

ALLEGATO

SCHEMA DI ACCORDO DI COLLABORAZIONE AI SENSI DELL'ART. 15, L. 241/90 TRA REGIONE LOMBARDIA, CNR-IRSA E UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

PER

ATTIVITÀ DI MODELLAZIONE IDRODINAMICO-ECOLOGICA DEI LAGHI LOMBARDI A SUPPORTO DELL'AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE.

Il Programma Regionale di Sviluppo (PRS) della XI legislatura, approvato con delibera del Consiglio Regionale 10 luglio 2018 - n. XI/64, prevede come obiettivo strategico della legislatura il TER 0906.215 "Protezione, risanamento e miglioramento degli ecosistemi acquatici".

il Programma di Tutela e Uso delle Acque prevede il raggiungimento dell'obiettivo di qualità "buono" al più tardi entro il 2027 per tutti i corpi idrici superficiali della regione e che sono possibili esenzioni a tale obiettivo solo per motivi legati alle condizioni naturali, tecnici o legati ai costi eccessivamente spropositati, così come previsto dall'art. 77 del D.lgs 152/06;

I dati più recenti sullo stato dei corpi idrici, resi disponibili da ARPA Lombardia, evidenziano che la percentuale di corpi idrici che raggiungono il buono stato ecologico è pari al 41% del totale, mentre è pari al 44% considerando solo i corpi idrici lacustri.

Su alcuni laghi lombardi, valutazioni esperte di ARPA Lombardia, suggeriscono il rischio di non raggiungimento di tale obiettivo soprattutto per cause naturali, dovute o ai lunghi tempi di recupero dalle condizioni di alterazione o alle caratteristiche proprie dell'ambiente lacustre (laghi meromittici, laghi polimittici poco profondi, etc...)

Nell'ambito delle elaborazioni in corso per l'aggiornamento del PTUA risulta necessario effettuare degli studi, anche attraverso l'applicazione di apposita modellistica idrodinamica ed ecologica, per supportare le valutazioni tecniche sopra richiamate ed evidenziare eventualmente l'orizzonte temporale in cui potrà essere raggiunto l'obiettivo di qualità "buono", e in ogni caso un valore di concentrazione di fosforo giudicato raggiungibile da porre come obiettivo all'interno della programmazione regionale.

Per attuare le azioni e attività previste, Regione Lombardia, CNR IRSA e Università degli Studi di Pavia hanno individuato lo strumento dell'Accordo ai sensi dell'art. 15 L.241/90, al fine di sviluppare attività di interesse comune tra i tre enti, perseguendo obiettivi comuni di rilevanza pubblica e sviluppando le medesime attività in collaborazione affinché siano svolte secondo il principio dell'efficienza e del buon andamento della pubblica amministrazione.

Coerentemente con i compiti istituzionali di ciascun ente, Regione Lombardia, CNR-IRSA e Università degli Studi di Pavia intendono svolgere, ciascuna secondo le proprie competenze, attività complementari e sinergiche che insieme si concretizzino in una funzione di interesse pubblico e che garantiscano l'adempimento di un servizio pubblico strategico come la tutela dell'ambiente.

Infatti il CNR-IRSA che partecipa con le sedi di Verbania e di Brugherio:

- per lo svolgimento delle proprie attività istituzionali e di ogni altra attività connessa, ivi compreso l'utilizzo economico dei risultati della ricerca propria e di quella commissionata, secondo criteri e modalità determinati dal regolamento di

organizzazione e funzionamento, può stipulare accordi e convenzioni con soggetti pubblici e privati sia nazionali che internazionali;

- svolge attività di ricerca, finalizzata all'ampliamento delle conoscenze nei principali settori di sviluppo, individuati nel quadro della cooperazione ed integrazione europea e della collaborazione con le università e con altri soggetti sia pubblici sia privati;
- promuove, coordina e svolge ricerche di frontiera e applicate con obiettivi di eccellenza in ambito nazionale e internazionale nei settori della gestione e protezione delle risorse idriche; pianifica e conduce studi approfonditi per comprendere le relazioni causali tra stress ambientali causati da impatti naturali e antropici ed evoluzione degli ecosistemi acquatici; collabora attivamente con gli Enti preposti alla gestione, tutela e recupero ambientale, offrendo indicazioni tecnico-scientifiche per il recupero e la salvaguardia degli ecosistemi, con particolare riferimento alle risorse idriche; si occupa di come conservare e/o migliorare le condizioni degli ambienti acquatici per garantirne la fruibilità in un'ottica di sviluppo sostenibile;
- le attività di ricerca del CNR-IRSA vengono sviluppate attraverso progetti afferenti a diverse Aree Progettuali del Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente ed iniziative a carattere interdipartimentale. Inoltre, l'istituto è impegnato nell'ambito di progetti europei cofinanziati dalla EC ed altri progetti finanziati da Ministeri (Ambiente, Salute, Ricerca, Sviluppo Economico) o altre istituzioni pubbliche (Protezione Civile, Autorità di Bacino, Regioni, Province) e private (Industrie, Aziende, PMI).
- la sede di Verbania, in particolare, si occupa dello studio dei laghi in tutti i loro aspetti: fisici, chimici e biologici, ospitando anche una attiva sezione di ecologia microbica. Lo studio degli ambienti lacustri viene svolto con particolare riferimento agli effetti delle attività umane, come l'inquinamento delle acque, le alterazioni idromorfologiche, la deposizione di inquinanti atmosferici, i cambiamenti globali e l'introduzione di specie aliene. Nel corso degli anni la sede di Verbania ha lavorato estensivamente sul Lago Maggiore, collaborando con il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia alla realizzazione di un modello accoppiato ecologico-idrodinamico, i cui risultati sono stati esposti in numerosi articoli su riviste scientifiche internazionali, oltre che nei rapporti annuali del programma CIPALS. Un lavoro analogo è stato condotto sul Lago di Varese per valutare l'effetto del prelievo ipolimnico, con la collaborazione scientifica informale del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia;. Inoltre, attraverso la collaborazione con ARPA Lombardia e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia, si sta sviluppando un modello accoppiato sul Lago di Como, all'interno del progetto INTERREG SIMILE, nell'ambito del quale saranno prodotti, oltre ai normali rapporti di progetto, diversi articoli su riviste scientifiche internazionali;
 - La sede di Brugherio si caratterizza invece per uno spiccato carattere applicativo-gestionale in particolare in merito ai temi dell'eutrofizzazione delle acque e agli aspetti eco-tossicologici. Entrambe le sedi si occupano di modellazione dei sistemi acquatici con una particolare attenzione ai laghi. Nel corso degli anni, ha lavorato estensivamente sul Lago di Como e sul Lago di Pusiano, collaborando alla realizzazione di modelli accoppiati ecologico-idrodinamici, i cui risultati sono stati esposti in numerosi articoli su riviste scientifiche internazionali. Al momento, attraverso la collaborazione con ARPA Lombardia e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia, si sta sviluppando un modello accoppiato sul Lago di Como, all'interno del progetto INTERREG SIMILE, nell'ambito

del quale saranno prodotte, oltre ai normali rapporti di progetto, diversi articoli su riviste scientifiche internazionali.

-

Il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli studi di Pavia:

- per lo svolgimento delle proprie attività istituzionali e di ogni altra attività connessa, ivi compreso l'utilizzo economico dei risultati della ricerca propria e di quella commissionata, secondo criteri e modalità determinati dal regolamento di organizzazione e funzionamento, può stipulare accordi e convenzioni con soggetti pubblici e privati sia nazionali che internazionali;
- svolge attività di ricerca, finalizzata all'ampliamento delle conoscenze nei principali settori di sviluppo, individuati nel quadro della cooperazione ed integrazione europea e della collaborazione con le università e con altri soggetti sia pubblici sia privati;
- collabora da anni con il CNR-IRSA, avendo attiva una apposita Convenzione, per lo svolgimento di ricerche di frontiera e applicate con obiettivi di eccellenza in ambito nazionale e internazionale nei settori della gestione e protezione delle risorse idriche; pianifica e conduce studi approfonditi per comprendere le relazioni causali tra stress ambientali provocati da impatti naturali e antropici ed evoluzione degli ecosistemi acquatici; collabora attivamente con gli Enti preposti alla gestione, tutela e recupero ambientale, offrendo indicazioni tecnico-scientifiche per il recupero e la salvaguardia degli ecosistemi, con particolare riferimento alle risorse idriche; si occupa di come conservare e/o migliorare le condizioni degli ambienti acquatici per garantirne la fruibilità in un'ottica di sviluppo sostenibile;
- si occupa attivamente di temi di idraulica ambientale e limnologia fisica, in particolare della modellazione numerica di ambienti lacustri, includendo sia le componenti fisiche, che quelle chimiche ed ecologiche;
- in particolare, in collaborazione con la sede di Verbania del CNR-IRSA è stato sviluppato negli anni un modello numerico accoppiato ecologico-idrodinamico del Lago Maggiore che ha permesso di stimare la risposta di tale corpo idrico a diversi scenari di cambiamento climatico futuro, sia dal punto di vista del regime di mescolamento che della chimica e della produzione primaria. I risultati di questo lavoro di ricerca sono stati oggetto di numerosi articoli su riviste scientifiche internazionali, oltre che esposti nei rapporti annuali del programma CIPALS;
- attraverso la collaborazione con ARPA Lombardia e il CNR-IRSA, sia con la sede di Verbania che quella di Brugherio, si sta sviluppando un modello accoppiato sul Lago di Como, all'interno del progetto INTERREG SIMILE, nell'ambito del quale saranno prodotti, oltre ai normali rapporti di progetto, diversi articoli su riviste scientifiche internazionali;
- ha collaborato, dal punto di vista scientifico, con la sede di Verbania del CNR-IRSA per lo studio relativo agli effetti del prelievo ipolimnico sul Lago di Varese;
- in anni recenti, ha partecipato al gruppo di lavoro "Protocollo per la sperimentazione di un incremento delle portate del Fiume Mincio passanti nei Laghi di Mantova" presieduto dalla Provincia di Mantova, realizzando un modello idrodinamico del Lago Superiore che ha permesso di valutare gli effetti di un aumento della portata passante nel lago sulle circolazioni e sui tempi di residenza locali dell'acqua, ai fini di minimizzare l'insorgere di condizioni ipossiche e l'accumulo di nutrienti. L'attività modellistica è stata documentata in più pubblicazioni su riviste internazionali e in una tesi di Dottorato;
- inoltre, il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura è o è stato impegnato in numerosi progetti di ricerca con finanziamento nazionale o europeo aventi come oggetto tematiche di idraulica ambientale, nonché di numerose attività di supporto

tecnico-scientifico sugli stessi temi su incarico di istituzioni pubbliche (Protezione Civile, Autorità di Bacino, Regioni, Province, Comuni) e private (Industrie, Aziende, PMI);

- coordina il Corso di Dottorato in Design, Modeling and Simulation in Engineering, per il quale vengono selezionati annualmente studenti italiani e stranieri, e bandisce regolarmente assegni di ricerca post-dottorato.

TUTTO CIÒ PREMESSO TRA

Regione Lombardia, con sede legale in Piazza Città di Lombardia, 1 - 20124 Milano, codice fiscale 80050050154 nella persona del Direttore Generale della Direzione Generale Ambiente e Clima, domiciliato per la carica presso la sede di Regione Lombardia

E

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA), Sede Secondaria di Verbania Pallanza (VB), Largo Tonolli 50 28922, e Sede Secondaria di Brugherio, Via del Mulino 19 20861 Brugherio (MB)), C.F. n. 80054330586, P.I. n. 02118311006, e qui rappresentato dalla Dottoressa Simona Rossetti, in qualità di Direttore facente funzione dell'Istituto con sede legale in Strada Provinciale 35d, km 0,700 – 00010, Montelibretti (RM) e di seguito denominato "CNR"

E

Università degli studi di Pavia – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Strada Nuova, 65 27100 Pavia (PV), C. F. 80007270186, P. IVA 00462870189, qui rappresentato dal Direttore del Dipartimento, Prof. Alessandro Reali

SI CONVIENE E STABILISCE QUANTO SEGUE

Art. 1 - Finalità dell'accordo e attività

Regione Lombardia, CNR IRSA e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia (d'ora in avanti "Le parti") riconoscono, nell'ambito dei propri fini istituzionali, l'interesse comune di sviluppare attività, relative alla valutazione della possibilità di raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale "buono" al 2027 e alla verifica e individuazione delle concentrazioni target di fosforo previste nel PTUA. Tale attività verrà effettuata per alcuni laghi lombardi, il cui elenco si trova nell'Allegato Tecnico parte integrante e sostanziale del presente accordo, per i quali le attuali conoscenze suggeriscono la difficoltà nel raggiungere l'obiettivo previsto, attraverso l'applicazione di apposita modellistica idrodinamico-ecologica, e nel caso risulti necessario, mediante l'effettuazione di appositi monitoraggi, secondo le modalità dettagliate in allegato.

In particolare:

- Regione Lombardia coordinerà le attività in raccordo con le previsioni e tempistiche di aggiornamento del PTUA, inoltre metterà a disposizione i dati e le informazioni in proprio possesso in relazione al monitoraggio dei corpi idrici svolto da ARPA, al

controllo degli scarichi e alla programmazione degli interventi del servizio idrico integrato;

- CNR-IRSA e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli studi di Pavia svilupperanno le attività di studio ricerca e monitoraggio previste, attraverso l'attivazione di borse di Dottorato e/o assegni di ricerca, nonché attività di campionamento e analisi, come meglio specificate nell'Allegato Tecnico.

Art. 2 – Risorse e modalità di rimborso

Le parti collaboreranno per la realizzazione delle finalità del presente accordo, impegnandosi congiuntamente a realizzare le attività indicate nell'art. 1 e dettagliate nell'Allegato Tecnico, mettendo, inoltre, a disposizione le risorse umane interne al proprio ente, le banche dati e la strumentazione informatica e metodologica che, di comune accordo, sarà reputata necessaria.

Per l'esecuzione di quanto indicato al precedente art. 1 Regione Lombardia prevede l'impegno del personale della Direzione Generale Ambiente e Clima e della Direzione Territorio e Protezione Civile.

Per l'esecuzione di quanto indicato al precedente art. 1 CNR-IRSA e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia prevedono l'impegno del proprio personale di ricerca sia amministrativo che tecnico e di personale specializzato individuato nel rispetto della normativa nazionale e comunitaria.

Le parti finanziano, ognuna per la parte di propria competenza, i costi relativi al personale interno strutturato.

Regione Lombardia procederà al rimborso di quota parte delle spese sostenute da CNR-IRSA e Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia per la realizzazione delle attività del presente accordo, fino ad un massimo di 180.000 € (90.000 € nel 2021, 50.000 € nel 2022, 40.000 € nel 2023), previa rendicontazione da sottoporre al responsabile dell'accordo di parte regionale, così come individuato al precedente art. 3, secondo le seguenti scadenze:

- 100% dell'importo del 2021, a titolo di anticipazione, da erogarsi entro un mese dalla stipula dell'accordo;
- 100% dell'importo del 2022, da erogarsi, entro 60 gg, previa istruttoria, dopo la consegna di un rapporto di avanzamento entro il mese di dicembre 2022;
- 50% dell'importo del 2023, da erogarsi, entro 60 gg, previa istruttoria, dopo la consegna del rapporto intermedio entro il mese di giugno 2023;
- 50% dell'importo del 2023, da erogarsi entro 60 gg, previa istruttoria, dopo la consegna del rapporto di avanzamento entro il mese di dicembre 2023;

Regione Lombardia, a seguito dell'approvazione del bilancio 2022-2024 potrà integrare il contributo con ulteriori 20.000 € per l'anno 2024.

L'importo di 180.000 € messo a disposizione da Regione Lombardia sarà riconosciuto per una quota parte di:

- 105.000 € a favore dell'Università degli Studi di Pavia (50.000 € per il 2021, 25.000 € per il 2022, 30.000 € per il 2023), con possibile integrazione di 20.000 € sul 2024;

- 75.000 € a favore del CNR (40.000 € per il 2021, 25.000 € per il 2022, 10.000 € per il 2023);

come meglio specificato nell'allegato tecnico.

Eventuali modifiche al piano di spesa riportato nell'Allegato Tecnico, quali spostamenti tra le voci di spesa, nonché modifiche alle attività indicate, dovranno essere concordate tra le Parti mediante comunicazione scritta e approvate dal responsabile dell'accordo di parte regionale, di cui al successivo art. 3.

Non configurandosi nessun pagamento a titolo di corrispettivo, l'onere finanziario derivante dal presente atto, nella prospettiva di una reale condivisione di compiti e responsabilità, rappresenta un mero rimborso delle spese sostenute e, come tale, escluso dall'imposta sul valore aggiunto (IVA).

Lo stesso contributo, soggetto a rendicontazione, sarà utilizzato integralmente per spese concernenti strettamente ed esclusivamente la realizzazione delle attività oggetto del presente Accordo.

La stima delle spese ammissibili a rimborso per lo svolgimento delle attività, oggetto della collaborazione istituzionale, è riportata nella tabella nell'Allegato Tecnico.

Art. 3 - Responsabilità dell'accordo

La corretta esecuzione delle disposizioni contenute nel presente Accordo è assicurata da un Responsabile e da un Referente tecnico per ciascuna Parte:

- per Regione Lombardia, il responsabile, è individuato nell'Ing. Filippo Dadone, Dirigente pro tempore della U.O. Sviluppo Sostenibile e tutela delle risorse dell'Ambiente della Direzione Generale Ambiente e Clima e i referenti tecnici nel Dr. Daniele Magni della medesima Direzione Generale e nell'ing. Marco Parini della DG Territorio e Protezione Civile;
- per il CNR IRSA, il responsabile è individuato nella Dott.ssa Simona Rossetti, Direttore del CNR IRSA e i referenti scientifici nei Dott. Diego Copetti per la Sede Secondaria di Brugherio e nella Dott.ssa Claudia Dresti per la Sede Secondaria di Verbania;
- per il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Architettura Università degli Studi di Pavia il responsabile è individuato nel Prof. Alessandro Reali, Direttore del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, e il referente scientifico nel Dott. Andrea Fenocchi.

Art. 4 - Durata e recesso

Il presente accordo ha validità tra le parti dalla data di sottoscrizione e sino al 31 dicembre 2024.

Lo stesso potrà essere oggetto di proroga, previo accordo tra le parti e sulla base di adeguate motivazioni, da presentarsi prima del termine di scadenza, per il tempo strettamente necessario alla conclusione delle attività, fermo restando le pattuizioni assunte, per un tempo massimo non superiore a 6 mesi.

L'accordo di collaborazione potrà essere integrato finanziariamente, da parte di Regione Lombardia, a seguito dell'approvazione del bilancio 2022-2024 di Regione

Lombardia, per un importo di 20.000 €, con la sottoscrizione di atto integrativo, previo scambio di comunicazioni tra i responsabili dell'accordo;

In caso di rimodulazione degli importi, ad invarianza del quadro finanziario complessivo, tra le voci di attività previste dall'accordo, l'accordo potrà essere modificato con la sottoscrizione di un atto integrativo, previo scambio di comunicazioni tra i responsabili dell'accordo.

Qualora alla scadenza del presente accordo, le parti debbano proseguire la collaborazione per le stesse finalità di cui all'art. 1, potranno, in presenza di specifica e reciproca disponibilità di bilancio, proseguire la collaborazione, attraverso ulteriori attività, che saranno declinate in un apposito atto integrativo, da approvarsi con le stesse modalità utilizzate per l'approvazione del presente accordo.

In ogni caso le parti potranno recedere dal presente accordo per sopravvenute modifiche normative od altre ragioni di pubblico interesse mediante comunicazione da trasmettere con lettera raccomandata con avviso di ricevimento, con preavviso di almeno 30 giorni, per gravi motivi in qualunque momento.

Nel caso di recesso della Regione, questa rimborserà a CNR-IRSA/Università degli Studi di Pavia le eventuali spese sostenute ed impegnate, in base all'accordo, fino al momento del ricevimento della comunicazione del recesso.

Nel caso di recesso da parte di CNR-IRSA/Università degli Studi di Pavia saranno rendicontate le spese sostenute per le attività svolte e restituite alla Regione eventuali somme percepite e non rendicontate.

Articolo 5 -Utilizzazione e pubblicazione dei risultati

I risultati dell'attività di collaborazione del presente atto sono di proprietà comune di tutte le parti contraenti che li potranno sfruttare secondo modalità da definire di comune accordo.

Si precisa che la ricerca non darà luogo a risultati brevettabili.

Articolo 6 - Patto di riservatezza e trattamento dati personali

Le parti s'impegnano a non divulgare né utilizzare per fini diversi da quelli inerenti il presente Accordo, anche successivamente alla cessazione dello stesso, le notizie riservate di cui sia siano venute a conoscenza e come tali definite dalla Giunta.

Ciascun soggetto si impegna, nel caso di trattamento di dati personali, a trattarli secondo le previsioni del Regolamento UE 2016/679 (GDPR).

Art. 7 - Modifiche dell'accordo

Qualsiasi modifica le parti concorderanno di apportare al testo del presente Accordo dovrà essere approvata per iscritto dalle parti interessate, costituendone atto aggiuntivo.

Art. 8 - Disposizioni di rinvio

Per quanto non previsto nel presente accordo, si applicano i principi del codice civile in materia di obbligazioni e contratti, in quanto compatibili.

Art. 9 - Definizione delle controversie

Regione Lombardia, CNR-IRSA e il per il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università degli Studi di Pavia si impegnano reciprocamente a definire amichevolmente qualsiasi controversia che dovesse derivare dalla interpretazione, validità, efficacia, esecuzione del presente accordo.

A tale scopo qualora ciascuna Parte abbia pretese da far valere comunicherà la propria domanda alle altre Parti che provvederanno su di essa nel termine perentorio di 45 gg dal ricevimento della stessa.

Letto, accettato e sottoscritto digitalmente ai sensi della normativa vigente

PER REGIONE LOMBARDIA

Il Direttore Generale della Direzione Generale Ambiente e Clima
Dott. Dario Fossati

PER CNR IRSA

La Direttrice
Dr.ssa Simona Rossetti

Per Università degli studi di Pavia

Il Direttore del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura
Prof. Alessandro Reali

ALLEGATO TECNICO

Introduzione

L'obiettivo dell'accordo è ottenere una modellazione fisica-chimica-biologica di alcuni ambienti lacustri situati nel territorio della Regione Lombardia. Le attività di ricerca saranno in particolare indirizzate a valutare le possibilità e le modalità di raggiungimento delle concentrazioni target di fosforo previste nel PTUA, tenendo conto degli obiettivi di qualità delle acque per il 2027 previste dalla Direttiva Europea sulle Acque Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC.

Quadro generale e disponibilità di dati

A seguito di incontri tecnici tra ricercatori del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia e dell'Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR e personale di Regione Lombardia e ARPA Lombardia, sono stati individuati alcuni ambienti sui quali è necessario un approfondimento modellistico al fine di valutare le probabilità e le modalità di raggiungimento delle concentrazioni di fosforo, previste nel PTUA della Regione Lombardia per il 2027, oltre che, più in generale, una modellistica fisica-chimica-biologica di questi ambienti, necessaria per approfondirne la conoscenza. È stato inoltre evidenziata l'importanza di valutare gli effetti del riscaldamento globale sui laghi oggetto di studio attraverso la simulazione di scenari climatici. Ciò permetterebbe di valutare se gli obiettivi di qualità già raggiunti o da raggiungere possano essere mantenuti nel tempo, oltre a evidenziare future eventuali criticità.

Il modello identificato per lo svolgimento delle attività è il modello idrodinamico monodimensionale open-source General Lake Model (GLM), accoppiato con il suo modulo ecologico Aquatic Ecodynamics Modelling Library (AED2). In una prima fase dello studio saranno, comunque, valutati preliminarmente altri modelli alternativi di recentissimo sviluppo, qualora essi risultino vantaggiosi in vista di futuri sviluppi e soprattutto del trasferimento tecnologico finale delle attività a Regione Lombardia. È infatti scopo finale del progetto la realizzazione di modelli, sui laghi oggetto di studio, la cui applicabilità non risulti limitata al presente lavoro, ma possa essere ripresa in futuro da personale specializzato di Regione o di ARPA Lombardia. La lista dei laghi che necessitano di un approfondimento modellistico è riportata in Tabella 1, insieme al livello di applicabilità del modello GLM-AED2 o equivalenti. Tale primo giudizio si basa su una valutazione della disponibilità dei dati necessari alla modellazione, già presenti nelle banche dati di ARPA Lombardia o recuperabili dalla Regione Lombardia attraverso progetti specifici recentemente finanziati a enti terzi (es. laghi di Alserio e Annone Est).

Tabella 1. Lista dei laghi da sottoporre ad approfondimento modellistico, come proposto da Regione Lombardia e ARPA Lombardia.

Lago	Applicabilità GLM-AED2 o equivalenti
Iseo	Si
Idro	Si
Como	Si
Alserio	Si
Annone est - Ovest	Si
Pusiano	Sì: necessità installazione di un nuovo idrometro sul Torrente Lambrone + campagna di campionamento sul Torrente Lambrone

Garda	Sì: applicazione complessa che può portare a tempistiche lunghe, necessario interessamento di provincia Autonoma di Trento e Regione Veneto
Mantova Superiore	Modello non adatto alla natura fluviale del bacino
Mantova Inferiore	Modello non adatto alla natura fluviale del bacino
Piano	Attualmente dati insufficienti
Endine	Attualmente dati insufficienti

I diversi colori utilizzati in Tabella 1 rappresentano le 4 categorie in cui possono essere suddivisi i bacini oggetto di studio.

Per i laghi di **Iseo, Idro, Como, Alserio e Annone Est – Ovest** (verde), non si riscontrano particolari difficoltà in termini di disponibilità dei dati, potendo usufruire di una buona copertura di dati meteorologici, della batimetria del lago, del bilancio idrologico e di una discreta disponibilità dei dati di qualità (monitoraggio ARPA Lombardia) relativi sia agli immissari sia al lago.

Maggiori difficoltà si riscontrano per i laghi di **Pusiano e Garda** (giallo ocra). Per il lago di Pusiano è disponibile un setup preliminare di GLM e in tempi passati sono state svolte numerose attività modellistiche utilizzando il modello monodimensionale DYRESM-CAEDYM e il modello tridimensionale ELCOM-CAEDYM. Tutto questo materiale è disponibile come punto di partenza. Tuttavia, la portata in entrata del principale immissario (Torrente Lambrone) e i relativi dati di qualità non sono più misurati da alcuni anni. L'applicazione del modello GLM-AED2 è quindi subordinata al ripristino del monitoraggio di tale tributario.

Le difficoltà relative al Lago di Garda sono invece legate alla complessità dell'ambiente e al reperimento dei dati necessari che fanno capo a tre regioni distinte: Trentino, Veneto e Lombardia. La modellazione del Lago di Garda è subordinata quindi all'attivazione di un tavolo interregionale che coinvolga le 3 regioni citate.

Gli ultimi due gruppi riguardano invece gli ambienti dove l'applicazione del modello GLM-AED2 o equivalenti si ritiene poco probabile se non impossibile. Per i laghi di **Mantova Superiore** e Mantova **Inferiore** (giallo) la difficoltà principale è che si tratta di ambienti con bassissimo tempo di ricambio. In ambienti di questo tipo, al confine tra la condizione lentic e lotica, il riciclo dei nutrienti è normalmente trascurabile. In tali condizioni, il modello GLM-AED2 non è il più adeguato. Per questi bacini verrà definito, durante il progetto, un approccio modellistico differente.

Per i laghi di **Endine** e **Piano**, l'analisi preliminare dei dati disponibili indica una netta insufficienza di dati probabilmente già a partire dalla semplice batimetria. Anche per questi ambienti si cercherà di sviluppare un approccio modellistico specifico, ancora diverso da quello utilizzato per i Laghi di Mantova. Si sottolinea, tuttavia, che per questi ultimi ecosistemi la limitata disponibilità di dati potrebbe costituire un forte limite all'applicazione di modelli anche semplificati.

Svolgimento attività e tempistiche

Il progetto prevede di:

- completare una modellazione fisica-chimica-biologica di 7 ambienti: Iseo, Idro, Como, Alserio e Annone Est – Ovest + Pusiano e Garda

- applicare una modellazione semplificata di 4 ambienti: Mantova Superiore e Inferiore, Endine e Piano.

Il lasso temporale delle attività previsto è di circa 3 anni.

Dal punto di vista delle risorse umane, il progetto necessiterà, oltre al contributo di personale strutturato del CNR-IRSA e del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia, in raccordo con ARPA Lombardia, l'arruolamento di unità di personale a contratto (assegno di ricerca) o in formazione avanzata (Dottorato di ricerca) per 5/6 anni complessivi di impegno.

E' prevista una prima consegna intermedia dei risultati ottenuti attraverso versioni semplificate e preliminari dei modelli sviluppati per ciascun lago a giugno del 2023. Tali approcci modellistici saranno indirizzati alla simulazione del ciclo del fosforo, e presenteranno in prima battuta una descrizione più semplificata dei cicli biologici, in particolare dei raggruppamenti algali.

Inoltre, sono previste attività di campionamenti e analisi su ambienti dove si evidenzieranno carenze di dati necessari alle modellazioni svolte.

Nella tabella riportata qui sotto la ripartizione dei costi per anno:

Prospetto economico (in €)

	Numero unità	Numero annualità	Costo annuo	Totale
Personale a contratto	2	2,5	25.000	125.000
Analisi*				35.000
Strumentazione				15.000
Missioni (possibile integrazione 2024)				5.000
Totale				180.000
Analisi* (possibile integrazione 2024)				5.000
Missioni (possibile integrazione 2024)				10.000
Pubblicazioni (possibile integrazione 2024)				5.000
Cofinanziamento CNR + UNIPV	3		10.000	30.000

* i costi di analisi comprendono le attività di campo e in laboratorio. Si prevede di realizzare un minimo di 18 uscite e l'analisi di 90 campioni. (costo unitario: 2200 €, **totale 40.000 €**)