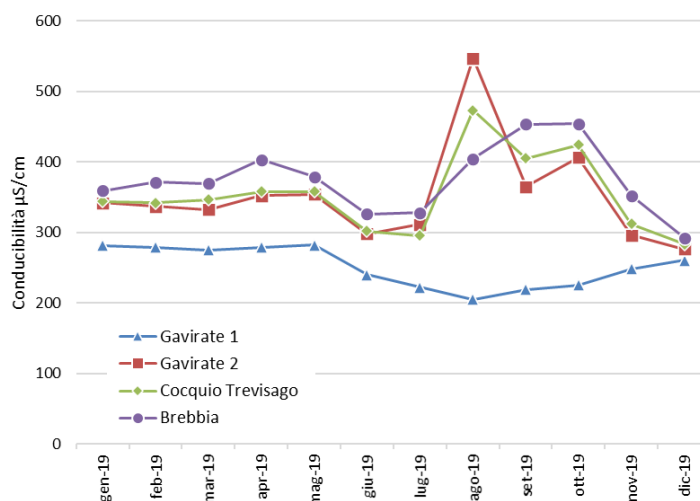


Figura 36. Fiume Bardello: valori di conducibilità nelle stazioni monitorate.

Relativamente ai nutrienti azoto e fosforo, si può osservare come nella stazione a valle del depuratore di Gavirate, vi sia un incremento costante in tutto il periodo considerato (Figura 37 e Figura 38). Tra le stazioni 2 e 3 si può osservare una flessione delle concentrazioni, probabilmente dovuta alla naturalità del corpo idrico: sono presenti anse, macrofite acquatiche, substrati misti che favoriscono la ripresa della qualità del fiume. Nel tratto terminale, che attraversa in parte centri abitati e siti industriali, si nota un ulteriore innalzamento dovuto alla presenza di scarichi civili, depuratori aziendali e campi coltivati.

I valori di **fosforo totale** nella prima stazione di monitoraggio sono coerenti con quelli misurati nello strato superficiale del lago e presentano quindi dei massimi nel periodo di circolazione invernale (fino a 115 µg/L P a febbraio). Nei mesi successivi le concentrazioni in questa stazione risultano sempre inferiori al LOQ (50 µg/L P): solo a dicembre superano questo valore sino a 77 µg/L P, in quanto riprende la circolazione lacustre. I valori di fosforo si innalzano significativamente a valle dello scarico del depuratore di Gavirate (media annua 123 µg/L P), incrementandosi ulteriormente prima dell'immissione nel Lago Maggiore (media annua 193 µg/L P; Figura 37).

L'**azoto totale** presenta un valore medio di 1,4 mg/L N nella prima stazione, coerente con la concentrazione misurata nello strato superficiale del lago nel medesimo periodo. A valle dello scarico del depuratore di Gavirate il valore medio è raddoppiato, pari a 2,9 mg/L N; si mantiene costante alla stazione di Cocquio Trevisago, con valori medi di 2,8 mg/L N, mentre nella stazione in chiusura vi è un ulteriore incremento, con valori medi di 3,4 mg/L N (Figura 38). I valori elevati misurati al mese di agosto lungo l'asta fluviale, sono dovuti ai forti temporali che hanno causato notevoli apporti di acque reflue dagli sfioratori fognari e di acque di dilavamento di strade e campi.

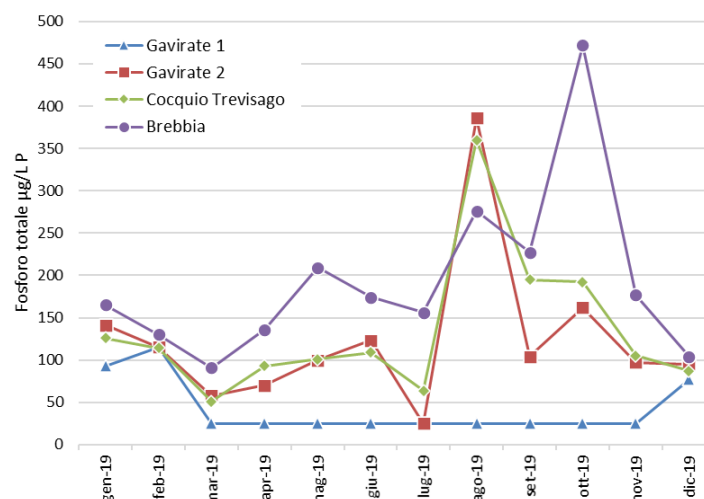


Figura 37. Fiume Bardello: concentrazioni di fosforo totale nelle stazioni monitorate.

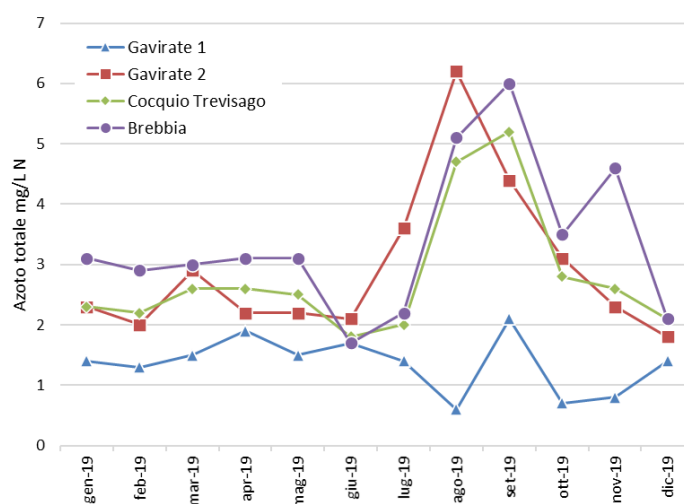


Figura 38. Fiume Bardello: concentrazioni di azoto totale nelle stazioni monitorate.

Medesimo andamento può essere associato anche ai valori di **Escherichia coli** misurati nelle quattro stazioni (Figura 36). Escludendo dalle medie annuali i dati elevati registrati in corrispondenza di piogge alluvionali nel mese di agosto, si osserva chiaramente l'impatto degli scarichi degli impianti di depurazione e delle reti fognarie sul fiume Bardello. All'uscita dal lago di Varese i valori sono molto bassi (media annua 55 UFC/100 ml); alla stazione 2, a valle dello scarico del depuratore di Gavirate si nota un netto incremento (media annua 945 UFC/100 ml) che si mantiene costante nel tratto compreso tra le stazioni 2 e 3 (media annua 1002 UFC/100 ml), dove sono presenti pochi apporti diretti e il corso d'acqua conserva la sua naturalità. Alla stazione di Brebbia, a valle dei centri abitati e prima dell'immissione nel lago Maggiore il carico batteriologico derivante dagli scarichi di sfioratori e di impianti di depurazione civili e industriali, aumenta in modo significativo (media annua 4344 UFC/100 ml).

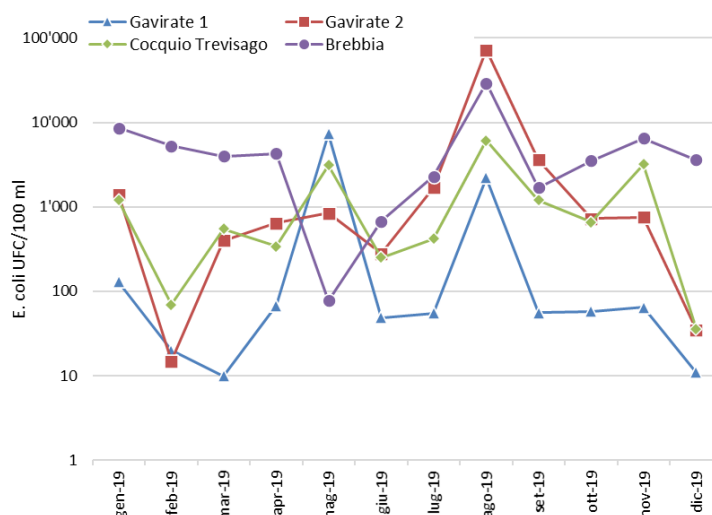


Figura 36. Fiume Bardello: concentrazioni di *Escherichia coli* nelle stazioni monitorate.

### Sostanze inquinanti

Tra le sostanze ricercate, si segnala la presenza in alcuni campioni di **metalli** (arsenico e cromo VI), sostanze farmaceutiche (**diclofenac**), composti organici volatili (**triclorometano**) e di IPA (**fluorantene**): di questi il triclorometano supera una sola volta il valore dello SQA-MA, mentre il fluorantene supera in alcuni campioni il valore dello SQA-MA.

Tra i numerosi **pesticidi** ricercati si registra la presenza del glifosate in cinque campioni: in un solo caso il valore misurato pari a 0,13 µg/L supera di poco la soglia del SQA-MA pari a 0,1 µg/L. L'AMPA (metabolita del glifosate) è sempre presente nei campioni analizzati, con valori superiori allo SQA-MA (0,1 µg/L): si registrano valori maggiori a 0,2 µg/L in quasi tutte le stazioni con un picco di 0,8 µg/L nel mese di settembre alla stazione di Brebbia. In alcuni campioni si registra anche la presenza del pesticida terbutilazina desetil, con valori sempre al di sotto dello SQA-MA.

Per quanto riguarda le **rimanenti sostanze** chimiche ricercate, non si segnalano concentrazioni significative in relazione agli standard di qualità previsti dalla normativa.

### Elementi biologici

Per quanto riguarda i **macroinvertebrati**, in Tabella 37 sono riportati i valori dell'indice STAR\_ICMi e il corrispondente stato assegnati alle stazioni di campionamento nelle quattro campagne di monitoraggio.

Tabella 37. Valori dell'indice STAR\_ICMi e corrispondente stato dei macroinvertebrati nelle stazioni monitorate.

|           | Data   | Uscita lago | Valle depuratore | Vecchia filanda | Stamperia   |
|-----------|--------|-------------|------------------|-----------------|-------------|
| STAR_ICMi | feb-19 | 0,459       | 0,573            | 0,489           | 0,439       |
|           | mag-19 | 0,383       | 0,292            | 0,380           | 0,366       |
|           | set-19 | 0,340       | 0,416            | 0,450           | 0,482       |
|           | nov-19 | 0,432       | 0,363            | 0,444           | 0,534       |
| Stato     | feb-19 | scarso      | sufficiente      | sufficiente     | scarso      |
|           | mag-19 | scarso      | scarso           | scarso          | scarso      |
|           | set-19 | scarso      | scarso           | scarso          | sufficiente |
|           | dic-10 | scarso      | scarso           | scarso          | sufficiente |

I risultati mostrano una situazione compromessa lungo tutta l'asta del fiume: alla prima stazione, ove sono presenti substrati poco colonizzabili ed anossici, limo e gusci di bivalvi, si registra sempre una scarsa qualità, mentre nelle tre stazioni a valle si raggiunge occasionalmente lo stato sufficiente.

I substrati presenti nelle quattro stazioni sono caratteristici di un corso d'acqua di pianura con depositi di materiale fine proveniente dal lago di Varese. I microhabitat minerali sono rappresentati da sabbia, ghiaia e microlithal (piccoli ciottoli); solo alla stazione di Cocquio Trevisago è presente qualche ciottolo di maggiori dimensioni. Inoltre, sono presenti in buona percentuale anche substrati biotici, macrofite sommerse, materiale organico grossolano e fine, caratteristici di corsi d'acqua con flussi lenti e/o poco rimescolati. In conseguenza della scarsa ossigenazione delle acque, delle temperature elevate e dell'elevata concentrazione di nutrienti, si osserva una presenza costante di Oligocheti, Irudinei, Chironomidae e Simulidi, organismi caratteristici di ambienti ad elevata trofia e alterati.

Nella prima stazione a Gavirate, sono presenti in concentrazione elevata Bivalvi infestanti (*Corbicula* e *Dreissena*): si tratta di specie che si sono adattate e distribuite velocemente sia nelle acque lacustri che in quelle fluviali di gran parte della Lombardia.

I risultati relativi alle **diatomee** sono riassunti in Tabella 38 che riporta i valori di ICMi e il corrispondente stato assegnati alle stazioni di campionamento nelle due campagne di monitoraggio.

Tabella 38. Valori dell'indice ICMi e relativo stato delle diatomee nelle stazioni monitorate.

|       | Data   | Uscita lago | Valle depuratore | Vecchia filanda | Stamperia   |
|-------|--------|-------------|------------------|-----------------|-------------|
| ICMi  | mag-19 | 0,94        | 0,77             | 0,67            | 0,73        |
|       | set-19 | 0,85        | 0,70             | 0,81            | 0,62        |
| Stato | mag-19 | elevato     | buono            | sufficiente     | buono       |
|       | set-19 | buono       | sufficiente      | buono           | sufficiente |

Le analisi mostrano, nel complesso, un giudizio di qualità tra il buono e il sufficiente, evidenziando dalla stagione primaverile a quella autunnale un abbassamento dell'indice ICMi, fatta eccezione per la stazione di Cocquio Trevisago che presenta un andamento opposto.

La stazione di Gavirate, all'uscita del lago di Varese, presenta una comunità tipica di acque lacustri (specie del genere *Staurosira*, *Staurosirella*, *Pseudostaurosira* ed *Encyonopsis subminuta*, *Sellaphora utermhoeli*) associata ad un'elevata abbondanza di *Amphora pediculus*, specie cosmopolita che caratterizza acque con concentrazioni non trascurabili di nutrienti ma basso carico organico. Lo stato passa da elevato a buono a causa di una netta dominanza di *Amphora pediculus* nel campionamento di settembre, a discapito di specie più sensibili presenti nella comunità diatomica.

Nella stazione a valle del depuratore di Gavirate la comunità è più tipica di acque fluviali e presenta un'abbondanza più marcata di specie tolleranti (*Eolimna minima*, *Mayamaea permissis*, *Gomphonema parvulum*, *Achnanthydium saprophyllum*) sempre associate ad *Amphora pediculus*. Anche in questo tratto del corso d'acqua si evidenzia un netto aumento dell'abbondanza di *Amphora pediculus* insieme ad *Eolimna minima*, specie molto diffusa in ambienti di pianura e piuttosto tollerante rispetto all'inquinamento organico e alle condizioni trofiche.

La stazione di Cocquio Trevisago presenta una situazione differente rispetto alle altre. Nel periodo autunnale si nota un miglioramento dello stato che passa da un sufficiente a buono. Questo è principalmente dovuto a un'elevata abbondanza nel campione primaverile di *Mayamaea permissis*, specie che predilige acque meso-polisaprobie ad elevato contenuto elettrolitico, e *Fistulifera*



*saprophila*, specie tra le più tolleranti agli scarichi urbani, rispetto al periodo autunnale dove le suddette specie spariscono a favore di un netto aumento di *Cocconeis euglypta*, specie più ubiquitaria e meno tollerante.

Nella stazione di Brebbia si osserva un peggioramento dello stato da maggio a settembre, dovuto a un deciso aumento dell'abbondanza di *Eolimna minima* che diviene la specie dominante nel campione autunnale.

Nel corso del 2019, sono state effettuate due campagne di monitoraggio delle **macrofite** acquatiche, nei mesi di giugno e settembre, nelle quattro stazioni di monitoraggio individuate lungo il fiume, rilevando complessivamente 30 taxa macrofitici.

Nelle diverse stazioni è stata rilevata una forte variabilità, sia in termini di copertura totale che di taxa presenti, nonché variazioni considerevoli anche nella medesima stazione in occasione delle due diverse campagne di monitoraggio.

Si evidenzia in particolare la quasi completa scomparsa della comunità macrofitica nella seconda campagna di monitoraggio nelle due stazioni di Gavirate (uscita lago e valle depuratore), a fronte di una copertura totale rispettivamente dell'80% e del 50 % della prima campagna di studio. Nella stazione di Brebbia la copertura passa dal 70 % della prima campagna al 20 % della seconda. La sola stazione di Cocquio Trevisago presenta invece una copertura macrofitica invariata nelle due campagne pari all'80 %. Dalle informazioni raccolte è possibile escludere che tale drastica riduzione della copertura vegetale in tre delle quattro stazioni di monitoraggio sia imputabile a eventi di piena eccezionale o interventi di natura antropica quali sfalcio della vegetazione e/o interventi invasivi eseguiti in alveo.

I valori dell'indice RQE\_IBMR evidenziano come 3 delle 4 stazioni indagate siano caratterizzate da uno stato scarso, mentre per la stazione posta a valle dell'impianto di depurazione di Gavirate il giudizio di stato risulta cattivo (Tabella 39).

Tabella 39. Valori dell'indice RQE\_IBMR e relativo stato delle macrofite nelle stazioni monitorate.

|                 | Data   | Uscita lago | Valle depuratore | Vecchia filanda | Stamperia |
|-----------------|--------|-------------|------------------|-----------------|-----------|
| <b>RQE_IBMR</b> | giu-19 | 0,51        | n.d.             | 0,54            | 0,53      |
|                 | set-19 | n.d.        | 0,48             | 0,50            | 0,54      |
| <b>Stato</b>    | giu-19 | scarso      | n.d.             | scarso          | scarso    |
|                 | set-19 | n.d.        | cattivo          | scarso          | scarso    |

I risultati mostrano una condizione di forte alterazione di questa componente biologica. Preponderanti sono i taxa più tolleranti ad elevati livelli di trofia nonché di carico organico. La comunità è inoltre caratterizzata da una limitata diversità floristica, ad esclusione della stazione di Cocquio Trevisago dove sono stati rilevati nelle due campagne rispettivamente 22 e 16 taxa macrofitici. Tra i taxa dominanti si riscontrano il genere algale *Cladophora* e il muschio *Amblystegium riparium*, entrambi compresi tra i taxa macrofitici a maggior tolleranza ad elevati livelli di trofia. Pur non variando il giudizio di qualità, è possibile evidenziare un sensibile incremento del risultato dell'indice IBMR tanto più ci si allontana dallo scarico del depuratore, testimoniato anche da un aumento del numero di taxa presenti nelle stazioni più a valle.

Il monitoraggio della **fauna ittica** nel fiume Bardello è stato effettuato nelle date 18, 19, 24 e 25 settembre 2019 rispettivamente nelle stazioni poste nei comuni di Brebbia (stazione 4 - Stamperia),

Cocquio Trevisago (Stazione 3 – Vecchia filanda), Gavirate (stazione 2 - Valle depuratore), Gavirate (stazione 1 - Uscita lago).

I campionamenti condotti secondo il Protocollo ISPRA 2040 (ISPRA, 2014) hanno consentito il calcolo dell'indice NISECI (ISPRA, 2017), il cui stato è riportato in Tabella 40. La condizione idrologica di magra del corso d'acqua durante i campionamenti ha consentito la completa guadabilità delle porzioni di corpo idrico indagate. Tale condizione è stata concordata con il consorzio che si occupa della regolazione della portata delle acque in uscita dal lago di Varese. Nel seguito sono riassunti i risultati ottenuti in ciascuna stazione di monitoraggio.

Tabella 40. Stato della fauna ittica nelle stazioni monitorate in base all'indice NISECI.

|                     | Data   | Uscita lago | Valle depuratore | Vecchia filanda | Stamperia |
|---------------------|--------|-------------|------------------|-----------------|-----------|
| <b>Stato NISECI</b> | set-19 | scarso      | scarso           | sufficiente     | scarso    |

Stazione 1 – Gavirate, uscita lago. La stazione 1 ha caratteristiche tipiche di un corso d'acqua planiziale a lenta corrente. Tale stazione è in diretto contatto con l'ambiente lacustre che ne determina alcune caratteristiche particolari: il tratto appare rettilineo, a corrente lenta e regolare, le zone di rifugio sono costituite da detriti legnosi e parti di piante, terrestri e acquatiche presenti in centro alveo e sulle sponde, che risultano rizeionate e parzialmente rinforzate.

La comunità ittica rinvenuta in tale tratto è costituita da 13 specie delle quali 8 alloctone e 5 autoctone (Tabella 41). Numericamente le specie più rappresentate sono il persico sole (52,7%), il carassio (16,9%) e il rutilo (14,1%). Da sottolineare la presenza della specie autoctona anguilla e della specie alloctona misgurno o cobite di stagno orientale, rinvenute entrambe per la prima volta durante questa indagine. Tali specie sono state catturate soprattutto negli habitat costituiti da depositi di materiale legnoso che si trovavano in centro alveo e in zona spondale: probabilmente la morfologia sinuosa permette loro di sfruttare meglio di altre specie gli spazi intricati tra le ramaglie del fondo.

In termini di biomassa la specie dominante è il carassio, che rappresenta il 30,3% del totale seguito dal siluro con il 18,7%, dal rutilo (14,5%) e dalla luccioperca (11,3%); la prima specie autoctona in termini di biomassa è il cavedano che rappresenta il 7,8% del totale seguito dall'anguilla (5,6%). Complessivamente le specie alloctone rappresentano l'84,3% della biomassa catturata rispetto al 15,7% delle autoctone (Figura 39).

Per quanto riguarda l'indice NISECI, il tratto campionato si colloca in stato scarso. I motivi di tale risultato riguardano la scarsa abbondanza e struttura della comunità autoctona, oltre all'elevata numerosità di individui appartenenti a specie alloctone.

Tabella 41. Stazione 1: numerosità, lunghezza, peso, densità e biomassa per ciascuna specie ittica catturata (in grassetto le specie alloctone).

| Specie               | N. ind. | Lungh. media (mm) | Lungh. min (mm) | Lungh. max (mm) | Lungh. dev.st. | Peso tot (g) | Peso medio (g) | Peso min (g) | Peso max (g) | Peso dev.st. | Dens. (n./m²) | Biom. (g/m²) |
|----------------------|---------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Anguilla             | 4       | 539               | 390             | 865             | 221            | 1671         | 418            | 99           | 1277         | 574          | 0,005         | 2,089        |
| <b>Carassio</b>      | 78      | 162               | 90              | 325             | 65             | 9012         | 116            | 13           | 571          | 154          | 0,092         | 11,265       |
| Carpa                | 1       | 323               | 323             | 323             | -              | 551          | 551            | 551          | 551          | -            | 0,001         | 0,689        |
| Cavedano             | 5       | 342               | 332             | 355             | 9              | 2306         | 461            | 406          | 532          | 48           | 0,006         | 2,883        |
| <b>Gambusia</b>      | 6       | 27                | 20              | 35              | 6              | -            | -              | -            | -            | -            | 0,007         | 0,000        |
| <b>Rutilo</b>        | 65      | 174               | 104             | 267             | 41             | 4312         | 66             | 10           | 253          | 46           | 0,076         | 5,390        |
| Ghiozzo padano       | 2       | 38                | 35              | 41              | 4              | 2            | 1              | 1            | 1            | 0            | 0,002         | 0,002        |
| <b>Luccio perca</b>  | 18      | 193               | 120             | 520             | 133            | 3371         | 187            | 9            | 1397         | 429          | 0,021         | 4,214        |
| <b>Misgurno</b>      | 6       | 175               | 130             | 213             | 31             | 201          | 34             | 10           | 56           | 19           | 0,007         | 0,251        |
| Persico reale        | 17      | 91                | 73              | 132             | 19             | 150          | 9              | 4            | 23           | 5            | 0,020         | 0,188        |
| <b>Persico sole</b>  | 243     | 79                | 25              | 137             | 19             | 2511         | 10             | 0,183        | 47           | 9            | 0,286         | 3,138        |
| <b>Persico trota</b> | 3       | 136               | 124             | 154             | 16             | 90           | 30             | 20           | 42           | 11           | 0,004         | 0,113        |
| <b>Siluro</b>        | 13      | 372               | 158             | 600             | 108            | 5555         | 427            | 26           | 1640         | 415          | 0,015         | 6,944        |

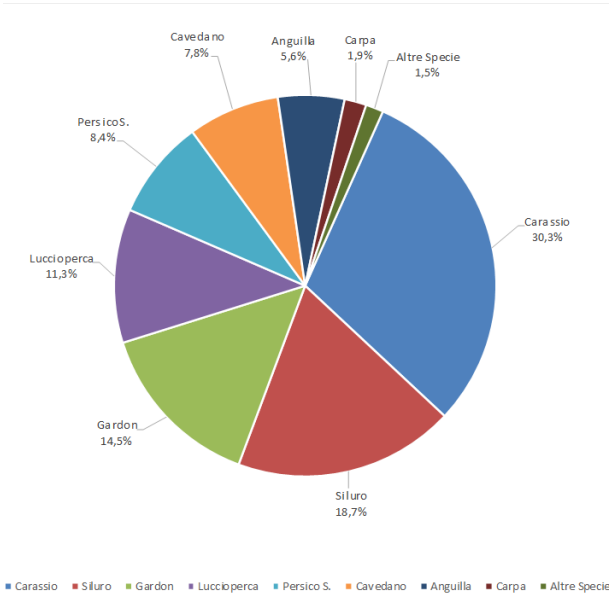


Figura 39. Stazione 1: distribuzione percentuale della biomassa delle specie più rappresentate.

Stazione 2 – Gavirate, Valle Depuratore. La stazione 2 ha caratteristiche tipiche di un corso d'acqua a bassissima pendenza; il tratto a monte presenta una porzione rettilinea con corrente regolare, che più a valle aumenta di sinuosità ed è caratterizzato da un ambiente di *pool*. La comunità ittica rinvenuta in tale tratto è costituita da 12 specie delle quali 7 alloctone e 5 autoctone (Tabella 42). Numericamente le specie più rappresentate sono la gambusia (59,4%), il ghiozzo (14,6%), il persico sole (11,8%). In termini di biomassa il cavedano risulta nuovamente la specie dominante con il 50,1% della biomassa totale, seguito dal siluro che raggiunge il 44,7%; la taglia media degli esemplari catturati consente a queste due specie di ricoprire da sole il 94,8% della biomassa totale catturata (Figura 40).

Tabella 42. Stazione 2: numerosità, lunghezza, peso, densità e biomassa per ciascuna specie ittica catturata (in grassetto le specie alloctone).

| Specie               | N. ind. | Lungh. media (mm) | Lungh. min (mm) | Lungh. max (mm) | Lungh. dev.st. | Peso tot (g) | Peso medio (g) | Peso min (g) | Peso max (g) | Peso dev.st. | Dens. (n./m²) | Biom. (g/m²) |
|----------------------|---------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| <b>Carassio</b>      | 6       | 162               | 150             | 175             | 11             | 475          | 79             | 56           | 99           | 20           | 0,007         | 0,679        |
| Cavedano             | 11      | 446               | 34              | 540             | 142            | 13733        | 1248           | 0,250        | 1866         | 521          | 0,013         | 19,619       |
| <b>Gambusia</b>      | 192     | 26                | 10              | 56              | 7              | -            | -              | -            | -            | -            | 0,226         | 0,000        |
| <b>Rutilo</b>        | 6       | 127               | 118             | 135             | 7              | 131          | 22             | 17           | 26           | 4            | 0,007         | 0,187        |
| Ghiozzo padano       | 47      | 46                | 31              | 60              | 7              | 72           | 2              | 1            | 3            | 1            | 0,055         | 0,103        |
| Gobione              | 1       | 90                | 90              | 90              | -              | 6            | 6              | 6            | 6            | -            | 0,001         | 0,009        |
| <b>Luccioperca</b>   | 1       | 130               | 130             | 130             | -              | 14           | 14             | 14           | 14           | -            | 0,001         | 0,020        |
| Persico reale        | 4       | 118               | 105             | 130             | 11             | 78           | 20             | 12           | 28           | 7            | 0,005         | 0,111        |
| <b>Persico sole</b>  | 38      | 86                | 35              | 132             | 23             | 554          | 15             | 1            | 48           | 12           | 0,045         | 0,792        |
| <b>Persico trota</b> | 1       | 146               | 146             | 146             | -              | 36           | 36             | 36           | 36           | -            | 0,001         | 0,051        |
| Scardola             | 5       | 93                | 55              | 144             | 38             | 57           | 11             | 2            | 26           | 11           | 0,006         | 0,082        |
| <b>Siluro</b>        | 11      | 360               | 150             | 960             | 300            | 12265        | 1115           | 21           | 5819         | 1942         | 0,013         | 17,522       |

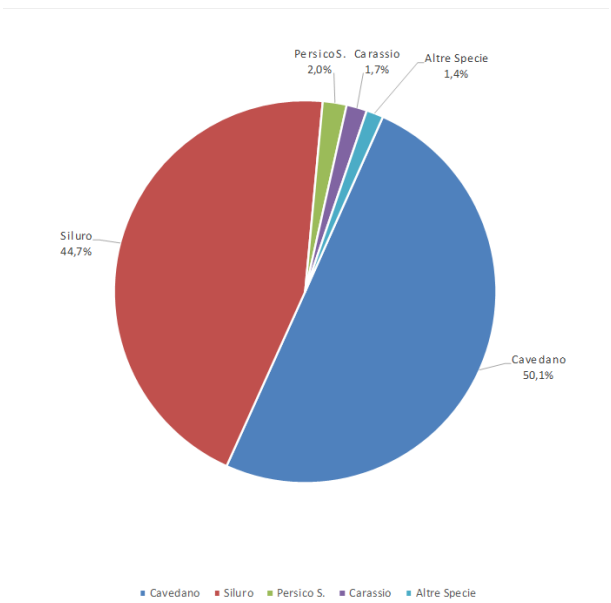


Figura 40. Stazione 2: distribuzione percentuale della biomassa delle specie più rappresentate.

Per quanto riguarda l'indice NISECI, il tratto campionato si pone in stato scarso. I motivi di tale risultato sono analoghi a quelli descritti per la precedente stazione, e riguardano la scarsa abbondanza e struttura della comunità autoctona, oltre all'elevata numerosità di individui appartenenti a specie alloctone.

Stazione 3 – Cocquio Trevisago, vecchia filanda. La stazione 3 ha caratteristiche tipiche di un corso d'acqua a scarsa/lieve pendenza con un'alternanza di riffle e pool; ha un andamento sinuoso ed è caratterizzato da un'elevata copertura di macrofite acquatiche. È il tratto certamente caratterizzato dalla maggiore naturalità tra quelli indagati.

La comunità ittica rinvenuta in tale tratto è costituita da 12 specie delle quali 7 alloctone e 5 autoctone (Tabella 43). Numericamente le specie maggiormente presenti sono risultate il rutilo con il 19,5% del totale, il gobione (17,8%), la gambusia (14,2%) ed il cavedano (11,2%). In questo caso la lista faunistica risulta identica a quella rinvenuta nella stazione 2, posta circa 1 km più a monte.

In termini di biomassa, il Cavedano risulta la specie dominante (66,8%), infatti gli esemplari rinvenuti sono risultati per la maggior parte di grossa taglia; la specie successiva con la maggiore biomassa è stata il pesce siluro (20,6%; Figura 41).

Per quanto riguarda l'applicazione dell'indice NISECI, il tratto raggiunge uno stato sufficiente. In questo caso le specie autoctone presenti ottengono un punteggio migliore in termini di struttura in classi di età, mentre resta penalizzante il rapporto della numerosità tra specie alloctone e autoctone.

Tabella 43. Stazione 3: numerosità, lunghezza, peso, densità e biomassa per ciascuna specie ittica catturata (in grassetto le specie alloctone).

| Specie               | N. ind. | Lungh. media (mm) | Lungh. min (mm) | Lungh. max (mm) | Lungh. dev.st. | Peso tot (g) | Peso medio (g) | Peso min (g) | Peso max (g) | Peso dev.st. | Dens. (n./m <sup>2</sup> ) | Biom. (g/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|---------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Carassio</b>      | 8       | 145               | 135             | 164             | 10             | 410          | 51             | 42           | 68           | 10           | 0,009                      | 0,456                     |
| Cavedano             | 19      | 216               | 46              | 470             | 186            | 7107         | 374            | 1            | 1152         | 504          | 0,022                      | 7,896                     |
| <b>Gambusia</b>      | 24      | 33                | 21              | 45              | 7              | -            | -              | -            | -            | -            | 0,028                      | 0,000                     |
| <b>Rutilo</b>        | 33      | 108               | 92              | 123             | 8              | 425          | 13             | 8            | 23           | 3            | 0,039                      | 0,472                     |
| Ghiozzo padano       | 16      | 52                | 41              | 92              | 12             | 35           | 2              | 1            | 9            | 2            | 0,019                      | 0,038                     |
| Gobione              | 30      | 101               | 76              | 147             | 17             | 333          | 11             | 4            | 32           | 7            | 0,035                      | 0,370                     |
| <b>Luccioperca</b>   | 4       | 120               | 105             | 131             | 11             | 42           | 11             | 7            | 14           | 3            | 0,005                      | 0,047                     |
| Persico reale        | 3       | 112               | 104             | 125             | 12             | 48           | 16             | 11           | 23           | 6            | 0,004                      | 0,053                     |
| <b>Persico sole</b>  | 10      | 80                | 46              | 122             | 29             | 128          | 13             | 1            | 34           | 13           | 0,012                      | 0,143                     |
| <b>Persico trota</b> | 4       | 133               | 126             | 148             | 10             | 122          | 31             | 22           | 39           | 9            | 0,005                      | 0,136                     |
| Scardola             | 5       | 92                | 75              | 105             | 12             | 47           | 9              | 5            | 17           | 5            | 0,006                      | 0,052                     |
| <b>Siluro</b>        | 13      | 201               | 112             | 640             | 144            | 2196         | 169            | 10           | 1740         | 475          | 0,015                      | 2,440                     |

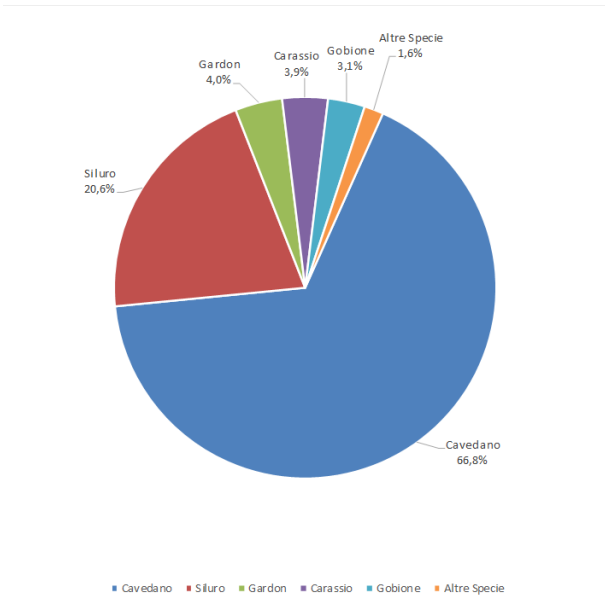


Figura 41. Stazione 3: distribuzione percentuale della biomassa delle specie più rappresentate.

Stazione 4 – Brebbia, stamperia. La stazione 4, situata nel tratto prospiciente al Cotonificio Albini, ha caratteristiche tipiche di un corso d'acqua planiziale a scarsa pendenza; da monte verso valle, infatti, è possibile identificare una porzione di riffle rettilinea seguita da un tratto meandriforme caratterizzato da una curva verso sinistra; quest'ultimo tratto in particolare appare poco impattato morfologicamente.

La comunità ittica rinvenuta in tale tratto è costituita da 18 specie delle quali 8 alloctone e 10 autoctone (Tabella 44). Numericamente le specie più rappresentate sono il rutilo o gardon (57,5%), il carassio (9,2%), il ghiozzo padano (8,2%) e il siluro (5,7%).

In termini di biomassa il siluro risulta dominante con il 64,7% del totale, a causa della taglia di alcuni esemplari catturati, mentre la seconda specie con la maggiore biomassa catturata è il carassio (11%). Per quanto riguarda le specie autoctone, il cavedano risulta la specie più rappresentata con il 4,6% della biomassa totale catturata (Figura 42).

Tabella 44. Stazione 4: numerosità, lunghezza, peso, densità e biomassa per ciascuna specie ittica catturata (in grassetto le specie alloctone).

| Specie               | N. ind. | Lungh. media (mm) | Lungh. min (mm) | Lungh. max (mm) | Lungh. dev.st. | Peso tot (g) | Peso medio (g) | Peso min (g) | Peso max (g) | Peso dev.st. | Dens. (n./m²) | Biom. (g/m²) |
|----------------------|---------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| <b>Acerina</b>       | 2       | 72                | 70              | 73              | 2              | 9            | 5              | 4            | 5            | 1            | 0,002         | 0,011        |
| Alborella            | 1       | 105               | 105             | 105             | -              | 18           | 18             | 18           | 18           | -            | 0,001         | 0,021        |
| Barbo                | 9       | 115               | 96              | 130             | 14             | 123          | 14             | 5            | 21           | 6            | 0,011         | 0,145        |
| Cagnetta             | 4       | 71                | 60              | 88              | 12             | 18           | 5              | 3            | 7            | 2            | 0,005         | 0,022        |
| <b>Carassio</b>      | 37      | 139               | 56              | 450             | 77             | 4076         | 110            | 2            | 1650         | 279          | 0,044         | 4,795        |
| Carpa                | 2       | 456               | 450             | 461             | 8              | 3444         | 1722           | 1459         | 1985         | 372          | 0,002         | 4,052        |
| Cavedano             | 10      | 212               | 100             | 390             | 102            | 1714         | 171            | 8            | 606          | 225          | 0,012         | 2,016        |
| Cobite comune        | 1       | 110               | 110             | 110             | -              | 7            | 7              | 7            | 7            | -            | 0,001         | 0,008        |
| <b>Rutilo</b>        | 231     | 68                | 45              | 100             | 10             | 648          | 3              | 1            | 10           | 1            | 0,272         | 0,763        |
| Ghiozzo padano       | 33      | 43                | 25              | 65              | 8              | 55           | 2              | 0,292        | 18           | 3            | 0,039         | 0,065        |
| Gobione              | 17      | 97                | 70              | 125             | 17             | 150          | 9              | 2            | 19           | 5            | 0,020         | 0,176        |
| <b>Luccio perca</b>  | 10      | 210               | 122             | 670             | 164            | 2633         | 263            | 18           | 2322         | 724          | 0,012         | 3,098        |
| Persico reale        | 5       | 86                | 73              | 95              | 11             | 34           | 7              | 3            | 9            | 3            | 0,006         | 0,040        |
| <b>Persico sole</b>  | 5       | 102               | 90              | 115             | 10             | 99           | 20             | 13           | 26           | 6            | 0,006         | 0,116        |
| <b>Persico trota</b> | 1       | 132               | 132             | 132             | -              | 37           | 37             | 37           | 37           | -            | 0,001         | 0,044        |
| <b>Rodeo amaro</b>   | 10      | 54                | 45              | 60              | 6              | 34           | 3              | 1            | 4            | 1            | 0,012         | 0,039        |
| Scardola             | 1       | 86                | 86              | 86              | -              | 7            | 7              | 7            | 7            | -            | 0,001         | 0,008        |
| <b>Siluro</b>        | 23      | 295               | 88              | 1180            | 318            | 24032        | 1045           | 5            | 10811        | 2479         | 0,027         | 28,273       |

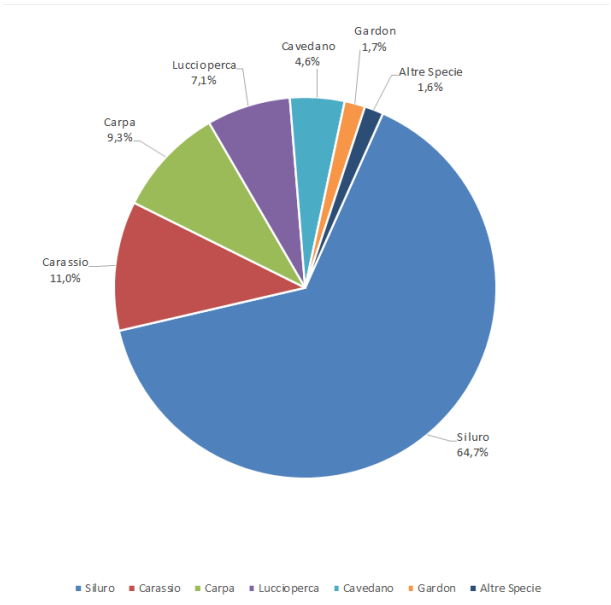


Figura 42. Stazione 4: distribuzione percentuale della biomassa delle specie più rappresentate.

Per quanto riguarda l'indice NISECI, il tratto campionato si colloca in stato scarso. Ciò che risulta penalizzante nell'assegnazione dello stato ecologico sono la scarsa abbondanza e struttura della comunità autoctona, che contrasta con una presenza abbondante ed in questo caso meglio

strutturata di fauna alloctona. Più nel dettaglio, il rapporto tra specie autoctone ed aliene contribuisce allo scadimento dell'indice stesso.

L'analisi della fauna ittica del fiume Bardello mostra lungo tutto il suo corso una significativa alterazione. Tre stazioni su quattro presentano uno stato scarso per l'indice NISECI, con l'eccezione della stazione 3 di Cocquio Trevisago, che risulta in stato sufficiente. Tale risultato è fortemente condizionato dall'elevato numero di individui appartenenti a specie alloctone, le quali in maniera costante superano numericamente le specie autoctone, che sono anche scarsamente strutturate. Ciò è altresì confermato dalle percentuali riscontrate sia in termini di numerosità che di biomassa: la fauna alloctona rappresenta circa l'81% degli individui totali catturati e il 70% della biomassa. Inoltre, va rilevato che il dato di densità della gambusia è probabilmente molto sottostimato in tutte e quattro le stazioni indagate, a causa delle caratteristiche di questa specie: taglia molto ridotta e tendenza ad occupare ambienti marginali ad acqua lenta o ferma ricchissimi di macrofite acquatiche, che ne limitano molto la catturabilità. Il migliore risultato raggiunto in corrispondenza della stazione 3 è da attribuirsi alla maggiore naturalità del tratto e all'elevata copertura di macrofite acquatiche che determina una maggiore disponibilità di rifugi.

## Lago Maggiore

### Parametri chimico-fisici e chimici

La **temperatura** delle acque (Figura 43) è pressoché omogenea lungo il profilo verticale durante i primi tre mesi del 2019, con un valore di circa 7 °C, in linea con quanto misurato nello stesso intervallo di profondità nella stazione di Ghiffa nell'ambito delle ricerche finanziate dalla Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo Svizzere (CIPAI). Successivamente prende avvio il processo di riscaldamento delle acque superficiali con la comparsa di un gradiente termico superiore a 1 °C/m a partire dal mese di giugno.

L'estensione dell'epilimnio è compresa tra 12 m (giugno e settembre) e 7 m nel periodo di massima stratificazione termica (luglio e agosto); al suo interno la temperatura media varia tra 18 °C (giugno) e 25 °C (agosto). L'ipolimnio inizia intorno ai 13-14 m di profondità e presenta una temperatura di 10-11 °C.

Il profilo di settembre presenta un andamento caratteristico, con un primo termoclinio di estensione ridotta a 12 m e un secondo a 20 m; tale configurazione può essere determinata dall'influenza del vento.

A metà novembre la temperatura torna omogenea sull'intero profilo con circa 13°C.

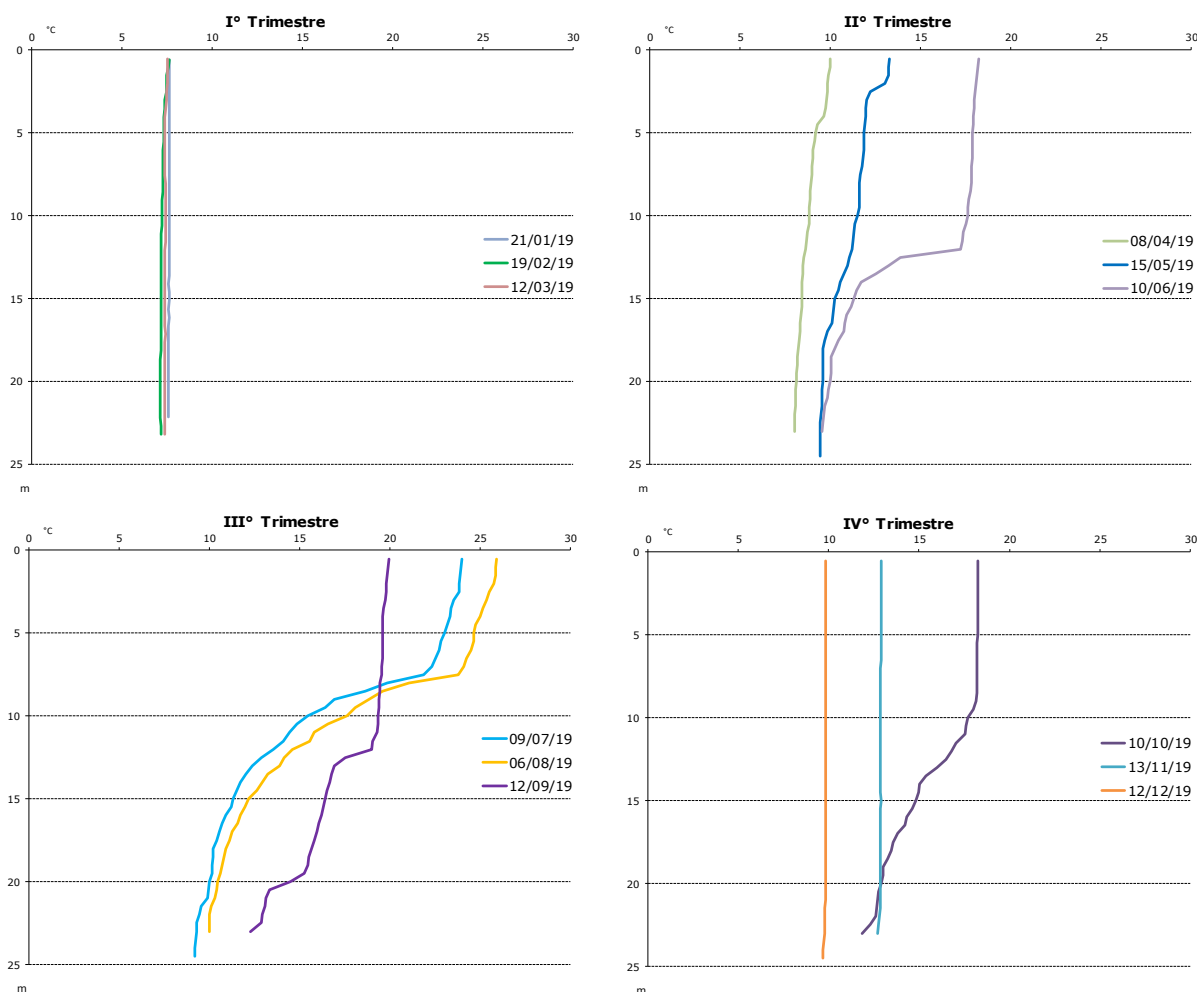


Figura 43. Profili di temperatura della colonna d'acqua nella stazione di Ispra suddivisi per trimestre.



I profili dell'**ossigeno disciolto** mostrano come la concentrazione si mantenga elevata in tutti i campionamenti anche in prossimità del fondo, con valori che non scendono mai al di sotto di 6,5 mg/L O<sub>2</sub> e del 60% di saturazione (Figura 44). Ciò riflette la natura scarsamente produttiva del lago in cui, a differenza del lago di Varese, il consumo della sostanza organica che sedimenta non determina deficit di ossigenazione delle acque. Le curve di luglio e agosto indicano un picco di produttività algale intorno ai 9-10 m, dove si raggiungono valori di saturazione di circa 130%.

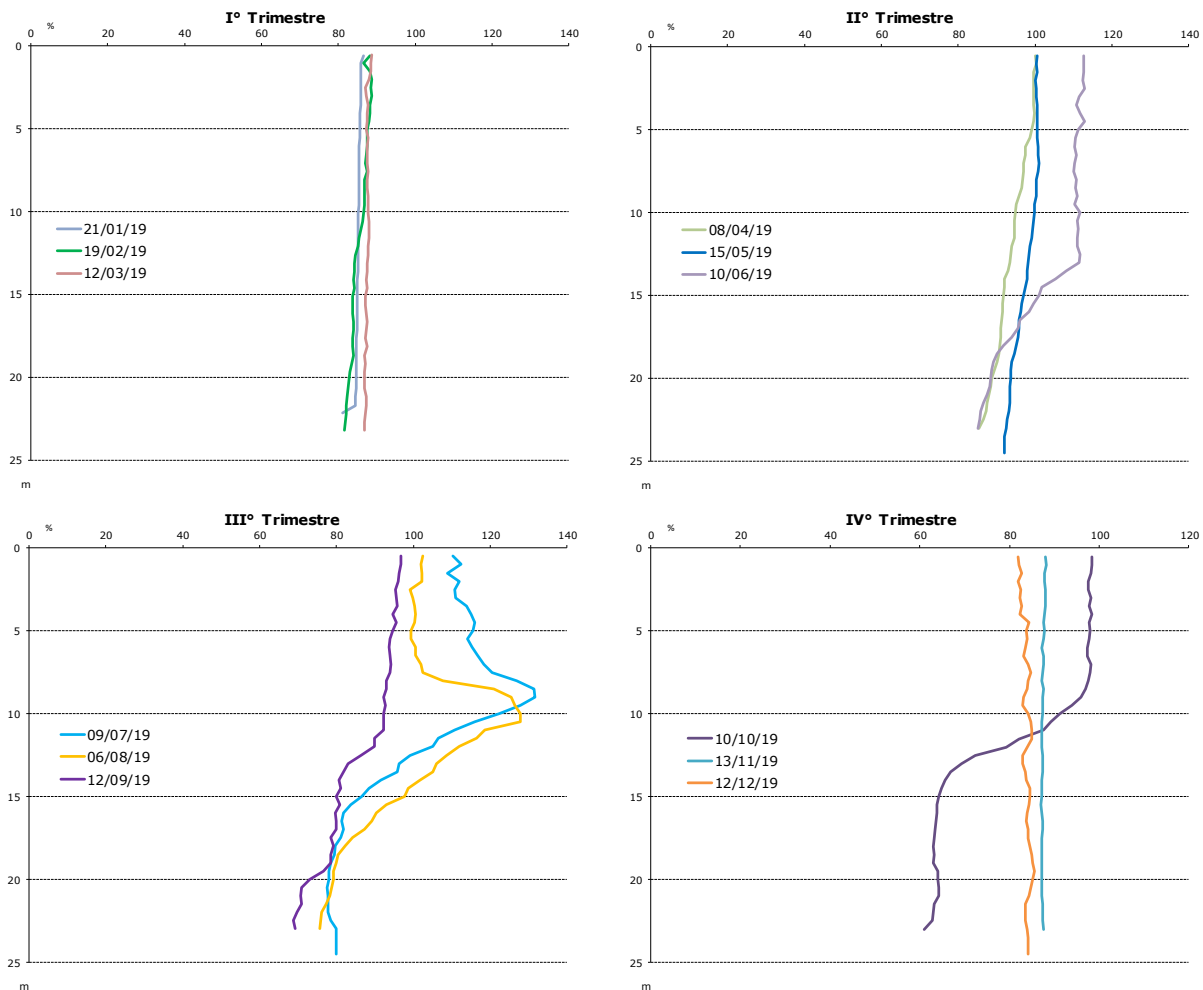


Figura 44. Profili della saturazione di ossigeno disciolto nella stazione di Ispra suddivisi per trimestre.

La buona ossigenazione delle acque fa sì che la principale forma inorganica di **azoto** sia quella nitrica anche nelle acque profonde durante la fase di stratificazione termica. L'azoto ammoniacale si mantiene quasi sempre al di sotto del LOQ, con la sola eccezione dei mesi di gennaio, giugno e settembre in cui ha raggiunto comunque concentrazioni molto limitate.

Durante i primi mesi dell'anno le concentrazioni di **fosforo** totale (Figura 45) sono state modeste, tipiche di un ambiente oligotrofo con una media di circa 7 µg/L a gennaio, 8 µg/L a febbraio e solo 4 µg/L a marzo. L'andamento di questo parametro nei due intervalli di profondità è stato generalmente simile, discostandosi in maniera più significativa solo a maggio quando la concentrazione superficiale è risultata doppia rispetto a quella delle acque più profonde.

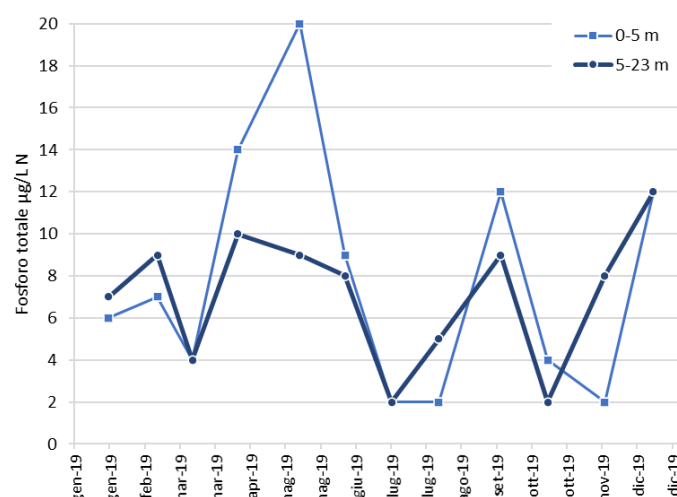


Figura 45. Concentrazioni di fosforo totale nella stazione di Ispra negli intervalli 0-5 e 5-23 metri.

Nella Tabella 45 sono messi a confronto i valori dei nutrienti misurati nel Bardello alla stazione di Brebbia con i corrispondenti valori rilevati nella stazione di Ispra sul lago Maggiore. Come si può osservare, il Bardello presenta concentrazioni di uno o due ordini di grandezza superiori rispetto a quelle lacustri: il lago sembra quindi in grado diluire localmente il carico che giunge attraverso il suo immissario.

Tabella 45. Valori dei nutrienti nella stazione di Brebbia del fiume Bardello e nella stazione di Ispra nel lago Maggiore nei due intervalli di profondità campionati nel 2019.

|                               |                        | GEN   | FEB   | MAR   | APR   | MAG   | GIU   | LUG   | AGO   | SET  | OTT   | NOV   | DIC   |
|-------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Fosforo totale<br>(µg/L P)    | Bardello a Brebbia     | 165   | 130   | 91    | 136   | 209   | 174   | 156   | 276   | 227  | 472   | 177   | 104   |
|                               | Lago Maggiore (0-5 m)  | 6     | 7     | 4     | 14    | 20    | 9     | <4    | <4    | 12   | 4     | <4    | 12    |
|                               | Lago Maggiore (5-23 m) | 7     | 9     | 4     | 10    | 9     | 8     | <4    | 5     | 9    | <4    | 8     | 12    |
| Ortofosfato<br>(µg/L P)       | Bardello a Brebbia     | 156   | 98    | 71    | 85    | 180   | 156   | 142   | 234   | 202  | 431   | 76    | 72    |
|                               | Lago Maggiore (0-5 m)  | 5     | <4    | <4    | 5     | 13    | 8     | <4    | <4    | 5    | <4    | <4    | <4    |
|                               | Lago Maggiore (5-23 m) | 6     | <4    | <4    | 5     | 8     | 5     | <4    | <4    | 7    | <4    | <4    | <4    |
| Azoto nitrico<br>(mg/L N)     | Bardello a Brebbia     | 1,80  | 1,70  | 1,60  | 2,00  | 2,00  | 0,95  | 0,83  | 2,80  | 3,90 | 2,90  | 2,60  | 1,00  |
|                               | Lago Maggiore (0-5 m)  | 0,80  | 0,72  | 0,75  | 0,75  | 0,60  | 0,60  | 0,36  | 0,34  | 0,40 | 0,62  | 0,59  | 0,62  |
|                               | Lago Maggiore (5-23 m) | 0,72  | 0,68  | 0,67  | 0,68  | 0,68  | 0,63  | 0,44  | 0,41  | 0,51 | 0,66  | 0,57  | 0,68  |
| Azoto ammoniacale<br>(mg/L N) | Bardello a Brebbia     | 0,32  | 0,17  | 0,08  | 0,14  | 0,17  | 0,09  | 0,01  | 0,23  | 0,27 | 0,25  | 0,21  | 0,28  |
|                               | Lago Maggiore (0-5 m)  | 0,04  | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,02  | <0,02 | <0,02 | 0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
|                               | Lago Maggiore (5-23 m) | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Azoto totale<br>(mg/L N)      | Bardello a Brebbia     | 3,1   | 2,9   | 3,0   | 3,1   | 3,1   | 1,7   | 2,2   | 5,1   | 6,0  | 3,5   | 4,6   | 2,1   |
|                               | Lago Maggiore (0-5 m)  | 2,2   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,0   | 1,7   | 1,6   | 0,9   | 1,7  | 1,2   | 1,2   | 1,4   |
|                               | Lago Maggiore (5-23 m) | 1,7   | 1,0   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,2   | 1,7   | 0,7   | 1,4  | 1,0   | 1,1   | 2,1   |

In Tabella 46 si riporta il confronto tra la temperatura del Bardello misurata nella stazione di Brebbia e quella superficiale del lago. Ne emerge un quadro differente rispetto a quanto ipotizzato nella precedente relazione in cui era disponibile un numero inferiore di dati. Nell'arco dell'anno si alternano infatti periodi in cui la temperatura del corso d'acqua è inferiore a quella lacustre ad altri in cui avviene il contrario, quindi la profondità a cui avviene il mescolamento delle acque tra il lago e il suo immissario, potrebbe essere variabile nel tempo. Se ad aprile e luglio il rimescolamento sembrerebbe interessare lo strato superficiale, nei campionamenti di agosto e ottobre è presente un

delta pari o superiore ai 2°C a favore del lago. Ciò potrebbe far ipotizzare l'incunearsi delle acque del Bardello ad una profondità maggiore, soprattutto ad agosto. Si tratta al momento di ipotesi che andranno approfondite in futuro, quando sarà a disposizione un numero di dati più significativo, valutando inoltre quanto l'emunzione di acque ipolimniche più fredde sarà in grado di influenzare la temperatura alla foce del corso d'acqua.

Tabella 46. Confronto tra la temperatura del Bardello nella stazione di Brebbia e la temperatura superficiale del lago Maggiore nella stazione di Ispra in corrispondenza delle date di campionamento.

| Mese         | Temperatura (°C)<br>Bardello | Temperatura (°C)<br>Superficie lago | Δ °C<br>(Bardello – Lago) |
|--------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Gennaio 2019 | 4,6                          | 7,6                                 | -3,0                      |
| Febbraio     | 6,6                          | 7,6                                 | -1,0                      |
| Marzo        | 8,3                          | 7,5                                 | 0,8                       |
| Aprile       | 13,0                         | 10,0                                | 3,0                       |
| Maggio       | 14,1                         | 13,3                                | 0,8                       |
| Giugno       | 21,5                         | 18,3                                | 3,2                       |
| Luglio       | 25,0                         | 24,0                                | 1,0                       |
| Agosto       | 22,3                         | 25,9                                | -3,6                      |
| Settembre    | 18,0                         | 20,0                                | -2,0                      |
| Ottobre      | 16,0                         | 18,3                                | -2,3                      |
| Novembre     | 12,3                         | 12,9                                | -0,6                      |
| Dicembre     | 9,7                          | 9,8                                 | -0,1                      |

La **trasparenza**, parametro con andamento contrapposto a quello della produzione primaria, si è mantenuta elevata in tutti i campioni con la sola eccezione di aprile, in cui comunque ha raggiunto i 3,9 metri (Figura 46). Evidenti i massimi di gennaio, dicembre e soprattutto di agosto quando, nonostante il periodo estivo, sono stati raggiunti gli 11 metri di visibilità. Più in generale l'andamento del parametro ha indicato una scarsa produzione primaria nella stazione in esame, con una media annua di ben 7,0 metri.

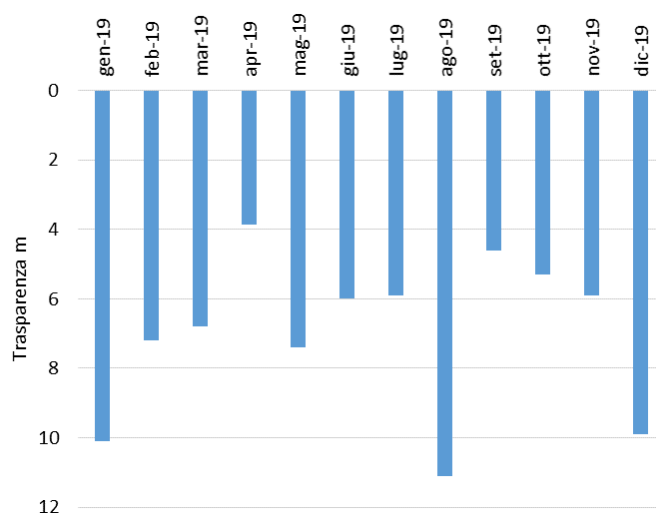


Figura 46. Andamento della trasparenza nella stazione di Ispra nel 2019.

## Fitoplancton

La Figura 47 riporta l'andamento del biovolume della comunità fitoplanctonica presente in superficie (strato 0-2 metri) nell'arco dell'anno, la Figura 48 ne mostra la composizione percentuale in termini di classi algali.

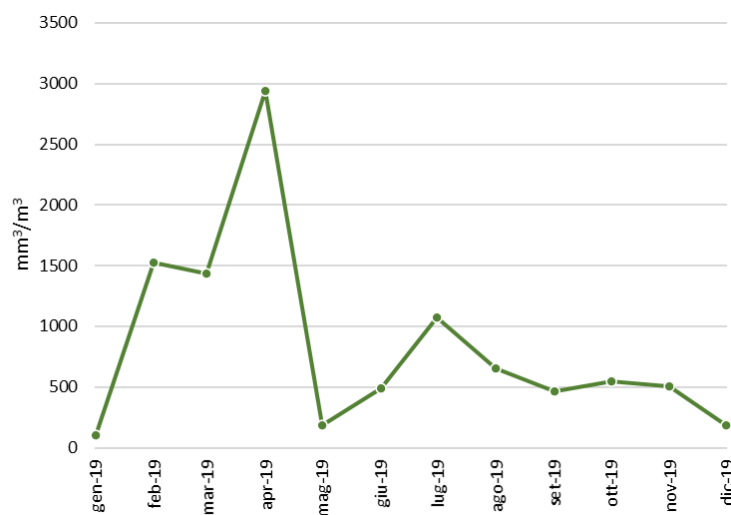


Figura 47. Andamento del biovolume della comunità fitoplanctonica nella stazione di Ispra nel 2019.

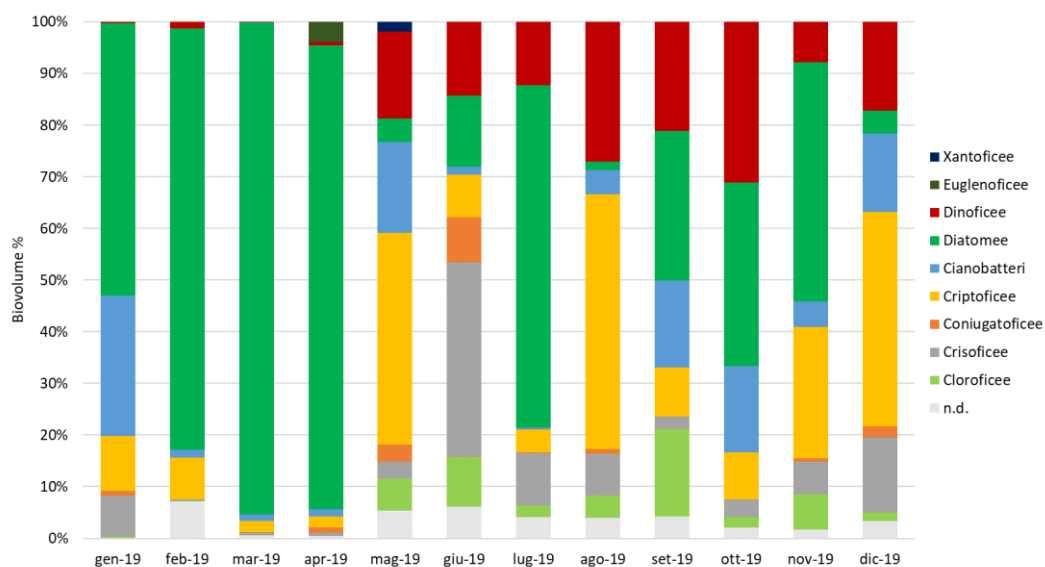


Figura 48. Composizione percentuale della comunità fitoplanctonica nella stazione di Ispra nel 2019.

In generale la produzione primaria è limitata, con una media annua di circa 840 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. I valori più elevati vengono raggiunti nel periodo tardo invernale-primaverile, in cui si ha un notevole sviluppo delle diatomee con un picco di produzione di quasi 3000 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> ad aprile legato alla specie *Asterionella formosa*.

Da maggio a dicembre non vi è la netta dominanza di una classe algale sulle altre come nel periodo precedente, tranne nel mese di luglio in cui le diatomee hanno un nuovo picco con *Fragilaria crotonensis* e *Cyclotella spp.*

In generale le diatomee sono il gruppo che dà il contributo più significativo, in particolare con *Asterionella formosa*, *Aulacoseira islandica*, *Fragilaria crotonensis* e *Cyclotella* spp. La loro dinamica nella stazione di Ispra è simile a quella riscontrata dalle attività di monitoraggio condotte in ambito CIPAI5 nella stazione di Ghiffa in questi anni (Rogora, 2018). Tra gli altri gruppi algali si distinguono le criptoficee con *Plagioselmis nannoplantica* e le dinoficee con *Ceratium hirundinella*, *Gymnodinium uberrimum* e *Peridinium* spp.

I cianobatteri sono presenti all'interno della comunità, ma non danno luogo ad episodi di fioritura algale e contribuiscono limitatamente alla comunità complessiva. Nel primo quadrimestre sono presenti essenzialmente con colonie di specie del gruppo *Oscillatoriales*, in particolare *Planktothrix rubescens/agardhii*, *Pseudanabena* spp. e, nei mesi di marzo e aprile, *Tychonema bourrellyi*. Durante il periodo estivo sono più abbondanti le specie del gruppo *Chroococcales* con *Cyanodictyon planctonicum* e diverse specie del genere *Aphanocapsa*; si segnala inoltre una massiccia presenza di *Synechococcus* nel mese di maggio. Tra le *Nostocales* la specie *Aphanozomenon flos-aquae* è presente quasi tutto l'anno, con biovolumi più elevati nell'ultimo bimestre.

Per valutare lo stato ecologico nella stazione monitorata è stato applicato il Metodo italiano di valutazione del fitoplancton (IPAM), il cui valore e i punteggi delle singole metriche che lo compongono, espressi come concentrazione e RQE, sono riportati in Tabella 47.

Tabella 47. Valori delle singole metriche, espresse sia come concentrazioni che come RQE normalizzato, e valore di IPAM nella stazione di campionamento di Ispra.

| Corpo idrico  | Anno | Clorofilla a |      | Biovolume medio |      | PTIot |      | IPAM  | Stato |
|---------------|------|--------------|------|-----------------|------|-------|------|-------|-------|
|               |      | µg/L (7,30*) | RQEn | mm³/L (2,30*)   | RQEn | 3,01* | RQEn | 0,60* |       |
| Lago Maggiore | 2019 | 2,81         | 0,74 | 0,84            | 0,63 | 3,24  | 0,63 | 0,66  | BUONO |

\*Limite stato buono/sufficiente

Sia le metriche quantitative, clorofilla e biovolume medi annui, che la composizione tassonomica della comunità contribuiscono all'ottenimento di un buono stato del fitoplancton, in linea con quanto emerso in questi anni dalle campagne di monitoraggio condotte nella stazione di Ghiffa.

## Sostanze inquinanti

Gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** sono la classe di composti che ha superato con maggiore frequenza il LOQ, in particolare con fluorantene, naftalene, pirene, crisene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene. Si sono rilevati superamenti del LOQ anche per antracene, benzo(a)pirene, benzo(g,h,i)perilene, benzo(k)fluorantene, benzo(b)fluorantene, acenaftene, acenaftilene, fenantrene, fluorene. Le concentrazioni sono generalmente ridotte, poco superiori ai LOQ e, tra gli IPA presenti nella tabella 1/A del DLgs 172/2015 (sostanze dell'elenco di priorità), non si sono verificati superamenti delle concentrazioni massime ammissibili (SQA-CMA). La concentrazione media annua del **fluorantene** invece non rispetta lo standard di qualità espresso come media annua (SQA-MA) previsto dal DLgs.172/2015. Non è possibile valutare inoltre il rispetto dell'SQA-MA per il benzo(a)pirene a causa di un LOQ al momento non adeguato.

Tra i **metalli** si segnala la presenza di arsenico, rilevato in tutti i campioni seppur con concentrazioni modeste e il cromo esavalente, anch'esso rilevato con concentrazioni non significative (2-4,4 µg/L). La presenza dell'arsenico si ritiene dovuta alle caratteristiche naturali del bacino.

Tra i composti organici clorurati è stato ricercato il **cloruro di vinile**, che è risultato sempre inferiore al LOQ.

I valori di tutte le sostanze appartenenti al gruppo dei **composti organici volatili (VOC)** sono sempre inferiori ai rispettivi LOQ.

Per quanto riguarda i **PFAS**, nelle quattro campagne condotte si registrano superamenti del LOQ per l'acido perfluorottansolfonico (PFOS), con un massimo di 0,0017 µg/L a settembre nel campione integrato 0-5 metri, e una media annua di 0,0011 µg/L, superiore allo SQA-MA (0,00065 µg/L). Le singole concentrazioni sono invece decisamente inferiori allo SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile, 36 µg/L) stabilita dal DLgs.172/2015.

I valori di tutti i **pesticidi** ricercati sono sempre risultati inferiori ai rispettivi LOQ.

Il **diclofenac**, unica sostanza farmaceutica indagata, è stato riscontrato in un'unica occasione a gennaio 2019 nel campione integrato 5-23 metri, con una concentrazione di 0,032 µg/L.

## Valutazione del fitoplancton mediante i pigmenti fotosintetici

Nell'ambito della attività connesse con l'avvio delle indagini sul lago di Varese, a partire dal mese di luglio 2019, oltre alle consuete attività di monitoraggio del fitoplancton da parte di ARPA, il CNR IRSA di Verbania ha avviato un'azione di monitoraggio sull'abbondanza e composizione del fitoplancton ottenuta attraverso la determinazione con HPLC (cromatografia liquida ad alta prestazione) dei carotenoidi algali. Questa azione è finalizzata in particolare alla validazione e alla conferma della misura ad alta frequenza che verranno realizzate con le due boe limnologiche previste dall'Attività B.1.1.

Tuttavia, poiché questa metodologia, largamente applicata in ambiente marino (Schlüter *et al.* 2006; Goela *et al.* 2015), richiede una fase di calibrazione e messa appunto degli algoritmi di calcolo per trasformare l'immagine che si ottiene dai carotenoidi in una stima di biomassa dei principali gruppi algali (Wang *et al.* 2015), si sono analizzati campioni di acqua prelevati e pretrattati da ARPA nel Lago di Varese e nella baia di Ispra del lago Maggiore.

### Metodo

I campioni di acqua sono stati prelevati e filtrati su GF/C da ARPA e successivamente congelati fino al momento dell'analisi. Presso il CNR-IRSA di Verbania i filtri sono stati scongelati, triturati con un omogeneizzatore e quindi estratti con una miscela di acetone e acqua MILLQ (90:10) per 24 ore a 4°C al buio e in un atmosfera di azoto. L'estratto è stato quindi centrifugato a 4000 g/min per 10 min e il sopranatante ottenuto è stato utilizzato sia per la misura della clorofilla allo spettrofotometro che per l'analisi cromatografica per la determinazione di pigmenti fotosintetici algali.

L'analisi spettrofotometrica è stata effettuata utilizzando uno spettrofotometro a doppio raggio (UV-VIS mc2, SAFAS) e una cuvetta da 1 cm di cammino ottico. La quantificazione della clorofilla è stata ottenuta utilizzando le equazioni pubblicate da Richite (2008). L'analisi cromatografica è stata effettuata con il metodo pubblicato da Lami *et al.* (2009).

I carotenoidi sono stati associati ai diversi gruppi algali sulla base di quanto disponibile in letteratura (Guilizzoni and Lami 2003; Roy *et al.* 2011) e sono riportati in Tabella 48.

Tabella 48. Associazione fra carotenoidi e taxa algali (Guilizzoni e Lami 2003; Roy *et al.* 2011).

| Abbreviations                       | Pigment   | Taxa   |
|-------------------------------------|---|--|
| Chla<br>Chlb<br>Chlc                | <b>Chlorophylls</b><br>Chlorophyll a<br>Chlorophyll b<br>Chlorophyll c                            | Common to all plants<br>Chlorophytes, Euglenophytes, Trachaeophytes<br>Chrysophytes, Pyrrophytes   |
| Pheide_a<br>Phe_a<br>Phe_b<br>Phe_c | <b>Chlorophyll derivatives</b><br>Pheophorbides a<br>Pheophytin a<br>Pheophytin b<br>Pheophytin c | Chlorophyll a derivative (grazing)<br>Chlorophyll a derivative common to all plants<br>Chlorophyll b derivative common to all plants<br>Chlorophyll c derivative (Chrysophytes, Pyrrophytes) |
| Bb_car<br>be_car<br>Bg_car          | <b>Carotenes</b><br>β, β-carotene<br>β, - carotene<br>β, (- carotene                              | Common to all plants, some bacteria, Chlorophytes, Trachaeophytes<br>Cryptophytes, cyanobacteria and some dinoflagellates<br>Dinoflagellates   |
| Allo<br>Astha<br>Cantha<br>Echin    | <b>Xanthophylls</b><br>Alloxanthin<br>Astaxanthin<br>Canthaxanthin<br>Echinenone                  | Cryptophytes<br>Invertebrate herbivores, some chlorophytes<br>Invertebrate herbivores, some filamentous cyanobacteria<br>Total cyanobacteria   |
| Fuco                                | Fucoxanthin   | Siliceous algae  |





## Risultati

Il confronto fra la concentrazione della clorofilla misurata per via spettrofotometrica rispetto a quella misurata mediante HPLC (Figura 49) mostra che i due valori sono del tutto simili e che quindi il contributo di pigmenti di degradazione come le feofitine e i feoforbidi nei campioni considerati non sono preponderanti, ad indicare un buono stato fisiologico dei popolamenti algali. Per valori elevati di clorofilla la misura spettrofotometrica tende ad essere maggiore di quella effettuata con HPLC, probabilmente per una interferenza dei carotenoidi, dal momento che i valori più elevati sono stati osservati nel lago di Varese dove le cianoficee sono dominanti.

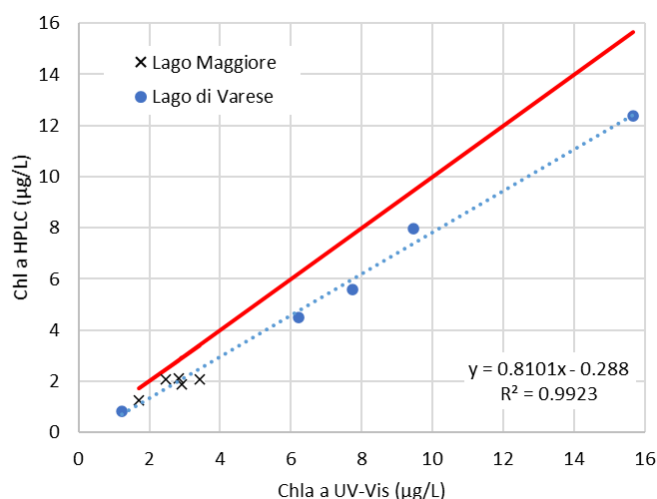


Figura 49. Confronto fra la concentrazione di clorofilla misurata con lo spettrometro (Chl a UV-Vis) e quella misurata con HPLC (Chl a HPLC). I valori della regressione si riferiscono a tutti i dati misurati in entrambi i laghi. La linea rossa rappresenta la retta 1:1.

Nella Figura 50 è riportato l'andamento nel corso del 2019 delle concentrazioni di clorofilla nei due laghi e il confronto fra i dati misurati da ARPA e dal CNR-IRSA di Verbania. Per il periodo di sovrapposizione (luglio-dicembre) c'è un ottimo accordo fra le misure.

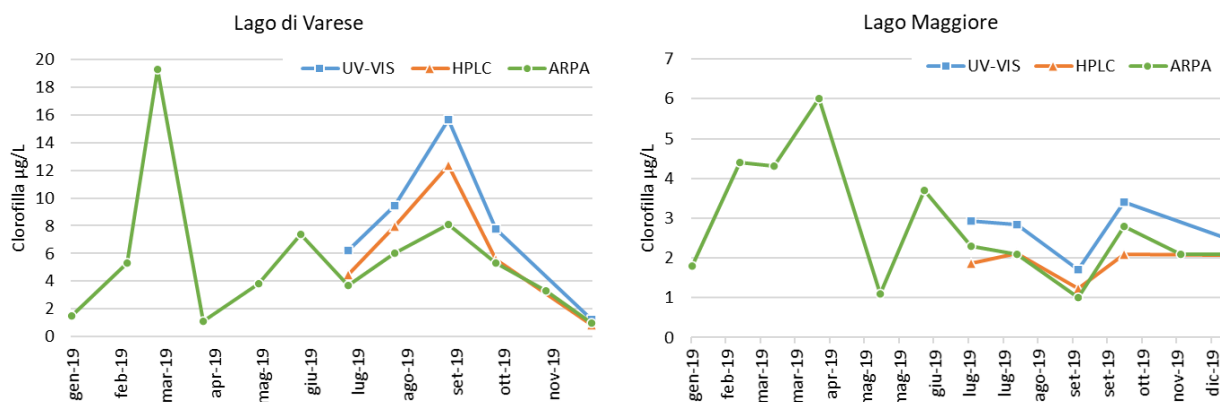


Figura 50. Confronto tra i valori di clorofilla a misurata da CNR IRSA allo spettrofotometro (UV-VIS) e con HPLC e quelli misurati da ARPA.

Un aspetto che emerge dal confronto fra biomassa algale e concentrazione di clorofilla *a* è il differente comportamento fra i due laghi. Nel lago di Varese il contenuto di clorofilla per cellula è abbastanza costante e la relazione, come ci si dovrebbe attendere, risulta essere lineare ed altamente significativa. Nel caso del Lago Maggiore il contenuto per cellula di clorofilla *a* è più variabile, probabilmente in relazione ad una maggiore diversità algale, e la relazione biomassa verso clorofilla *a* pur rimanendo significativa ha una dispersione maggiore come evidenziato dal valore inferiore di  $R^2$  rispetto a quello misurato nel Lago di Varese (Figura 51).

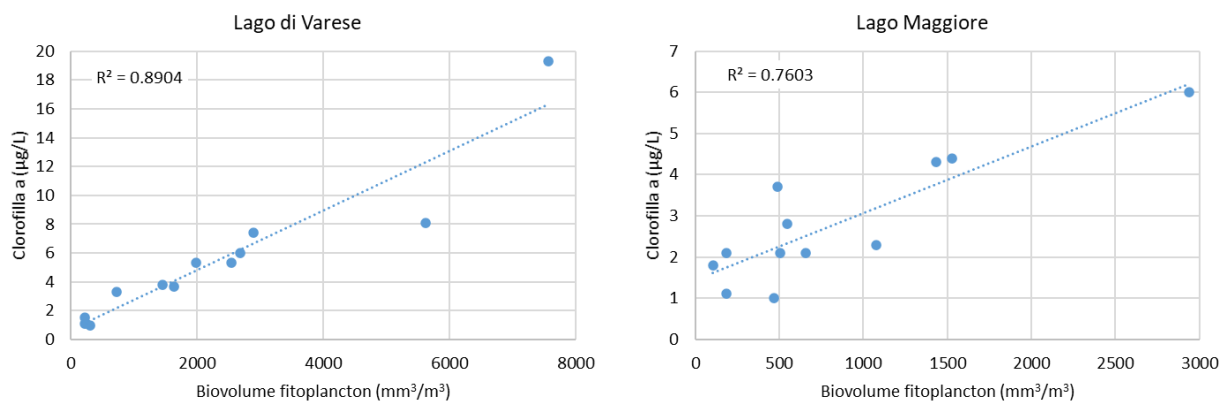


Figura 51. Relazione fra biovolume del fitoplancton e clorofilla *a* (dati ARPA Lombardia, anno 2019).

Nel seguito (Figura 52 e Figura 53) si riportano alcuni esempi dei risultati ottenuti tramite l'analisi cromatografica (HPLC) dei campioni di fitoplancton prelevati nei due laghi. Si evidenzia che anche con questo approccio si può rappresentare la differente composizione algale sia fra diversi periodi di campionamento nello stesso lago sia fra i due laghi campionati nello stesso periodo. Inoltre, il confronto fra campione integrato e campione puntuale sulla colonna d'acqua mette ben in luce come nel Lago Maggiore la differenza non sia elevata, mentre nel Lago di Varese questa differenza sia più pronunciata, verosimilmente a causa della maggiore stratificazione dei popolamenti fitoplanctonici. Questi ultimi sono da considerarsi risultati del tutto preliminari, che necessitano di un maggior numero di osservazioni anche ai fini di un confronto con i dati del conteggio algale al microscopio.

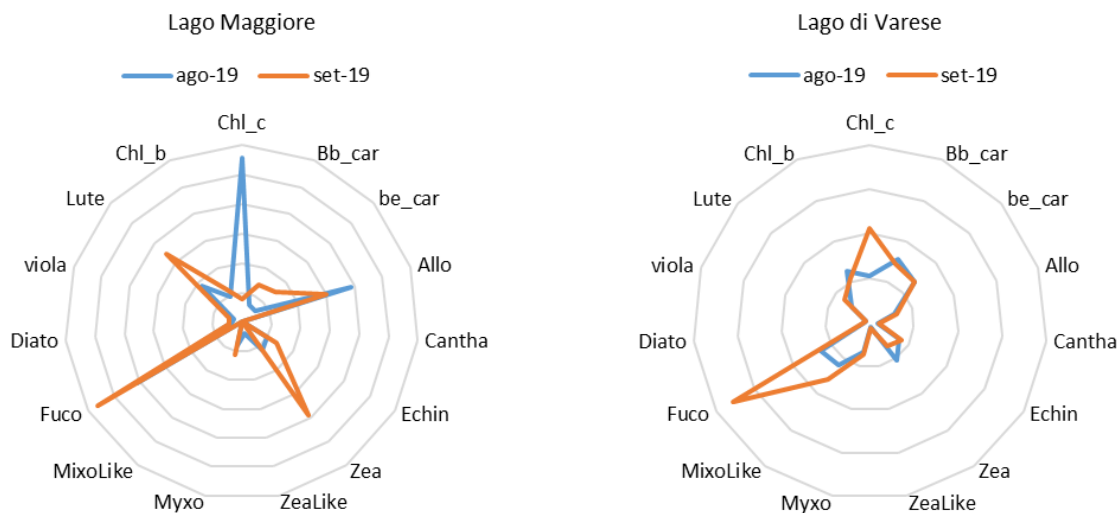


Figura 52. Composizione percentuale dei carotenoidi algali nei campioni integrati prelevati in due differenti mesi del 2019.

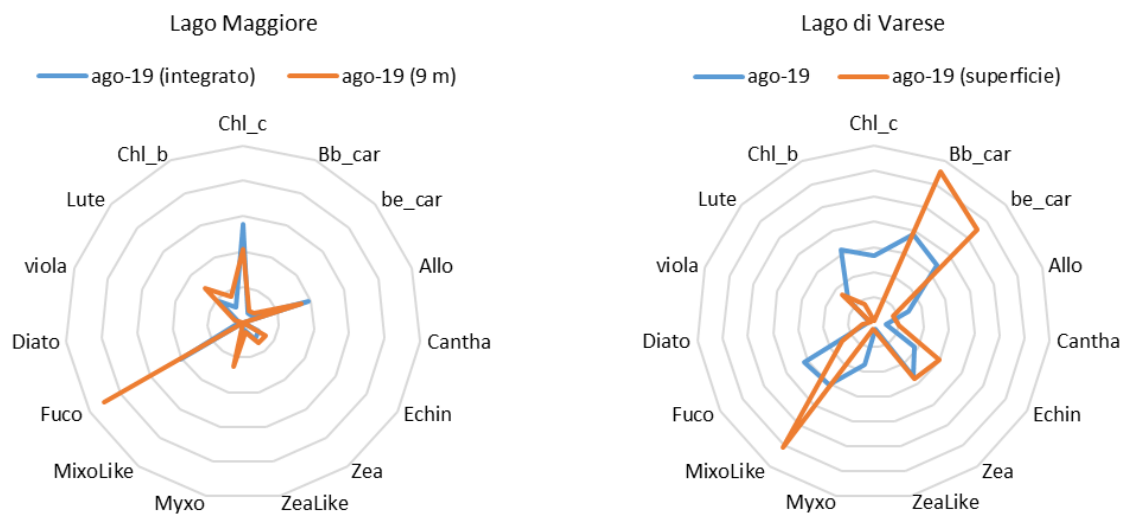


Figura 53. Confronto fra campioni integrati e campioni puntuali prelevati nel mese di agosto 2019.

## BIBLIOGRAFIA

Centro Geofisico Prealpino, Provincia di Varese, 2018. *Sintesi meteorologica 2018 a Varese*. [https://www.astrogeo.va.it/statistiche/2018/clima\\_2018.pdf](https://www.astrogeo.va.it/statistiche/2018/clima_2018.pdf)

Centro Geofisico Prealpino, Provincia di Varese, 2019. *Sintesi meteorologica 2019 a Varese*. [https://www.astrogeo.va.it/statistiche/2019/clima\\_2019.pdf](https://www.astrogeo.va.it/statistiche/2019/clima_2019.pdf)

Crosa G., 2007. *Inquadramento analitico del rilascio di fosforo dai sedimenti del lago di Varese e valutazione del potenziale impiego di composti specifici per il contenimento di tale fenomeno*. Rapporto finale. Università degli studi dell'Insubria, 25 pp.

Goela P.C., Icely J., Cristina S., Danchenko S., DelValls A., Newton A., 2015. Using bio-optical parameters as a tool for detecting changes in the phytoplankton community (SW Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 167:125–137. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.07.037>

Guilizzoni P., Lami A., 2003. *Paleolimnology: Use of Algal Pigments as Indicators*. In: Encyclopedia of Environmental Microbiology. John Wiley & Sons, Inc.

Hamilton D.P., Collier K.J., Quinn J.M and Howard-Williams C. (eds.), 2018. *Lake Restoration Handbook. A New Zealand Perspective*. Springer, 598 pp.

ISPRA, 2014. *Metodi Biologici per le acque superficiali interne*. Manuali e Linee Guida 111/2014

ISPRA, 2017. *Nuovo indice dello stato ecologico delle comunità ittiche (NISECI)*. Manuali e Linee Guida 159/2017

Lami A., Musazzi S., Marchetto A., Buchaca T., Kernan M., Jeppesen E. & Guilizzoni P., 2009. Sedimentary pigments in 308 alpine lakes and their relation to environmental gradients. *Advances in Limnology* 62: 217-238

Mackey M., Mackey D., Higgins H., Wright S., 1996. CHEMTAX - a program for estimating class abundances from chemical markers: application to HPLC measurements of phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 144: 265-283

Meersche K.V. den, Soetaert K., Oevelen D.V., 2009. `xsample()` : An R Function for Sampling Linear Inverse Problems. *J. Stat. Soft.* 30: 1-15

Negri A., 2016. *Gestione dell'impianto di prelievo ipolimnico nel lago di Annone Est. Sintesi dell'attività svolta nel periodo 2009-2016*. Regione Lombardia - Settore Ecologia, 42 pp.

Nürnberg G.K. 1984. The prediction of internal phosphorus load in lakes with anoxic hypolimnia. *Limnol. Oceanogr.* 29: 111-124.

Nürnberg G.K., 2004. Quantified hypoxia and anoxia in lakes and reservoirs. *TheScientificWorldJournal* 4: 42-54.

Nürnberg, G.K., 2009. Assessing internal phosphorus load – Problems to be solved. *Lake and Reservoir Management*, 25: 419-432

R Core Team, 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

Reynolds C.S., 1997. *Vegetation Processes in the Pelagic. A Model for Ecosystem Theory*. Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, 371 pp.

Ritchie R.J., 2008. Universal chlorophyll equations for estimating chlorophylls a, b, c, and d and total chlorophylls in natural assemblages of photosynthetic organisms using acetone, methanol, or ethanol solvents. *Photosynthetica* 46: 115–126

Rogora M. (a cura), 2018. *Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore*. Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere. Rapporto annuale 2018, 160 pp.

Roy S., Llewellyn C.A., Egeland E.S., Johnsen G., 2011. Phytoplankton pigments: characterization, chemotaxonomy and applications in oceanography. Cambridge University Press, 845 pp.

Salmaso N., Copetti D., Guzzella L., Manganelli M., Masala E., Naselli-Flores L., 2014. Fattori inerenti allo sviluppo di fioriture di cianobatteri tossici con particolare riferimento a eutrofizzazione e cambiamenti climatici. In: Funari E., Manganelli M., Testai E. (a cura). *Cianobatteri: linee guida per la gestione delle fioriture nelle acque di balneazione*. Istituto Superiore di Sanità, Rapporti ISTISAN 14/20: 5-36

Schlüter L., Lauridsen T.L., Krogh G., Jørgensen T., 2006. Identification and quantification of phytoplankton groups in lakes using new pigment ratios – a comparison between pigment analysis by HPLC and microscopy. *Freshwater Biology* 51: 1474-1485

Osservatorio del Lago di Varese - Comitato Tecnico Scientifico. *Lago di Varese, 2017. Miglioramento della qualità delle acque del lago: obiettivi e priorità di intervento*. Provincia di Varese, documento non pubblicato, 55 pp.

Wang L., Huang B., Liu X., Xiao W., 2015. The modification and optimizing of the CHEMTAX running in the South China Sea. *Acta Oceanol. Sin.* 34: 124-131.

## ALLEGATO 1 – Sostanze ricercate sulle acque

Sostanze ricercate nel lago di Varese e nel lago Maggiore nel 2019

| Composti organici volatili (VOC) |                             |                          |                         |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1,1-Dicloroetilene               | ETBE (etil terbutil etere)  | Benzene                  | 1,2-Diclorobenzene      |
| 1,2,3-Tricloropropano            | Etilbenzene                 | Tetracloruro di carbonio | 1,3 Diclorobenzene      |
| 1,2-dibromoetano                 | MTBE (metil terbutil etere) | Dicloroetano 1,2         | 1,4-diclorobenzene      |
| 1,2-dicloroetilene               | Stirene                     | Esaclorobenzene          | Toluene                 |
| 1,2-dicloropropano               | Tribromometano              | Esaclorobutadiene        | Tricloroetano 1,1,1     |
| Bromodiclorometano               | Tricloroetano 1,1,2         | Pentaclorobenzene        | m+p-Xilene              |
| Dibromoclorometano               | 1,2,3-Triclorobenzene       | Tetracloroetilene        | Xilene (somma isomeri)  |
| Dicloroetano 1,1                 | 1,2,4-Triclorobenzene       | Tricloroetilene          | Xilene orto             |
| Dicloroetilene cis               | Triclorobenzene 1,3,5       | Triclorometano           | Tetracloroetano 1,1,2,2 |
| Dicloroetilene trans             | Triclorobenzeni             | Monoclorobenzene         |                         |

| Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) |                       |                        | Metalli      |           |         |
|---|-----------------------|------------------------|--------------|-----------|---------|
| Acenafte                                | Benzo (k) fluorantene | Fluorantene            | Arsenico     | Ferro     | Piombo  |
| Acenafte                                | Benzo(a)antracene     | Fluorene               | Cadmio       | Manganese | Rame    |
| Antracene                               | Crisene               | Indeno(1,2,3-cd)pirene | Cromo totale | Mercurio  | Vanadio |
| Benzo (a) pirene                        | Dibenzo(a,h)antracene | Isopropilbenzene       | Cromo VI     | Nichel    | Zinco   |
| Benzo (b) fluorantene                   | Dibenzo(a,h)pirene    | Naftalene              |              |           |         |
| Benzo (g,h,i) perilene                  | Fenantrene            | Pirene                 |              |           |         |

| Pesticidi                                 |                                  |                     |                                   |  |
|---|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|--|
| Acido 2,4 meticlorofenossi acetico (MCPA) | Clorpirifos                      | Fluroxipir          | Oxydemeton-metile                 |  |
| 2,4,5-T                                   | Clorpirifos Metile               | HCH alfa            | p,p'-DDT                          |  |
| 2,4-Dicofol                               | Clotianidin                      | HCH delta           | Paration etile                    |  |
| 4,4'-DDD                                  | Cycloxdim                        | HCH gamma (lindano) | Paration metile                   |  |
| 4,4'-DDE                                  | DDD                              | HCH-beta            | Pendimetalin                      |  |
| Acetamiprid                               | DDE                              | Imidacloprid        | Pirimicarb                        |  |
| Acido 2,4 diclorofenossi acetico (2,4 D)  | DDT                              | Isodrin             | Pretilachlor                      |  |
| Aclonifen                                 | Diclorobenzammide 2,6            | Isoproturon         | Prometrina                        |  |
| Alachlor                                  | Diclorvos                        | Isoxafutol          | Propanil                          |  |
| Aldrin                                    | Dicofol                          | Linuron             | Propazina                         |  |
| Ametrina                                  | Dieldrin                         | Malathion           | Protoate                          |  |
| Atrazina                                  | Dimetoato                        | Mecoprop            | Quinclorac                        |  |
| Atrazina-desetil                          | Diuron                           | Metalaxyl           | Rimsulfuron                       |  |
| Atrazina-desisopropil                     | Endosulfan (isomeri alfa e beta) | Metamitron          | Secbutilazina                     |  |
| Azimsulfuron                              | Endosulfan alfa                  | Metiocarb           | Simazina                          |  |
| Bensulfuron Metile                        | Endosulfan beta                  | Metolachlor         | Σ antiparassitari del ciclo diene |  |
| Bentazone                                 | Endosulfan solfato               | Metribuzin          | Sulcotrione                       |  |
| Bromacil                                  | Endrin                           | Mevinfos            | Terbutilazina                     |  |
| Chinossifen                               | Eptacloro                        | Molinate            | Terbutilazina desetil             |  |
| Chlordano totale                          | Eptacloro epossido               | Nicosulfuron        | Terbutrina                        |  |
| Chlorfenvinphos                           | Eptacloro Epossido endo          | o,p'-DDD            | Thiacloprid                       |  |
| Chloridazon                               | Esaclorocicloesano               | o,p'-DDE            | Thiobencarb                       |  |
| Cianazina                                 | Esazinone                        | o,p'-DDT            | Tiametoxam                        |  |
| Cibutrina                                 | Fenitrothion                     | Ometoato            | Triallate                         |  |
| Clordano cis                              | Fenthion                         | Oxadiazon           | Trifluralin                       |  |
| Clordano trans                            | Flufenacet                       | Oxadixyl            |                                   |  |

| Perfluorati                        |                                   |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| PFDA (Perfluoro Decanoic Acid)     | PFNA (Perfluoro Nonanoic Acid)    | PFBS (Perfluoro Butane Sulfonate) |
| PFDoA (Perfluoro Dodecanoic Acid)  | PFUdA (Perfluoro Undecanoic Acid) | PFHxA (Perfluoro Hexanoic Acid)   |
| PFHpA (Perfluoro Heptanoic Acid)   | PFOS (Perfluoro Octane Sulfonate) | PFOA (Perfluoro Octanoic Acid)    |
| PFHxS (Perfluoro Hexane Sulfonate) | PFBA (Perfluoro Butanoic Acid)    | PFPeA (Perfluoro Pentanoic Acid)  |

| Altri parametri                | Sostanze farmaceutiche | Composti organici clorurati |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| M.Mt.T.D.                      | Diclofenac             | Cloruro di vinile           |
| TCEP (tris-2cloroetil-fosfato) |                        |                             |
| Boro                           |                        |                             |
| Fluoruri                       |                        |                             |

## Sostanze ricercate nel fiume Bardello nel 2019

### Composti organici volatili (VOC)

|                       |                             |                          |             |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------|
| 1,1-Dicloroetilene    | Dicloroetilene cis          | Tetracloroetano 1,1,2,2  | Xilene orto |
| 1,2,3-Tricloropropano | Dicloroetilene trans        | Tetracloroetilene        |             |
| 1,2-dibromoetano      | Diclorometano               | Tetracloruro di carbonio |             |
| 1,2-dicloroetilene    | Esaclobenzene               | Toluene                  |             |
| 1,2-dicloropropano    | Esaclobutadiene             | Tribromometano           |             |
| Benzene               | ETBE (etil terbutil etere)  | Tricloroetano 1,1,1      |             |
| Bromodiclorometano    | Etilbenzene                 | Tricloroetano 1,1,2      |             |
| Dibromoclorometano    | m+p-Xilene                  | Tricloroetilene          |             |
| Dicloroetano 1,1      | MTBE (metil terbutil etere) | Triclorometano           |             |
| Dicloroetano 1,2      | Stirene                     | Xilene (somma isomeri)   |             |

### Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

|                        |                       |                                   |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Acenafte               | Benzo (k) fluorantene | Fluorantene                       |
| Acenafilene            | Benzo(a)antracene     | Fluorene                          |
| Antracene              | Crisene               | Indeno(1,2,3-cd)pirene            |
| Benzo (a) pirene       | Dibenzo(a,h)antracene | Isopropilbenzene                  |
| Benzo (b) fluorantene  | Dibenzo(a,h)pirene    | Idrocarburi policiclici aromatici |
| Benzo (g,h,i) perilene | Fenantrene            | Naftalene                         |
|                        |                       | Pirene                            |

### Pesticidi

|   |                            |                         |                   |                                  |
|---|----------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Acido 2,4 meticlorofenossi acetico (MCPA) | Chlorfenvinphos            | Endosulfan solfato      | Mesotrione        | Pretilachlor                     |
| 2,4,5-T                                   | Chloridazon                | Endrin                  | Metalaxyl         | Procloraz                        |
| 4,4'-DDD                                  | Cianazina                  | Eptacloro               | Metamidofos       | Prometrina                       |
| 4,4'-DDE                                  | Cibutrina                  | Eptacloro epossido      | Metamitron        | Propanil                         |
| Acetamiprid                               | Clomazone                  | Eptacloro Epossido endo | Metiocarb         | Propazina                        |
| Acetocloro                                | Clordano cis               | Esaclobocicloesano      | Metolachlor       | Protoate                         |
| Acido 2,4 diclorofenossi acetico (2,4 D)  | Clordano trans             | Esazinone               | Metribuzin        | Quinclorac                       |
| Aclonifen                                 | Clorpirifos                | Fenitroton              | Mevinfos          | Rimsulfuron                      |
| Alachlor                                  | Clorpirifos Metile         | Fenthion                | Molinate          | Secbutilazina                    |
| Aldrin                                    | Clotianidin                | Flufenacet              | Nicosulfuron      | Simazina                         |
| Ametoctradina                             | Cycloxdim                  | Fluopicolide            | o,p'-DDD          | Σ antiparassitari del ciclodiene |
| Ametrina                                  | DDD                        | Fluroxipir              | o,p'-DDE          | Spiroamina                       |
| AMPA                                      | DDE                        | Glifosate               | o,p'-DDT          | Sulcotrione                      |
| Atrazina                                  | DDT                        | HCH alfa                | Ometoato          | Tebuconazolo                     |
| Atrazina-desetil                          | Diclorobenzammide 2,6      | HCH delta               | Oxadiazon         | Terbutilazina                    |
| Atrazina-desisopropil                     | Diclorvos                  | HCH (lindano) gamma     | Oxadixyl          | Terbutilazina desetil            |
| Azimsulfuron                              | Dicofol                    | HCH-beta                | Oxydemeton-metile | Terbutrina                       |
| Azoxistrobina                             | Dieldrin                   | Imidacloprid            | p,p'-DDT          | Thiacloprid                      |
| Bensulfuron Metile                        | Dimetoato                  | Isodrin                 | Paration etile    | Thiobencarb                      |
| Bentazone                                 | Dimetomorf                 | Isoproturon             | Paration metile   | Tiametoxam                       |
| Boscalid                                  | Diuron                     | Isoxaflutol             | Penconazolo       | Tiofanato metile                 |
| Bromacil                                  | Endosulfan (isomeri α e β) | Linuron                 | Pendimetalin      | Triallate                        |
| Chinossifen                               | Endosulfan alfa            | Malathion               | Pirimetanil       | Trifluralin                      |
| Chlordano Totale                          | Endosulfan beta            | Mecoprop                | Pirimicarb        |                                  |

### Perfluorati

|                                    |                                   |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| PFDA (Perfluoro Decanoic Acid)     | PFNA (Perfluoro Nonanoic Acid)    | PFBS (Perfluoro Butane Sulfonate) |
| PFDoA (Perfluoro Dodecanoic Acid)  | PFUdA (Perfluoro Undecanoic Acid) | PFHxA (Perfluoro Hexanoic Acid)   |
| PFHpA (Perfluoro Heptanoic Acid)   | PFOS (Perfluoro Octane Sulfonate) | PFOA (Perfluoro Octanoic Acid)    |
| PFHxS (Perfluoro Hexane Sulfonate) | PFBA (Perfluoro Butanoic Acid)    | PFPeA (Perfluoro Pentanoic Acid)  |

| Metalli      | Altri parametri                | Sostanze farmaceutiche | Composti organici clorurati |
|--------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Arsenico     | M.Mt.T.D.                      | Diclofenac             | Cloruro di vinile           |
| Cadmio       | TCEP (tris-2cloroetil-fosfato) |                        |                             |
| Cromo totale | Boro                           |                        |                             |
| Cromo VI     | Fluoruri                       |                        |                             |
| Mercurio     | Escherichia coli               |                        |                             |