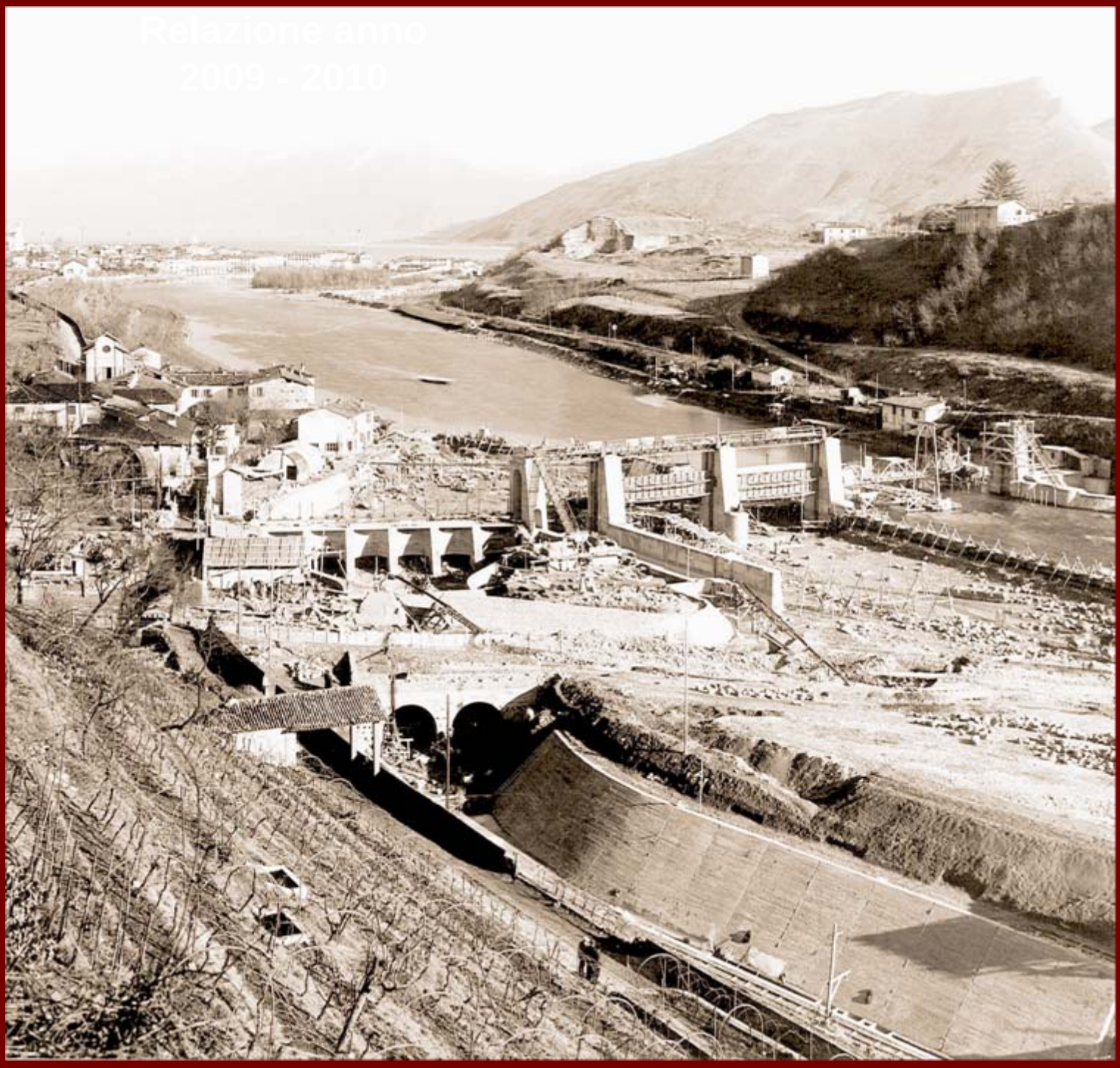
CONSORZIO DELL' OGLIO
- BRESCIA –

Progetto di sperimentazione dei rilasci per il deflusso minimo vitale nel fiume Oglio sub lacuale



Relazione annuale
2009 - 2010

"Progetto di sperimentazione dei rilasci
per il deflusso minimo vitale nel fiume Oglio sub lacuale"

Progetto approvato con prescrizioni con DDG 7684 del 27.07.2009 Regione lombardia

Il Rapporto è a cura di Massimo Buizza

Hanno contribuito alla stesura del testo:

Idrologia	:	Massimo Buizza	Consorzio dell'Oglio - Brescia
		Antonio Dalmiglio	Consulente del Consorzio dell'Oglio
Fauna Ittica	:	Marco Mancini,	Consulente del Consorzio dell'Oglio
		Nicola Polisciano	Consulente

Per il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università degli Studi di Parma -
con il coordinamento del prof. Pierluigi Viaroli

Chimica-fisica delle acque	:	Marco Bartoli, Erica Racchetti, Elisa Soana
Macroinvertebrati	:	Simone Guareschi, Alex Laini
Macrofite	:	Rossano Bolpagni

Fotografia in copertina: vista della sezione incile del f. Oglio sublacuale durante i lavori di costruzione della traversa fluviale di Sarnico – 1932 – Archivio storico del Consorzio dell'Oglio

PREFAZIONE

Il fiume, sistema ecologico estremamente complesso e dinamico con una profonda influenza sul paesaggio e sulla vita delle comunità locali, svolge un ruolo fondamentale nel tessuto ecologico del territorio, trasportando acqua e materiali, metabolizzando ingenti quantità di sostanza organica e ospitando comunità biologiche uniche. L'ecosistema fluviale è quindi il risultato dell'interazione di molteplici fattori che concorrono a determinare un particolare habitat in cui l'equilibrio delle caratteristiche ambientali è in continua evoluzione ed è particolarmente sensibile alle variazioni dei parametri idrologici e di qualità delle acque.
Ad alterare la naturale evoluzione e diversità degli ambienti fluviali concorrono numerosi fattori antropici tra cui assumono una particolare importanza le opere di derivazione e di ritenuta a scopi idroelettrici, irrigui e idropotabili che modificano in modo radicale il deflusso delle acque con effetti a cascata sull'integrità ecologica e funzionale degli ecosistemi fluviali. Tali opere, in generale, comportano evidenti variazioni dei parametri idrologici, causando modifiche che si riflettono su tutto l'ambiente fluviale; ad esempio, modificando la velocità dell'acqua e il livello idrico nelle sezioni.

In questo lavoro sul deflusso minimo vitale, inteso come portata in grado di consentire non solo la vita biologica dei corsi d'acqua ma anche la pluralità degli habitat e la funzionalità a lungo termine degli interi sistemi fluviali, si è optato per un approccio di carattere prettamente idrologico affidando ai metodi biologici sperimentali l'importante compito di verifica e validazione puntuale dei risultati ottenuti.
A questo approccio, che tiene conto dell'imprescindibile ruolo del regime fluviale nella definizione degli habitat assieme all'assetto plano altimetrico, si aggiunge l'oggettiva incertezza connessa con le metodologie biologiche sperimentali.
Operando una sintesi funzionale del complesso delle modificazioni ambientali del fiume Oglio, conservando ed esaltando nello studio del fiume la dimensione temporale della criticità, si è cercato di descrivere la situazione idrica della porzione sub lacuale del fiume al fine di fornire un quadro complessivo relativo al periodo 2009-2010 e di individuare il rapporto "variazione della portata – impatto sulle comunità acquatiche" individuando le sostanziali trasformazioni ambientali che si verificano.

Antonio Dalmiglio

INDICE

Introduzione ..... *pag. 7*

CAPITOLO 1

LINEAMENTI E OBIETTIVI DEL PROGETTO

1.1 - Obiettivi del progetto ..... pag. 9
1.2 - Oggetto della sperimentazione ..... pag. 10

CAPITOLO 2

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2.1 – La normativa nazionale e comunitaria ..... pag. 12
2.2 - La normativa della Regione Lombardia ..... pag. 14
2.3 – Vincoli ..... pag 17
2.4 - Tipizzazione e individuazione dei corpi idrici ..... pag. 20
2.5 - Derivazioni d'acqua ..... pag. 22
2.6 - Aree protette ..... pag. 23
2.7 - Linee guida per il monitoraggio ..... pag. 24

CAPITOLO 3

QUADRO DELLE CONOSCENZE A SUPPORTO DELLA SPERIMENTAZIONE NEL BACINO DELL'OGLIO

3.1 - Caratteristiche generali: inquadramento fisico e idrografico ..... pag. 27
3.2 - Aspetti del territorio ..... pag. 28
3.2.1 - Aspetti geomorfologici e litologici ..... pag. 28
3.2.2 - Assetto morfologico e idraulico ..... pag. 28
3.2.3 - Tendenza evolutiva dei fenomeni di erosione spondale ..... pag. 29
3.3 - Stato di fatto ..... pag. 31
3.3.1 – Situazione idromorfologica ..... pag. 31
3.3.2 – Situazione idraulica e idrologica ..... pag. 32
3.3.3 - Portata media naturale. Definizione e calcolo ..... pag. 32
3.3.4- Stato di fatto del fiume Oglio sublacuale ..... pag. 34
3.3.5- Portata naturale effluente dal lago d' Iseo ..... pag. 35
3.3.6- Caratteristiche delle opere di presa del Sistema Irriguo ..... pag. 35
3.3.7- Sistema di misura e di controllo delle portate derivate. ..... pag. 36
3.3.8.- Rilascio attuale e verifica del Deflusso minimo vitale ..... pag. 37
3.3.9- Gestione e verifica dei rilasci delle portate del D.M.V. ..... pag. 38
3.4 - Dati disponibili dei Descrittori chimico-fisici e biologici ..... pag. 39
3.4.1 - Analisi delle carte ittiche provinciali ..... pag. 39
3.4.2 - Progetto STRA.RI.FLU ..... pag. 41
3.4.3 - Valutazione stato di qualità dell'acqua in uscita dal lago ... pag. 42
3.5 - Usi attuali ..... pag. 42
3.5.1 – La "naturalità" del comprensorio regolato dell'Oglio ..... pag. 42
3.5.2 – Gli usi irrigui e idroelettrici e le portate in alveo ..... pag. 43

CAPITOLO 4

PROGETTO DI SPERIMENTAZIONE

4.1 – Area di indagine e durata della sperimentazione ..... pag. 45

4.2 - Scenari di sperimentazione e condizioni idrologiche .....pag 45.
4.3 - Individuazione della rete, delle stazioni di monitoraggio e delle sezioni di misura .....pag. 47
4.4 - Campagne di monitoraggio.....pag. 48
4.5 – Cartografia.....pag. 49
4.6 - Il DMV: osservazioni di carattere generale .....pag. 49

CAPITOLO 5
MATERIALI E METODI

5.1 - Strategia, programma e rappresentatività del campionamento.....pag. 51
5.2 - Criteri di indagine: aspetti metodologici raccolta e analisi dei dati pag. 53
5.2.1 – Definizione di Stazione di misura e Punto di prelievo .....pag. 53
5.3 – Metodologia di campionamento, raccolta e archiviazione dati .....pag. 54
5.3.1 - Monitoraggio chimico-fisico e metodi di analisi .....pag. 54
5.3.1.1 - Stazioni di campionamento e campagne di misura.....pag. 54
5.3.1.2 - Descrittori chimico-fisici .....pag. 56
5.3.1.3 - Metodologia di campionamento.....pag. 56
5.3.1.4 - Determinazioni chimico-fisiche: metodi di analisi .....pag. 57
5.3.1.5 - Analisi ed elaborazione dei dati idrochimici .....pag. 60
5.3.2 - Monitoraggio biologico.....pag. 61
5.3.2.1 – Macroinvertebrati .....pag. 61
5.3.2.2 – Macrofite .....pag. 64
5.3.2.3 – Diatomee .....pag. 69
5.3.3 - Monitoraggio Ittiofauna .....pag. 73
5.3.3.1 – Individuazione e caratterizzazione rete di campionamento.....pag. 73
5.3.3.2 – Materiali e metodi .....pag. 74
5.3.3.3 – Calcolo delle abbondanze.....pag. 75
5.3.3.4 – Analisi dei dati della comunità ittica.....pag. 76
5.3.4 - Monitoraggio idrologico .....pag. 76
5.3.4.1 – Analisi e definizine dei tratti di fiume.....pag. 77
5.3.4.2 – Le sezioni di misura e loro caratteristiche.....pag. 78
5.3.4.3 – Metodologia e strumentazione .....pag. 78
5.3.5 – Analisi dei descrittori idromorfologici .....pag. 79
5.3.6 - Verifica delle interazioni/interconnessioni Zone SIC – fiume.....pag. 80
5.4 - Metodi di analisi, elaborazione e archiviazione dei dati .....pag. 80
5.5 - Intercalibrazione .....pag. 80

CAPITOLO 6
RISULTATI

6.1 - Analisi ed elaborazione dei dati chimico-fisici e dei nutrienti nelle acque .....pag. 83
6.2 - Analisi ed elaborazione dei dati delle comunità biologiche.....pag. 101
6.2.1 – Macroinvertebrati .....pag. 101
6.2.2 – Macrofite .....pag. 106
6.2.3 – Diatomee .....pag. 111
6.2.4 – IFF del f. Oglio sublacuale.....pag. 116
6.2.5 – Intercalibrazione.....pag. 118

6.3 - Analisi ed elaborazione dei dati della comunità ittica ..... pag. 119
6.3.1 - Campagna 1/09 ..... pag. 119
6.3.2 - Campagna 4/10 ..... pag. 121
6.3.3 - Criticità e pressioni ..... pag. 124
6.3.4 - Composizione comunità ittica ..... pag. 127
6.4 - Idrologia ..... pag. 130
6.5 – Attività di supporto alle altre azioni ..... pag. 136
6.5.1 – Modellazione idraulica dei tratti di interesse biologico ..... pag. 136
6.5.2 – Analisi dei parametri fisici dell'alveo attivo ..... pag. 137

CAPITOLO 7
CONSIDERAZIONI

7.1 - Valutazioni sul comportamento idraulico del f. Oglio sublacuale ..... pag. 138
7.2 - Valutazione delle relazioni tra parametri chimico-fisici
e portate del fiume ..... pag. 139
7.3 - Valutazioni delle relazioni tra biocenosi
e regime delle portate del fiume ..... pag. 140
7.4 - Prime considerazioni generali ..... pag. 141

APPENDICI

Allegato A: Elenco delle stazioni di monitoraggio
Allegato B: Idrologia del bacino del f. Oglio.
Allegato C: Rete di monitoraggio idrologico.
Allegato D: Rilasci di Deflusso minimo vitale
Allegato E: Monitoraggio biologico
Allegato F: Monitoraggio ittiofauna

INTRODUZIONE

Con il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA)[1] la Regione Lombardia ha introdotto l'obbligo per tutti i concessionari di derivazione d'acqua pubblica, a qualunque uso destinata, di rilasciare almeno una portata, detta "di deflusso minimo vitale" (DMV), a valle della propria derivazione e in qualunque condizione idrologica del fiume. Nelle Norme Tecniche di Attuazione del PTUA si sono poi definiti i criteri di calcolo delle portate da rilasciare, specificandone modalità, parametri e fattori moltiplicativi da implementare nel calcolo stesso (ad esse si rimanda per approfondimenti sul metodo).

Nel PTUA, per la cui realizzazione si è proceduto all'analisi dei bacini idrografici lombardi individuando i principali descrittori fisici e definendo i loro valori di riferimento, le caratteristiche idrologiche del bacino del fiume Oglio sub lacuale sono state definite utilizzando quattro sezioni di controllo:

- Capriolo (equivalente all'incile del fiume a Sarnico) [progr. km 112,2]
- Castelvisconti [progr. km 170,5]
- Isola Dovarese [progr. km 218,8]
- Confluenza in Po [progr. km 266,0]

Tali sezioni, non sufficienti a descrivere in modo adeguato le condizioni generali del fiume, non consentono di conoscere e di controllare l'andamento dei fenomeni dipendenti dalla pressione antropica e di capire quali e quanti siano gli interventi che possono influenzare la qualità ambientale del corso d'acqua.
Questa carenza, già dichiarata anche in fase di stesura del PTUA, va superata affrontando il delicato tema del DMV con l'analisi della capacità di risposta del fiume Oglio sub lacuale, utilizzando una quantità di informazioni decisamente più abbondante rispetto a quelle al momento disponibili, rilevate in un ampio numero di stazioni di monitoraggio distribuite lungo il corso del fiume e posizionate nei punti di "interesse notevole" e nei "punti critici".
Il DMV è un parametro molto importante per valutare l'effettiva incidenza delle opere di derivazione e di ritenuta per scopi idroelettrici, irrigui e idropotabili sulle diverse componenti del corpo idrico. Rappresenta inoltre un importante riferimento che coinvolge tutti i portatori d'interesse nell'uso dell'acqua, obbligandoli a prestare particolare attenzione sia all'aspetto idromorfologico che all'habitat fluviale.
Il DMV quindi, oltre che strumento di salvaguardia ambientale, è anche un parametro per razionalizzare le concessioni d'uso delle acque e, di conseguenza, per ottimizzare l'uso della risorsa.
In Lombardia l'applicazione dei criteri generali per la stima del DMV si inserisce all'interno di una matrice socio-economica che storicamente, e in modo ormai consolidato, ha gestito la risorsa idrica senza considerare le implicazioni per i sistemi fluviali. Si tratta di un quadro complesso che vede la partecipazione simultanea di molti attori (operatori del settore agricolo e gestori delle centrali idroelettriche, ma anche operatori del settore ricreativo - turistico), coordinati da enti gestori che, da oltre un cinquantennio, hanno saputo trovare punti di equilibrio non conflittuali che garantiscono livelli accettabili delle acque nelle riserve dei grandi laghi alpini, con conseguente maggiore sicurezza idraulica e adeguato approvvigionamento alle attività produttive presenti sul territorio. La sfida della definizione del DMV consiste fondamentalmente nel trovare un nuovo punto di equilibrio che mantenga il più possibile inalterati gli equilibri precedenti, ma simultaneamente consenta al fiume di mantenere o recuperare una qualità ecosistemica accettabile.

L'applicazione della nuova normativa ad un sistema "regolato" come il fiume Oglio sub lacuale, che ha a monte un serbatoio rilevante come il lago d'Iseo, si inquadra perfettamente in questo contesto. Lo studio dei suoi effetti sulla realtà attuale della gestione del fiume Oglio sub lacuale dimostra una riduzione molto marcata dei volumi d'acqua disponibile per le attività produttive. Infatti, in termini di volume di ri-

[1] Reg. Lombardia DGR VIII/2244 del 29.03.2006 "*Approvazione del Programma di Tutela e uso delle acque, ai sensi dell'art.44 del D.Lgs.152/99 e dell'art.55, comma 19 della l.r.26/2003"*

sorsa idrica, l'applicazione letterale della norma comporterebbe che solo il 55% della capacità del serbatoio lacuale (pari a 85.4 milioni di m^3, ottenuta dalla regolazione) possa essere destinata agli usi esistenti, consolidati da oltre 75 anni; si avrebbe una corrispondente riduzione di risorsa pari a circa 38 milioni di m^3. In termini pratici, ciò significa che si dovrebbero ridurre di circa 30 m^3/s le portate mediamente derivate nella stagione irrigua, su un totale concesso di 80 m^3/s, e questa riduzione dovrebbe verificarsi per 15 giorni consecutivi. Ragionando in termini di livelli del lago d'Iseo, ciò significherebbe una riduzione pari a 63 cm dell'escursione utile della regolazione, attualmente concessa in 140 cm; nella pratica vorrebbe dire che il livello minimo di concessione (-30 cm sull'idrometro ufficiale di Sarnico) sarebbe raggiunto in molti casi intorno alla metà di luglio invece che verso il 15 agosto. Per le attività turistiche e di fruizione delle aree balneabili tutto questo comporta una condizione più critica per una maggiore durata di trenta giorni, proprio nel bel mezzo dell'alta stagione.

Queste considerazioni, supportate dai dati storici della regolazione, servono a capire la rilevanza che acquista il DMV in un bacino idrico come quello del fiume Oglio, e dimostrano la necessità di valutare in modo più puntuale le conseguenze idrologiche e ambientali dell'applicazione delle nuove norme nelle quali peraltro si riconosce che, fatta salva la sostanza del principio generale, la loro applicazione può essere soggetta a modifiche di quantità o di modalità, in funzione delle caratteristiche specifiche dei bacini idrici o in conseguenza dell'andamento meteorologico stagionale, riconoscendo in definitiva la necessità di ricercare una gestione corretta, ma flessibile, del DMV.

L'esperienza pluridecennale di gestione delle acque del fiume Oglio aggiunge un'ulteriore necessità, non meno importante. Preso atto che nel PTUA le conoscenze specifiche del territorio sono limitate, si è posta in modo forte la domanda di valutare se le portate di rilascio sono necessarie e sufficienti per raggiungere gli obiettivi previsti: sufficienti nel senso che siano in grado di contribuire efficacemente a risolvere i problemi ambientali esistenti, necessarie nel senso che sia accertata la indispensabilità delle quantità risultanti dai calcoli.

CAPITOLO 1

LINEAMENTI E OBIETTIVI DEL PROGETTO

1.1. Obiettivi del progetto

Scopo primario che persegue la nuova normativa sul Deflusso Minimo Vitale è rispondere alla crescente domanda di qualità ambientale e, nello specifico, rispondere a precise norme europee, nazionali e regionali finalizzate a migliorare lo stato di qualità complessivo del fiume. A fianco di questo obiettivo ne esistono altri tra cui:

- il mantenimento e possibilmente lo sviluppo dell'attività produttiva di base nel settore agricolo - zootecnico;
- l'impulso alle attività ricreative e fruitive dell'ambiente fluviale, che molto dipendono dalla qualità dell'acqua, dal regime idrologico del fiume e dal suo assetto naturalistico.

Per il bacino del fiume Oglio, in cui è rilevante l'esistenza di un grande lago regolato (lago di Iseo), la normativa deve consentire la scelta di criteri necessari a raggiungere gli obiettivi primari e di valutarne gli effetti su settori importanti come la riduzione di disponibilità d'acqua per i differenti usi di valle o le escursioni del livello idrico nel lago, con riflessi negativi sugli importanti interessi turistici e ambientali che investono le comunità locali. E' necessario insomma considerare il "problema DMV" come un problema di gestione multi obiettivo (ecosistema fluviale e lacustre, usi irrigui e idroelettrici, fruizione del tempo libero, ecc.), riconoscendo i portatori d'interesse e individuando le priorità delle misure di mitigazione e/o di compensazione. Il livello di conoscenza ad oggi raggiunto è parziale (anche se si sono compiute importanti analisi che danno un'ottima descrizione fisica del bacino), tanto che la normativa regionale ha dovuto operare rilevanti estrapolazioni di dati ed accantonare analisi specifiche.

Alla luce di queste considerazioni, il Consorzio dell'Oglio ha elaborato nel 2009 un Progetto di Sperimentazione finalizzato ad ottenere un buon livello di conoscenza del bacino del fiume per supportare un'efficace definizione delle risposte alle esigenze sopra indicate.
Gli Obiettivi del progetto sono:

OBIETTIVO 1 - INTERCONNESSIONE DELLE COMPETENZE
Raccolta e sistemazione strutturata delle conoscenze disponibili, attraverso la messa a sistema dei soggetti istituzionali interessati al bacino del fiume Oglio, per sperimentare e ottenere un metodo d'indagine e di analisi multidisciplinare basato sull'interconnessione dei soggetti, e quindi in grado di ottimizzare il risultato e il valore delle loro attività.
Gli Enti individuati da questo obietto sono: ARPA Lombardia, Autorità di Bacino del Po, le Province di Bergamo, Brescia, Cremona e Mantova, il Parco Oglio Nord e il Parco Oglio Sud. Per questi Enti il Progetto prevede diversi livelli di partecipazione, in funzione delle rispettive possibilità: - condivisione degli obiettivi del Progetto di Sperimentazione; - rendere disponibili le informazioni ottenute nel tempo dalle attività relative al fiume Oglio; - rendere disponibile personale impegnato per seguire le attività sperimentali (ad es. il monitoraggio dell'ittiofauna); - partecipazione finanziaria alle rilevanti spese connesse alla sperimentazione.

OBIETTIVO 2 - INFORMAZIONI A SUPPORTO DELLE REGOLE
Analisi delle criticità del bacino e del suo comportamento in funzione dei rilasci delle portate di Deflusso Minimo Vitale; raccolta dei dati di monitoraggio necessari alla descrizione delle criticità; elaborazione e valutazione dei dati per consegnare un'adeguata descrizione del bacino del fiume ai soggetti che dovranno definire le regole di applicazione dei rilasci.

Nel dettaglio, il Progetto prevede di:

- definire una nuova rete di punti di monitoraggio idrologico e di qualità dell'acqua da integrare nella rete regionale;
- applicare adeguati criteri tecnico-scientifici nelle differenti fasi di monitoraggio, al fine di interpretare al meglio il comportamento del fiume;
- definire la sequenza temporale "ottimale" con cui attuare le campagne di monitoraggio necessarie ad ottenere una buona descrizione numerica dei fenomeni sviluppati nel bacino;
- valutare l'incidenza delle portate di rilascio sul livello complessivo della qualità del corso d'acqua;
- individuare le componenti critiche della risorsa disponibile;
- definire le problematiche degli usi in funzione dei rilasci.

OBIETTIVO 3 - ANALISI DELLE CAUSE DELLE SITUAZIONI CRITICHE
Monitoraggio delle situazioni critiche per individuare sia gli effetti sull'ambiente fluviale, ma soprattutto sulle cause che le provocano, a supporto delle decisioni sulle priorità di intervento.
L'Obiettivo si propone di evidenziare le cause reali delle criticità che il Deflusso Minimo Vitale è chiamato a mitigare, per ottenere decisioni corrette sugli interventi di mitigazione e sulle destinazioni delle risorse da mettere in campo per risolvere tali criticità.

OBIETTIVO 4 - ANALISI DELLE CONDIZIONI LIMITE PER IL BACINO
Monitoraggio delle situazioni limite per le quali i valori dei descrittori indagati possono essere recuperati a soglie accettabili per il bacino
L'Obiettivo si propone di studiare le condizioni per le quali il bacino viene sottoposto ad uno "stress" rispetto alle classificazioni da raggiungere, ma per le quali questo stress può essere recuperato e annullato da modalità diverse di gestione dei rilasci di DMV

In particolare, alcuni **OBIETTIVI SPECIFICI** della sperimentazione sono finalizzati ad indagare:

1. gli effetti dei rilasci idroelettrici sulle dinamiche fluviali, ovvero individuare relazioni tra prelievi idroelettrici, deflussi in alveo e qualità integrata del sistema fluviale;
2. gli effetti dei rilasci irrigui sulle dinamiche fluviali, ovvero individuare relazioni tra prelievi irrigui, deflussi in alveo e qualità integrata del sistema fluviale;
3. analizzare, tramite un quadro completo di qualità idrochimica, la capacità metabolica complessiva del sistema nei confronti di ingressi puntiformi, in relazione al deflusso in alveo, ovvero la capacità di diluizione dei carichi inquinanti nei tratti immediatamente a valle di ingressi puntiformi (immissari, scarichi di depuratori e di impianti di acquacoltura);
4. verificare il grado di connessione esistente tra il sistema fluviale e gli ambienti laterali in relazione ai deflussi in alveo.

Le stazioni fluviali individuate per il raggiungimento dei singoli obiettivi sono riportate in forma tabellare in Allegato A.

1.2. Oggetto della sperimentazione

La Regione Lombardia con il PTUA ha introdotto, per i concessionari di derivazione d'acqua, l'obbligo di rilasciare a valle delle opere di presa una portata definita di Deflusso Minimo Vitale, definendo i metodi di calcolo delle portate, i coefficienti correttivi da applicare per quantificare il DMV complessivo e approvando alcuni criteri di flessibilità nell'applicazione della norma a causa della grande variabilità delle condizioni dei bacini idrici lombardi. E' prevista anche, all'art. 35 delle Norme Tecniche di Attuazione del PTUA, la facoltà dell'Autorità concedente di concedere deroghe sui rilasci "*in seguito a specifiche indagini, sperimentazioni, modellazioni, ... effettuate ... con lo scopo di verificare l'efficacia dei rilasci, secondo le modalità previste dal Regolamento per la sperimentazione del DMV*" e, più in generale, la possibilità di ottenere deroghe temporali nell'applicazione del DMV a determinate condizioni a cui deve sottostare il concessionario richiedente, ma a fronte di situazioni oggettivamente pesanti nei riflessi sugli usi in essere.

La Regione inoltre, nelle more della stesura e dell'approvazione del Regolamento, ha emanato le "*Linee Guida per l'avvio di sperimentazioni sul Deflusso minimo vitale in tratti del reticolo idrico naturale regionale*"[2] nelle quali sono fissati i criteri e le modalità operative cui deve soddisfare la sperimentazione proposta.
Il presente lavoro, redatto in osservanza di tali Linee Guida, prevede la sperimentazione dei rilasci del DMV per il tratto di fiume compreso tra l'incile sub lacuale, situato in corrispondenza della traversa fluviale posta in Comune di Sarnico (BG), e la foce nel fiume Po, in Comune di Marcaria (MN). L'asta fluviale interessata, rispetto al percorso complessivo del fiume, è compresa tra la progressiva chilometrica 112 e 266, per una lunghezza complessiva di circa 154 km.

[2] R. Lombardia - d.d.g. n° 9001 del 08/08/2008, "*Linee guida per l'avvio di sperimentazioni sul deflusso minimo vitale in tratti del reticolo idrico naturale regionale*"

CAPITOLO 2

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2.1 La normativa nazionale e comunitaria

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV) può essere sinteticamente definito come "*la quantità minima di acqua che deve essere assicurata per la sopravvivenza delle biocenosi acquatiche, la salvaguardia del corpo idrico e, in generale, per gli usi plurimi a cui il fiume è destinato*".
Il concetto di "portata minima vitale" o "deflusso minimo vitale" è stato introdotto nel quadro legislativo italiano dalla legge 183/89[3](art.3 comma 1, lettera i) che include, tra le attività di pianificazione e programmazione dell'Autorità di bacino, la tutela del DMV negli alvei per garantire che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi gli equilibri degli ecosistemi interessati. L'art. 5 del D.Lgs.275/93[4] e l'art. 3, comma 3, della legge 36/94[5], che introduce il concetto di uso sostenibile delle risorse idriche, ribadiscono il concetto, affermando che le derivazioni devono essere regolate in modo da garantire il deflusso necessario alla vita negli alvei e non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati.
Il concetto di deflusso minimo vitale è contenuto anche nelle recenti norme per il mercato interno dell'energia elettrica (D. Lgs. 16 marzo 1999, n. 79[6]) che, se da un lato è finalizzato ad incentivare l'uso delle energie rinnovabili, dall'altro stabilisce (all'art. 12, comma 4) che in ogni caso la nuova concessione deve essere compatibile con la presenza negli alvei sottesi del minimo deflusso costante vitale e con le priorità di messa in sicurezza idraulica del bacino ai sensi della L. 183/89.
Con il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 28 luglio 2004[7] si introduce in forma finalmente sistemica il problema del *deflusso minimo vitale*, in precedenza oggetto di prescrizioni normative in parte disgiunte dalla qualità complessiva del corso d'acqua. Il DMV cessa di essere un valore costante di portata genericamente correlato alla vita nel corso d'acqua e diventa "*la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali*".
Il DMV, quindi, viene legato a quegli aspetti di *qualità* del corso d'acqua introdotti in precedenza dal D.Lgs. 152/1999 abrogato dal D.Lgs.152/2006, ma che ne ripropone i principi generali.
Il D.Lgs.152/99[8] in sintonia con la corrispondente normativa europea, aveva introdotto un nuovo approccio, basato sul riconoscimento dell'ambiente acquatico come ecosistema complesso, la cui qualità non è più determinata dalle caratteristiche delle immissioni inquinanti, ma dagli effetti di tutti i fattori di impatto sull'ecosistema nel suo complesso, che si caratterizza per le comunità biologiche, gli elementi chimico-fisici e idromorfologici.
È interessante osservare come la normativa accolga il principio della *Biologia della Conservazione* secondo il quale lo stato di un sistema ecologico deve essere valutato confrontandolo con quello "normale" o "indisturbato" del sistema stesso. Più esattamente, devono essere definite opportune *condizioni di riferimento* basate sulle caratteristiche biologiche, idromorfologiche, e fisico-chimiche tipiche di un corpo idrico relativamente immune da impatti antropici.

[3] legge 183/89 "*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*"

[4] D. Lgs. 275/1993 "*Riordino in materia di concessione di acque pubbliche*"

[5] legge 36/94 "*Disposizioni in materia di risorse idriche*" (nota anche come legge Galli)

[6] D.Lgs. 79/1999 "*Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*"

[7] Decreto del Ministero dell'Ambiente del 28/07/2004 "*Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152*"

[8] D.L.gs.152/1999 **"***Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Dir. 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*"

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 152/99 e il recepimento della Direttiva 91/271/CEE[9] e della Direttiva 91/676/CEE[10], il DMV è individuato tra gli strumenti di tutela quantitativa della risorsa idrica e concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità. Ai sensi dell'art. 22 (Pianificazione del bilancio idrico) è compito dell'Autorità di bacino definire l'equilibrio del bilancio idrico, tenuto conto tra l'altro del DMV.
Il D.Lgs. 152/2006[11], che recepisce la Direttiva 2000/60/CE (WFD)[12], modificata dalla Direttiva 2008/32/CE[13] con cui si delinea una nuova politica dell'acqua basata sulla partecipazione attiva e sulla tutela e miglioramento della qualità e dello stato quantitativo, istituisce un quadro d'azioni finalizzate alla protezione delle acque al fine d'impedire l'ulteriore deterioramento dello stato degli ecosistemi acquatici e terrestri, proteggere e migliorare il medesimo sotto il profilo del fabbisogno idrico ed agevolare un utilizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili. Riconosce alle Autorità di bacino la competenza a definire il bilancio idrico, stabilendo espressamente all'art. 145 che "*l'Autorità di bacino (…) definisce ed aggiorna periodicamente il bilancio idrico diretto ad assicurare l'equilibrio fra le disponibilità di risorse reperibili o attivabili nell'area di riferimento e i fabbisogni per i diversi usi, nel rispetto dei criteri e degli obiettivi di cui all'articolo 144*". In tale disposizione viene altresì attribuito alle Autorità di bacino, al fine di assicurare l'equilibrio tra risorse e fabbisogni, il compito di "*adottare, per quanto di competenza, le misure per la pianificazione dell'economia idrica in funzione degli usi cui sono destinate le risorse*".
L'art. 95 del medesimo decreto chiarisce inoltre che lo strumento attraverso cui sono adottate le misure volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico come definito dalle Autorità di bacino è il Piano di Tutela.

Il quadro normativo attuale prevede quindi che i vari fattori che determinano un impatto sui corpi idrici - come prelievi, scarichi e usi diversi – vengano valutati dalle Autorità di Bacino e dalle Regioni con riguardo alla qualità complessiva del corpo idrico, superando gli approcci parziali assunti dalla precedente legislazione.
Il DMV quindi è uno strumento di particolare interesse gestionale concepito per far fronte alle situazioni critiche che si determinano negli ecosistemi fluviali per effetto della riduzione sensibile delle portate naturali, dovuta a captazioni di risorsa idrica direttamente dai corsi d'acqua o da serbatoi (invasi) realizzati con lo sbarramento di fiumi o torrenti e destinata a usi civili, agricoli o industriali. Il DMV inoltre deve garantire immediatamente a valle della sezione di prelievo:

- sussidiarietà: approccio omogeneo a livello di bacino con possibilità per le Regioni di adeguare l'applicazione alle proprie realtà territoriali;
- gradualità: adeguamento graduale nel tempo, tenendo conto anche degli effetti prodotti dalla prima applicazione;
- tempistica: applicazione del DMV idrologico entro il 31 dicembre 2008 e di quello completo delle variabili ambientali e fruizionali entro il 31 dicembre 2016;
- deroghe: potabile e irriguo, demandate alla pianificazione regionale cui spetta individuare le aree con deficit di bilancio e a rischio di ricorrente crisi idrica; la deroga è subordinata alla previa verifica dell'indisponibilità di fonti alternative.

I metodi proposti per determinare il DMV sono vari: si va da metodi basati su dati relativi alle portate naturali o sulle curve di durata delle portate a metodi sperimentali che utilizzano variabili idrauliche (velocità della corrente, profondità, granulometria del fondo) trasformate con criteri biologici che tengono conto dell'idoneità di tali variabili al mantenimento delle specie acquatiche. Più ambiziosi sono i metodi che si fondano sulla definizione e classificazione, in termini fisici e biologici, dei differenti habitat per valutare il loro contributo alla struttura e al-

[9] Direttiva *91/271/CEE concernente il "trattamento delle acque reflue urbane"*

[10] Direttiva *91/676/CEE[10] relativa alla "protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole"*

[11] D.Lgs. 152/2006, "*Norme in materia ambientale*"

[12] Direttiva 2000/60/CE che istituisce un "*Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*"

[13] Direttiva 2008/32/CE dell'11/03/2008 che modifica la direttiva 2000/60/CE per quanto riguarda le competenze di esecuzione conferite alla Commissione

le funzioni delle biocenosi fluviali. Sulla carta, il DMV si propone come strumento efficace per limitare gli eccessi di prelievi d'acqua e in molti casi ha contribuito ad interrompere la tendenza all'aumento incontrollato delle captazioni. In pratica, ha concorso solo in modesta misura ad affrontare e a risolvere i problemi di scarsità dell'acqua nei fiumi e ad orientare l'insieme delle politiche idriche verso un uso più razionale ed efficiente, e meno conflittuale, della risorsa. Il limite è nell'approccio vincolistico con cui è generalmente inteso il DMV ed è gestita la sua applicazione. Non si deve dimenticare che gli utilizzatori delle quote più consistenti di acqua dei fiumi sono portatori di interessi forti che correntemente sono assunti come variabili indipendenti nel modello di definizione delle portate minime vitali. Dall'idea del DMV come vincolo assoluto appare sempre più importante passare ad una valutazione integrata dei valori – naturalistici, ambientali ed economici – connessi all'ecosistema fluviale e alle sue funzioni, approccio in linea con la Direttiva 2000/60/CE che impone nuove metodologie (analisi costi - benefici, analisi a molti criteri) di valutazione di scenari alternativi di uso delle risorse del fiume, compatibili con la conservazione dell'integrità (o della buona salute) dell'ecosistema. Impone nel contempo anche nuove modalità di partecipazione, livelli più impegnativi di coinvolgimento responsabile dei portatori di interessi e di tutti i cittadini e percorsi negoziali trasparenti che portino a decisioni condivise.
In tal senso è bene ricordare che fra i numerosi effetti ambientali provocati dalle derivazioni idriche c'è l'interruzione della continuità fluviale che impedisce il passaggio della fauna ittica provocando danni soprattutto nel periodo riproduttivo esponendo maggiormente gli stadi giovanili all'attività predatoria e al rallentamento della loro migrazione verso valle.
L'importanza della tutela del patrimonio ittico delle acque interne e del governo dell'esercizio della pesca è stata ribadita negli anni dalla normativa nazionale, regionale e comunitaria. Si ricordano in particolare:

- R.D. 1486/1914[14]
- R.D. 1604/1931[15] che prevede la vigilanza per concorrere alla sorveglianza sulla pesca tanto nelle acque pubbliche che in quelle private;
- R.D. 1647/1992 "Regolamento per l'esecuzione della l. 312/1921";
- L. 364/1940 "Disposizioni sulla pesca";
- L. 71/1992 "Disciplina del fermo temporaneo obbligatorio delle unità di pesca";
- D.P.R. 357/1997[16]
- L. 134/2002[17]
- Direttiva 2006/44/CE[18]
- la recente sentenza n. 30/2009 della Corte Costituzionale, pubblicata sulla G.U. del 11/02/2009, che affronta per la prima volta il tema dei danni provocati agli ecosistemi dalle introduzioni di specie esotiche, problema particolarmente sentito nell'ambito della mala-gestione della pesca sportiva.

La disciplina dell'introduzione, della reintroduzione e del ripopolamento di specie animali rientra attualmente nell'esclusiva competenza statale di cui all'art. 117, secondo comma, lettera s), della Costituzione, trattandosi di regole di tutela dell'ambiente e dell'ecosistema e non solo di discipline d'uso della risorsa ambientale-faunistica. Il D.P.R. 357/97 ha provveduto a definire il concetto di autoctonia, prevedendo che debba considerarsi autoctona la popolazione o specie che per motivi storico-ecologici è indigena del territorio italiano, e non autoctona quella non facente parte originariamente della fauna indigena italiana. I piani di immissione nei fiumi, torrenti e laghi di specie esotiche contrastano con l'art. 12 del D.P.R. 357/1997 (attuazione della Direttiva UE "Habitat") che detta limiti inderogabili alla competenza normativa regionale. Le immissioni di specie esotiche in definitiva creano gravi danni agli ecosistemi dei corsi d'acqua determinando scompensi nelle catene alimentari, oltre ad interferenze con le specie caratteristiche dei nostri bacini.

[14] R. D. 22/11/1914, n.1486 *"Nuovo regolamento per la pesca fluviale e lacuale"*

[15] R.D. 8/10/1931 n. 1604 "*Approvazione del T.U. delle leggi sulla pesca*"

[16] D.P.R. 8/8/1997, n. 357 "*Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (1/a)";*

[17] L. 6/07/2002, n. 134 "*Disposizioni urgenti per il settore della pesca*";

[18] Direttiva 2006/44/CE[18] del Parlamento europeo e del Consiglio, 6/09/2006 sulla "*Qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci*"

2.2 La normativa della Regione Lombardia

I principi su cui si basa la normativa lombarda sono contenuti nella Deliberazione n.7/2002 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po[19], che riporta i criteri di regolazione delle portate in alveo, finalizzati alla quantificazione del DMV dei corsi d'acqua del bacino padano e alla regolamentazione dei rilasci delle derivazioni da acque correnti superficiali. In particolare l'Allegato B[20] contiene la regola di calcolo del DMV e i criteri di applicazione della stessa da parte delle Autorità preposte al rilascio delle concessioni di derivazioni d'acqua.
La regola di calcolo e i criteri di applicazione si basano sul principio di *sussidiarietà*, in base al quale l'Autorità di bacino predispone uno schema unitario, di cui spetta alle Regioni definire i particolari, e su un principio di *gradualità*, in base al quale l'applicazione della norma avviene gradualmente, così da consentire l'adeguamento progressivo dei settori economici coinvolti e la crescita del sistema di controllo. L'applicazione del principio di sussidiarietà avviene nell'ambito dell'interazione, prevista dalla norma nazionale, tra pianificazione di bacino e pianificazione regionale. L'applicazione del principio di gradualità consente anche di perfezionare l'efficacia e la precisione delle norme, in base a successivi approfondimenti e alla verifica degli effetti prodotti dalla prima applicazione delle stesse. I termini temporali fissati sono congruenti con le scadenze previste dalla legge per il conseguimento degli obiettivi di risanamento.
Per conseguire gli obiettivi di salvaguardia dell'ecosistema acquatico e per garantire un'equa ripartizione degli oneri è necessario che le Autorità preposte al rilascio delle concessioni di derivazione d'acqua modifichino i disciplinari di concessione, e in particolare che:

- impongano al concessionario, con la gradualità prevista dall'Allegato B e specificata dai successivi provvedimenti regionali, i rilasci necessari a garantire il deflusso minimo vitale in alveo;
- definiscano regole operative di rilascio delle portate;
- ridefiniscano le dotazioni idriche di competenza di ciascun utente in funzione degli effettivi fabbisogni;
- impongano al concessionario la misurazione delle portate derivate e la periodica comunicazione all'autorità concedente dei valori istantanei delle portate derivate, sulla base di quanto previsto dal comma 3 dell'art. 22 del D.Lgs.152/99 e successive modificazioni.

Il DMV è definito, nell'Allegato B, come "*il deflusso che, in un corso d'acqua, deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati*". Sempre secondo l'Allegato B, il DMV è composto da "*una componente idrologica, stimata in base alle peculiarità del regime idrologico, e da eventuali fattori correttivi che tengono conto delle caratteristiche morfologiche dell'alveo del corso d'acqua, della naturalità e dei pregi naturalistici, della destinazione funzionale e degli obiettivi di qualità definiti dalle Regioni nell'ambito dei piani di tutela delle acque*".
La componente idrologica si applica a tutte le concessioni. I fattori correttivi invece si applicano solamente ai corsi d'acqua o ai tratti di corsi d'acqua espressamente individuati dalle Regioni.
Per le nuove concessioni, il DMV è imposto dall'Autorità competente contestualmente al rilascio della concessione. Per le concessioni già in atto

- entro il 31 dicembre 2008 tutte le derivazioni avrebbero dovuto adeguarsi per garantire, a valle delle captazioni, la componente idrologica del DMV;
- entro il 31 dicembre 2016, la componente idrologica dovrà essere integrata con l'applicazione dei fattori correttivi (dove necessario).

L'allegato B prevede anche che all'interno di particolari aree, individuate dalle Regioni, l'Autorità competente al rilascio delle concessioni possa autorizzare i concessionari a ridurre, per periodi limitati e definiti, le portate da rilasciare in alveo rispetto al valore del DMV.
La regola di calcolo del deflusso minimo vitale si basa sulla determinazione della portata media annua e dei fattori correttivi.

[19] Deliberazione n.7/2002 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Po "*Adozione degli obiettivi e delle priorità d'intervento ai sensi dell'art. 44 del D.Lgs.152/99 e successive modifiche e aggiornamento del programma di redazione del Piano stralcio di Bacino sul bilancio idrico*"

[20] Allegato B "*Criteri di regolazione delle portate in alveo*"

Il DMV *D* in una determinata sezione di un corso d'acqua è alcolato con la formula

$$D = kq_{media} SMZAT$$

dove

- D è il deflusso minimo vitale (in L/s),
- k è un parametro sperimentale, determinato per singole aree idrografiche,
- qmedia è la portata specifica (per unità di superficie del bacino) media annua (in L/s/km^2),
- S è l'area (in km^2) del bacino sotteso dalla sezione,
- M è un parametro morfologico,
- Z è un parametro che tiene conto delle caratteristiche naturali, del grado di fruizione e della qualità delle acque fluviali,
- A tiene conto dell'interazione tra acque superficiali e sotterranee,
- T tiene conto della necessità di modulare nel tempo il deflusso minimo vitale.

In Lombardia, in attuazione dell'art. 44 del già citato D.Lgs.152/1999 e dell'art. 45 della L.R. 26/2003[21] e l'"*Atto di indirizzi per la politica di uso e tutela delle acque della Regione Lombardia*"[22] è stato approvato con DGR VIII/2244 del 29.03.2006[1], dopo il parere di conformità dell'Autorità di bacino del Po, il *Programma di Tutela e Uso delle Acque* (PTUA). Gli articoli del capo II (*Il deflusso minimo vitale*) del titolo III (*Misure generali*) delle *Norme Tecniche di Attuazione* (NTA) del *Programma di Tutela e Uso delle Acque* trattano del deflusso minimo vitale (DMV).
L'art. 31 ripete la definizione del DMV dell'Allegato B e dichiara che "*il DMV costituisce strumento fondamentale per il rilascio delle concessioni di derivazione e di scarico delle acque, e contribuisce al conseguimento degli obiettivi di qualità ambientale e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione, di cui all'articolo 4 del D.Lgs.152/99*". Prevede inoltre la possibilità per l'Autorità concedente di valutare, nel calcolo del DMV, in alternativa alle modalità previste dall'Allegato B, eventuali studi e ricerche effettuati dal concessionario. Infine prevede l'emanazione, entro il 30/07/2006, di un "*Regolamento regionale per la determinazione e l'applicazione dei fattori correttivi del DMV* e di un *Regolamento regionale per la sperimentazione del DMV"*.
L'art. 33 stabilisce i criteri per l'applicazione del DMV (possibilità di prevedere compensazioni tra le varie opere di presa di uno stesso impianto e di prevedere la concentrazione dei rilasci in uno o più punti; garanzia di continuità dell'ecosistema fluviale; modulazione nel corso dell'anno del DMV, al fine di conservare la variabilità dei deflussi; controllo degli effetti conseguiti e delle eventuali necessità di modifica del DMV).
Un altro documento, che costituisce parte integrante della DGR VIII/6232/2007[23] contiene le direttive procedurali e tecniche alle Autorità concedenti (Amministrazioni provinciali per le piccole derivazioni e Regione Lombardia per le grandi derivazioni) per l'esercizio delle funzioni tecnico-amministrative in materia di utilizzazione delle acque pubbliche per quanto concerne l'adeguamento delle utenze e delle relative concessioni di derivazione al rilascio del DMV. Il documento in particolare contiene la metodologia per le elaborazioni idrologiche. La predisposizione di linee guida per l'avvio di sperimentazioni, contenute nel successivo documento della Regione Lombardia approvato con d.d.g. del 9001/2008[2], ha lo scopo di consentire l'individuazione, caso per caso, delle condizioni di portata di DMV effettivamente commisurate alle esigenze di ciascun corpo idrico, in funzione delle attività connesse ai diversi utilizzi del singolo corso d'acqua e delle sue caratteristiche. Il DMV risultante dalla sperimentazione, avrà valore alternativo rispetto a quello vigente.
Con successivo d.d.g. 11133 del 9.10.2008[24] è stato istituito il Comitato di Valutazione dei progetti di sperimentazione del DMV come previsto dall'art.7 delle Linee guida richiamate.

[21] L.R. 26/2003[21] "*Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche*"

[22] R. Lombardia "*Atto di indirizzi per la politica di uso e tutela delle acque della Regione Lombardia - Linee strategiche per un utilizzo razionale, consapevole e sostenibile della risorsa idrica*", approvato con DCR VII/1048 del 27.07.2004

[23] DGR VIII/6232 del 19.12.2007 "*Direttive per l'adeguamento delle derivazioni al rilascio del deflusso minimo vitale"*

[24] d.d.g. 11133 del 09.10.2008 "*Istituzione del Comitato di Valutazione dei progetti di sperimentazione del Deflusso Minimo Vitale"*

In materia di pesca l'art.1 della L.R. 12/2001[25] enuncia il concetto fondamentale che "*la fauna ittica, ed in particolare quella autoctona vivente nelle acque interne del territorio regionale, è tutelata nell'interesse della comunità e della qualità dell'ambiente. L'attività piscatoria è disciplinata nel rispetto dell'equilibrio biologico e ai fini della tutela e dell'incremento naturale della fauna ittica autoctona.*". E' una legge di principi il cui obiettivo è tutelare la fauna ittica al fine di preservare la qualità dell'ambiente, prevedendo che Regione e Province assolvano specifiche funzioni in materia di gestione dell'attività alieutica. Altri documenti collegati sono:

- il R.R. 9/2003[26]
- DGR.7/20557 del 2005[27] che prevede e definisce, come principale "novità pianificatoria" la categorizzazione delle acque recepita dalla Carta Ittica Provinciale, ribadisce la necessità che il Piano Ittico sia conforme a quanto previsto dal PTUA e dalla L.R. 26/200321, che recepisce la Direttiva 2000/60/CE.
- L.R. 31/2008[28]

Il Piano Ittico provinciale, strumento che si propone di perseguire le finalità di tutela della fauna ittica - in particolare di quella autoctona - per salvaguardare la qualità ambientale nel suo complesso, è il documento che illustra i provvedimenti e le attività di carattere gestionale, nonché i criteri e i principi che stanno alla base di una corretta e adeguata gestione dei popolamenti ittici e dell'attività alieutica.
Uno degli obiettivi principali del Piano è quello di favorire l'incremento naturale delle comunità ittiche con particolare riferimento alle specie autoctone, a cui deve essere affiancata una gestione della pesca che non alteri i delicati equilibri ecologici che si instaurano all'interno di un ecosistema.
Poiché la conservazione e la tutela degli habitat acquatici costituiscono una condizione indispensabile affinché qualunque tipo di intervento sul patrimonio ittico abbia successo, il Piano deve privilegiare i miglioramenti ambientali rispetto alle pratiche di sostegno della fauna ittica quali i ripopolamenti.
Alla luce di quanto sopra argomentato, gli obiettivi generali del Piano Ittico si possono pertanto sintetizzare:

- nel mantenimento e incremento delle popolazioni ittiche di pregio soggette a maggior pressione di pesca;
- nella tutela delle specie ittiche di interesse conservazionistico;
- nella gestione delle acque correnti e dei bacini idrici che privilegi la tutela della riproduzione naturale e la sopravvivenza della fauna ittica.

2.3 Vincoli

Negli ultimi anni varie norme nazionali e regionali hanno determinato sostanziali cambiamenti, sia dal punto di vista concettuale che amministrativo, in tutto ciò che gravita attorno all'acqua, intesa come risorsa, e al demanio idrico, inteso come parte del territorio destinato a garantire la regolarità nel deflusso delle acque piovane e sorgive.
Nonostante la vastità e la complessità della materia, i testi di riferimento restano fondamentalmente due: i Regi Decreti 523/1904[29] e 1775/1933[30]. Il primo affronta e regolamenta la tematica delle opere idrauliche e delle loro diverse categorie di appartenenza e rappresenta la norma fondamentale di riferimento per la polizia idraulica; l'altro è il testo generale sulle acque con disposizioni sulle derivazioni e sulle utilizzazioni delle acque pubbliche. Ad integra-

[25] L.R. 30/07/2001 _ n. 12 "*Norme per l'incremento e la tutela del patrimonio ittico e l'esercizio della pesca nelle acque della Regione Lombardia*"

[26] R.R. 22/05/ 2003 - n. 9 "*Attuazione della l.r. 30 luglio 2001 n. 12 «Norme per l'incremento e la tutela del patrimonio ittico e l'esercizio della pesca nelle acque della Regione Lombardia*»"

[27] D.g.r. 11/02/2005 - n. 7/20557 "*L.r. 30/07/2001, n.12, art. 8. Adozione documento tecnico regionale per la gestione ittica*"

[28] L.R. 5/12/2008, n. 31 "*Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale"*

[29] R.D. 25/07/1904, n. 523 "*Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie*"

[30] *Regio Decreto 1775/1933 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici"*

zione di queste norme si sono sviluppate nuove disposizioni che individuano la Provincia e la Regione come gli Enti amministrativamente e gestionalmente competenti nella materia in argomento.
In particolare, il R.D. 523/1904[29], che affidata al Governo la suprema tutela sulle acque pubbliche e l'ispezione sui relativi lavori, afferma al CAPO VII - Polizia delle acque pubbliche che "*Nessuno può fare opere nell'alveo dei fiumi, torrenti, rivi, scolatoi pubblici e canali di proprietà demaniale, cioè nello spazio compreso fra le sponde fisse dei medesimi, senza il permesso dell'autorità amministrativa. …".*
Il R.D. 1775/1933[30] e s.m.i. invece, che trasponeva a livello nazionale quanto elaborato e sperimentato da legislazioni di stati esistenti prima dell'unità d'Italia particolarmente attenti ai problemi degli equilibri idraulici, ha posto in risalto che:
art. 12-bis (articolo così sostituito dall'art. 96, comma 3, D.Lgs. 152/2006)
1. Il provvedimento di concessione è rilasciato se:
a) non pregiudica il mantenimento o il raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti per il corso d'acqua interessato;
b) è garantito il minimo deflusso vitale e l'equilibrio del bilancio idrico;
c) non sussistono possibilità di riutilizzo di acque reflue depurate o provenienti dalla raccolta di acque piovane ovvero, pur sussistendo tali possibilità, il riutilizzo non risulta sostenibile sotto il profilo economico.
art. 42 (terzo comma abrogato dall'art. 26 del D.Lgs. 258/2000, poi dall'art. 175 del D.Lgs. 152/2006)
Tutti gli utenti di acqua pubblica sono obbligati a mantenere in regolare stato di funzionamento le opere di raccolta, derivazione e restituzione, le chiuse stabili o instabili, fisse o mobili costruite nel corso d'acqua per la derivazione e mantenere le imboccature delle derivazioni munite degli opportuni manufatti ed a conservarle in buono stato. …
Il Regio Decreto dedica una parte alla "polizia" delle acque pubbliche, ovvero alle opere e alle attività che vengono vietate in modo assoluto o sono ammesse solo previa speciale autorizzazione contenente le relative modalità di esecuzione.
In questo quadro di successiva integrazione e modifica della norma originaria, merita un cenno la L. 36/1994 (legge Galli)[5] che sancisce un importantissimo principio: contrariamente alla distinzione precedentemente vigente, si afferma che tutte le acque sono da intendersi pubbliche. La portata di un tale cambiamento appare evidente laddove si prenda in considerazione il solo aspetto autorizzativo relativamente a pozzi, derivazioni e attingimenti.

Oltre alla L.183/1989[3] e alla L.36/1994[5] è importante ricordare che il legislatore nazionale, data la lunga e sofferta gestazione dei piani di bacino, per cercare di evitare danni all'ambiente causati da interventi non corretti motivati da esigenze di urgenza degli interventi stessi si è espresso in due occasioni con indicazioni precise sulle caratteristiche degli interventi che potevano essere realizzati prima dell'adozione dei piani di bacino: con il D.P.R. 14/04/1993[31] e con la L.37/1994[32] che all'art.5 recita:
"Sino a quando non saranno adottati i piani di bacino nazionali, interregionali e regionali, previsti dalla legge 18 maggio 1989, n. 183, e successive modificazioni, i provvedimenti che autorizzano il regolamento del corso dei fiumi e dei torrenti, gli interventi di bonifica ed altri simili destinati ad incidere sul regime delle acque, compresi quelli di estrazione dei materiali litoidi dal demanio fluviale e lacuale, devono essere adottati sulla base di valutazioni preventive e studi di impatto, redatti sotto la responsabilità dell'amministrazione competente al rilascio del provvedimento autorizzativo, che subordinino il rilascio delle autorizzazioni e delle concessioni al rispetto preminente del buon regime delle acque, alla tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico dei terreni interessati, alla tutela degli aspetti naturalistici e ambientali coinvolti dagli interventi progettati."
La competenza sulla Polizia idraulica è stata trasferita alle Regioni con d.lgs. 112/1998[33].

[31] D.P.R. 14/04/1993 "*Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale*"

[32] L.37/1994 "*Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche*".

[33] D.Lgs. 31/03/1998, n. 112 ""*Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59*"

Recentemente, con il D.Lgs.152/2006 (Parte Terza), tra le indicazioni di varia natura si è inserita quella che sancisce che le Regioni debbano disciplinare gli interventi di gestione della fascia di terreno in prossimità di ampiezza 10 m della sponda dei fiumi e dei laghi.
A livello regionale la Lombardia, con l.r. 1/2000[34], gestisce direttamente la competenza sul reticolo idrico principale, individuato con d.g.r. 7868/2002[35], su cui continuerà a svolgere le competenze di polizia idraulica (art.3, c.108), delega ai Comuni la gestione del reticolo idrico minore (art.3, c.114) e individua il reticolo dei corsi d'acqua gestiti dai Consorzi di bonifica.
Con atti successivi, la d.g.r. 7868/2002 è stata modificata e integrata nel 2002, 2003 e 2007 quando viene introdotta la d.d.g. 8943/2007[36] il cui scopo è garantire l'uniforme applicazione della norma sul territorio regionale. Successivamente la d.g.r. 8127/2008[37] modifica il reticolo idrico principale.

Oltre ai vincoli idraulici e di polizia, il fiume è sottoposto a vincoli di natura paesaggistica, idrogeologica e sul patrimonio ittico.
E' infatti con il D.Lgs. 42/2004[38], modificato con D.Lgs. 157/2006[39], che si definiscono (art.142, comma 1, lettera c)) i corsi d'acqua come oggetto di tutela e valorizzazione per il loro interesse paesaggistico: *"i fiumi, torrenti, ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, …, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna".* La Regione Lombardia in attuazione dell'art. 1-quater della l. 431/85[40], ha individuato con d.g.r. 12028/1986[41] e s.m.i. i corsi d'acqua pubblici a rilevanza paesaggistica assoggettati a specifico vincolo ex art. 142, c. 1, let. c) del D.Lgs. 42/2004.

Recentemente, con D.c.r. 951/2010[42], la Regione, in base alla l.r. 12/2005, ha approvato il Piano Territoriale Regionale (PTR) che ha natura ed effetti di Piano Territoriale Paesistico (PTPR), approvato nel 2001 in linea con la "Convenzione Europea del paesaggio" e con il D.Lgs. 42/2004 e aggiornato con d.g.r. 6447/2008[43]. Il Piano, che rinnova l'attenzione per i fiumi considerati risorsa paesaggistica fondamentale, individua gli obiettivi volti ad attivare politiche integrate che restituiscano territorio al fiume e il fiume al territorio, coniugando:

- interventi di difesa idraulica,
- riqualificazione ambientale del sistema idrografico e dei sistemi verdi,
- politiche idriche,
- promozione turistica e fruizione sostenibile,

---

[34] R. Lombardia. L.R. 5/01/2000, n. 1 "*Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del decreto legislativo n. 112 del 1998"*

[35] D.g.r. 25/01/2002 _ n. 7/7868 – "*Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r.1/2000. Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica dell'inquinamento."*

[36] D.d.g. 3/08/2007 - n. 8943 – "*Linee Guida di Polizia Idraulica*"

[37] D.g.r. 1/10/2008 - n. 8/8127 – "*Modifica del reticolo idrico principale determinato con la d.g.r. 7868/2002*"

[38] D.Lgs. 22/01/2004, n.42 "*Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 607/2002, n.137*"

[39] D.Lgs. 24/03/2006, n. 157 – "*Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione al paesaggio"*

[40] Legge 8/08/1985, n. 431 (Galasso) – "*Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale*"

[41] D.g.r. 25/07/1986, n. 4/12028 – "*Determinazione, in applicazione dell'Art 1 quater Legge 8 agosto 1985, n. 431 dei corsi d'acqua classificati pubblici, ai sensi del Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 esclusi in tutto o in parte, per la loro irrilevanza ai fini paesaggistici dal vincolo ex lege 29 giugno 1939 n. 1497 imposto in forza dell'art. 1, lett c, Legge 8 agosto 1985, n. 431*"

[42] D.c.r. 19/01/2010 - n. VIII/951 – "*Approvazione delle controdeduzioni alle osservazioni al Piano Territoriale Regionale adottato con d.c.r. n. VIII/874 del 30 luglio 2009 - Approvazione del Piano Territoriale Regionale (articolo 21, comma 4, l.r. 11 marzo 2005 «L. per il governo del territorio»)"*

[43] D.g.r. 16/01/2008 - n. 8/6447 – "Approvazione di integrazioni ed aggiornamenti del Piano Territoriale Paesistico Regionale e trasmissione della proposta di Piano Territoriale Regionale al Consiglio regionale per l'adozione"

- recupero, ricomposizione e valorizzazione paesaggistica delle "valli fluviali" e dei relativi contesti naturali e culturali di riferimento.

Poiché la tendenza alla regimazione dei corsi d'acqua comporta non solo la perdita di valore percettivo, ma anche la scomparsa degli elementi naturali di corredo a questi ambienti vitali, l'Autorità di bacino del fiume Po ha approvato il PAI[44] il cui obiettivo prioritario è ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, e salvaguardare l'incolumità delle persone riducendo al minimo i danni ai beni esposti, e il PSS[45] che si propone di sostenere il miglioramento delle condizioni di sicurezza delle popolazioni insediate, la tutela delle fasce fluviali, il potenziamento della rete ecologica e la conservazione quali-quantitativa della risorsa idrica, promuovendo, al contempo, la fruizione delle risorse ambientali e storico-culturali e il turismo fluviale.

Si ricorda infine che, ai sensi della DGR 7/16065[46] del 2004, i soggetti che derivano acqua dal reticolo idrografico superficiale devono attenersi ai cosiddetti "obblighi ittiogenici", per mitigare gli effetti delle captazioni sul popolamento ittico del corso d'acqua interessato; si tratta di un quantitativo di pesci, o del corrispettivo economico, che i derivatori mettono a disposizione dell'Amministrazione Provinciale. Al fine di dare piena applicazione alla deliberazione sopra indicata è previsto anche che "*L'immissione andrà commisurata alle alterazioni causate, comprendenti la sottrazione d'acqua, la modificazione di habitat a valle della derivazione, la fuoriuscita diretta di ittiofauna, l'alterazione delle caratteristiche ecologiche dovuta alle opere trasversali, il grado di funzionalità delle strutture per la risalita, la frequenza e l'incidenza delle manovre di organi mobili, gli effetti delle restituzioni"* e che "*andrà sempre garantito il rilascio delle portate d'acqua necessarie al corretto funzionamento dei passaggi per pesci in quanto dette portate pur potendo essere computate quale contributo al DMV, devono comunque essere sempre garantite anche nel caso in cui la quantità necessaria superi il valore del DMV stabilito dall'Autorità competente*".

2.4 Tipizzazione e individuazione dei corpi idrici

La WFD impone di procedere alla tipizzazione fluviale per individuare le unità tipologiche di bacino e di corpo idrico, segmenti fluviali su cui è necessario operare per raggiungere gli obiettivi di qualità e garantire la preservazione della risorsa idrica.
La direttiva si concretizza in Italia con l'applicazione del D.Lgs.152/06 e con l'emanazione del Decreto 16/06/2008 n.131[47], del Decreto 14/04/2009 n. 56 e del Decreto 17/07/2009[48] relativo allo scambio delle informazioni necessarie per ottemperare agli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque. Il D.M. 131/2008 definisce la metodologia per la tipizzazione delle diverse tipologie di acque superficiali, l'analisi delle pressioni, l'individuazione e la definizione dei corpi idrici ai fini della caratterizzazione delle reti di monitoraggio.
Il Decreto 14/04/2009, n. 56[49] stabilisce invece i nuovi criteri per il monitoraggio e la classificazione dei corpi idrici superficiali, in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, fissando le condizioni di riferimento tipo-specifiche per i corpi idrici superficiali.

---

[44] D.P.C.M. 24/05/2001, sancisce l'entrata in vigore del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26/04/2001.

[45] Progetto Strategico Speciale Valle del fiume Po - Valutazione Ambientale Strategica ai sensi degli artt. 13 e 14 del D.lgs. 152/2006 e smi

[46] D.g.r. 23/01/2004 - n. 7/16065 "*Disposizioni per la tutela della fauna ittica, ai sensi dell'art. 12, comma 2, della l.r.12/01"*

[47] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare. Decreto 16/06/2008, n. 131 *Regolamento recante "I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: Norme in materia ambientale" predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto"*

[48] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare. Decreto 17/07/2009 *"Individuazione delle informazioni territoriali e modalità' per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque".*

[49] Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare 14/04/2009, n. 56 *"Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'art. 75, c. 3, del D.Lgs. medesimo"*,

Di fatto le modifiche introdotte hanno adeguato gli Allegati 1 e 3 alla Parte III del D.Lgs.152/2006, consentendo di chiarire gli aspetti applicativi dei criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici.

Tre i punti a forte valenza "operativa" che risultano interessati:
- gli elementi qualitativi da considerare per la classificazione dello stato ecologico delle acque superficiali,
- la classificazione dello stato chimico,
- gli standard di qualità ambientale per la valutazione dello stato chimico ed ecologico.

L'applicazione dei criteri tecnici e l'individuazione delle condizioni di riferimento tipo-specifiche dei corpi idrici superficiali permette di costruire una mappatura quali-quantitativa dello stato delle acque superficiali e, quindi, una sorta di "indicatore" della salute delle acque stesse, in termini di qualità e di disponibilità, tale da "guidare" la pianificazione di interventi mirati laddove necessario.
Per quanto attiene, invece, l'individuazione delle *condizioni di riferimento* tipo-specifiche dei corpi idrici superficiali, si dovrà attendere il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare nel quale si dovrà tener conto dei siti di riferimento e dei relativi dati comunicati dalle Regioni sulle condizioni idromorfologiche, fisico-chimiche e biologiche dei corsi d'acqua.
Attualmente è in fase conclusiva l'iter per l'emanazione del decreto sulla classificazione delle acque superficiali.

In accordo con le indicazioni tecniche derivanti dalle linee guida comunitarie e nazionali, sono stati individuati, nel territorio lombardo, 327 corpi idrici fluviali che danno origine a 448 tratti tipizzati, raggruppati in 39 ecotipi differenti. Il processo di tipizzazione è stato realizzato in ambiente GIS a partire dal reticolo idrografico regionale e dalla perimetrazione dei bacini idrografici con superficie maggiore di 10 km quadrati. L'intera asta del fiume Oglio è stata distinta in 7 tipologie: nell'ambito dell'idro-ecoregione Alpi Centro Orientali (EU 2 Wasson et al, 2007) sono distinguibili 3 tipologie, nell'idro-ecoregione Pre Alpi e Dolomiti (EU 11 Wasson et al, 2007) è individuabile 1 tipologia, mentre tre appartengono all'idro-ecoregione Pianura Padana (EU 132, Wasson et al, 2007), e precisamente per l'Oglio Sottolacuale:

- dall'uscita del lago d'Iseo fino alla confluenza con il fiume Cherio: EU 132 Pianura padana – perenne, origine da grande lago – molto piccolo (lunghezza = 14 km) (cod: PE06GL1N);

- dalla confluenza con il fiume Cherio alla confluenza con il fiume Chiese: EU 132 Pianura padana – perenne, origine da grande lago – piccolo (lunghezza = 90 km) (cod: PE06GL2N)

- dalla confluenza con il fiume Chiese alla confluenza in fiume Po: EU 132 Pianura padana – perenne, origine da grande lago – medio (lunghezza = 32 km) (cod: PE06GL3N).

Di seguito si rappresentano i codici dei tratti e gli ecotipi del fiume Oglio postlacuale e dei suoi principali affluenti Mella e Chiese:

Fiume Oglio postlacuale

Tipologia	Nome tratto tipizzato	Inizio - termine tratto tipizzato e corpo idrico	Codice tratto	Codice c. idrico	Ecotipo
Fiume	OGLIO_POST_1	da L. Iseo a confluenza Cherio	OG5	OG5_1	22
	OGLIO_POST_2	dal Cherio a confluenza Chiese	OG6	OG6_1	24
	OGLIO_POST_2	dal Cherio a confluenza Chiese	OG6	OG6_2	24
	OGLIO_POST_2	dal Cherio a confluenza Chiese	OG6	OG6_3	24
	OGLIO_POST_3	dal Chiese a immisione in Po	OG7	OG7_1	23

Fiume Mella e fiume Chiese

Tratto tipizzato	Inizio - termine tratto tipizzato e corpo idrico	Codice tratto	Codice c. idrico	Ecotipo
MELLA_1	da origine a confl. del Mella di Graticelle (Serle)	ME1	ME1_1	10
MELLA_2	da Mella di Graticelle (Serle) a confl. del Gombiera	ME2	ME2_1	7
MELLA_3	dal Gombiera al confine Her	ME3	ME3_1	11
MELLA_4	dal confine Her 56 a Manerbio	ME4	ME4_1	29
MELLA_5	da Manerbio a immisione in Oglio	ME5	ME5_1	31
CHIESE_1	dal lago d'Idro a confluenza con Valle di Fai	CH3	CH3_1	9
CHIESE_1	dal lago d'Idro a confluenza con Valle di Fai	CH3	CH3_2	9
CHIESE_2	dal Valle di Fai a immisione in Oglio	CH4	CH4_1	23
CHIESE_2	dal Valle di Fai a immisione in Oglio	CH4	CH4_2	23
CHIESE_2	dal Valle di Fai a immisione in Oglio	CH4	CH4_3	23

2.5 Derivazioni d'acqua

Le derivazioni d'acqua pubblica e il DMV sono strettamente correlati dato che il secondo è lo strumento con cui il legislatore, sollecitato anche dalle direttive comunitarie, ha inteso porre dei limiti inderogabili al prelievo idrico dai corsi d'acqua, per preminenti ragioni di tutela ambientale e dei contesti territoriali circostanti.
La norma di riferimento per le concessioni a derivare da corsi d'acqua, sorgenti e pozzi è il R.D. 1775/1933[30], modificato dai Decreti 275/93[4], 152/99[8] e 152/2006[11], che sottolineano l'importanza di adottare misure volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico[50] tenendo conto dei fabbisogni, disponibilità, DMV, capacità di ravvenamento della falda e delle destinazioni d'uso della risorsa, compatibili con le relative caratteristiche quali-quantitative.
Tutte le concessioni di derivazione sono temporanee e non possono eccedere, in via ordinaria, la durata massima di trent'anni; quelle di grande derivazione idroelettrica sono disciplinate in modo differenziato dall'art. 12 del D. Lgs. 79/1999 (decreto Bersani)[50].
Le tipologie d'uso delle acque derivate sono diverse, irriguo o agricolo – idroelettrico – bonifica – pescicoltura - consumo umano – antincendio, e suddivise in grandi e piccole derivazioni a seconda della quantità prelevata. La competenza amministrativa al rilascio delle concessioni per derivare e utilizzare le acque pubbliche è in capo alle Amministrazioni Provinciali per le "piccole derivazioni" e alla Regione per il rilascio delle concessioni per le "grandi derivazioni".
Per l'adeguamento alle specifiche realtà territoriali regionali, l'Autorità di bacino del Po ha approvato (delibera Comitato Istituzionale n. 7 del 13/03/2002)[19] i "*criteri di regolazione delle portate in alveo*", indicanti la regola di calcolo del DMV e i criteri che devono applicare le Autorità preposte al rilascio delle concessioni di derivazione d'acqua nell'intero bacino del Po.
In Lombardia, il Programma di Tutela ed Uso delle Acque (PTUA), disciplina il DMV attraverso le norme tecniche di attuazione (NTA). Relativamente al requisito di "continuità dell'ecosistema" la normativa tecnica prevede testualmente che *"il DMV deve garantire la continuità dell'ecosistema fluviale interessato dalla derivazione, attuando i rilasci immediatamente a valle delle opere di presa o dell'invaso, ancorché sia tecnicamente possibile e compatibile con la sicurezza delle opere, e predisponendo sistemi di rilascio che ne garantiscano il deflusso in ogni condizione …"*.
Le disposizioni normative sopra riferite subordinano, pertanto ed in ogni caso, la possibilità di ricorso al criterio di compensazione per evitare che si determinino interruzioni della continuità dell'ecosistema dei corsi d'acqua sottoposti a prelievo.
Sono infine da ricordare la l.r.26/2003[21], modificata dalla l.r. 1/07/2007, n. 12[51] e la l.r. 29/01/2009[52], n. 1, che disciplina i servizi locali di interesse economico generale, in particola-

[50] D.Lgs. 16/03/1999, n. 79 - "*Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*"

re in materia di gestione delle risorse idriche e di captazioni da corsi d'acqua superficiali che devono garantire il DMV, ai sensi dell'art. 15 del R.R. n. 2 del 24/03/2006[53] e del PTUA[1].

2.6 Aree protette

In Lombardia, l'istituzione e la gestione delle Aree protette, in particolare i Parchi regionali, sono gli elementi preponderanti per una strategia di conservazione della biodiversità, di tutela dell'ambiente, del paesaggio, delle attività agricole, silvicole e pastorali e della promozione del recupero delle colture tradizionali.
Con l.r. 86/1983[54] integrata dalla l.r. 32/1996[55] la Regione ha istituito un mosaico di aree protette che va sotto il nome di "Sistema delle Aree Protette Lombarde" la cui funzione è di salvaguardare il patrimonio naturale in termini di biodiversità di specie, di habitat e di paesaggio e quindi la presenza sullo stesso territorio dell'uomo e delle sue attività.
Il Piano Regionale delle Aree protette (PRAP)[56] rappresenta lo strumento di indirizzo e programmazione tecnico-finanziaria delle azioni necessarie a valorizzare il sistema regionale delle aree protette e definisce la procedura per la sua approvazione e le linee guida[57]. Numerose sono le norme nazionali[58] e comunitarie[59] in materia di aree protette, norme che la Regione Lombardia ha recepito con leggi e decreti: la l.r. 11/2000[60] , la l.r. 16/2007[61], la d.g.r. 10962/2009[62] con cui la Giunta ha approvato il disegno definitivo di Rete Ecologica Regionale, aggiungendo l'area alpina e prealpina.
Per tutelare la Rete Natura 2000 dal degrado o comunque da perturbazioni esterne che potrebbero ripercuotersi negativamente sui siti che la costituiscono, la Commissione europea e l'Italia hanno emanato rispettivamente la "*Guida metodologica alle disposizioni dell'art. 6, paragrafi 3 e 4 della Direttiva Habitat 92/43/CE*" e la DPR 357/97[26] e s.m.i. (art. 5).

[51] R. Lombardia - l.r. 1/07/2007, n. 12 *"Modifiche alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche) ed altre disposizioni in materia di gestione dei rifiuti"*

[52] R. Lombardia - l.r. 29/01/2009, n. 1 *"Modifiche alle disposizioni generali del servizio idrico integrato di cui alla legge regionale n. 12 dicembre 2003, n. 26 «Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche"*

[53] Regolamento Regionale 24/03/2006, n. 2 *"Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26"*

[54] R. Lombardia. l.r.86/1983 *"Piano generale delle aree protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale"*

[55] R. Lombardia l. r..32/1996 *"Integrazioni e modifiche alla L.R. 30 novembre 1983, n. 86"*

[56] *Comunicazione dell'Ass. M. Ponzoni alla Giunta Regionale nella seduta del 30/12/2009*

[57] *R. Lombardia.* D.g.r. 19/12/2007 - n. 8/6238 *"Linee guida del Piano Regionale delle Aree Protette"*

[58] *Legge 394/1991 – "Legge Quadro sulle aree protette" che contribuisce in modo determinante ad incrementare la superficie di territorio italiano sottoposta a protezione ambientale; la Direttiva 92/43/CEE che istituisce la rete ecologica europea "Natura 2000",* un complesso di siti caratterizzati dalla presenza di habitat e specie sia animali che vegetali, d'interesse comunitario la cui funzione è quella di garantire la sopravvivenza a lungo termine della biodiversità presente sul continente europeo. *In Italia la Direttiva è stata recepita nel 1997 con il Regolamento DPR 357/1997 modificato e integrato dal D.P.R. 120/2003*

[59] *Direttiva 79/409/CEE relativa alla "Conservazione degli uccelli selvatici", conosciuta come DIRETTIVA UCCELLI. Direttiva 92/43/CEE del 21/05/1992, relativa alla "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche" conosciuta come DIRETTIVA HABITAT*

[60] *R. Lombardia - l.r. 11/200060 "Nuove disposizioni in materia di aree regionali protette"*

[61] *R. Lombardia - l.r. 16/200761 "Testo unico delle leggi regionali in materia di istituzione di parchi"*

[62] D.g.r. 30/12/2009 - n. 8/10962 "*Rete Ecologica Regionale: approvazione degli elaborati finali, comprensivi del Settore Alpi e Prealpi*"

In Lombardia, le procedure di applicazione della Valutazione d'incidenza prevista dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE e dello Studio di incidenza trovano riferimento nell'Allegato D della D.g.r. 14106 dell'8/8/2003 e nell'allegato G del DPR 357/97.
Lungo l'asta dell'Oglio la Regione ha istituito nel 1988 due parchi fluviali regionali: il Parco Regionale Oglio Nord e il Parco Regionale Oglio Sud[63]. Il Parco Oglio Nord si sviluppa lungo l'asta del fiume nel tratto compreso tra l'uscita dal lago d'Iseo e i comuni di Seniga, sponda sinistra, e Gabbioneta-Binanuova, sponda destra. Il Parco Oglio Sud si sviluppa lungo l'asta del fiume nel tratto che fa da confine tra le province di Cremona e Mantova. In entrambi i parchi, costituiti da SIC e ZPS, sono stati effettuati studi e analisi dei fattori di incidenza e di Valutazione di incidenza.

Parco Oglio nord

Tipo	Nome	Decreto Consiglio Regionale	Codice Sito Natura 2000
SIC	Boschetto della Cascina Campagna	d.c.r. 20.03.1991 n. V/135	IT2060014
SIC-ZPS	Bosco de l'Isola	d.c.r. 28.05.1991 n. V/196	IT2060015
SIC-ZPS	Bosco di Barco	d.c.r. 20.12.1989 n. IV/1804	IT20A0009
SIC	Bosco della Marisca	d.c.r. 31.05.1989 n. IV/1329	IT20A0007
SIC - ZPS	Isola Uccellanda	d.c.r. 31.05.1989 n. IV/1329	IT20A0008
SIC	Scolmatore di Genivolta		
SIC	Lanche di Azzanello	d.c.r. 31.05.1989 n. IV/1388	IT20A0006
SIC	Lanca di Gabbioneta	d.c.r. 31.05.1989 n. IV/1389	IT20A0005

Parco Oglio Sud

Tipo	Nome	Decreto Consiglio Regionale	Cod. Sito Natura 2000
ZPS	Foce Gambara		
SIC - RPN	Lanche di Gerre Gavazzi e Runate		
ZPS	Lanche di Castelfranco		
ZPS	Foce Chiese		
RN/SIC/ZPS	Le Bine	d.c.r. n. 769 del 1 ottobre 1987	IT20A0004
RN/SIC/ZPS	Torbiere di Marcaria	d.c.r. n. 1390 del 31/05/1989	
RN/SIC/ZPS	Golena S.Alberto		
SIC	Torbiere di Belforte		
ZPS	Canale Bogina		
SIC/ZPS	Saliceto di foce Oglio		

2.7 Linee guida per il monitoraggio

In ambito nazionale ed europeo si sono proposti metodi adeguati al soddisfacimento dei requisiti della WFD. Nel testo, si evidenziano specifiche indicazioni legate alla strategia di raccolta del dato[64] che possono avere una notevole influenza sulla successiva valutazione della qualità ecologica dei corpi idrici e sulla stessa messa a punto dei sistemi di valutazione.
L'art. 8 della WFD stabilisce i requisiti per il monitoraggio dello stato delle acque superficiali con programmi[65] tenuti a definire una visione coerente e globale dello stato delle acque all'interno di ciascun bacino idrografico e devono essere conformi ai requisiti di cui all'Allegato V.

[63] *LR 18 del 16/04/1988 "Istituzione del Parco dell'Oglio Nord*"

[64] *Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive (2000/60/EC)*
Technical Report 2009–025; Guidance Document No. 19: "Guidance on surface water chemical monitoring under the Water Framework Directive"

[65] *Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive (2000/60/EC); Guidance document No. 7, 2003: "Monitoring under the Water Framework Directive"*

Art. 8: Monitoraggio dello stato delle acque superficiali, dello stato delle acque sotterranee e delle aree protette

1. Gli Stati membri provvedono a elaborare programmi di monitoraggio dello stato delle acque al fine di definire una visione coerente e globale dello stato delle acque all'interno di ciascun distretto idrografico:

- nel caso delle acque superficiali, i programmi in questione riguardano

i) il volume e il livello o la proporzione del flusso idrico nella misura adeguata ai fini dello stato ecologico e chimico e del potenziale ecologico

ii) (…..)

- nel caso delle aree protette, i suddetti programmi sono integrati dalle specifiche contenute nella normativa comunitaria in base alla quale le singole aree protette sono state create.

2. I programmi devono essere operativi entro sei anni dall'entrata in vigore della presente direttiva, se non specificato diversamente nella pertinente normativa. Il monitoraggio in questione è effettuato secondo le prescrizioni di cui all'allegato V.

3. Le specifiche tecniche e i metodi uniformi per analizzare e monitorare lo stato delle acque sono stabiliti secondo la procedura di cui all'articolo 21.

Il monitoraggio ambientale si basa quindi su misurazioni e osservazioni ripetute con frequenza appropriata, in accordo con procedure stabilite e documentate, con lo scopo di fornire informazioni che consentano l'identificazione e la quantificazione degli effetti delle diverse pressioni sullo stato di qualità dell'ambiente[66]. Le procedure adottate devono evidenziare la variazione dello stato di qualità, permettere di fornire una conoscenza approfondita delle problematiche del territorio e valutare l'evoluzione spaziale e temporale dei fenomeni. La direttiva prevede anche la creazione di schemi di classificazione per riflettere lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali, misurato dalla condizione di specifici elementi di qualità biologica, chimica, idromorfologica e fisico-chimici. Gli elementi significativi e le condizioni specifiche richieste per questi elementi in ciascuna delle classi di schemi di classificazione, dipendono in parte dalla categoria delle acque di superficie e il tipo a cui il corpo idrico appartiene.

Come previsto dalle "*Linee Guida per l'avvio di sperimentazioni sul Deflusso Minimo Vitale in tratti del reticolo idrico naturale regionale*" [2] elaborate dalla Regione Lombardia, la verifica degli effetti dei diversi scenari di deflusso in alveo sul sistema fluviale deve essere effettuata utilizzando differenti tipologie di descrittori (idromorfologici, chimico-fisici, biologici), la cui scelta risulta condizionata principalmente dal relativo tempo di risposta. Tutte le attività di monitoraggio e campionamento trovano riferimento nei manuali ISPRA (ex APAT)[67,68] ove esistenti, e nelle regole accettate internazionalmente[69,70].
Nonostante gli ausili normativi, la definizione quantitativa del DMV è però tutt'altro che agevole a causa delle molteplici variabili che si dovrebbero considerare. Per una corretta definizione del DMV gli elementi da considerare dovrebbero infatti essere:

- mantenimento delle biocenosi tipiche locali;
- salvaguardia della qualità delle acque rispetto, ad esempio, alla diluizione degli scarichi urbani e industriali;
- rispetto della distribuzione temporale e della naturalità delle variazioni dei deflussi;
- preservazione del perimetro bagnato dell'alveo;
- mitigazione degli impatti sul paesaggio;

[66] *Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 13, 2005: "Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential"*

[67] *APAT 2007 - Manuale "Metodi Biologici per le acque. Parte I"*

[68] *ISPRA 2009 – "Proposta metodologica per l'analisi e la valutazione degli aspetti idromorfologici" 2a. Condizioni morfologiche - Valutazione; 2b. Condizioni morfologiche - Monitoraggio*

[69] *Direttiva 2009/90/CE della Commissione del 31 luglio 2009 che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, "specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque"*

[70] *Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive (2000/60/EC)*
Technical Report 2009 – 040; Guidance document No. 24: "*River basin management in a changing climate"*

- mantenimento e salvaguardia degli usi potabili, agricoli, industriali e della funzione ricreativa e sportiva preesistente e futura dell'area in esame.

Diversi sono quindi i metodi di valutazione che vanno affrontati e risolti: con elementi di qualità biologica, intesi come indici "portanti", cui sono associati, a supporto, elementi di qualità idromorfologica ed elementi di qualità chimico-fisica71.
Gli elementi di qualità biologica, da valutare secondo la loro composizione – abbondanza, diversità e presenza di taxa sensibili, concorrono alla definizione dello stato ecologico, classificandolo in "elevato", "buono" e "sufficiente" in funzione dello scostamento rilevato dai monitoraggi nei confronti di "condizioni di riferimento".
Le comunità biologiche72 da campionare sono:

- macroinvertebrati con l'utilizzo di metodi multi metrici,
- flora acquatica utilizzando indici trofici per comunità di macrofite e diatomee,
- pesci, cercando di valutare l'autoctonia e l'alloctonia delle varie specie.

Gli elementi di qualità idromorfologica sono:

- regime idrogeologico,
- continuità fluviale,
- condizioni morfologiche (IFF).

Gli elementi di qualità fisico-chimica sono:

- elementi generali e inquinanti specifici.

Per ciascuna comunità dovranno essere definite a livello nazionale le condizioni di riferimento a scala minima di idroecoregioni.

[71] *EU JRC, 2006 – "Indicators and methods for the ecological status assessment under the Water Framework Directive. Linkage between chemical and biological quality on surface water"*

[72] *EU JRC, 2005* - Report on *"Harmonisation of freshwater biological methods"- A. Cardoso, A. Solimini, G. Premazzi*

CAPITOLO 3

QUADRO DELLE CONOSCENZE A SUPPORTO DELLA SPERIMENTAZIONE NEL BACINO DELL'OGLIO

3.1 Caratteristiche generali: inquadramento fisico e idrografico

Il bacino del fiume Oglio ha una superficie complessiva di circa 6.650 km^2 (circa il 9% della superficie del bacino del fiume Po), il 54% dei quali in ambito montano; si estende dal Gavia e Tonale alla confluenza con il fiume Po.
L'Oglio origina a Ponte di Legno alla confluenza dei torrenti Frigidolfo, proveniente dal Gavia, e Narcanello, proveniente dalla Val Sozzine. Percorre la Valle Camonica alternando tratti ripidi ad altri pianeggianti, immettendosi quindi nel lago d'Iseo a Sarnico (a quota 185 m s.l.m.); confluisce nel Po in località Torre d'Oglio in Comune di Borgoforte (Provincia di Mantova) dopo aver percorso complessivamente 280 km. Il tratto sublacuale del fiume è di 154 km circa.

I più importanti affluenti dell'Oglio sub lacuale sono i fiumi Mella e Chiese.
Il Mella nasce dal Dosso Alto, appartenente ai monti della Val Trompia, e dopo un percorso di 96 km confluisce in prossimità di Ostiano, in sinistra Oglio; nella parte medio-alta l'alveo è incassato, mentre da Pralboino alla confluenza è limitato da arginature continue.
Il fiume Chiese nasce dal ghiacciaio dell'Adamello alla testata della Val di Fumo, percorre la Val Daone per poi immettersi nel lago d'Idro; da qui giunge nella pianura confluendo in sinistra Oglio in prossimità di Bizzolano, dopo aver percorso complessivamente 147 km.
La presenza di notevoli disturbi di carattere geologico-strutturale (linea del Tonale, linea delle Giudicarie), le sostanziali differenze di litologia (si passa da rocce cristalline lungo la testata del bacino a rocce carbonatiche nella parte mediana) e l'intensa azione esercitata sulla morfologia dai ghiacciai quaternari sono le principali cause della scarsa gerarchizzazione del reticolo idrografico.

Altro elemento anomalo è rappresentato dal livello di base dell'Oglio che si trova, nella zona montana, ad una quota superiore rispetto a quella dell'Adda e del Sarca.
Il corso del fiume Oglio segue inizialmente una direzione Nord-Sud per circa 60 km per poi piegare decisamente verso Est secondo la pendenza naturale della Pianura Padana.
Sul fiume, tra l'uscita dal lago d'Iseo e la confluenza, si evidenziano le caratteristiche tipiche di un corso d'acqua planiziale con scarsa pendenza e dove le profondità sono molto variabili, si passa infatti da diversi metri nei punti a monte degli sbarramenti più importanti, a pochi centimetri a valle delle traverse che derivano i maggiori quantitativi d'acqua. Grande variabilità presenta anche l'ampiezza dell'alveo bagnato, fortemente influenzata sia dalla portata che dai lavori di risistemazione idraulica e rimodellazione dell'alveo in diverse zone. Il substrato fluviale è dominato dalla ghiaia, con zone sabbiose nei punti a corrente più lenta e ai margini dell'alveo, e zone a ciottoli nei tratti a corrente più veloce.

Sul fiume sono individuabili tre diversi tronchi, distinguibili per caratteristiche geometriche e idrauliche. [73]
Il *primo*, all'uscita del lago, in cui l'alveo è poco inciso, con fondo ciottoloso, scarsa presenza di vegetazione nella regione fluviale e flusso concentrato in un unico filone.
Il *secondo*, intermedio tra il lago e la confluenza in Po, in cui il corso d'acqua ha andamento irregolare, con presenza di difese spondali abbastanza numerose tra foce Cherio e foce Mella; le caratteristiche geometriche dell'alveo inciso sono rappresentate da una larghezza media di 150-200 m, continuamente variabile, da un'altezza media di sponda di 2.5 m, da materiale d'alveo di granulometria compresa tra ghiaia e sabbia e da un'elevata pendenza di fondo.

[73] Autorità di Bacino del fiume Po "*Caratteristiche del bacino del fiume Po e primo esame dell'impatto ambientale delle attività umane sulle risorse idriche*", aprile 2006

Il *terzo*, nella parte terminale di confluenza in Po, in cui il corso d'acqua è delimitato da argini continui, ha andamento meandriforme, con larghezza media dell'alveo inciso di 50-70 m, altezza di 2-3 m e fondo sabbioso-limoso.

I fontanili

L'idrografia dell'area in esame, oltre che dall'Oglio dai suoi affluenti e dalle derivazioni, è caratterizzata dalla presenza di numerosi fontanili che danno origine a vari corsi d'acqua superficiali.
Nella Pianura Padana superiore la "fascia delle risorgive" si snoda in gran parte del territorio, seguendo l'andamento dei soprastanti rilievi montuosi, con ampiezza variabile da 1 a 30 km.
Nel territorio di studio, i resoconti storici segnalano una cospicua loro presenza a partire dalla zona di Palazzolo (circa 11 km a valle dell'incile del tratto sublacuale) e un incremento costante proseguendo verso valle, dove in territorio cremonese rappresentavano una quota preponderante delle disponibilità irrigue complessive.
Anche le pianure bresciana e bergamasca erano percorse da una fitta rete di fontanili, tanto che allora si poneva il problema di contenere le loro acque per proteggere e risanare gli insediamenti abitativi.
La situazione si è gradualmente modificata nel tempo, per molteplici cause, finché nel 1933 l'Ufficio Idrografico del Po suddivise il corso del fiume in quattro parti: le risorgenze si rendevano visibili appena dopo Pontoglio (16 km a valle dell'incile), nei successivi 6.5 km fornivano un apporto di 6 m^3/s, che diventava di 4 m^3/s negli ulteriori 6 km, e si confermava di 5 m^3/s nel tratto di 6.6 km a valle dell'ultima derivazione che usufruisce delle acque regolate.
Gli studi recenti del Consorzio dell'Oglio hanno messo in evidenza che attualmente, nei primi 15 km del suo corso, il fiume alimenta la falda con una portata variabile da 3 a 7 m^3/s (a seconda dei mesi estivi), che nei due tratti successivi le risorgive variano da 2 a 4 m^3/s (invece di 10 m^3/s) e che, nel tratto conclusivo, oscillano intorno ai 3.5 m^3/s. Siamo in presenza quindi di una situazione profondamente modificata, le cui cause possono essere correlate con i profondi mutamenti territoriali avvenuti negli ultimi decenni nel comprensorio regolato.

3.2 Aspetti del territorio

Dallo Studio[74] dell' Autorità di Bacino del fiume Po emergono utili informazioni per l'inquadramento dei diversi aspetti del bacino del fiume Oglio sub lacuale.

3.2.1 Aspetti geomorfologici e litologici.

Il bacino idrografico del fiume Oglio si può suddividere in tre sottobacini: Oglio Sublacuale, Sebino e Valle Camonica.
Il sottobacino a valle del lago d'Iseo è litologicamente, suddivisibile in due aree divise dalla linea che unisce le località di Trescore e Castelli. L'area di valle è prevalentemente costituita da depositi derivanti dall'alterazione di rocce e terreni.
L'area di monte è invece caratterizzata da litoidi sedimentari con frequenti discontinuità per stratificazione o scistosità e litoidi sedimentari massivi. In subordine, come in località Adro, si possono incontrare modesti affioramenti di terreni a comportamento plastico, depositi glaciali e fluvioglaciali, terreni ad abbondante componente organica, depositi eterogenei e di versante e di trasporto torrentizio e alternanze di litotipi eterogenei a diverso comportamento meccanico. Depositi quaternari come alluvioni fluviali e lacustri seguono il corso delle principali vie fluviali.

3.2.2 Assetto morfologico e idraulico

Dall'uscita dal lago a Palazzolo sull'Oglio il fiume scorre con andamento sinuoso in un fondovalle piuttosto stretto tra alte scarpate di erosione, delimitanti più superfici terrazzate, che vanno progressivamente ampliandosi verso valle definendo una fascia di divagazione dell'alveo di circa 2.5 km all'altezza di Soncino.

[74] Autorità di Bacino del fiume Po "*Studio di fattibilita' della sistemazione idraulica del fiume Oglio", 2002-2003*

L'alveo ha struttura monocursale, con frequenti depositi di barra laterale e longitudinale. Nel tratto le variazioni di livello, anche in caso di eventi estremi, sono contenute per effetto della laminazione del lago d'Iseo e non presentano fattori di rischio elevati nei confronti delle abitazioni prossime all'alveo; fa eccezione la zona di Sarnico, dove in occasione di eccezionali piene lacustri è possibile che le acque raggiungano le case del lungolago.
Il corso d'acqua interferisce con numerosi attraversamenti, alcuni dei quali non sono completamente adeguati al deflusso della portata di riferimento. Numerose sono le opere in alveo, costituite principalmente da traverse di derivazione, in massima parte irrigue.

Da Soncino alla confluenza del Mella l'alveo diventa prevalentemente monocursale meandriforme, con tratti interessati da lanche e paleoalvei. Tra le infrastrutture presenti alcune sono di rilevante importanza, quali l'autostrada A21, la linea ferroviaria Brescia-Cremona e la SS 45 bis (Gardesana occidentale).

Dalla confluenza del Mella all'immissione in Po l'alveo mantiene la tendenza meandriforme, anche se a tratti è rettificato, come immediatamente a valle della confluenza del fiume Chiese. Le golene, definite dagli argini esistenti e generalmente abbastanza ampie, diventano molto modeste nel tratto compreso tra la confluenza del Chiese e la località Bocca le Chiaviche.

3.2.3 Tendenza evolutiva dei fenomeni di erosione spondale

Il profilo di fondo alveo per l'Oglio, il Mella e il Chiese non è interessato da fenomeni che ne provocano apprezzabili variazioni di quota. I fenomeni erosivi sono limitati a livello locale, in corrispondenza di manufatti di attraversamento con effetti di scalzamento delle opere di difesa.
Il quadro dei dissesti sul corso d'acqua principale si può così riassumere:

- dal lago d'Iseo a Soncino il grado di protezione dalle piene risulta generalmente adeguato per effetto della laminazione che il lago esercita sulle piene, determinando a valle variazioni contenute dei livelli idrici. In occasione di particolari gravi eventi sono da considerarsi a rischio aree urbanizzate in prossimità di Sarnico e in prossimità di Palazzolo sull'Oglio e Pontoglio.
  Le opere di difesa in alveo sono generalmente in un buono stato di conservazione, ad eccezione di situazioni puntuali in prossimità della SP ex SS 235 e dell'abitato di Cividate al Piano.

- da Soncino alla confluenza del Mella il fiume non presenta particolari rischi di allagamento, ad eccezione di alcune aree in prossimità di Pontevico. Data la presenza di meandri attivi, l'alveo manifesta un modesto grado di instabilità, che tuttavia non determina fattori di criticità nei confronti dei centri abitati o degli attraversamenti, ma condizioni di parziale dissesto delle opere di difesa spondale, in particolare in prossimità di Pontevico e Seniga.
  I centri abitati prossimi al corso d'acqua sono generalmente a quota superiore rispetto agli ambiti golenali o sono protetti da opere di difesa.

- dalla confluenza del Mella alla confluenza in Po infine, l'Oglio si caratterizza per un elevato grado di artificializzazione con presenza continua di argini; presenta rischi di esondazione in rapporto agli argini non sempre adeguati e alla limitazione delle aree di espansione anche determinata dalle infrastrutture viarie interferenti tra cui si segnalano la SP 343 (ex SS 343) Asolana, SR 10 (ex SS 10) Padana inferiore e le linee ferroviarie Parma-Brescia e Cremona-Mantova.

Aree a rischio di inondazione sono individuabili in prossimità di Ostiano, Gabbioneta, Carzaghetto e dell'immissione in Po. Problemi di instabilità planimetrica sono presentii a livello puntuale in corrispondenza della confluenza del Chiese e in prossimità di Acquanegra e Marcaria. In corrispondenza della confluenza in Po, l'alveo manifesta una rilevante instabilità del fondo per effetto dell'abbassamento di quello del Po, valutabile in 2-3 m.

Asta del fiume Mella

Il corso d'acqua risulta in generale morfologicamente stabile; solo localmente si rilevano opere di difesa dissestate in alveo. Da Corticelle Pieve alla confluenza in Oglio, presenta un discreto stato di conservazione e di stabilità morfologica; opere di difesa inadeguate e in dissesto sono rilevabili presso Manerbio, il cui abitato è a rischio di allagamento.

Asta del fiume Chiese

Nella parte meridionale, da Tormini a Montichiari, il corso d'acqua risente dell'effetto di laminazione del lago d'Idro e denota un grado di protezione dalle piene quasi sufficiente. Non sono presenti fenomeni di instabilità morfologica e le opere di difesa sono in discreto stato di conservazione.
Da Montichiari alla confluenza in Oglio, l'alveo è condizionato per lunghi tratti, in modo discontinuo, da opere di contenimento dei livelli; aree a rischio di esondazione sono localizzate in corrispondenza degli abitati di Calvisano, Carpenedolo e Asola.
L'elevato grado di sistemazione, unitamente al discreto stato di conservazione delle opere di difesa, conferiscono al corso d'acqua una sufficiente stabilità morfologica.

Asta del fiume Oglio

Nel PTUA (Allegato 13 del Piano) il tratto di fiume tra l'uscita dal lago e la confluenza con il Po è suddiviso in 16 tratti (Tab. 3.1); nei primi 5, fra il lago e Villanuova, il fiume presenta caratteristiche associabili alla tipologia di alta pianura, a valle di questa località e per i restanti 11 tratti, l'Oglio presenta caratteristiche tipiche di un fiume di bassa pianura. Conserva in generale un livello accettabile di naturalità fisico-morfologica che in tutta la seconda metà del fiume, da Bordolano al Po (tratti 10–16) è a livelli particolarmente buoni.

Una perdita di naturalità si registra nei tratti 1 - 4, subito a valle del lago, soprattutto per l'elevato grado di artificializzazione, e nei tratti 5 - 9 (tra Pumenengo e Bordolano) per le avvenute variazioni di tipologia morfologica. Complessivamente l'Oglio è un fiume poco artificializzato e per lunghi tratti, soprattutto quelli intermedi, l'artificializzazione si può definire nulla.

Nei primi 4 tratti, fino a Pumenengo, la morfologia del fiume rimane a canale singolo senza variazione tipologica. In seguito, fino a Soncino (fine tratto 6) si registra una variazione da canali intrecciati a transizionale e una riduzione significativa del *bankfull*. Più a valle, fino a Bordolano, si registrano altre variazioni tipologiche con un passaggio definitivo a canale singolo a barre alternate che permane fino al Po.

Nel tratto fra Pumenengo e Acqualunga si registrano variazioni di tracciato, attribuibili a migrazioni e tagli. La continuità longitudinale del fiume è in buona parte compromessa dalla presenza di sbarramenti nei tratti 1 - 4 dove sono presenti varie dighe, come a Capriolo e a monte di Cividino; nei restanti tratti non si registra la presenza di opere trasversali significative.

Per quanto riguarda la rilevanza naturalistica, oltre alla presenza di due Parchi fluviali lungo il corso del fiume, notevole è la quantità di aree SIC: 13, distribuite dal tratto 5 al tratto16. A queste zone SIC si sommano 8 aree di rilievo regionale.
L'indice natura evidenzia una situazione complessiva con valori intermedi e abbastanza omogenea. Soprattutto nei primi due tratti sono scarsi i valori di naturalità fisico-morfologica e di rilevanza naturalistica.

L'Oglio presenta infine sporadiche opere di stabilizzazione del fondo nei tratti di monte, tra il lago e Pumenengo (tratti 1 - 4), nel tratto 11 tra Pontevico e la confluenza con il Mella e nel tratto 14 presso Isola Dovarese.

Tab. 3.1 - Oglio sublacuale: localizzazione dei tratti e caratteristiche salienti

Tratti	Inizio tatto	Fine tratto	Caratteristiche salienti
1	Lago d'Iseo	Capriolo	Contesto antropizzato, canale singolo, presenza di sbarramenti, stazione ARPA di Capriolo
2	Capriolo	Sbarramento a monte di Cividino	Contesto agricolo, fasce di vegetazione riparia, canale singolo
3	Sbarramento a monte di Cividino	Pontoglio	Contesto antropizzato, canale singolo
4	Pontoglio	Pumenengo	Contesto agricolo, scarsa presenza di vegetazione nella fascia riparia e della stazione fauna ittica Ogliobasso 1 (BS); al termine del tratto inizia una significativa variazione morfologica
5	Pumenengo	Villanuova	Contesto agricolo, variazione da canali intrecciati a transizionale, riduzione significativa del *bankfull*, fine tipologia alta pianura
6	Villanuova	Soncino	Contesto agricolo, presenza della stazione fauna ittica Ogl0 (CR), variazione da canali intrecciati a transizionale
7	Soncino	Buco della Cagna	Contesto agricolo, passaggio anche a canale singolo a barre alternate
8	Buco della Cagna	Acqualunga (ponte SP 65)	Contesto piuttosto naturale, stazione ARPA Castelvisconti e staz. fauna ittica Ogliobasso 3 (BS)
9	Acqualunga (ponte SP 65)	Bordolano (ponte SP 66)	Contesto agricolo, canale singolo a barre alterne
10	Bordolano (ponte SP 66)	Pontevico	Contesto agricolo, presenza di ampi meandri
11	Pontevico	confluenza Mella	Contesto agricolo, scarsa presenza di vegetazione nella fascia riparia, presenza di ampi meandri, stazione fauna ittica Ogliobasso 4 (BS)
12	confluenza Mella	Isola Dovarese	Contesto agricolo, scarsa presenza di vegetazione nella fascia riparia, presenza di ampi meandri, presenza stazione fauna ittica Ogl60 (CR), stazione ARPA Ostiano
13	Isola Dovarese	confluenza Chiese	Contesto agricolo, scarsa presenza di vegetazione nella fascia riparia, presenza di ampi meandri, presenza stazione fauna ittica 16 (MN) e della stazione ARPA Canneto sull'Oglio
14	confluenza Chiese	Marcaria	Contesto agricolo, scarsa presenza di vegetazione nella fascia riparia, presenza di ampi meandri, stazione fauna ittica 17-18 (MN), stazione ARPA Bozzolo
15	Marcaria	Bocca Chiavica	Contesto agricolo, scarsa presenza di vegetazione nella fascia riparia
16	Bocca Chiavica	Po	Contesto agricolo, ampi meandri, presenza stazione fauna ittica 19 (MN), stazione ARPA di Marcaria

3.3 Stato di fatto

Per comprendere i meccanismi di risposta dell'ambiente fluviale alle azioni antropiche è importante riportarsi ad un quadro di riferimento iniziale. La descrizione che segue è suddivisa per argomenti, in accordo con quelli indicati nelle Linee Guida emanate dalla Regione.

3.3.1 Situazione idromorfologica

Si è fatto riferimento allo "*Studio di fattibilita' della sistemazione idraulica del fiume Oglio*"[75] che rappresenta le conoscenze più recenti sul fiume. Lo studio ha affrontato temi rilevanti quali la costruzione di un catasto delle opere idrauliche, la definizione delle tendenze evolutive dell'alveo, l'uso del suolo, la pianificazione territoriale, la definizione di un quadro dei vincoli normativi, la valutazione dell'assetto ecologico del fiume, la valutazione e il bilan-

[75] Autorità di Bacino del fiume Po "*Studio di fattibilita' della sistemazione idraulica del fiume Oglio", 2002-2003*

cio del trasporto solido, la definizione delle portate di piena di riferimento. Le attività si sono svolte sulla base di una raccolta completa di strumenti cartografici: modelli digitali del terreno, ortofoto, rilievi strumentali di sezioni e del profilo dell'alveo, collegamento dei rilievi alla rete di capisaldi IGM.

3.3.2. Situazione idraulica e idrologica

L'attività di regolazione del fiume è coperta da oltre settantacinque anni dal Consorzio dell'Oglio che, con la sua Banca Dati, mette a disposizione i dati delle portate regolate nel tratto di fiume fino al Comune di Calcio (BG). Sono anche disponibili i dati dei Consorzi titolari di concessione di grande derivazione, che gestiscono impianti ubicati a valle di Calcio.
Per le piccole derivazioni, sono disponibili i dati estratti dal Catasto Utenze Idriche della Regione Lombardia e, dove possibile, i dati delle esistenti concessioni autorizzate dalle Province interessate. I dati raccolti, che riguardano le portate massime e medie e la localizzazione dei punti o delle opere di presa, si sono resi necessari per conoscere le modalità di gestione attuate.

L'Oglio è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo continentale, con massimi estivi e minimi invernali. Il regime di deflusso per le aste dell'Oglio e del Chiese è influenzato dalla presenza rispettivamente dei laghi d'Iseo e Idro che esercitano un elevato effetto di laminazione e regolazione sulle portate.
La superficie del bacino imbrifero sotteso alla sezione di imposta dell'opera di regolazione del lago d'Iseo è di 1.816 km^2. Sul lago il massimo livello idrometrico alla stazione di Sarnico, per effetto di una portata di piena a frequenza cinquantennale, è dell'ordine di 1.8 m. Nel periodo non regolato (1852-1932) si sono verificati 6 colmi con livello superiore a 1.8 m, mentre nel periodo regolato (1933-1994) i colmi si sono ridotti a due. Il volume medio annuo regolato nel lago varia da circa 80 a 58 milioni di m^3.
Nel bacino si sono costruiti numerosi serbatoi e regolati laghi naturali prevalentemente a scopo idroelettrico; la capacità utile complessiva è di circa 120 milioni di m^3.
La superficie del bacino imbrifero del Chiese, alla stazione di Gavardo, è di 934 km^2, di cui 300 competono alla porzione compresa tra il lago d'Idro e Gavardo. Il volume regolabile del lago varia da circa 75 a 35 milioni di m^3. Nel periodo dal 1971 al 1991 i volumi medi annui di afflusso sono risultati circa 47 milioni di m^3 nel periodo invernale e circa 59 milioni di m^3 nel periodo estivo. Malgrado l'effetto di laminazione prodotto a monte dal lago, la parte bassa del bacino del Chiese contribuisce a formare stati idrologici di piena notevolmente elevati.
Il fiume Mella invece non è laminato da alcun tipo di invaso naturale o artificiale ed è caratterizzato da un regime prevalentemente torrentizio.

3.3.3 Portata media naturale. Definizione e calcolo.

La valutazione della portata specifica media annua naturale di un corso d'acqua per unità di superficie del bacino - detta *q media* - si effettua secondo una delle seguenti modalità:

a. utilizzando il modello di regionalizzazione delle portate, un approccio semplificato che comporta una potenziale sovrastima della componente idrologica del DMV;

b. ricostruendo, attraverso criteri di similitudine idrologica, la portata media annua naturale specifica della sezione di prelievo a partire da informazioni rilevate alle stazioni idrometriche che dispongono di una serie storica di rilevazione di dati giornalieri di sufficiente estensione (almeno 10 anni), previa quantificazione degli effetti che i prelievi attuati a monte producono sulla generazione delle portate fluenti nella sezione monitorata;

c. con una stazione di monitoraggio ad hoc nella sezione di alveo in cui si prevede di prelevare acqua con acquisizione in continuo delle misure di deflusso giornaliero relative ad almeno un anno, da rapportare alla situazione naturale di riferimento, attraverso un'analisi idrologica avanzata che oggettivi la significatività della q media, che dovrà essere rappresentativa di condizioni idrologiche medie in situazioni di deflusso naturale.

Considerato il grado crescente di alterazione dei deflussi naturali che si riscontra procedendo da monte verso valle, le modalità più utilizzate sono la b) e la c) poiché per i bacini regolati la *q media* deve rappresentare, con la migliore approssimazione consentita dai dati idrometrici disponibili, il valore medio annuo delle portate specifiche naturali che defluirebbero nella sezione del fiume, in assenza delle derivazioni idriche.
E' bene ricordare infine che:

- DMV è la portata minima istantanea che deve essere presente in alveo immediatamente a valle dei prelievi, al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati;
- DMV idrologico è la frazione della portata naturale media annua del fiume in una data sezione, calcolata sulla base delle caratteristiche idrologiche peculiari delle diverse aree idrografiche;
- DMV di base è il valore di DMV idrologico corretto in funzione della morfologia dell'alveo (M) e dei fenomeni di scambio idrico dei corsi d'acqua con la falda (A);
- DMV ambientale è il valore di DMV di base comprensivo degli eventuali fattori correttivi riguardanti la naturalita' (N), la qualità dell'acqua (Q), la fruizione (F) e le esigenze di modulazione della portata residua a valle dei prelievi (T);

Per il corso dell'Oglio sublacuale, i valori delle portate di rilascio del DMV a valle delle derivazioni sono stati calcolati sia secondo la metodologia del PTUA, sia impiegando i dati della portata naturale rilevati nei 75 anni di regolazione del lago d'Iseo.

I due metodi di calcolo differiscono tra loro perché il "metodo PTUA" si basa sostanzialmente sulla regionalizzazione dei dati di precipitazione raccolti nel'intero bacino e sull'applicazione di un parametro specifico (contributo unitario) alla superficie del bacino tributario chiuso alla sezione caratteristica individuata lungo il corso fluviale (sono quattro su 154 km). Inoltre sono stimate, nelle medesime sezioni, le portate di risorgiva e degli affluenti naturali, che si sommano alla portata naturale calcolata.

Il calcolo del Consorzio si basa sui valori di portata naturale giornaliera di deflusso dal lago d'Iseo, calcolati utilizzando la scala di portata definita dallo studio del comportamento idraulico del lago non regolato, studio con cui si è anche dimensionato il progetto di costruzione della traversa fluviale di regolazione del lago.
Il Consorzio, che ha reiterato nel tempo il calcolo, costituendo una serie storica di confronto tra il regime naturale e il regime regolato del lago, è quindi in grado di definire la portata naturale media annua nelle sezioni in cui esistono opere di presa per tutto il tratto che inizia alla progressiva chilometrica 112 fino alla 141.
I due metodi portano ai risultati indicati in Tab. 3.2, nella quale sono riportate le grandezze caratteristiche di tutte le Grandi Derivazioni del fiume Oglio sublacuale, considerate in ordine idraulico e senza la distinzione tra gli usi irriguo e idroelettrico. Sono indicate:

- **C_Idr** = componente idrologica, secondo la definizione delle Norme Tecniche del PTUA, definita come il 10% della portata naturale media annua effluente nel bacino di riferimento, chiuso alla sezione in cui esiste l'opera di derivazione;

- $\mathbf{Q_{ANS}}$ = portata naturale media annua calcolata nella singola sezione.

Nelle colonne di destra sono riportati i valori ottenuti con il metodo di calcolo utilizzato dal Consorzio dell'Oglio, nelle colonne centrali quelli ottenuti con il metodo regionale. Le differenze maggiori si riscontrano per le derivazioni regolate dal Consorzio dell'Oglio; ciò è dovuto principalmente al fatto che, mentre i calcoli del PTUA sono basati sulla statistica, quelli del Consorzio sono basati sui dati idrologici reali, come prescritto nelle norme tecniche.

Per il calcolo della portata naturale media annua dell'effluente dal bacino imbrifero dell'Oglio alla sezione di chiusura dello sbarramento di regolazione si richiama il PTUA (D.G. n. 2244/2006) nel quale è previsto che i concessionari di derivazione di acqua pubblica provvedano al rilascio del DMV a valle dell'opera di presa in due fasi:

- la componente idrologica, determinata secondo le Norme Tecniche di Attuazione, a partire dal 1/1/2008 per le concessioni in fase di rinnovo e di variante,
- la componente determinata dall'applicazione dei fattori correttivi entro il 21/12/2015.

La portata naturale è calcolata come la portata presente nella sezione del fiume nel caso non fossero attive derivazioni nel bacino a monte.

Tab. 3.2 - Portate di rilascio della grandi derivazioni e delle derivazioni idroelettriche

Derivazione	Metodo PTUA		Metodo Consorzio	
	storico m^3/s	C_idr m^3/s	1988/ 2007 m^3/s	C_idr m^3/s
FUSIA	5.80	5,80	5.19	5.19
Centrale Castelmontecchio	5.80	5,80	5.19	5.19
Centrale Capriolo	5.0	5.80	5.13	5.13
Centrale Tagliuno	5.87	5.87	5.14	5.14
FRANCIACORTA	5.87	5.87	5.06	5.06
MEDIA PIANURA BERGAMASCA	5.91	5.91	5.04	5.04
VETRA	5.91	5.91	5.04	5.04
Centrale Palazzolo	5.91	5.91	5.04	5.04
CASTRINA	5.97	5.97	4.99	4.99
Centrale Palosco	6.03	6.03	5.01	5.01
TRENZANA - TRAVAGLIATA	6.03	6.03	5.01	5.01
SALE	6.03	6.03	5.01	5.01
BAIONA	6.06	6.06	4.98	4.98
RUDIANA - VESCOVADA	6.39	6.39	5.40	5.40
CASTELLANA	6.41	6.41	5.44	5.44
DONNA	6.43	6.43	5.57	5.57
Centrale Urago	6.43	6.43	5.58	5.58
NAVIGLIO CIVICO DI CREMONA	6.47	6.47	5.79	5.79
ANTEGNATA	6.47	6.47	5.80	5.80
MOLINA	6.48	6.48	5.88	5.88
ROGGIA CALCIANA	6.49	6.49	5.91	5.91
NAVIGLIO GRANDE PALLAVICINO	6.51	6.51	6.13	6.13
Roggia MOLINARA	6.54	6.54	6.18	6.18
Cavo di SUPPEDITAZIONE	6.56	6.56	6.20	6.20
Roggia CONTA di BARCO	6.59	6.59	6.23	6.23
Consorzio OSTIANESE Nuova	9.87	9,87	9.16	9.16
Impianto S. MARIA di CALVATONE	11.30	11.30	10.44	10.44
Sollevamento S. MICHELE in Bosco	15.80	15.80	14.86	14.86
Impianto MALDINARO di Marcaria	15.87	15.87	14.94	14.94
Derivazione TORRE d' OGLIO	15.89	15.89	14.96	14.96

3.3.4 Stato di fatto del fiume Oglio sublacuale

La realizzazione della traversa fluviale di regolazione dei livelli del lago d'Iseo fu preceduta da uno studio idraulico, con il quale si valutò la modifica delle portate di deflusso dal lago introdotta dalla regolazione, determinando nel contempo la scala delle portate naturali sulla base di una campagna di misure a valle del lago. Da allora il Consorzio ha regolato i livelli del lago misurando le portate reali di afflusso e deflusso, calcolando nel contempo le portate naturali che si sarebbero misurate in assenza dell'opera di regolazione.

Le serie storiche dei dati iniziano nel 1933 e riportato i valori medi giornalieri; il Consorzio, che le ha archiviate su supporto cartaceo e, in tempi più recenti, in una banca dati informatizzata, le utilizza per indagini idrologiche utili alla gestione della regolazione.
Per definire la componente idrologica (C_idr) del fiume Oglio a valle del lago, il PTUA riporta i valori di portata, pubblicati sugli Annali idrologici, nella sezione "*Oglio a Capriolo*", sezione così definita fino al 1994 dove si misuravano le portate in uscita dal lago. Nel 1994 la sezione fu modificata e le medesime grandezze venivano rilevate in prossimità della traversa fluviale continuando a riferire le portate alla sezione "*Oglio a Capriolo*". Per questo, riportando i valori di portata naturale relativi al deflusso dal lago che il Consorzio ha fornito, il PTUA li attribuisce alla sezione "*Oglio a Capriolo*", generando qualche equivoco. Infatti i valori della serie storica si riferiscono alla sezione immediatamente a monte della prima derivazione irrigua esistente alla traversa fluviale, quindi non devono essere corretti in quanto dimostrano la disponibilità naturale del bacino prima che intervenga ogni attività umana di derivazione.

3.3.5 Portata naturale effluente dal lago d'Iseo

La portata naturale media annua viene calcolata operando la media mensile per ogni mese nel periodo 1933 – 2007, e successivamente mediando questi valori. Il risultato è riportato nella tabella seguente:

periodo 1933 – 2007 (m^3/s)												
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
37	35	38	50	79	87	72	56	57	63	62	45	56,8

Approfondendo l'indagine idrologica, si è rilevato come il comportamento naturale del bacino imbrifero dell'Oglio, a monte del lago, si è andato modificando nel tempo, verosimilmente a seguito di variazioni climatiche, determinando valori differenti delle portate naturali.
Nella tabella seguente si riportano i risultati dell'indagine:

Periodo	Intervallo (anni)	Portata naturale (m^3/s)
1933 – 2007	75	56.8
1938 – 2007	70	55.6
1948 – 2007	60	56.1
1958 – 2007	50	56.1
1968 – 2007	40	54.8
1978 – 2007	30	53.9
1988 – 2007	20	51.9
1998 – 2007	10	51.6

E' evidente la progressiva riduzione della portata naturale media annua nel bacino dell'Oglio, per cui è corretto ritenere che la valutazione della componente idrologica del DMV prevista dal PTUA debba tenere in debito conto l'indicazione fornita dai dati rilevati.

Per capire i criteri fondanti del lavoro svolto e il perché è utile per il controllo della situazione reale è opportuno descrivere il rilascio attuale, la struttura delle derivazioni dal fiume, il loro collegamento e l'interdipendenza.

3.3.6 Caratteristiche delle opere di presa del Sistema Irriguo

Le "*Direttive per l'adeguamento delle derivazioni al rilascio del Deflusso minimo vitale*" della Regione Lombardia, al cap. 3, operano la distinzione tra:

1. derivazioni le cui opere risultano già adeguate al rilascio del DMV parzializzato in alveo e derivazioni le cui opere di presa sono regolabili per rilasciare il DMV parzializzato;
2. derivazioni le cui opere non risultano strutturalmente adeguate al rilascio del DMV parzializzato in alveo.

Le derivazioni che compongono il SISTEMA IRRIGUO del fiume Oglio sublacuale sono tutte classificabili nella tipologia 1. Infatti tutte le opere di presa delle grandi derivazioni irrigue

presentano come dispositivo principale una traversa in alveo a larga soglia, che non è in grado di intercettare la portata transitante e deviarla nel canale adduttore della derivazione; questo perché il mantello della traversa si eleva dal fondo dell'alveo per poche decine di centimetri.
Quindi le traverse sono tutte tracimabili, e la loro unica funzione è di mantenere un livello del battente idraulico alle bocche di presa, in grado di garantire la derivabilità delle portate concesse anche in situazioni di magra nel fiume.
La derivazione si attua mediante il posizionamento delle paratoie ad aperture stabilite dalla scala di portata rilevata nel canale adduttore, in condizioni di indifferenza della situazione idraulica del canale a valle della stazione di misura. Questo è un aspetto fondamentale perché è garanzia di corretta derivazione delle quantità fissate: sul canale i concessionari possono eseguire le opere che vogliono, ma la scala di portata resta inalterata.
I dispositivi di manovra dell'apertura delle paratoie sono del tipo "pignone - vite senza fine", manovrate manualmente; negli ultimi anni si sta procedendo all'installazione di attuatori elettrici con centralina di comando, anche per fissare limitazioni di fine corsa a garanzia dell' integrità degli impianti. Alcune derivazioni possono essere regolate con automatismi di ripristino delle portate, con adeguamenti sia in aumento che in diminuzione, per attenuare gli effetti di possibili variazioni di livello e di portata nel fiume.
Le opere di presa sono protette da possibili manomissioni, mediante sistemi che bloccano i meccanismi di movimentazione delle paratoie, e in alcuni casi sono chiuse nei caselli idraulici, il cui accesso è consentito solo al personale dei consorzi gestori. Normalmente si raggiunge un buon grado di sicurezza asportando una parte del meccanismo di movimentazione, affidato al personale responsabile delle manovre.
Essendo le traverse fluviali di antica costruzione, ai tempi in cui il fiume costituiva la principale via di trasporto, esse sono dotate nella parte centrale di un ribassamento della soglia in pietra e muratura, chiamato "binatore", attraverso cui scorre sempre una vena d'acqua, anche nel caso in cui la traversa fosse asciutta. Questa particolarità, dovuta probabilmente alla necessità di far transitare i natanti da monte a valle (o viceversa) della traversa, costituisce la migliore garanzia possibile del rilascio del DMV, in quanto non è assoggettabile a manomissioni o ostruzioni, e quindi garantisce il deflusso anche in condizioni di magra. Nello stesso tempo, anche se non rispondente ai canoni tecnici moderni, può rappresentare una via di passaggio e di spostamento dell'ittiofauna nel fiume.
Le opere di presa sono manovrate dal personale del Consorzio in base ad ordini di servizio, nei quali sono stabilite le portate assegnate alle singole derivazioni.

3.3.7 Sistema di misura e di controllo delle portate derivate

Tutte le derivazioni del Sistema Irriguo del fiume Oglio dispongono di una stazione di misura, funzionante in ogni condizione di corrente nel fiume o nel canale irriguo. La stazione, le cui caratteristiche sono note alla Regione dalla documentazione di rinnovo delle concessioni di derivazione, è costituita da un dispositivo semimodulare fisso, in genere modellatore a risalto con o senza soglia, o stramazzo in parete sottile. Il termine "semimodulare" significa che è in grado di far defluire una portata dipendente dal livello del pelo liquido nel tratto immediatamente a monte del dispositivo, ma indipendente dal livello idraulico di valle, per cui ogni azione esercitata a valle per influire sulla misura non modifica il valore della portata.
E' quindi possibile determinare, attraverso le necessarie misure idrauliche, un'unica scala di portata per qualsiasi condizione ed un'unica relazione tra portata derivata e livello del pelo liquido misurato con dispositivi semplici e facili da interpretare. Nelle stazioni del Sistema Irriguo, oltre al dispositivo semimodulare, è presente un riscontro graduato fisso, visibile a tutti e quotato topograficamente con la soglia di controllo del dispositivo semimodulare; è anche presente un registratore idrometrografico su carta e su supporto informatico.
Alcune stazioni sono dotate anche di teletrasmissione del dato rilevato, archiviato nella banca dati del Consorzio e pubblicato sul sito www.laghi.net
Il Consorzio, per verificare la correttezza della scala di portata, ha sottoposto a controllo geometrico i dispositivi di misura realizzati alle opere di presa delle derivazioni e, con cadenza fissa, raccoglie e conserva presso l'archivio i grafici tracciati dagli strumenti di registrazione.
Il personale, che dispone, per ogni derivazione, delle tabelle delle scale di portata - rilasciate e verificate dall'Ufficio Tecnico del Consorzio, visita le stazioni con cadenza settimanale nella stagione invernale e con cadenza giornaliera nella stagione estiva, operando le necessarie correzioni nel caso di non conformità dei dati rilevati.

Il Consorzio, al fine di calcolare e pubblicare i valori di DMV in ogni sezione di monitoraggio e di specificare le modalità di controllo dei rilasci effettivi per tutto il periodo della sperimentazione, ha rilevato le portate in alveo tenendo in debito conto le portate derivate dalle Grandi e dalle Piccole derivazioni in esercizio, secondo le tempistiche previste dalla campagna di misurazioni definite dal cronoprogramma.

3.3.8 Rilascio attuale e verifica dei rilasci del DMV

L'estensione dei bacini sottesi dalle derivazioni consentono di calcolare la Componente Idrologica del DMV nelle sezioni di interesse.

Dati bacino fiume Oglio sublacuale			
Derivazioni irrigue e idroelettriche	area bacino A	distanza da incile	precipitazioni P
	km^2	km	mm
FUSIA	1840	0	1226
Centrale Castelmontecchio	1840	0	1226
Centrale Capriolo	1840	2	1226
Centrale Tagliuno	1863	3.7	1226
FRANCIACORTA	1863	6.2	1226
MEDIA PIANURA BERGAMASCA	1876	7.8	1226
VETRA	1876	7.8	1226
Centrale Palazzolo	1876	7.8	1226
CASTRINA	1894	10.9	1226
Centrale Palosco	1915	12.2	1226
TRENZANA - TRAVAGLIATA	1915	12.2	1226
SALE	1915	122	1226
BAIONA	1924	14	1226
RUDIANA - VESCOVADA	2085	16.6	1193
CASTELLANA	2089	17.2	1193
DONNA	2097	19.3	1193
Centrale Urago	2097	19.4	1193
NAVIGLIO CIVICO DI CREMONA	2109	23	1193
ANTEGNATA	2109	23.2	1193
MOLINA	2113	24.6	1193
ROGGIA CALCIANA	2115	25	1193
NAVIGLIO GRANDE PALLAVICINO	2124	29	1193
Roggia MOLINARA	2133	31.5	1193
Cavo di SUPPEDITAZIONE	2141	35.2	1193
Roggia CONTA di BARCO	2150	36.9	1193
Consorzio OSTIANESE Nuova	2398	94	1108
Impianto S. MARIA di CALVATONE	2880	121.1	1108
Sollevamento S. MICHELE in BOSCO	3042	138.1	1108
Impianto MALDINARO di Marcaria	3069	145.5	1108
Derivazione TORRE d' OGLIO	3075	152	1108

Da essi risulta che nei diversi mesi del 2008 la C_idr da rilasciare è circa 6 m^3/s, sempre superiore a quanto rilasciato fino al 31/12/2007 soprattutto nei mesi estivi, quando anche nelle stagioni normali il rilascio raramente superava il m^3/s.

Portate (m^3/s)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
rilasci storici (fino al 31/12/07)	> 4	> 4	> 4	> 4	> 4	0÷1	0÷1	0÷1	> 4	> 4	> 4	> 4
C_idr del DMV (secondo PTUA)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

I dati storici raccolti dal Consorzio consentono di determinare le portate giornaliere rilasciate durante l'anno a valle della traversa di Calcio. Da essi risulta che nei mesi estivi raramente si superava il m^3/s, mentre negli altri mesi dell'anno la portata era notevolmente superiore per effetto della mancanza di richiesta irrigua.

Portate (m^3/s)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
rilasci storici (fino al 31/12/07)	> 8	> 8	> 8	> 8	> 8	0÷1	0÷1	0÷1	> 8	> 8	> 8	> 8

I valori medi delle portate disponibili a valle della sezione nelle stagioni diverse da quella estiva non sono stati calcolati in quanto abbondantemente superiori a quanto richiesto dal PTUA per la maggior parte degli anni della serie storica. Si fa notare però che in annate con inverni particolarmente siccitosi i valori disponibili delle portate si sono avvicinati molto a quelli indicati, soprattutto durante le riduzioni festive delle produzioni di energia idroelettrica, ma si è trattato di situazioni sporadiche.

3.3.9 Gestione e verifica dei rilasci delle portate previste dall'applicazione del DMV

La descrizione dettagliata delle caratteristiche del Sistema Irriguo dell'Oglio sublacuale evidenzia come sia facilmente attuabile un efficace sistema di gestione e di verifica delle portate di rilascio del DMV calcolate nel presente lavoro.
Le NTA del PTUA prevedono la realizzazione di sistemi di misura delle portate sia a monte che a valle di ogni derivazione per certificare il rispetto dei rilasci previsti. Come norma generale è sicuramente corretta, ma le caratteristiche degli alvei di pianura di fatto la rendono di difficile applicazione, se non in presenza di manufatti specifici.
La misura di portata, con le normali tolleranze riconosciute dalla teoria idraulica, può effettuarsi in via indiretta con scale di portata o in via diretta con apparecchiature apposite.
Il primo caso è quello dei dispositivi semimodulari prima descritti, che realizzano una corrispondenza univoca tra livello e portata: funzionano solo in presenza di passaggio della corrente attraverso lo stato critico, ottenibile con un salto di dimensione definita in funzione della portata. In un fiume naturale di pianura ciò avviene normalmente in corrispondenza di briglie realizzate dall' uomo; quelle presenti nel Sistema Irriguo dell'Oglio sono state realizzate al servizio delle derivazioni, per cui non misurano direttamente la portata residua a valle del punto di presa. Per ottemperare alle norme del PTUA si dovrebbero costruire altre briglie, a valle di quelle esistenti di alcune centinaia di metri. Il che è chiaramente non fattibile.
Il secondo caso, cioè la misura diretta, può avvenire con l'installazione di apparecchiature che misurano il livello e la velocità della corrente su diversi piani della vena fluida, e con operazioni matematiche determinano la portata fluente. Possono misurare la corrente in sezioni molto ampie, ma presentano alcune limitazioni tecniche per la misura di piccole portate, com'è tipicamente quella di rilascio del DMV, dovute al carico idraulico minimo che la corrente presenta; si ottiene una misura affetta da un livello di approssimazione dello stesso ordine di grandezza della misura stessa. Solo realizzando un alveo di magra nel letto del fiume, e quindi costringendo la portata in un canale geometricamente definito, si può ottenere una misura affidabile; resta da capire che cosa comporta per la qualità ambientale del fiume realizzare il letto di magra, e soprattutto quanto possa essere stabile in presenza di trasporto solido non trascurabile (anche in situazioni di piena ordinaria). Il Progetto supera queste difficoltà poiché sfrutta l'esistente; si è verificato infatti che ciò che già esiste è in grado di soddisfare quanto richiesto dalla normativa.
Essendo il Sistema Irriguo totalmente misurato, per conoscere i rilasci a valle delle derivazioni basta operare una semplice sottrazione tra la portata a monte della presa e la portata derivata (misurata dai dispositivi semimodulari). La portata a monte della presa è conosciuta perché è equivalente alla portata a valle della presa precedente; risalendo il percorso del fiume il primo valore da utilizzare è rappresentato dalla portata effluente dal lago, anch'essa conosciuta.

Nel Sistema Irriguo le "sottrazioni" di portata dal fiume sono tutte conosciute e misurate; non sono controllati invece gli scarichi nel fiume che però incrementano la portata nel fiume, quindi anche le portate di rilascio a valle delle prese.
Diverso è il tema delle risorgive, soprattutto se a somma negativa. In questo caso hanno influenza sull'operazione matematica di calcolo dei rilasci, perché riducono la portata disponibile a monte della derivazione.
Come sarà meglio evidenziato nel Capitolo 6, le elaborazioni effettuate nell'ambito di questo lavoro hanno però dimostrato che nel Sistema Irriguo, nel tratto d'alveo in cui si verificano le perdite, le portate a valle delle derivazioni sono in valore nettamente superiori alle perdite, per cui il rilascio del DMV è comunque garantito. Per realizzare il sistema di gestione e verifica dei rilasci delle portate previste dall'applicazione del DMV, i dati disponibili sono stati organizzati per consentire di conoscere la condizione idraulica del fiume in corrispondenza di ogni derivazione irrigua. Secondo il dettato del Progetto il Consorzio dell'Oglio, Ente regolatore del Sistema Irriguo del fiume, ha provveduto a gestire e rendere disponibili i dati richiesti utilizzando una tabella che riporta le seguenti grandezze:

- Portata erogata dal lago: portata di deflusso ufficiale della regolazione, stabilita dal Consorzio dell'Oglio;
- Portata a monte derivazione: portata disponibile nel fiume immediatamente a monte dell'opera di presa;
- Portata derivabile: portata che la singola derivazione può prelevare dal fiume in base alla concessione e dopo aver garantito il rilascio del DMV;
- Portata totale derivabile: somma delle portate che le Utenze del Sistema Irriguo possono derivare in base alle loro concessioni;
- Portata rilasciata a valle della derivazione: portata presente a valle della derivazione;
- DMV da rilasciare : portata di rilascio calcolata dal progetto per la derivazione;
- Perdite/ risorgive: stima della portata di perdita o di risorgiva nel tratto di fiume tra la derivazione di riferimento e quella precedente;
- Portata disponibile per la derivazione: portata che resta disponibile per la derivazione una volta garantito il rilascio del DMV.

3.4 Dati disponibili dei Descrittori chimico-fisici e biologici

ARPA Lombardia ha reso disponibili serie storiche di dati raccolti in occasione dei monitoraggi routinari nelle 6 stazioni sull'asta principale dell'Oglio (Capriolo, Castelvisconti, Ostiano, Canneto sull'Oglio, Bozzolo, Marcaria) e nelle stazioni sugli immissari principali.
I dati sono relativi alla qualità chimico-fisica delle acque (parametri di base e addizionali organici e inorganici), alla qualità biologica (macroinvertebrati e parametri microbiologici) e alla classificazione delle acque (IBE, LIM, SECA, EPI-D). Altri dati relativi a microinquinanti e fitofarmaci sono stati raccolti nell'ambito del Progetto MO.SO.PE. (MOnitoraggio SOstanze Pericolose)[76].
Altre informazioni sono state raccolte nell'ambito del progetto di riqualificazione del fiume Oglio sublacuale "*STRARIFLU-Oglio*" (2006-2008)[77] che ha visto coinvolti Parco Oglio Sud, Parco Oglio Nord, Centro italiano per la riqualificazione fluviale (CIRF) e Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Parma (DSA).
In questo progetto, negli anni 2007 e 2008 si sono effettuate campagne di monitoraggio idrochimico in 20 stazioni fluviali e in oltre 60 stazioni tra immissari, scarichi e derivazioni.

3.4.1 Analisi delle carte ittiche provinciali per la definizione dello stato di fatto

Un primo e indicativo stato di fatto della fauna ittica del fiume Oglio sublacuale è emerso dall'analisi della letteratura disponibile, purtroppo non sempre esaustiva, rappresentata in particolare dalle Carte Ittiche Provinciali di Brescia, Bergamo, Cremona e Mantova.
I campionamenti, svolti in un arco temporale piuttosto lungo (1999 - 2008) hanno prodotto informazioni sulle popolazioni rilevate non sempre facilmente sovrapponibili e omogenee, difficili da mettere in relazione per i diversi tratti del fiume; hanno consentito però di accertare

[76] ARPA Lombardia, Progetto MO.SO.PE. (MOnitoraggio SOstanze Pericolose), 2005 – 2006

[77] Parco Oglio Sud "progetto STRA.RI.FLU. "Strategie di riqualificazione fluviale" dell'Oglio sub-lacuale, 2007

che nel tratto sublacuale dell'Oglio sono presenti 34 specie ittiche, a cui si aggiunge 1 forma ibrida accertata (ibrido trota marmorata/fario).
Emerge inoltre che la vocazione ittica principale del tratto sublacuale si identifica con le specie appartenenti alla famiglia dei Ciprinidi, con un passaggio graduale dalle specie reofile a quelle limnofile procedendo da monte e valle fino alla confluenza in Po.
Nei tratti fluviali da Sarnico a Urago d'Oglio viene segnalata una zona mista potenzialmente in grado di ospitare Salmonidi che, fatto salvo per alcune catture segnalate dai pescatori, non risultavano comunque presenti al momento dei campionamenti effettuati per le carte ittiche.

	BS						BG	CR				MN		
Specie	Capriolo	Pontoglio	Urago d/Oglio	Roccafranca	Borgo S. Giacomo	Seniga	Provincia di Bergamo	Soncino	Soncino loc. Barco	Castelvisconti	Ostiano	Canneto s/Oglio	Acquanegra s/Chiese	Marcaria
Abramide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S
Alborella	MS	-	S	-	-	D	S	S	S	MS	MS	A	MA	MA
Anguilla	MS	S	-	-	MS	MS	MS	-	MS	-	MS	-	-	D
Aspio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-
Barbo comune	MA	MA	MA	A	A	S	A	D	S	A	S	D	S	S
Barbo esotico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	-	-	-
Carassio	-	D	-	MS	MS	A	S	S	S	MS	MS	D	S	D
Carpa	-	A	-	-	-	-	D	-	-	-	MS	-	S	D
Cavedano	MA	MA	MA	A	MA	MS	A	D	D	A	-	A	MA	D
Cobite	MS	MS	-	S	-	-	A	MS	MS	MS	-	-	-	-
Gambusia	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-
Gardon	-	-	-	-	-	-	MS	-	-	-	-	-	-	-
Ghiozzo	S	MS	S	D	-	MS	A	D	S	A	MS	D	-	D
Gobione	-	MS	-	-	-	MS	S	-	S	MS	MS	D	S	-
Ibrido m/f	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-
Lasca	-	-	MS	-	-	-	S	-	MS	-	-	-	-	-
Luccio	-	S	-	MS	MS	-	S	-	MS	-	-	-	-	-
Persico reale	MS	MS	MS	MS	MS	S	S	MS	-	-	MS	-	-	-
Persico sole	-	S	S	-	-	S	D	MS	-	-	S	-	-	S
Persico trota	-	MS	-	-	-	-	MS	-	MS	-	-	-	-	-
Pigo	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-
Pseudorasbora	-	-	-	MS	-	-	-	MS	MS	MS	-	A	A	MA
Rodeo amaro	-	-	-	-	S	-	-	-	S	MS	-	S	MA	D
Sanguinerola	-	-	MS	A	-	-	S	S	S	MS	-	-	-	-
Savetta	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-
Scardola	S	MA	-	MS	MS	MS	D	S	S	MS	MS	S	-	-
Scazzone	-	-	MS	-	-	-	-	-	-	MS	-	-	-	-
Siluro	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	S	D	A
Storione cobice	-	-	-	-	-	-	MS	-	-	-	-	-	-	-
Tinca	MS	S	MS	MS	MS	-	S	S	S	-	-	-	-	-
Triotto	-	S	-	-	-	S	D	S	S	-	S	-	-	-
Trota fario	MS	-	-	-	-	-	-	MS	-	-	-	-	-	-
Trota marmorata	-	-	-	-	-	-	-	MS	-	-	-	-	-	-
Vairone	A	-	MA	MA	A	-	A	D	D	A	-	-	-	-

MA = molto abbondante; A = abbondante; D = discreta; S = scarsa; MS = molto scarsa.
in evidenza le specie alloctone

Tab. 3.3 - Tabella delle abbondanze desunte dalle Carte ittiche provinciali

Esemplari di trota fario, trota marmorata e loro ibridi sono stati invece segnalati nei tratti cremonesi: tale presenza, anche se si sono riscontrati ibridi, potrebbe essere causata da semine specifiche, di cui non è stata fornita indicazione durante le fasi di studio delle carte ittiche, o dalla presenza di piccole popolazioni puntiformi isolatesi in specifici tratti ancora potenzialmente elettivi per la specie, dato che i range termici estivi segnalati sono in netto contrasto con i range fisiologici di tali specie.

3.4.2 Progetto STRA.RI.FLU.

Oltre alle carte ittiche provinciali, altre informazioni sono state riprese dallo studio condotto per il progetto STRA.RI FLU. che fornisce indicazioni non sempre concordi con quelle delle Carte ittiche, probabilmente per i diversi periodi di monitoraggio e per le differenti metodologie di valutazione.
L'esame delle informazioni complessive consente di affermare che tra le maggiori criticità ambientali che influenzano lo stato della comunità ittica vi sono:

- il progressivo peggioramento della qualità delle acque;
- la riduzione della frequenza d'interazione con gli ambienti laterali (zone spesso ideali per la frega di molte specie ittiche) poiché il corso d'acqua scorre per lunghissimi tratti confinato tra argini e/o golene molto rialzate rispetto al livello medio dell'acqua e, in diversi casi, perché in parte si è riscontrato che tali ambienti sono pensili rispetto il livello del fiume
- la ridotta presenza di vegetazione riparia che genera uno scarso o nullo ombreggiamento, la poca variabilità delle sponde con conseguente riduzione della diversificazione degli habitat per la fauna ittica.
- Il Progetto STRA.RI.FLU - OGLIO è incentrato sulla caratterizzazione integrata dello stato ecologico del fiume, misurato attraverso un articolato sistema di indicatori e indici.
- Scopo del lavoro era di restituire un'informazione sintetica, oggettiva, misurabile, aggiornabile e facilmente rappresentabile dello stato di salute del corso d'acqua, calcolato come distanza dal suo stato di riferimento.

Lo stato ecologico complessivo dell'Oglio, sostanzialmente diviso in tre porzioni ben distinte, è:

- "sufficiente"nel tratto a monte, fino a Rudiano, a seguito principalmente del mediocre livello di qualità biologica (e in particolare della vegetazione) e idromorfologica;
- "buono"nel tratto intermedio, da Rudiano all'immissione dello Strone, soprattutto a seguito di un incremento della qualità biologica conseguente alla buona naturalità del tratto;
- "sufficiente"nel tratto centrale e finale, a valle dell'immissione dello Strone e fino al Po, a seguito di una riduzione complessiva della qualità chimico-fisica delle acque, della qualità biologica e di quella idromorfologica.

È importante sottolineare che il fiume Oglio scorre in buona parte in aree non urbanizzate, presenta una qualità delle acque non ancora totalmente degradata, dispone di ampi spazi golenali e di pochi problemi di rischio idraulico, fattori che permettono di individuare notevoli potenzialità di riqualificazione e di incremento e recupero del suo stato ecologico.
L'indice qualità biologica complessiva indica che:

- tutta la parte dell'Oglio, dalla diga di Sarnico a Rudiano, presenta una qualità biologica appena sufficiente: lo stato complessivo della vegetazione è scadente su entrambe le sponde, con la presenza di scarsi popolamenti vegetazionali costituiti spesso da stretti filari con prevalenza di specie arboreo arbustive invasive (Robinia pseudacacia e Rubus sp.), mentre la comunità dei macroinvertebrati e dei pesci (che nel complesso raggiungono un giudizio sufficiente) sembrano risentire della perdita di habitat legata all'effetto di bacinizzazione a monte delle traverse, alle grandi derivazioni e ad alcune criticità relative allo stato di qualità delle acque.
- nel tratto a valle di Rudiano fino all'altezza di Castelvisconti la qualità biologica migliora e diventa buona; il fiume infatti presenta lunghi tratti con fasce fluviali coperte da vegetazione (anche ad elevata naturalità), non solo sulle sponde ma anche nel corridoio, mentre lo stato della comunità di macroinvertebrati viene favorita dalla presenza di un alveo più diversificato e da una riduzione dei prelievi; il giudizio sulla fauna ittica non migliora per la scarsità o assenza di mormorata e temolo, specie per cui questa porzione di corso d'acqua risulta vocata; il tratto non sembra comunque

esprimere a pieno tutte le sue potenzialità.

- la situazione torna mediocre più a valle, fino ad Ostiano; questo principalmente a seguito di bassi valori dell'indice vegetazione che risente dell'uso del suolo agricolo fino a pochi metri dal corso d'acqua. Il tratto in termini di riqualificazione e di recupero della qualità biologica esprime grandi potenzialità.
- a valle di Ostiano e fino al Po la qualità biologica del corso d'acqua risulta scadente: la vegetazione nelle ampie aree golenali, nonostante i recenti interventi di rimboschimento a fini naturalistici, è ancora scarsa e poco continua; la fauna ittica paga la presenza di specie alloctone invasive quali il siluro, la scarsa diversificazione delle sponde, la scarsa disponibilità di habitat laterali; la comunità dei macroinvertebrati infine risente del progressivo scadimento della qualità delle acque; le maggiori potenzialità di miglioramento e recupero di qualità biologica sono legate ad un diverso utilizzo delle golene.

3.4.3 Valutazione dello stato di qualità dell'acqua in uscita dal lago d'Iseo

ARPA Lombardia ha fornito i dati, aggiornati al febbraio 2008, raccolti dall'Osservatorio Regionale dei laghi e i dati del progetto MON.ECO.LA[78]. Nel database sono presenti parametri morfometrici del bacino, dati numerici relativi ai descrittori chimico-fisici dell'acqua del lago, dati ARPA di descrittori biologici per le stazioni della rete regionale.

3.5 Usi attuali

3.5.1 La "naturalità" del comprensorio regolato dell'Oglio

Per meglio cogliere le finalità del DMV per il bacino dell'Oglio, che si identificano principalmente nella salvaguardia della naturalità del corso d'acqua, è opportuno ricordare brevemente che gli usi industriali significativi risalgono al periodo di sviluppo industriale (fine '800 - inizio '900) mentre l'uso irriguo delle acque del fiume sublacuale si è sviluppato gradualmente fino a raggiungere la conformazione attuale già nel XVI sec. quando sicuramente esistevano le attuali derivazioni.
Tra i fattori principali che hanno influito nel tempo sulle disponibilità d'acqua nel fiume è in particolare da considerare la disciplina delle derivazioni a valle del lago, introdotta nel 1933, che ha portato a due fattori stabilizzanti del regime fluviale:

- la fissazione dei rispettivi diritti a derivare e
- la gestione proporzionale delle competenze in funzione delle disponibilità idriche stagionali

L'Amministrazione centrale, dopo accurati studi sul regime idrologico e sulla consistenza dei comprensori irrigui, fissò i "*diritti per antico uso*", previsti dal TU sulle acque, a 67 m^3/s per il trimestre giugno-agosto, a fronte di richieste degli Utenti per circa 100 m^3/s. Delle portate concesse si stabilì espressamente che una parte consistente (10 m^3/s) si doveva reperire dalle reali risorgenze presenti lungo l'alveo. A queste disponibilità si aggiunse la concessione delle "*acque nuove*" ritraibili dalla regolazione dei livelli del lago, commisurate alla portata media di 11 m^3/s per il trimestre di riferimento; con la fondamentale indicazione che si concedeva l'uso di un volume da utilizzare a seconda dell'evoluzione idrologica stagionale, riconoscendo in tal modo che il buon funzionamento del sistema si doveva ottenere con la massima flessibilità degli usi, adeguandoli alle effettive necessità delle utenze.
Un ulteriore fattore influente sulle disponibilità del bacino dell'Oglio è rappresentato dalla creazione del sistema di laghi alpini di accumulo per l'uso idroelettrico. Alla fine dell'800, seguendo in parallelo i tempi dei progetti per la regolazione del lago d'Iseo, si è sviluppato questo complesso sistema con il quale si è resa disponibile una quantità di energia insostituibile per lo sviluppo dell'area settentrionale del Paese.
E' bene sottolineare che questo beneficio viene ottenuto non sottraendo acqua al bacino dell'Oglio, bensì spostando la disponibilità di volumi consistenti dal periodo primaverile-estivo alla stagione invernale, in conflitto con la regolazione del lago che a sua volta provoca lo spostamento della disponibilità di volumi dal periodo primaverile a quello estivo.

[78] ARPA Lombardia, progetto Mon.Eco.La. (Monitoraggio Ecologico Laghi), 2007-2009

Oltre alle acque provenienti dalle risorgive, l'ultimo fattore che pesa sulla disponibilità del bacino è rappresentato dalle immissioni di scarichi provenienti dagli insediamenti civili e industriali che possono modificare la qualità delle acque fino al punto di rendere le portate naturali insufficienti per una diluizione a livelli accettabili, o comunque compatibili con la naturalità del sistema.

3.5.2 Gli usi irrigui e idroelettrici e le portate in alveo

Sull'asta fluviale interessata dalla sperimentazione c'è un buon numero di GRANDI e PICCOLE derivazioni che, a seconda dell'uso a cui sono destinate, si distinguono in:

- derivazioni irrigue
- derivazioni idroelettriche.

Questa suddivisione indica modalità differenti di esercizio della concessione, soprattutto nella distribuzione temporale dell'attingimento, che per la prima è concentrata nel periodo estivo, mentre per la seconda risulta essere sempre attiva nell'anno.
Il fiume inoltre può essere suddiviso in due tratti separati:

- il primo tratto comprende le derivazioni facenti parte del SISTEMA IRRIGUO del fiume Oglio, cioè quel sistema di utenze che derivano le acque regolate mediante l'escursione dei livelli de lago d'Iseo;
- il secondo tratto comprende le derivazioni non coordinate tra loro, ma dotate di singola concessione di derivazione.

a. Tratto fluviale compreso nel SISTEMA IDRICO REGOLATO

Dal 1933 il tratto di fiume compreso tra la traversa fluviale di Sarnico e la derivazione irrigua Naviglio Grande Pallavicino, in Comune di Calcio (BG), è soggetto alla regolazione coordinata delle portate effluenti dal lago d'Iseo, attuata e vigilata dal Consorzio dell'Oglio in virtù dei compiti istituzionali, affidatigli dall'atto dell'istituzione dell'Ente del 1929.
Le derivazioni irrigue sono classificate Grandi Derivazioni e si esercitano proporzionalmente sulla base delle portate assegnate dal riconoscimento di antico uso e dalla concessione di uso delle acque nuove, ottenute con la regolazione del lago.
Le derivazioni idroelettriche sono classificate in Grandi e Piccole Derivazioni; si esercitano in base alle concessioni rilasciate e sono obbligatoriamente adeguate alle portate di rilascio dal lago secondo le regole di gestione stabilite dal Consorzio dell'Oglio.
Nell'Allegato D.2 si riporta uno schema riassuntivo delle derivazioni del SISTEMA IDRICO del fiume Oglio sub lacuale.

Ad ogni derivazione irrigua è stata concessa una portata di derivazione (ACQUE VECCHIE), differenziata a seconda del periodo dell'anno; ad essa deve essere sommata la portata (ACQUE NUOVE) concessa al Consorzio dell'Oglio con l'obbligo di ripartirla tra le Utenze irrigue (Allegato D.2).
Alle Utenze idroelettriche sono state assegnate portate massime per derivazione indicate in Allegato D.2).

b) Tratto fluviale NON REGOLATO.

A valle della traversa del Naviglio Grande in comune di Calcio, fino alla foce in Po, le derivazioni irrigue e idroelettriche non sono assoggettate al coordinamento del Consorzio, ma vengono esercite in funzione di disciplinari specifici definiti dalle vigenti concessioni.
Il censimento di queste Utenze è contenuto nel Catasto delle Utenze Idriche (CUI) della Regione Lombardia; poiché le competenze in materia di concessioni sono state trasferite a Enti diversi, è verosimile che nel corso della sperimentazione risultino esistenti utenze non censite, anche se perfettamente regolari.
Le derivazioni interessanti per la sperimentazione, presenti in questo tratto di fiume e inserite georeferenziate - quando disponibile - nel C.U.I. della Regione, sono suddivise in GRANDI e PICCOLE derivazioni per uso irriguo.

Nelle campagne di monitoraggio, si è proceduto a rilevare gli attingimenti in esercizio sul fiume, la loro posizione mediante coordinate geografiche, le portate derivate e la durata dell'attingimento, indipendentemente dalla loro situazione amministrativa.
Questi dati sono stati inseriti nei quadri sinottici predisposti al termine delle campagne e resi disponibili alle Autorità di controllo per le verifiche di competenza.
Le Linee Guida regionali, che definiscono le modalità di sperimentazione, prevedono che per le piccole derivazioni si proceda alla valutazione della necessità di coinvolgerle o meno nelle attività, avendo come riferimento la somma delle portate derivate rispetto a quelle dei rilasci per il DMV. Dai dati ricavabili dal C.U.I. è emerso che le concessioni per piccola derivazione sull'Oglio sublacuale sono 76, e di esse 14 concessioni prevedono una portata complessiva di derivazione di 2.745 l/s, pari all'81% del totale delle portate concesse. Di seguito si riporta una Tabella riassuntiva dei dati di concessione, suddivisa per fasce di portata; per 5 delle 76 concessioni presenti non è indicata alcuna portata nominale.

Piccole derivazioni				
fasce	l/s	%	n	%
> 50 l/s	2745	81	14	18
> 30 l/s	3005	89	21	28
> 20 l/s	3180	94	29	38
> 20 l/s	213	6	42	55
totale	3393	100	76	100

Nell'attività sperimentale si sono coinvolte a livello amministrativo le 14 derivazioni, mentre il monitoraggio in campo ha analizzato le modalità di attingimento e le portate prelevate da tutti gli attingimenti funzionanti durante le campagne programmate.

CAPITOLO 4

PROGETTO DI SPERIMENTAZIONE

1.1 Area di indagine e durata della sperimentazione

Le caratteristiche generali dell'intero bacino del fiume Oglio sono già state ampiamente indicate al punto 3.1 della presente relazione.
Il tratto di fiume preso in considerazione nel presente studio va dall'uscita del lago d'Iseo, a quota 185 m s.l.m. da cui esce a Sarnico, alla confluenza con il Po in località Torre d'Oglio in Comune di Borgoforte (Provincia di Mantova) dopo aver percorso complessivamente 154 km.

La durata della sperimentazione è di tre anni, eventualmente prolungabili - se necessario - di altri tre, è il tempo minimo di sperimentazione necessario ad ottenere una serie sufficiente di dati che consentano di individuare una tendenza nel comportamento degli indicatori in funzione della gestione dei rilasci del DMV.

1.2 Scenari di sperimentazione e condizioni idrologiche

Nel progetto di lavoro è prevista l'applicazione di differenti scenari di rilascio delle portate, variabili dal 5% al 15% della componente idrologica (C_Idr).
Gli scenari sperimentali sono stati divisi in due categorie legate ai differenti usi nei singoli tratti di fiume; più precisamente le categorie sono:

CATEGORIA A) Scenari da applicare all'intero alveo del fiume dedicato all'uso irriguo;

CATEGORIA B) Scenari da applicare ai tratti sottesi dalle derivazioni idroelettriche.

La suddivisione, necessaria per tener conto delle differenze di esercizio delle derivazioni irrigue rispetto a quelle idroelettriche, soprattutto per gli aspetti che costituiscono "concorrenza" (o conflitto) con gli obiettivi della normativa sul DMV, evidenzia che la gestione "irrigua" delle concessioni comporta concorrenza solo in alcuni periodi dell'anno, in genere nei mesi di giugno, luglio e parte d'agosto. In questi mesi la riduzione della disponibilità idrica causata dall'applicazione dei rilasci si manifesta con le caratteristiche, e soprattutto le quantità, determinate dalle condizioni idrologiche del bacino lacustre. Nel resto dell'anno il rilascio consentito dalla gestione irrigua è ampiamente superiore alle quantità previste dal PTUA.
La gestione "idroelettrica" delle concessioni comporta invece concorrenza per l'intero anno, ma solo nei tratti sottesi tra la sezione di derivazione e la sezione di restituzione. Per l'Oglio sublacuale, le sei centrali esistenti sottendono tratti di fiume non più lunghi di 3 km per singolo tratto, in complesso per circa 11 km in un tratto di 33 km.
Per ogni Categoria si prevede l'applicazione di uno Scenario Base per l'intera durata della sperimentazione:

- per la Categoria A) si prevede che, dopo le valutazioni intermedie del primo anno di sperimentazione, nel caso si rilevassero situazioni critiche stabili, lo scenario sarà modificato secondo quanto concordato tra Consorzio e Comitato di Valutazione;

- per la Categoria B) si prevede l'applicazione di scenari di "breve periodo" ma sufficienti a rilevare dati significativi sul comportamento del bacino. In prima applicazione, si intende per "breve periodo" l'insieme di sette giorni consecutivi.

Gli scenari individuati sono:

CATEGORIA A) - Scenario Base: applicato all'intero alveo sublacuale (nei tratti non sottesi)

scenario sperimentale	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
portata rilasciata m^3/s	10	10	10	6	3	3	3	3	6	10	10	10
% Q naturale media annua	15	15	15	10	5	5	5	5	10	15	15	15

Questo scenario consente di valutare concretamente l'effetto sull'ambiente fluviale di una situazione di "scarsità d'acqua rispetto al valore teorico" per soli quattro mesi all'anno, verificando se il sistema fluviale è in grado o meno di sopportare e riassorbire successivamente gli effetti della scarsità d'acqua e per conoscere, per la prima volta su ampia scala (154 km di fiume), la capacità e i tempi di risposta del bacino fluviale in condizioni di carenza idrica. Lo scenario inoltre permette di conoscere (quindi tentare di governare o mitigare) gli effetti sull'ambiente fluviale delle siccità naturali, eventi non infrequenti soprattutto nell'ultimo decennio, durante i quali gli usi concorrenti raggiungono il massimo conflitto ed evidenziano le massime criticità economiche, con relative richieste di rifusione dei mancati guadagni e delle perdite. Normalmente in queste situazioni le decisioni da prendere non si basano su valutazioni oggettive, quindi non è possibile ottenere una vera mitigazione dell'evento.

CATEGORIA B) - Scenari Applicati ai tratti d'alveo sottesi dalle derivazioni idroelettriche; la differenza dei valori di portata è dovuta alle diverse superfici dei bacini sottesi dalle derivazioni.

scenario sperimentale	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
% Q naturale media annua	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Scenario sperimentale	C_idr	portata (m^3/s)
SCENARIO BASE	5	2.5 ÷ 3
SCENARIO 2	7.5	3.7 ÷ 4.5
SCENARIO 3	10	5 ÷ 6

Lo Scenario Base è applicato durante i periodi in cui non è attivo il monitoraggio dei descrittori, cioè durante le quattro campagne annuali per i tre anni di Sperimentazione.
Il progetto prevede infine che se per la definizione degli andamenti dei descrittori soggetti al monitoraggio risultasse necessario analizzare il comportamento del bacino fluviale anche in condizioni diverse, si possa applicare con le medesime modalità i due scenari sotto riportati la cui applicazione è soggetta a specifica e tempestiva richiesta alla Regione Lombardia.

Scenario sperimentale	C_idr	portata (m^3/s)
SCENARIO 4	15	7.5 ÷ 9
SCENARIO 5	3	1.5 ÷ 1.8

Data la caratteristica specifica del bacino, l'applicazione degli scenari è comunque condizionata dalla situazione idrologica dell'intero bacino dell'Oglio e alle necessità derivanti dalla regolazione dei livelli del lago d'Iseo. Infatti gli scenari individuati rappresentano condizioni "minime garantite" di rilascio, che l'Ente Regolatore non ha considerato vincolanti nel caso di situazioni di abbondanza di risorsa, o peggio di situazioni critiche di piena. Allo stesso modo si è tenuto conto che in caso di eccezionali situazioni di magra, il rispetto dello scenario non sempre potrebbe essere possibile a causa dei vincoli esistenti sui livelli massimi e minimi, previsti dalla concessione di regolazione. In questi casi il Consorzio ha comunicato al Comitato di Valutazione i dati idrologici tipici dell'evento e le azioni richieste dal rispetto della regolazione dei livelli, concordando le modifiche agli scenari in essere.

1.3 Individuazione della rete, delle stazioni di monitoraggio e delle sezioni di misura

Si riporta nell'Allegato A l'elenco delle stazioni di monitoraggio dei parametri chimico-fisico, biologico e idromorfologico e delle stazioni di monitoraggio dell'ittiofauna.

Il criterio con cui sono state scelte le stazioni è funzionale allo studio di monitoraggio delle portate e delle biocenosi soggette ai deflussi naturali (a monte delle opere di presa) in relazione a quelle soggette a deflussi regimati. Inoltre ogni stazione è stata anche scelta in base al requisito di omogeneità delle caratteristiche morfologiche dell'alveo del tratto fluviale considerato.

Per le stazioni di monitoraggio chimico-fisico e biologico si sono indicati in particolare:

- nome – localizzazione;
- tipologia (fluviale, immissario, scarico, fluviale/ambiente laterale);
- criticità (**HA**: disponibilità di habitat; **M**: morfologia; **CM**: capacità metabolica);
- descrittori oggetto di indagine (idromorfologici, chimico-fisici, biologici);
- presenza di ambiti vincolati (SIC, ZPS, ecc.) ;

OBIETTIVI SPECIFICI da raggiungere: (1, 2, 3, 4)

È opportuno sottolineare che ciascuna stazione può non risultare funzionale al raggiungimento di un solo obiettivo, ma essere oggetto di indagine relativamente a due o più aspetti.
Alle stazioni individuate per il raggiungimento degli obiettivi prefissati sono state aggiunte le stazioni della rete di monitoraggio ARPA, che verranno indagate relativamente a descrittori chimico-fisici e macroinvertebrati, al fine di garantire un confronto con le serie storiche dei dati ad oggi disponibili.
La dicitura "riferimento" riportata nella tabella indica che la stazione in esame è stata scelta come rappresentativa del sistema fluviale a monte di un'immissione puntiforme, termine di confronto con la situazione a valle dello stesso.

Per i dettagli sulle stazioni per il monitoraggio dell'ittiofauna si rimanda all'Allegato F.

Per le stazioni di monitoraggio idrologico si sono indicati in particolare:

- i tratti omogenei per le misura idrauliche;
- le caratteristiche delle sezioni di misura.

Per la suddivisione in tratti omogenei del fiume e l'analisi delle sezioni si è utilizzata come base la suddivisione in tratti omogenei già eseguita nel progetto[79] dell'Autorità di Bacino del fiume Po e rielaborata sulla base dei rilievi fotogrammetrici AIMA (1996). In seguito, si è riconsiderata tale suddivisione preliminare sulla base di ulteriori rilievi aereofotogrammetrici e topografici, dei risultati della determinazione sperimentale delle caratteristiche granulometriche dell'alveo e della determinazione degli indici morfometrici.
Sono risultati individuati i seguenti tratti omogenei:

- Tratto OG 01 - Fiume Po – Bocca Chiavica
- Tratto OG 02 - Bocca Chiavica – Mosio
- Tratto OG 03 - Mosio - ponte stradale di Canneto sull'Oglio
- Tratto OG 04 - ponte stradale di Canneto sull'Oglio - Carzaghetto
- Tratto OG 05 - Carzaghetto – confluenza fiume Mella
- Tratto OG 06 - confluenza fiume Mella - Pontevico
- Tratto OG 07 - Pontevico - Bordolano
- Tratto OG 08 - Bordolano-Bompensiero
- Tratto OG 09 - Bompensiero - Soncino
- Tratto OG 10 - Soncino - Pumenengo
- Tratto OG 11 - Pumenengo - Pontoglio
- Tratto OG 12 - Pontoglio – Lago d'Iseo

Lo Studio riporta il rilievo topografico di oltre 340 sezioni, sia dell' alveo naturale che di opere in alveo; il profilo del thalweg e delle sponde dell' alveo attivo; la posizione e lo sviluppo delle sezioni; la tipologia delle opere di regolazione dei livelli in alveo, e delle opere spondali di difesa del territorio circostante.
Una parte rilevante dell' Azione è costituita dall' analisi di questi dati e dalla loro "presa in carico", nel senso che hanno richiesto valutazioni specifiche per capire i metodi di rilevamen-

[79] Autorità di bacino del fiume Po, Sottoprogetto SP1.1: "*Piene e naturalità alvei fluviali*", 4° fase (stralcio residuo), 1995

to e di studio, e successivamente per compiere raffronti con la conformazione del fiume rilevata dalle attività dell' Azione 5, cioè delle misure delle portate defluenti.
Al termine di questa fase è emersa la necessità di verificare lo stato di fatto dell'attuale situazione rispetto a quella del momento di acquisizione dei dati, effettuata circa sette anni fa, per controllare se la successione degli eventi meteo di questo periodo avesse prodotto alterazioni significative nel fiume. L'obiettivo primario di questa fase è di controllare l'attualità della suddivisione in tratti omogenei sopra riportata e di studiare l'opportunità di una semplificazione in macrotratti omogenei.
L'attività, che inizierà nel primo anno del progetto, porterà alle prime informazioni prima della chiusura del secondo anno di attività.

1.4 Campagne di monitoraggio

Le campagne sono state progettate con il duplice scopo di caratterizzare lo stato di partenza e lo stato dopo gli interventi di modifica della regolazione, e di determinare le relazioni causa-effetto.
Le campagne d'indagine idraulica sono state effettuate in differenti macroperiodi, in funzione degli obiettivi da raggiungere e dei descrittori da monitorare; saranno ripetute per ogni anno della sperimentazione.
Per attuare correttamente le campagne di misura, intese come periodo ristretto di giorni - possibilmente consecutivi - in cui si effettuano le misure di portata sul fiume e hanno luogo i campionamenti degli indicatori di qualità nelle sezioni di controllo definite, si è suddiviso il fiume Oglio sublacuale in corpi idrici, unità di base gestionale prevista dalla Direttiva 2000/60/CE e dalla Regione Lombardia. Dopo le opportune verifiche in campo, si sono individuate ulteriori sezioni di controllo delle caratteristiche idrauliche, nelle quali sono state programmate misure secondo precise scadenze.
In dettaglio, le campagne di misura sono quattro, da effettuare non sempre in contemporanea, nei seguenti periodi dell'anno, suddivisi in decadi (con inizio 1° giorno, 10° giorno , 20° giorno del mese):

prima campagna	2° decade di marzo
seconda campagna	3° decade di maggio
terza campagna	1° decade di agosto
quarta campagna	1° decade di dicembre

I criteri che definiscono la scelta di questi periodi sono:

- 1° campagna: a marzo si chiude un periodo di sei mesi normalmente di rilascio molto abbondante, per cui si rilevano le condizioni migliori in cui viene a trovarsi il fiume;

- 2° campagna: a fine maggio-inizio giugno si chiude un periodo in cui di norma risulta primario l'obiettivo di massimo accumulo nell'invaso del lago e non è ancora iniziata la fase cruciale della richiesta irrigua;

- 3° campagna: si effettua alla fine della stagione irrigua, in concomitanza con il periodo di massimo stress del fiume. Consente di valutare gli effetti immediati della regola sui Descrittori di qualità;

- 4° campagna: si effettua a metà del periodo autunno-inverno, quando è possibile individuare i primi effetti di miglioramento della regola adottata, nel periodo in cui il fiume riacquista cospicui volumi d'acqua ed è possibile verificare la ripresa dopo la situazione di stress idrico estivo individuando una tendenza nella variazione dei Descrittori.

Per le stazioni di monitoraggio chimico-fisico, biologico, idromorfologico (OBIETTIVI SPECIFICI):

- QUATTRO macroperiodi per l'OBIETTIVO SPECIFICO 1 (6 stazioni);
- DUE macroperiodi per l' OBIETTIVO SPECIFICO 2 (9 stazioni);
- QUATTRO macroperiodi per l'OBIETTIVO SPECIFICO 3 (63 stazioni);

- QUATTRO macroperiodi per l'OBIETTIVO SPECIFICO 4 (13 stazioni).

Per il dettaglio delle stazioni si rimanda all'Allegato A.

Per ogni sezione di controllo, le misure e i campionamenti sono stati effettuati quasi sempre nello stesso giorno, per l'omogeneità delle condizioni idrologiche e per poter individuare correlazioni precise sui valori dei descrittori.
Per ogni campagna di monitoraggio idrologico si sono effettuate misure delle portate nelle sezioni notevoli, definite in funzione delle stazioni per la qualità dell'acqua.
Si rimanda al Capitolo 6 per indicazioni sulle campagne d'indagine finalizzate ad evidenziare le criticità connesse all'uso idroelettrico (stazioni 6); connesse all'uso irriguo (stazioni 9) e ad evidenziare il grado di connessione tra il sistema fluviale e gli ambienti laterali (stazioni 13).
Le stazioni scelte per il monitoraggio biologico (macrofite, macroinvertebrati e diatomee) sono state indagate in macroperiodi dell'anno e saranno ripetute ogni anno della sperimentazione.
Le attività sono sempre state precedute dalla verifica di assenza di variazioni idrauliche significative, normalmente difficili da classificare quantitativamente; quando necessario, le rilevazioni si sono effettuate in giorni non consecutivi, cercando di descrivere e valutare, per quanto possibile, la significatività delle variazioni dei giorni precedenti.

1.5 Cartografia

Le attività previste dalla sperimentazione si svolgono utilizzando cartografia dedicata, realizzata dal Consorzio dell'Oglio con il supporto informatico di ArcMap v. 9.3, sul quale sono trattati tutti i files di dati reperiti presso diversi soggetti, dal PTUA della Regione Lombardia, dalla Banca dati del Consorzio dell'Oglio.
Tutte le rappresentazioni sono riportate su C.T.R. alle scale 1:10.000 e 1:25.000.
Sulla cartografia di base si sono individuate le sezioni di monitoraggio e riportate tutte le indicazioni utili ottenute dalle sezioni topografiche, dai rilievi delle opere in alveo e di arginatura, dal Catasto Utenze Idriche della Regione Lombardia, dai dati sugli scarichi depurati. Mediante rilievi in campo sono stati individuati e inseriti i canali che adducono acqua al fiume.
Lo scopo di questa parte del progetto è di ottenere una cartografia dinamica di sintesi molto dettagliata, messa a disposizione degli operatori durante le operazioni in campo e per l'elaborazione dei dati.
Per validare le informazioni cartografate, durante le campagne di monitoraggio si sono verificate la precisione delle localizzazioni delle sezioni, degli attingimenti, degli scarichi, ecc.; le variazioni sono state riportate in cartografia e comunicate agli Enti interessati.

1.6 Il DMV: osservazioni di carattere generale

In accordo con il DM 28 luglio 2004, il DMV si può definire come la portata istantanea da valutare in ogni tronco del corso d'acqua atta a garantire la salvaguardia:
- delle caratteristiche fisiche (morfologiche, idrologiche, idrauliche) del corpo idrico,
- delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque (cioè della loro qualità),
- delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali.

In questo studio, si è optato per un approccio di carattere prettamente idrologico affidando ai metodi biologici sperimentali l'importante compito di verifica e validazione puntuale dei risultati ottenuti. Questo approccio tiene conto dell'imprescindibile ruolo del regime fluviale nella definizione degli habitat, assieme a quello dell'assetto plano altimetrico. La letteratura disponibile è davvero imponente. A questa considerazione si aggiunge l'oggettiva incertezza connessa con le metodologie biologiche sperimentali quando, trascendendo il contesto prettamente locale per il quale sono state validate, siano estese alla scala regionale. In questo senso si ritiene di aver pienamente colto il senso delle procedure, così come consigliato nei lavori scientifici di riferimento, senza procedere verso avventurose quanto improprie estensioni.

E' bene ricordare che il regime di deflusso in una data sezione di chiusura è la risultante di ciò che viene determinato, all'interno del bacino, dalle caratteristiche morfologiche, dalla litologia, dalla struttura del reticolo idraulico, dall'interazione tra le acque superficiali e sotterranee nonché dalla presenza di eventuali fasce sorgive. Inoltre il regime medio su scala pluridecen-

nale è l'input che ha consentito un certo assetto dell'ecosistema che, ad oggi, può essere preso come riferimento per rappresentare lo stato naturale del bacino stesso.

CAPITOLO 5

MATERIALI E METODI

5.1 Strategia, programma e rappresentatività del campionamento

Scopo dei programmi di monitoraggio (art. 8, WFD) è definire lo Stato Ecologico del corso d'acqua, valutato attraverso lo studio degli elementi di qualità biologica (EQB) con il supporto di studi idromorofologici e chimico-fisici. Le comunità biologiche prendono in considerazione tutti i livelli dell'ecosistema: alghe e flora acquatica; macrobenthos e fauna ittica. La WFD, che impone un nuovo approccio per valutare gli elementi di qualità biologica, richiede anche condizioni di riferimento cioè l'analisi dell'alterazione delle comunità osservate rispetto all'attesa in siti privi di impatti antropici e di caratterizzare le comunità, per ogni elemento biologico, con valutazioni della composizione tassonomica, del rapporto tra taxa sensibili e tolleranti, delle misure relative a stime di abbondanza, della diversità e dominanza tra i diversi taxa presenti.
Lo stato di qualità dei corpi idrici viene pertanto definito come rapporto di qualità ecologica (Ecological Quality Ratio EQR[80]), calcolato rapportando i valori dei parametri biologici riscontrati in un dato corpo idrico superficiale a quelli constatabili nelle condizioni di riferimento applicabili al medesimo corpo idrico. Il rapporto è espresso da un numero compreso tra 0 e 1: i valori prossimi a 1 rappresentano lo stato ecologico elevato, quelli prossimi a 0 lo stato ecologico pessimo. Per ciascuno degli elementi di qualità biologica viene definito un livello di stato ecologico, espresso secondo la scala Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Pessimo, che corrisponde ad un differente livello di intensità nel disturbo rispetto allo stato di riferimento.
L'esigenza di disporre di dati quali-quantitativi su un certo numero di sezioni è di fondamentale importanza per una pluralità di motivi, fra i quali vanno evidenziati: l'analisi delle portate per lo studio del DMV, il confronto con i dati del passato per analizzare possibili mutamenti nei flussi idrici, il calcolo dei carichi inquinanti e del trasporto solido veicolati dal corso d'acqua, la quantificazione delle risorse utilizzabili nei bilanci idrici, la conoscenza dei fenomeni di piena connessi alla difesa del suolo.

Per il presente studio si è attivata sull'Oglio sub lacuale una Rete di Controllo per il rilevamento della componente quali-quantitativa con lo scopo di:

- calibrare i metodi per l'attribuzione all'asta fluviale di idonei DMV, noti i deflussi naturali;
- quantificare in modo più attendibile i volumi idrici disponibili per gli usi industriali e soprattutto irrigui che interessano i mesi tardo-primaverili, estivi e inizio autunnali;
- stimare i carichi inquinanti in transito nelle sezioni di chiusura, nonché definire le correlazioni significative tra portata e concentrazione di inquinanti;
- ricostruire i fenomeni attuali di piena in termini di portate massime con la possibilità, in futuro, di analizzare più in dettaglio il rischio di allagamento dell'area.

Prima di procedere alle indagini di campo si sono raccolte e organizzate tutte le conoscenze disponibili, utili per condurre sopralluoghi "mirati". Per l'asta fluviale d'interesse si sono evidenziati sulla cartografia di lavoro i seguenti elementi:

a) stazioni di campionamento per la qualità chimico-fisica dell'acqua e per il campionamento delle componenti biologiche dell'ecosistema fluviale;
b) stazioni di misura della portata e stazioni di misura dei livelli attualmente in esercizio;
c) manufatti che permettano di rendere fissa, del tutto o in parte, la sezione fluviale;

Il sopralluogo di campo ha consentito l'esame dell'attuale stato delle sezioni peculiari, nonché di evidenziare la presenza di ulteriori manufatti in alveo, ritenuti d'interesse. Se ne sono dedotte le sezioni che presentano attualmente un certo grado di idoneità al rilievo dei deflussi.

Per classificare il corpo idrico, si è determinato lo stato chimico ed ecologico; il primo basato sul soddisfacimento degli standard di qualità ambientale fissati dal DM 56/2009 per le sostanze prioritarie, il secondo sul confronto con le condizioni di riferimento specifiche per ciascun

[80] Environmental Quality Ratio (EQR) = (Valore attuale EQ/ Valore di riferimento EQ)

tipo di corpo idrico. Nell'attesa dei metodi ufficiali di classificazione, ci si è in parte adeguati al nuovo tipo di monitoraggio, affiancandolo al vecchio sistema (D.Lgs.152/99[8]).
Per il sistema fluviale si sono indagate le **macrofite** acquatiche che comprendono i vegetali macroscopicamente visibili presenti negli ambienti acquatici, palustri e di greto. Il gruppo, composto da angiosperme erbacee, pteridofite, briofite e alghe filamentose, è utilizzato, per il loro importante ruolo ecologico, come indicatore della qualità delle acque correnti basandosi sul fatto che alcune specie e gruppi di specie sono sensibili alle alterazioni dei corpi idrici e risentono in modo differente dell'impatto antropico.
Tra le principali componenti del fitoplancton e del fitobenthos, le **Diatomee** sono un taxon idoneo al monitoraggio delle acque correnti, ben conosciute dal punto di vista sistematico ed ecologico e che, per la loro diffusione cosmopolita e l'elevata sensibilità all'eutrofizzazione e all'inquinamento, rappresentano ottimi bioindicatori. Composizione e struttura delle comunità differiscono in funzione delle condizioni ambientali e della tipologia del corpo idrico: solo poche specie mostrano infatti ampia valenza ecologica, molte sono invece estremamente esigenti e non tollerano grandi variazioni di alcuni parametri come i nutrienti.
Le **comunità bentoniche** dei macroinvertebrati hanno la capacità di rispondere significativamente alle variazioni ambientali di origine naturale e antropica. Per le loro caratteristiche di persistenza consentono una lettura fortemente integrata delle variazioni spazio-temporali del mondo fisico. La loro struttura è fortemente correlata a fattori abiotici quali l'idrodinamismo, la granulometria del substrato, la concentrazione di sostanza organica, la presenza di sostanze inquinanti. L'analisi di queste comunità permette quindi di evidenziare le eventuali modifiche ambientali che avvengono in relazione alle possibili variazioni dei fattori elencati. La relativa facilità di campionamento, d'identificazione e la loro ampia diffusione nel corso d'acqua rendono i macroinvertebrati particolarmente adatti all'impiego nel biomonitoraggio e nella valutazione della qualità dei fiumi.
I **popolamenti ittici**, infine, ricoprono un ruolo importante nelle valutazioni ambientali perché rispondono a stress ambientali di varia natura, integrando gli effetti sulle altre componenti dell'ecosistema acquatico, in virtù della loro dipendenza da queste per la sopravvivenza, la crescita o la riproduzione. Poiché molte specie hanno una vita relativamente lunga, l'analisi a livello di popolazione (es. struttura in classi di taglia o d'età) e di popolamento (es. lista delle specie, rapporto tra di esse) può costituire una documentazione a lungo termine dello stress ambientale ed un sistema di verifica dell'efficienza degli interventi di riqualificazione ambientale previsti per raggiungere gli obiettivi di qualità prefissati[81]

Stabilite in termini generali le posizioni prioritarie per le sezioni di calcolo delle portate si è effettuata, per ogni tratto d'interesse, l'analisi delle principali derivazioni, la ricognizione delle stazioni funzionanti o che hanno funzionato in passato, lo svolgimento di attività di campo sui tratti peculiari ed eventualmente su quelli di monte e di valle, ai fini della selezione dei punti più idonei per il monitoraggio. L'individuazione dei punti di prelievo (derivazioni) e la quantificazione dei relativi volumi derivati risultano di primario interesse per localizzare le sezioni fluviali idonee al monitoraggio quantitativo del corso d'acqua. Tali attingimenti alterano infatti significativamente il regime idrologico naturale, in particolare nelle fasi di media e magra dei periodi tardo primaverile ed estivo.
Per una corretta valutazione delle portate naturali in transito, si sono localizzate le sezioni di monitoraggio prima delle derivazioni e a monte della chiusura del bacino, o in alternativa, strumentare i manufatti di derivazione o i relativi canali adduttori.
Per quanto riguarda infine i tratti d'interesse, per conoscere le portate e i livelli idrici nelle stazioni di misura, si è fatto riferimento alla Banca Dati del Consorzio dell'Oglio, alla Banca Dati dell'ARPA, e alla Rete teleidrometrica del Servizio di Piena del Magistrato per il Po.

Sulla base delle informazioni raccolte si è pervenuti ad un'aggregazione delle stazioni idrometriche attualmente in funzione sui tratti fluviali d'interesse per il presente studio. La maggior parte di esse viene utilizzata unicamente per la misura dei livelli idrici, ai fini della segnalazione di eventi di piena potenzialmente pericolosi e molte di esse non risultano idonee, sia per la conformazione geometrica della sezione idraulica che per la non stabilità della stessa, alla conversione in portate, in particolare per gli stati idrici di media – magra.

[81] Tancioni et al., "*I pesci nella valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici*." Ann. Ist. Super. Sanità, 2005; 41 (3): 399-402.

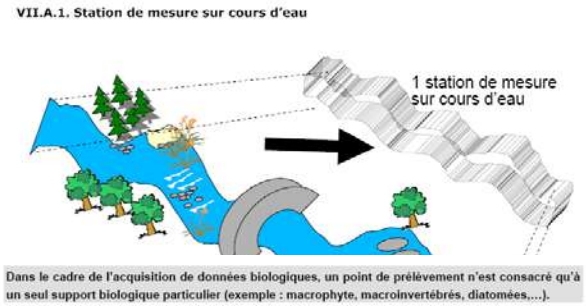
Noto l'andamento dei livelli, questi si possono convertire in portate se per la sezione è stata costruita ed è mantenuta aggiornata un'attendibile scala di deflusso, cioè un legame grafico e/o analitico tra livello e portata che può essere modificato da variazioni della forma della sezione (erosione e deposito di materiale d'alveo) e da alterazioni nella direzione di arrivo del flusso idrico. Considerata la difficoltà di ritarare una scala di deflusso, si è scelto di utilizzare sezioni il più possibile fisse, cioè localizzate su manufatti quali briglie o traverse, o perlomeno poste su alvei fluviali stretti e a bassa variabilità.

5.2 Criteri di indagine: aspetti metodologici della raccolta e dell'analisi dei dati

5.2.1 Definizione di Stazione di misura e di Punto di prelievo

Stazione di misura[82]

Una stazione di misura è un luogo su un corso d'acqua nel quale si effettuano misure e/o prelievi in vista di un'analisi chimico-fisica e biologica per determinare la qualità dell'ecosistema acquatico.
La stazione è in una porzione d'acqua nella quale si fanno misure in differenti punti di prelievo, ripetuti, coerenti e rappresentativi della stazione.



Punti di prelievo[82]

Il punto di prelievo è un sotto-spazio caratteristico e rappresentativo dell'oggetto per il quale si è definita la stazione, chiaramente identificata e localizzata per effettuare in modo ripetitivo misure che consentono la conoscenza approfondita del mezzo nell'intorno della stazione.
I punti di prelievo sono così i luoghi della stazione in cui i prelevatori dovranno effettuare, nella misura del possibile, i campionamenti o le misure in situ.
In genere un punto di campionamento serve a conoscere un particolare dell' investigazione: acqua, sedimento, ecc. Uno stesso supporto può essere prelevato in più punti di campionamento in una stessa stazione di misura.
Per gli altri supporti, il punto è generalmente una zona più o meno estesa all'interno dello spazio che caratterizza la stazione di misura.
Nel quadro dell'acquisizione di dati biologici, un punto di prelievo è destinato ad un solo supporto particolare biologico come ad esempio macrofite, macroinvertebrati, diatomee, ecc.

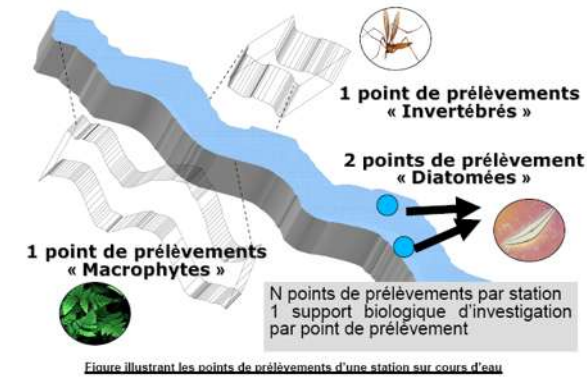
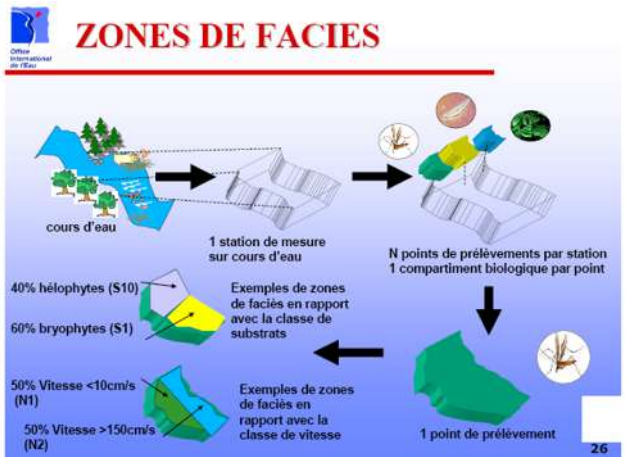


Figure illustrant les points de prélèvements d'une station sur cours d'eau

Zona di facies[82]

Uno spazio di facies può essere definita come la più piccola unità descrittiva di un punto di prelievo, in base ad una particolare variabile fisica (illuminazione, corrente, ecc. ecc.).



[82] Sandre 2008 «*Présentation des données – Processus d'acquisition des données biologiques (3.0)* »

5.3 Metodologia di campionamento, raccolta e archiviazione dati Monitoraggio

5.3.1 Monitoraggio chimico-fisico e metodi di analisi[83]

5.3.1.1 Stazioni di campionamento e campagne di misura

Il monitoraggio chimico-fisico ha interessato complessivamente 80 stazioni, fluviali e in prossimità degli ingressi puntiformi (immissari, scarichi di depurazione, etc).
Secondo quanto previsto dalla sperimentazione, nel primo anno di progetto sono state effettuate 4 campagne di misura in:

- agosto/settembre 2009 al termine della stagione irrigua e in concomitanza con il periodo di massimo stress per il sistema fluviale;
- novembre/dicembre 2009, fase in cui il fiume ha riacquistato cospicui volumi d'acqua;
- febbraio 2010, periodo in cui il fiume risulta acclimatato al rilascio abbondante delle acque dalla diga di Sarnico dovuto alla stagione autunnale e a quella invernale;
- maggio/giugno 2010, fase d'inizio della stagione irrigua durante la quale il sistema fluviale non è ancora sotto stress per la richiesta idrica.

Le campagne di misura sono state identificate rispettivamente come campagna n° 1/2009, n° 2/2009, n° 3/2010 e n° 4/2010.
Quando si è applicato lo scenario di base (gruppo A), in ogni campagna, a cui si sono dedicate ogni volta quattro giornate di campionamento, si è operato secondo quanto stabilito nel protocollo di sperimentazione: scenario del 5% per la campagna n° 1/2009 e scenario del 15% per le campagne n° 2/2009 e n°3/2010. Il campionamento è stato effettuato sull'intera asta fluviale (da Sarnico alla confluenza in Po) e sui principali immissari per un totale di circa 80 prelievi. I forti eventi di pioggia nella campagna primaverile n° 4/2010, anomali per i mesi di maggio e giugno, hanno portato al manifestarsi di fenomeni di piena che hanno impedito l'applicazione dello scenario di base del 5%. Il campionamento è stato quindi condotto con uno scenario del 15%.
Ai restanti scenari del gruppo B), applicati ai tratti d'alveo sottesi dalle derivazione idroelettriche, si sono dedicati altri tre giorni di campionamento.
Per ogni scenario, le 12 stazioni monitorate erano localizzate nel tratto settentrionale di competenza del Consorzio dell'Oglio (Tab. 5.1).
Lo scenario di deflusso del 15%, previsto dal progetto di sperimentazione per la campagna n° 1/2009, non si è potuto effettuare a causa di condizioni meteorologiche instabili, così come non è stato possibile applicare lo scenario del 5% e del 10% nella campagna n° 4/2010. In tale occasione si è però effettuato il campionamento per valori di portata maggiori rispetto allo scenario del 15%.
In occasione degli scenari di deflusso che prevedevano il campionamento dell'intera asta fluviale, alle stazioni individuate nel "*Protocollo per la sperimentazione del rilascio del D.M.V. nel fiume Oglio sublacuale*" sono stati aggiunti altri punti di prelievo in corrispondenza di alcuni immissari che presentavano una portata significativa durante le campagne di misura (Tab. 5.2).
Come da protocollo, nel periodo non irriguo e nelle stazioni sul fiume Oglio a valle delle derivazioni irrigue, non si sono effettuati prelievi d'acqua; ciò ha interessato non solo i campionamenti autunnali e invernali, ma anche quello primaverile a causa dei forti eventi di pioggia che hanno caratterizzato l'anno 2010.
Nelle campagne di misura del periodo irriguo, n° 1/2009 (estate) e n° 4/2010 (primavera), per valori di portata trascurabili o assenti non si sono campionati gli scarichi di allevamenti ittici (impianto di Rudiano e di Torre Pallavicina): nella stagione tardo-primaverile ed estiva infatti le acque delle vasche raggiungono valori di temperatura troppo elevati per poter allevare trote, di conseguenza gli impianti sono mantenuti al minimo di funzionamento.
In alcune occasioni invece è stato impossibile campionare gli scarichi di depurazione dei reflui urbani perché sommersi dalle acque del fiume.

[83] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del mare: DECRETO 14/04/2009 , n. 56 "Regolamento recante «Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo».

Tra le campagne n° 1/2009 (estiva) e n° 2/2009 (autunnale) e quelle n° 3/2010 (invernale) e n° 4/2010 (primaverile) si sono effettuati due cambiamenti rispetto a quanto stabilito nel Protocollo di sperimentazione. Il primo ha riguardato le stazioni STD12, STE16, rispettivamente qualche metro a valle degli sbarramenti della centrale Italgen a Tagliuno e della centrale Elettra2000 a Palazzolo sull'Oglio.
Per queste stazioni si è deciso di sospendere il campionamento delle acque del fiume perché i valori di concentrazione riscontrati erano simili a quelli delle stazioni FN11A e FN15A, appena a monte rispetto agli sbarramenti stessi. Si è comunque assicurata l'indagine sulla qualità delle acque nei due tratti d'alveo sottesi dalle derivazione idroelettriche utilizzando le informazioni delle stazioni STD14 e STE18, rispettivamente per le due centrali idroelettriche, posizionate appena a monte delle restituzioni delle centrali.
Il secondo cambiamento ha riguardato il posizionamento delle stazioni sul fiume Oglio a valle dell'immissione del Mella e del Chiese, stazioni nelle quali si sono effettuate misure di ossigeno disciolto, COD, BOD_5 per valutare la "curva a sacco dell'ossigeno" ovvero del consumo repentino di ossigeno dovuto all'ingresso del carico organico dei due principali affluenti.
Nelle campagne n° 1/2009 e n° 2/2009, poiché le stazioni sull'Oglio, posizionate alla distanza di 500 m l'una dall'altra e di 200, 700, 1200 e 1700 m dall'ingresso del Mella e del Chiese, non hanno mostrato alcun andamento decrescente del contenuto di ossigeno disciolto nelle acque dell'Oglio si è deciso di spostare le stazioni a distanze maggiori dai due ingressi, rispettivamente di 3.5, e 9.7 km dall'immissione del Mella e di 1.7, 4 e 6.5 km dall'immissione del Chiese, garantendo in questo modo il completo rimescolamento delle acque dei due affluenti con le acque dell'Oglio.

Tab. 5.1 - Date di campionamento delle due campagne di misura

Campagna di misura	Scenario	Gruppo	Data di campionamento	N° stazioni campionate
n° 1 (estate 2009)	5%	A	05/08/2009	15
	5%	A	06/08/2009	21
	5%	A	12/08/2009	20
	5%	A	13/08/2009	20
	7.5%	B	03/09/2009	12
	10%	B	09/09/2009	12
n° 2 (autunno 2009)	5%	B	04/11/2009	12
	7.5%	B	10/11/2009	12
	10%	B	18/11/2009	12
	15%	A	30/11/2009	21
	15%	A	01/12/2009	21
	15%	A	02/12/2009	22
	15%	A	03/12/2009	9
n° 3 (inverno 2010)	5%	B	27/01/2010	12
	7.5%	B	03/02/2010	12
	10%	B	24/02/2010	12
	15%	A	08/02/2010	17
	15%	A	09/02/2010	24
	15%	A	10/02/2010	15
	15%	A	11/02/2010	20
n° 4 (primavera 2010)	7,5%	B	28/04/2010	12
	15%	B	20/05/2010	12
	n.d.	A	31/06/2010	17
	n.d.	A	01/06/2010	18
	n.d.	A	04/06/2010	32

Tab. 5.2 - Punti di prelievo aggiunti durante le due campagne di misura

Nome stazione	Numero	Coordinate Gauss-Boaga	
		X	Y
Canale Acque Alte	81	1624604	4992780
Canale Fossola	82	1628743	4986913
Scolo Cidellara-Piave	83	1602441	5003649
Torrente Uria	84	1571903	5055674
Torrente Bremola	85	1572737	5055087
Torrente Rillo	86	1566049	5048205
Scolo Tartaro	87	1617509	4998947
Scolo Cavata	88	1618763	4998518

5.3.1.2 Descrittori Chimico-Fisici

Secondo il "*Protocollo per la sperimentazione del rilascio del D.M.V. nel fiume Oglio sublacuale*" si sono monitorati i "parametri di base" indicati dalla Regione[2], integrati con "parametri aggiuntivi" (Tab.5.3).

Tab. 5.3 - Parametri di base e aggiuntivi previsti dall'Azione 2 – Monitoraggio chimico-fisico

Parametri di base	Parametri aggiuntivi
Temperatura	Azoto nitroso (NO_2^-)
Ossigeno disciolto (O_2)	Azoto totale (TN)
Carbonio inorganico disciolto (DIC)	Fosforo Reattivo Solubile (SRP)
pH	Metano (CH_4)
Conducibilità elettrica	Clorofilla-a fitoplanctonica
Domanda Biochimica di Ossigeno (BOD_5)	
Domanda Chimica di Ossigeno (COD)	
Azoto ammoniacale (NH_4^+)	
Azoto nitrico (NO_3^-)	
Fosforo totale (TP)	
Escherichia coli	
Solidi sospesi totali (SST)	

I parametri di base e i parametri aggiuntivi sono stati monitorati in tutte le stazioni del fiume Oglio sub lacuale ad eccezione del descrittore microbiologico *Escherichia coli* per il quale si è deciso di effettuare il campionamento nelle stazioni fluviali a monte e a valle di scarichi di impianti di trattamento dei reflui urbani e nelle stazioni di monitoraggio ARPA.
I parametri metano, clorofilla-a fitolplantonica, carbonio inorganico disciolto ed *Escherichia coli* non sono stati monitorati nelle stazioni dei principali affluenti e degli ingressi perché non apportano informazioni significative alla sperimentazione del DMV sul fiume Oglio.

5.3.1.3 Metodologia di campionamento

I campionamenti d'acqua sono stati effettuati secondo quanto previsto da APAT-CNR-IRSA[84].
In ogni sito sono stati prelevati con bottiglia di plastica fissata all'estremità di un palo circa 2 litri d'acqua; bottiglie di vetro sterili sono state impiegate per raccogliere aliquote di acqua per l'analisi di *Escherichia coli*.

[84] APAT-CNR-IRSA *"Metodi analitici per le acque"* (Manuali e Linee Guida 29/2003)

Con sonda multiparametrica (YSI modello 556 MPS)si sono misurati in campo temperatura, conducibilità e ossigeno disciolto, il pH con pHmetro Hamilton.
Aliquote non filtrate dei campioni acquosi sono state conservate in bottiglie di vetro per la determinazione del BOD_5 e di plastica per la determinazione di COD, TP e TN.
Filtri Whatman GF/C (diametro 47 mm, porosità 0,45 µm, montati su portafiltri Sartorius in materiale plastico) sono stati utilizzati per filtrare aliquote di campione in boccetti in vetro Exetainer® (Labco, UK) per la misura di DIC, CH_4 e SRP e in boccetti di plastica per la determinazione delle forme inorganiche azotate (NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-).
I filtri sono stati conservati e impiegati per l'analisi della clorofilla-a fitoplanctonica.
Altri filtri Whatman GF/C precedentemente pesati sono stati utilizzati per la determinazione in laboratorio dei SST tramite opportuno apparato di filtrazione.
I campioni sono stati conservati in freezer sia durante il trasporto che in laboratorio e processati entro 24 ore dal prelievo per i parametri più reattivi (*Escherichia coli*, BOD_5, SST, DIC e CH_4) ed entro pochi giorni per la determinazione dei soluti più stabili, in accordo con le metodiche APAT e secondo quanto descritto nel paragrafo successivo.

5.3.1.4 Determinazioni chimico-fisiche: metodi di analisi

Per ogni parametro sono sinteticamente indicati i metodi impiegati, il principio su cui si fondano, i rispettivi intervalli di utilizzazione, l'unità di misura adottata per la trasmissione dei risultati ed il range di rilevazione della strumentazione impiegata.
Per ogni ulteriore dettaglio circa caratteristiche e applicazione degli stessi si rimanda alla letteratura specializzata.

Parametri di base

Temperatura
- Determinazione: sul campione tal quale
- Riferimento: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 2100
- UM: °C
- Limite di rilevamento: tra -5 a 45°C, ±0.15°C
- Strumentazione: sonda multiparametrica
- Descrizione: misura in situ, immersione dell'elemento sensibile dello strumento e lettura al raggiungimento dell'equilibrio termico

Ossigeno Disciolto (O_2)
- *Determinazione*: sul campione tal quale
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 4120 (A1)
- *UM*: mg O_2 l^{-1} e % di saturazione
- *Limite di rilevamento*: tra 0 e 50 mg O_2 l^{-1}, ±0.2 mg O_2 l^{-1} e 0 e 200%, ±2%
- *Strumentazione*: sonda multiparametrica, strumentazione analitica di laboratorio
- *Descrizione*: misura in situ, immersione dell'elemento sensibile dello strumento e lettura al raggiungimento dell'equilibrio (previa taratura)

Carbonio Inorganico Disciolto (DIC)
- *Determinazione*: sul campione filtrato, filtri Whatman, GF/C, porosità nominale 0,45 µm, Ø 47 mm
- *Riferimento*: Anderson L.G., Hall P.O.J., Iverfeldt A., Van der Loeff M.M.R., Sundby B., Westerlund S.F.G. 1986. Benthic respiration measured by total carbonate production. Limnology and Oceanography, 31: 319-329
- *UM*: mmol CO_2 l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: tra 0 e 20 mmol CO_2 l^{-1}, ±10%
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio
- *Descrizione*: titolazione potenziometrica con acido cloridrico a 6 punti negli intervalli 7.7 - 6.6 e 4.4 - 3.7 unità di pH

-

pH
- *Determinazione*: sul campione tal quale
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 2060
- *UM*: unità di pH

- *Limite di rilevamento*: tra 0 a 14 unità, ±0.05
- *Strumentazione*: pH-metro
- *Descrizione*: misura in situ, determinazione per via potenziometrica mediante elettrodo a vetro combinato con elettrodo di riferimento (previa taratura con soluzioni tampone a pH noto alla medesima temperatura del campione)

Conducibilità Elettrica
- *Determinazione*: sul campione tal quale
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 2030
- *UM*: µS cm^{-1}
- *Limite di rilevamento*: tra 0 a 20000 µS cm^{-1}, ±1 µS cm^{-1}
- *Strumentazione*: sonda multiparametrica
- *Descrizione*: misura in situ, immersione dell'elemento sensibile dello strumento e lettura al raggiungimento dell'equilibrio

Richiesta Biochimica di Ossigeno (BOD_5)
- *Determinazione*: sul campione tal quale
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 5120 (A)
- *UM*: mg O_2 l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: tra 0 a 10 mg O_2 l^{-1}, ±0.1 mg O_2 l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, termostato
- *Descrizione*: determinazione del consumo di ossigeno disciolto nel campione dopo incubazione di cinque giorni al buio ed alla temperatura di 20°C; misura dell'ossigeno disciolto tramite titolazione iodometrica secondo il metodo Winkler (punto finale apprezzato mediate viraggio dell'indicatore salda d'amido)

Richiesta Chimica di Ossigeno (COD)
- *Determinazione*: sul campione tal quale
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 5130
- *UM*: mg O_2 l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: tra 0 a 10 mg O_2 l^{-1}, ±0.1 mg O_2 l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio
- *Descrizione*: ossidazione delle sostanze organiche ed inorganiche contenute nel campione mediante soluzione di dicromato di potassio in presenza di acido solforico, titolazione dell'eccesso di dicromato con soluzione di solfato di ammonio e ferro

Azoto ammoniacale (NH_4^+)
- *Determinazione*: sul campione filtrato, filtri Whatman, GF/C, porosità nominale 0,45 µm, Ø 47 mm
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 4030 (A1)
- *UM*: mg N l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: range da 0 a 1.6 mg N l^{-1}, ±0.010 mg N l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, spettrofotometro
- *Descrizione*: reazione dello ione ammonio con salicilato sodico e cloro e formazione di indofenolo, assunzione di colorazione verde-blu in ambiente alcalino ed in presenza di nitroprussiato sodico misurabile spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 690 nm

Azoto nitrico (NO_3^-)
- *Determinazione*: sul campione filtrato, filtri Whatman, GF/C, porosità nominale 0,45 µm, Ø 47 mm
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 4040 (A1)
- *UM*: mg N l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: tra 0 a 1.5 mg N l^{-1}, ±0.010 mg N l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, spettrofotometro
- *Descrizione*: reazione dello ione nitrato con salicilato sodico in soluzione acida per acido solforico, assunzione di colorazione gialla in ambiente alcalino misurabile spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 420 nm

Fosforo Totale (TP) (1 mg P = 3,06 PO_4)
- *Determinazione*: sul campione tal quale
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 4060
- *UM*: mg P l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: tra 0 a 0.6 mg P l^{-1}, ±0.010 mg P l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, spettrofotometro
- *Descrizione*: ossidazione dei composti organici ed inorganici del fosforo a ortofosfato mediante miscela di potassio persolfato, acido borico e idrossido di sodio; reazione dello ione ortofosfato con molibdato di ammonio e potassio antimonio tartrato in ambiente acido, formazione di un complesso fosfomolibdico (eteropoliacido) ridotto con acido ascorbico a blu di molibdeno, misurabile spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 882 nm (metodo 4110)

Escherichia coli
- *Determinazione*: sul campione tal quale
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 7030 (D)
- *UM*: Unità Formanti Colonia (UFC) per 100 ml di campione
- *Limite di rilevamento*: tra 0 a 30 UFC per piastra, ±10%
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio sterile, terreno di coltura CCA (Chromogenic Coliform Agar), termostato
- *Descrizione*: filtrazione di aliquote di campione su membrana di esteri di cellulosa (porosità nominale 0,45 μm), conteggio del numero di colonie di Escherichia coli (colore blu-verde) cresciute nel periodo di incubazione (18-24 ore a 44±1°C) sulla membrana posta su terreno colturale agarizzato addizionato con sostanze cromogene

Solidi Sospesi Totali (SST)
- *Determinazione*: sul campione tal quale, analisi del filtro
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 2090 (B)
- *UM*: mg SST l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: tra 0 a 1000 mg SST l^{-1}, ±10%
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, apparato di filtrazione, stufa
- *Descrizione*: determinazione per via gravimetrica, filtrazione di un volume noto di campione attraverso un filtro pre-pesato (porosità nominale 0,45 μm) ed essiccamento in stufa a 70°C fino a peso costante

Parametri aggiuntivi

Azoto nitroso (NO_2^-)
- *Determinazione*: sul campione filtrato, filtri Whatman, GF/C, porosità nominale 0,45 μm, Ø 47 mm
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 4050
- *UM*: mg N l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: range da 0 a 0.9 mg N l^{-1}, ±0.005 mg N l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, spettrofotometro
- *Descrizione*: reazione di diazotazione del sulfanilammide da parte dello ione nitroso in ambiente acido, successiva copulazione con N-(1-naftil)-etilendiammina e formazione di un azotocomposto di colore rosso porpora misurabile spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 543 nm

Azoto Totale (TN) (1 mg N = 4,43 mg NO_3^- = 1,29 mg NH_4^+)
- *Determinazione*: sul campione tal quale
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 4060
- *UM*: mg N l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: da 0 a 2.0 mg N l^{-1}, ±0.050 mg N l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, spettrofotometro
- *Descrizione*: ossidazione dei composti organici ed inorganici dell'azoto a nitrato mediante miscela di potassio persolfato, acido borico e idrossido di sodio; riduzione quantitativa del nitrato a nitrito mediante percolazione del campione attraverso cadmio granulare metallico ramato impaccato in colonna di vetro (metodo 4040 A2); reazione di diazotazione del sulfanilammide da parte dello ione nitroso in ambiente acido, successiva

copulazione con N-(1-naftil)-etilendiammina e formazione di un azotocomposto di colore rosso porpora misurabile spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 543 nm (metodo 4050)

Fosforo Reattivo Solubile (SRP)
- *Determinazione*: sul campione filtrato, filtri Whatman, GF/C, porosità nominale 0,45 μm, Ø 47 mm
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; Codice metodo: 4110 (A1)
- *UM*: mg P l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: da 0 a 0.4 mg P l^{-1}, ±0.005 mg P l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, spettrofotometro
- *Descrizione*: reazione dello ione ortofosfato con molibdato di ammonio e potassio antimonio tartrato in ambiente acido, formazione di un complesso fosfomolibdico (eteropoliacido) ridotto con acido ascorbico a blu di molibdeno, misurabile spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 882 nm

Metano
- *Determinazione*: sul campione filtrato, filtri Whatman, GF/C, porosità nominale 0,45 μm, Ø 47 mm
- *Riferimento*: /
- *UM*: μmol CH_4 l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: da 0 a 10 μM, ±0.001 μmol CH_4 l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, gascromatografo
- *Descrizione*: analisi gascromatografica con rivelatore FID (Flame Ionization Detector)

Clorofilla-a fitoplanctonica
- *Determinazione*: sul campione tal quale, analisi del filtro
- *Riferimento*: APAT-CNR-IRSA[84]; *Codice metodo*: 9020
- *UM*: μg Chl-a l^{-1}
- *Limite di rilevamento*: da 0 a 100 μg Chl-a l^{-1}, ±1 μg Chl-a l^{-1}
- *Strumentazione*: strumentazione analitica di laboratorio, apparato di filtrazione, spettrofotometro
- *Descrizione*: filtrazione di un volume noto di campione attraverso un filtro (porosità nominale 0,45 μm), estrazione con acetone (a 4°C in condizioni di buio per 24 ore) e lettura spettrofotometrica alle lunghezze d'onda di 630, 645, 663 e 750 nm

5.3.1.5 Analisi ed elaborazione dei dati idrochimici

L'analisi dei dati idrochimici raccolti durante le quattro campagna di misura ha previsto il calcolo degli indici per la determinazione della qualità delle acque basandosi sui valori di concentrazioni dei diversi parametri misurati. Quando le quantità delle specie chimiche misurate sono risultate inferiori al limite di rilevazione strumentale, gli è stato associato un valore pari alla metà del rispettivo limite (secondo la Direttiva 2009/90/CE del 31 luglio 2009, "*Specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque*"), al fine di agevolare le successive fasi di elaborazione numerica.
Per definire lo stato di qualità delle acque del fiume Oglio sub lacuale sono stati calcolati due indici: l'indice LIM (Livello di inquinamento da macrodescrittori) previsto dal D.lgs. 152/1999[8] ed il nuovo LIM_{eco} (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico) utilizzato a sostegno degli elementi biologici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici, secondo l'Allegato 1 del D.lgs. in corso di approvazione. Questa scelta è stata dettata dal nuovo D.lgs. 152/2006 e s.m.i., che non ha esplicitato fino alla fine del 2009 alcun riferimento di cambiamento o di mantenimento del vecchio indice LIM per stimare la qualità delle acque.
Consapevoli che il calcolo dell'indice LIM va effettuato su 12 campionamenti con cadenza mensile, l'utilizzo dello stesso e dei range di classe per ogni parametro in ognuna delle campagne di misura deve essere considerato come un valore indicativo dello stato di qualità stagionale e dello stato di qualità in funzione degli scenari di portata applicati.
Il calcolo dell'indice LIM_{eco}, che prevede invece campionamenti stagionali, risulta idoneo a rappresentare lo stato di qualità dell'Oglio con il disegno sperimentale adottato in questo progetto.

La risposta del sistema fluviale ai differenti scenari di portata, o DMV, è stata infine indagata utilizzando regressioni lineari tra i macrodescrittori aggregati di qualità del sistema fluviale e i deflussi in alveo.

5.3.2 Monitoraggio biologico

5.3.2.1. MACROINVERTEBRATI

Metodologia di campionamento

Per il campionamento dei macroinvertebrati si è seguito il protocollo previsto da ISPRA[85] e da IRSA – CNR[84], documenti attualmente punti di riferimento anche per ARPA Lombardia.
Nonostante la previsione iniziale di applicare congiuntamente anche l'indice IBE (Indice Biotico Esteso)[84], si è abbandonata l'idea anche a seguito di un confronto con personale dei Dipartimenti provinciali ARPA, che attualmente concentrano i propri sforzi sulla metodologia più recente.
Tuttavia, alla luce della mancata definizione ufficiale delle condizioni di riferimento per i corpi idrici e dell'impossibilità di applicare il nuovo indice "Star_ICMi" [86] "è stato per ora possibile effettuare solo un confronto basato sulle liste tassonomiche riscontrate e sui principali indici di biodiversità.
Per poter applicare il metodo "Star_ICMi" si è identificata dapprima l'Idroecoregione (HER), come previsto dalla WFD, da cui dipendono la superficie da campionare e l'area di campionamento. Nel presente lavoro l'area di studio appartiene interamente all'Idroecoregione 6 - HER Pianura Padana.
Le caratteristiche dei diversi tipi di monitoraggio sono indicate nel Notiziario dei Metodi analitici [8] in cui è previsto anche un diverso approccio a seconda che il tratto di fiume preso in esame sia Guadabile o Non guadabile; il livello di identificazione richiesto per il metodo ICM varia invece in relazione al tipo di monitoraggio[87].

Per i Tratti Guadabili, cioè i tratti fluviali dove è possibile accedere in sicurezza a porzioni di alveo sufficientemente estese e tali da consentire il raggiungimento di tutti i principali microhabitat rappresentativi del sito, è stato utilizzato, secondo le norme CEN, un Retino Surber (maglia 500 μm, area 22x23 cm).
I campionamenti effettuati hanno previsto la raccolta di 10 repliche secondo l'approccio multi-habitat proporzionale nei tratti definiti *Generico* o *Pool* (ove riconoscibile).

Per i Tratti Non Guadabili sono stati predisposti Substrati Artificiali (S.A.) in faesite grezza: l'unità di campionamento considerata è rappresentata dall'insieme di 5 S. A collegati tra loro in modo da ottenere una superficie di colonizzazione pari a 0.5 m^2. La metodologia prevede che i S. A., appositamente ancorati e fissati, vengano lasciati in colonna d'acqua per circa 30 giorni (possibilità di 25 giorni nel periodo estivo).
In ogni sito non guadabile sono state posizionate 2 Unità di campionamento (10 S.A.) per poter avere maggiori informazioni da zone diverse e prevenire asportazioni o vandalismi. Ciò va

[85] ISPRA "*Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili*" in Manuale "Metodi Biologici per le acque. Parte I" 2007

[86] IRSA-CNR - Notiziario dei metodi analitici, n° 1, Marzo 2007. Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/ EC (WFD): l'Indice Star_ICMi"

[87] La Direttiva 2000/60/CE prevede infatti tre tipi di monitoraggio (operativo, di sorveglianza, di indagine) applicabili in relazione allo stato e agli obbiettivi da raggiungere per ciascun corpo idrico.

oltre le richieste del monitoraggio Operativo[88] che prevede solo 1 Unità di campionamento (5 S.A.), ma non soddisfa a pieno quelle del monitoraggio Investigativo perché manca il campione integrativo rappresentato dalle macrofite/detrito sul cavo (comunque non sempre presenti).

Substrati artificiali

Stazioni di campionamento e campagne di misura

Nella stagione estiva si sono effettuate 9 uscite in campo (Tab. 5.4) per un totale di 21 stazioni di cui 14 coincidono con quelle identificate nel Progetto di sperimentazione, altri siti sono stati invece caratterizzati a monte o a valle delle aree indicate dal progetto soprattutto per motivi di accessibilità dei luoghi e alla necessità di mascherare la presenza dei substrati artificiali nei tratti non guadabili.
La migliore conoscenza del territorio ha consentito di operare nella campagna autunnale su 18 siti, corrispondenti alle stazioni elencate nel progetto (con l'aggiunta della stazione n° 53 prefiume Mella, nuova stazione ARPA); 4 siti sono stati invece esclusi poiché ritenuti poco significativi o con problematiche di accessibilità. Nell'ottica del riordino delle stazioni, la campagna autunnale è risultata maggiormente esaustiva per quel che riguarda un confronto con i dati ARPA, rientrandovi tutte e 6 le stazioni comprese nella rete ufficiale di monitoraggio. Inoltre è presente un possibile confronto monte-valle legato al fiume Mella, affluente principale dell'Oglio con notevoli apporti di inquinanti, nonché l'analisi per 4 grandi captazioni idroelettriche nella parte settentrionale del fiume.
La stagione invernale ha confermato l'analisi delle 18 stazioni estive; le uscite in campo sono state complessivamente 7 come nella stagione primaverile.

[88] Il monitoraggio operativo ha l'obiettivo principale di stabilire lo stato dei corpi idrici a rischio di non raggiungere lo stato ambientale prefissato (i.e. stato ecologico buono), di valutarne qualsiasi variazione risultante dai programmi di misure e di ridefinirne quindi lo stato.

Tab. 5.4 - Date di campionamento dei macroinvertebrati delle campagne di misura
(la sigla S.A. indica Substrati Artificiali)

Campagna di misura	Data di campionamento	N° stazioni campionate
n° 1 (estate 2009)	05/08/2009	4 (deposizione S.A.)
	12/08/2009	4 (deposizione S.A.)
	13/08/2009	4 (deposizione S.A.)
	21/08/2009	4 (Retino Surber)
	25/09/2009	4 (Retino Surber)
	03/09/2009	4 (recupero S.A.)
	09/09/2009	4 (recupero S.A.)
	11/09/2009	4 (recupero S.A.)
	18/09/2009	2 (Retino Surber)
n° 2 (autunno 2009)	30/10/2009	6 (deposizione S.A.)
	02/11/2009	6 (deposizione S.A.)
	04/11/2009	3 (Retino Surber)
	05/11/2009	3 (Retino Surber)
	30/11/2009	4 (recupero S.A.)
	02/12/2009	4 (recupero S.A.)
	04/12/2009	4 (recupero S.A.)
n° 3 (inverno 2010)	26/01/2010	3 (Retino Surber)
	27/01/2010	3 (Retino Surber)
	28/01/2010	6 (deposizione S.A.)
	29/01/2010	6 (deposizione S.A.)
	22/02/2010	4 (recupero S.A.)
	23/02/2010	4 (recupero S.A.)
	24/02/2010	4 (recupero S.A.)
n° 4 (primavera 2010)	26/04/2010	4 (Retino Surber e deposizione S.A.)
	27/04/2010	4 (Retino Surber)
	28/04/2010	4 (deposizione S.A.)
	29/04/2010	6 (deposizione S.A.)
	31/05/2010	4 (recupero S.A.)
	01/06/2010	3 (recupero S.A.)
	08/06/2010	3 (recupero S.A.)

Analisi ed elaborazione complessiva dei dati

L'organizzazione delle informazioni ha consentito di presentare i dati di composizione della comunità campionata, mettendo a confronto la struttura ottenuta con il campionamento su transetto (metodo IBE) rispetto a quella individuata con il campionamento di tipo multi-habitat proporzionale. Si è ritenuto inoltre interessante analizzare le comunità campionate nei diversi micro-habitat, al fine di valutarne le eventuali differenze.
Per ciascuna stazione, separatamente, si sono elaborati i risultati dei campionamenti, raccogliendo nelle rispettive tabelle l'elenco dei taxa rilevati e il numero d'individui raccolti in ciascun micro-habitat e complessivamente evidenziando in primo luogo le differenze emerse tra i due metodi d'indagine, attraverso il confronto tra i taxa campionati e le loro abbondanze.
Per il campionamento di tipo multi-habitat proporzionale i dati si riferiscono al conteggio totale degli organismi raccolti; per il campionamento IBE i simboli delle abbondanze assegnati a ciascun taxon saranno convertiti in valori numerici, sulla base del "giudizio esperto" tenuto conto della frequenza tipica di ciascun taxon all'interno della comunità.
Si sono evidenziate infine le eventuali differenze che possono emergere tra le comunità individuate nei diversi micro-habitat censiti all'interno della stessa stazione.
Per completezza di informazione, si è anche realizzata una breve analisi sulla base della condivisione di caratteristiche comuni dal punto di vista biologico e ecologico (*biological traits and ecological traits*, Usseglio-Polatera et al., 2000)[89].

[89] P. Usseglio-Polatera et all. "*Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates: relationships and definition of groups with similar traits*", Freshwater Biology (2000) 43, 175-205

5.3.2.2 MACROFITE

Le macrofite come indicatori

Le comunità di produttori primari, che rivestono un ruolo fondamentale in qualsivoglia ecosistema, regolano le relazioni trofiche che si instaurano in risposta ai fattori abiotici esterni.
All'interno di un corpo idrico le comunità dei produttori primari sono riconducibili a due differenti macrogruppi rappresentati rispettivamente dalle macrofite e dalle microalghe. Al primo gruppo, privo di valore sistematico, sono ricondotte tutte le Fanerogame, le Pteridofite, le Briofite e le macroalghe (le alghe pluricellulari, ad es. quelle ascritte ai generi *Chara*, *Cladophora*, ecc.) che colonizzano gli ambienti acquatici e sono macroscopicamente visibili; al secondo gruppo si attribuiscono le microalghe ascritte al fitoplancton e al microfitobenthos.
Secondo le indicazioni della WFD questi due macrogruppi vanno caratterizzati separatamente ai fini valutativi. La Direttiva limita, dunque, lo sforzo valutativo relativo agli elementi biologici autotrofi ai soli popolamenti vegetali che colonizzano il corpo idrico propriamente detto (fanerogame acquatiche e anfifite, macroalghe, fitoplancton e microfitobenthos).
E' noto, però, che lo stato ecologico di un corso d'acqua è profondamente influenzato anche dal livello di conservazione della componente vegetazionale riparia (comunità pioniere erbacee, arbustive e arboree) non esclusivamente acquatica; anzi, recentemente si è andata affermando una nuova disciplina, la biogeomorfologia, che ha ampiamente verificato i reciproci legami tra tendenze evolutive della vegetazione riparia ed evoluzione delle unità geomorfologiche fluviali (Corenblit et al., 2007)[90].

L'approccio valutativo da impiegare deve superare quindi i limiti della semplice descrizione naturalistica e floristico-vegetazionale (intesa come diversità in specie e habitat) delle comunità acquatiche, porgendo attenzione ai processi che sostengono e connotano l'evoluzione dei microhabitat fluviali, un aspetto di rilievo per la valutazione complessiva del sistema fluviale.
Sulla base di informazioni relative alla struttura (verticale e orizzontale), allo stadio evolutivo e alla composizione floristica (rapporto tra essenze autoctone e alloctone) è possibile giungere ad un'appropriata caratterizzazione e descrizione dello stato di conservazione di una formazione vegetale.

Macrofite (macroalghe, briofite, pteridofite e fanerogame)

Le relazioni esistenti tra distribuzione e ricchezza composizionale delle comunità macrofitiche e parametri ambientali (conducibilità, alcalinità, pH, nutrienti inorganici, ecc.) sono state ampiamente indagate. Numerosi autori hanno evidenziato come la semplicità strutturale delle comunità delle *headwater* sia dipendente dal prevalere di condizioni di una maggiore acidità, di più bassa conducibilità e più contenuti tassi di mineralizzazione rispetto alle acque degli ambiti planiziali caratterizzate da valori di pH neutri o solo debolmente acidi, tenori elevati in nutrienti e comunità maggiormente strutturate in termini di diversità specifica e biomasse (Thiébaut & Muller, 1999). Globalmente condivise sono, inoltre, le evidenze sugli effetti portati alle comunità dei produttori primari acquatici da un eccesso di disponibilità di nutrienti (in particolare di P e N). Tale eccesso si traduce in un progressivo depauperamento delle comunità in termini di eterogeneità composizionale e strutturale, e nello scatenamento di eventi di iperproliferazione a cui seguono stadi pulsanti distrofici. Attraverso approfondite campagne di monitoraggio è stato possibile verificare, infine, il differente grado di sensibilità delle macrofite nei confronti dell'inquinamento; esse possono, infatti, essere considerate dei buoni indicatori ambientali.
I dati di presenza e abbondanza dei singoli taxa possono essere utilizzati per ottenere delle inferenze relative alla qualità delle acque e al livello di alterazione dei corpi idrici (Caffrey, 1987; Haury & Peltre, 1993; Haury et al., 1996).

[90] Corenblit, D.et al. 2007. "*Reciprocal interactions and adjustments between fluvial landforms and vegetation dynamics in river corridors: a review of complementary approaches*". Earth-Science Reviews **84:**56–86.

Metodologia di campionamento

Il campionamento delle macrofite è stato eseguito secondo la metodologia proposta da ISPRA - APAT[91] che permette, in un secondo tempo, di calcolare l'indicatore macrofitico per i corsi fluviali. Nell'ambito del presente progetto, l'Azione 3 (M*onitoraggio delle macrofite*) si limiterà alla raccolta e sistematizzazione (analisi della diversità funzionale e strutturale dei popolamenti macrofitici) dei dati di campo, non si dispone ad oggi, infatti, delle metriche necessarie al calcolo dell'indicatore.

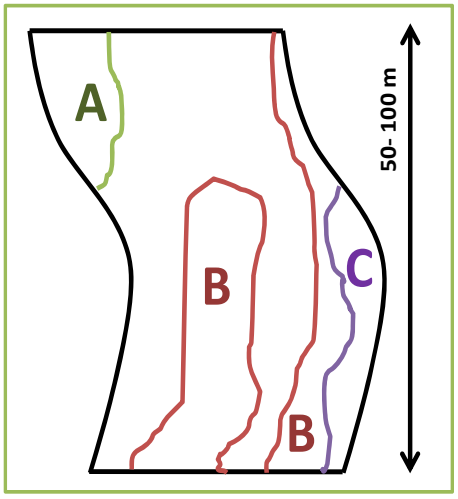
I campionamenti sono stati effettuati (come previsto dal protocollo) nel periodo di massimo sviluppo della vegetazione acquatica, ossia indicativamente tra marzo e ottobre, in funzione delle differenze climatiche locali e del regime idrologico del corso d'acqua oggetto di studio. Inoltre, per essere sicuri che la comunità sia strutturalmente integra, che la torbidità sia ridotta, e che il livello dell'acqua sia adeguatamente basso, i campionamenti devono essere realizzati a distanza di diversi giorni da una morbida, e di decine di giorni a distanza da una piena. Dato che le cenosi acquatiche evolvono e si trasformano anche significativamente nel corso della stagione di crescita è necessario replicare i campionamenti almeno in due distinte fasi vegetative nel corso della stessa stagione di crescita. In linea di massima, il primo rilevamento della vegetazione deve essere effettuato tra aprile e giugno e il secondo tra luglio e settembre. Nel corso del primo anno di analisi sono state condotte 2 campagne di caratterizzazione: agosto-settembre 2009 (12 agosto - 9 settembre) e luglio 2010 (18-27 luglio). Non è stato possibile svolgere la seconda campagna di caratterizzazione nel periodo indicato dal protocollo a causa delle particolari condizioni idrologiche del fiume, si è preferito, infatti, posticipare la prima campagna del 2010 a fine luglio e la seconda a fine settembre 2010.

Per una corretta caratterizzazione, la stazione da rilevare deve essere rappresentativa del tratto omogeneo di corso d'acqua che s'intende indagare e deve comprendere, per quanto possibile, tutte le *facies* idrologiche e biologiche presenti nel tratto in analisi, comprese le porzioni lentiche (*pool*) del corso d'acqua. Lo sviluppo longitudinale della stazione è compreso fra i 50 e 100 m, in funzione delle dimensioni del corso d'acqua e dei livelli di copertura delle macrofite presenti. In corrispondenza di ciascun tratto si è proceduto ad annotare la localizzazione geografica (rilevata tramite sistema GPS), l'ampiezza media dell'alveo bagnato al momento del rilevamento, l'ampiezza media dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto longitudinale considerato ed ogni eventuale ulteriore osservazione. È risultato, infine, di estrema utilità acquisire un adeguato corredo fotografico ad alta risoluzione della stazione e dei popolamenti a macrofite.
Quanto al campionamento vero e proprio, innanzitutto si è proceduto a stimare la copertura complessiva della comunità macrofitica presente nel tratto in esame in termini di copertura percentuale rispetto alla superficie dell'alveo bagnato (considerata come la superficie di riferimento per lo studio del grado di colonizzazione da parte dei produttori primari) assunta pari al 100%. I valori di copertura sono stati espressi con numeri interi multipli di cinque, secondo una scala che va da 5 a 100. Per ottenere dati rappresentativi, l'analisi della comunità deve essere effettuata dall'interno del corso d'acqua, non è, infatti, sufficiente procedere a una sommaria valutazione delle percentuali di copertura dalle rive fluviali. Percorrendo l'intero sviluppo della stazione controcorrente, procedendo, possibilmente, a zig-zag da una sponda all'altra, sono stati annotati tutti i taxa presenti. Nei settori propriamente potamali all'osservazione diretta in alveo è stato associato l'impiego di rastrelli modificati per stimare il grado di colonizzazione dei fondali.
Il protocollo richiede di raggiungere un grado di dettaglio tassonomico a livello di specie per fanerogame, pteridofite e briofite; mentre per la componente macro-alghe è sufficiente provvedere, in linea di massima, all'identificazione dei singoli taxa a livello di genere. Ripercorrendo la stazione in direzione opposta, si verifica la corretta identificazione di tutti i taxa presenti e si attribuiscono i valori di copertura percentuale taxon-specifici. La totalità della comunità macrofitica rinvenuta diventa ora il totale rispetto al quale valutare i tassi di copertura taxon-specifici, anch'essi da esprimere utilizzando una scala discreta che va da 5 a 100, secondo valori che coincidono comunque con numeri interi multipli di cinque. In termini pratici,

[91] ISPRA "*Protocollo di campionamento per le macrofite delle acque correnti*" in Manuale "Metodi Biologici per le acque. Parte I" 2007

l'attribuzione delle percentuali è stata condotta individuando dapprima i taxa (o il taxon) più abbondanti/e, assegnandogli i/il valori/e di copertura più elevati/o (> 20). Nel caso sia presente un solo taxon ad esso sarà assegnato un valore di copertura pari a 100; ai taxa caratterizzati da presenza esclusivamente puntuale (con coperture inferiori al 5%) è stato attribuito un valore di copertura "+" analogamente a quanto previsto nel rilievo di tipo fitosociologico. La somma dei valori di copertura attribuiti ai diversi taxa dovrà, alla fine, ammontare a 100; va sottolineato, comunque, che il valore di copertura + non contribuisce alla somma complessiva non rientrando nel calcolo dell'indicatore (con una significativa perdita di informazione). È importante, soprattutto nel caso di stazioni a buona diversità floristica, che il processo di attribuzione delle coperture comporti l'osservazione ripetuta con conseguente correzione e verifica delle valutazioni complessive sulle coperture dei singoli taxa (controllando sempre, in ogni caso, che la somma delle coperture sia pari a 100). Così è stato fatto nell'ambito della presente sperimentazione, in ciascuna stazione campionata sono stati effettuati da un minimo di 4 a 6 distinti rilevamenti (a seconda della complessità delle comunità rilevate). Infine, per permettere una corretta rappresentazione dell'abbondanza dei taxa rilevati, si deve procedere alla traduzione dei valori di copertura relativi alla superficie macrofitica totale (considerando la copertura dell'intera comunità macrofitica come il totale rispetto al quale valutare la copertura percentuale dei vari taxa) in valori di copertura reali rispetto alla superficie dell'alveo bagnato della stazione (Fig. 5.1). I valori reali così ottenuti, al fine dell'applicazione delle metriche di valutazione, dovrebbero essere tradotti in coefficienti di copertura; solitamente secondo 5 classi (*range*) di copertura. Al fine della caratterizzazione della componente macrofitica nell'ambito della sperimentazione del DMV del fiume Oglio, ci limiteremo ad assegnare le percentuali di copertura ai taxa macrofitici.

Fig. 5.1 - Schema della procedura per caratterizzare la componente macrofisica in un sistema lotico.



ESEMPIO:
Copertura totale comunità: 50 %

Copertura taxon **A** rispetto alla comunità: 25 %
Copertura taxon **B** rispetto alla comunità: 50 %
Copertura taxon **C** rispetto alla comunità: 25 %

Copertura reale taxon **A**: 12,5 %
Copertura reale taxon **B**: 25 %
Copertura reale taxon **C** : 12,5 %
(rispetto l'area della stazione)

Considerazioni metodologiche integrative

In alcune stazioni la vegetazione a macrofite può essere caratterizzata da una struttura pluristratificata (solitamente su due livelli). In tal caso, la procedura per l'attribuzione delle percentuali di copertura va applicata distintamente a ciascuno degli strati individuati.
Per quanto riguarda l'attribuzione delle percentuali di copertura per la componente algale e per i muschi, è necessario tenere presente che gli aggregati che macroscopicamente appaiono omogenei possono, in realtà, essere costituiti da diversi generi. Non è quindi possibile distinguere in campo i diversi taxa e attribuire loro correttamente le percentuali di copertura. Un valido campionamento deve, pertanto, prevedere: (a) l'individuazione degli aggregati macroscopicamente omogenei distinguibili sulla base di colore, spessore e struttura; (b) l'attribuzione delle percentuali di copertura per ciascun aggregato macroscopicamente distinguibile in campo; (c) la raccolta di sub-campioni in diversi punti nell'ambito della stazione per ciascuna tipologia di aggregato individuata al fine di ottenerne un campione rappresentativo che (d) solo successivamente, sarà caratterizzato in laboratorio per procedere all'attribuzione corretta delle percentuali di copertura dei taxa che lo costituiscono.

A completamento delle analisi delle comunità macrofitiche, in corrispondenza di ciascuna delle stazioni monitorate è stato calcolato l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) secondo le indicazioni contenute nel manuale interpretativo (Siligardi et al., 2007[92]).

Stazioni di campionamento e campagne di misura

Nel corso delle due stagioni vegetative indagate (2009 e 2010) si sono effettuate 11 uscite in campo (6 nella prima campagna e 5 nella seconda; Tab.5.5). Nel corso di entrambe le campagne estive sono state caratterizzate un totale di 30 stazioni.

Tab. 5.5 - Date di campionamento delle macrofite (campagne n° 1/2009 e n°1a/2010).

Campagna di misura	Data di campionamento	N° stazioni campionate
n°1 (periodo vegetativo 2009)	12/08/2009	3
	13/08/2009	4
	21/08/2009	6
	25/09/2009	7
	03/09/2009	5
	09/09/2009	5
n°1a (periodo vegetativo 2010)	18/07/2010	6
	21/07/2010	6
	23/07/2010	3
	26/07/2010	8
	27/07/2010	7

Analisi ed elaborazione dei dati della comunità macrofitica

La totalità della comunità macrofitica rinvenuta diventa il totale rispetto al quale effettuare le valutazioni di copertura dei vari taxa. Anche i valori di copertura dei singoli taxa sono espressi attraverso una scala che va da 5 a 100, secondo valori che coincidono comunque con numeri interi multipli di cinque. Per procedere praticamente all'attribuzione delle percentuali è necessario individuare innanzitutto i taxa (o il taxon) più abbondanti, a questi saranno assegnati valori di copertura elevati (>20). Nell'ambito dei taxa più abbondanti è necessario individuare l'eventuale netta predominanza di alcuni taxa (o di un singolo taxon). Nel caso sia presente un solo taxon ad esso sarà assegnato un valore di copertura pari a 100. Successivamente si individueranno i taxa ancora significativamente presenti, ma con valori di copertura via via minori (15-5). Ai taxa caratterizzati da presenza solo puntuale sarà attribuito un valore di copertura "+" analogamente a quanto previsto nel rilievo fitosociologico. La somma dei valori di copertura attribuiti ai diversi taxa dovrà, alla fine, ammontare a 100. Il valore di copertura + non contribuisce alla somma complessiva. È importante, soprattutto nel caso di stazioni a buona diversità floristica, che il processo di attribuzione delle coperture comporti una serie di osservazioni reiterate con conseguente correzione e riverifica delle valutazioni complessive sulle coperture dei vari taxa (controllando sempre che la somma delle coperture sia comunque 100). Successivamente, per esprimere correttamente l'abbondanza si deve procedere alla traduzione dei valori di copertura dei taxa rilevati (considerando la copertura dell'intera comunità macrofitica come il totale rispetto al quale valutare la copertura percentuale dei vari taxa) in valori di copertura reali rispetto alla superficie dell'alveo bagnato della stazione. I valori reali così ottenuti potranno essere tradotti successivamente in coefficienti di copertura, in funzione della metodologia di valutazione utilizzata. Solitamente ai coefficienti di copertura specifici corrispondono 5 classi (range) di copertura. In alcune stazioni, talvolta, la vegetazione a macrofite può essere caratterizzata da una struttura pluristratificata (solitamente su due livelli). In tal caso, la procedura per l'attribuzione delle percentuali di copertura va applicata a ciascuno strato.
Relativamente all'attribuzione delle percentuali di copertura per la componente algale e per i muschi, è necessario tenere presente che aggregati macroscopicamente omogenei possono, in realtà, essere costituiti da diversi generi. Non è quindi possibile distinguere in campo i diversi generi e attribuire correttamente le rispettive percentuali di copertura ai generi.

[92] Siligardi M. et al. *I.F.F. 2007 Indice di Funzionalità Fluviale*. Manuale APAT 2007, pp. 325

Un corretto campionamento prevede per prima cosa l'individuazione degli aggregati macroscopicamente omogenei distinguibili sulla base di colore, spessore, struttura degli agglomerati. Successivamente, per ciascuna tipologia individuata macroscopicamente, vanno raccolti subcampioni in più punti nell'ambito della stazione, al fine di ottenere un campione rappresentativo per quella tipologia algale. In campo si procederà quindi all'attribuzione delle percentuali di copertura degli aggregati macroscopicamente distinguibili. L'attribuzione corretta delle percentuali di copertura dei taxa costituenti una aggregazione macroscopicamente omogenea potrà essere effettuata solo in laboratorio, sulla base della valutazione delle abbondanze dei diversi taxa al microscopio.

L'uso della macrofite come indicatori - Indice *Biologique Macrophyitique en Rivière* (IBMR)

Ad oggi non si è proceduto sistematicamente allo studio delle cenosi macrofitiche nei contesti lotici a scala nazionale e, come già premesso, non si dispone di uno specifico indice italiano. L'emanazione della WFD ha stimolato e amplificato il numero di ricerche applicate di campo che sono state, nella maggior parte dei casi, condotte coerentemente alla norma EN 14184 (CEN, 2003[93]) da cui è stato derivato il protocollo nazionale (APAT, 2007[93]) non ufficiale, da noi applicato. A livello comunitario sono stati, invece, elaborati numerosi indici ampiamente applicati anche alla realtà italiana; solo per citare i principali ricordiamo: il Macrophyte Index Scheme MIS (Caffrey, 1987), il Trophic Index (Newbold & Holmes, 1987), Plant Score (Harding, 1981), gli Indici GIS (Haury et al.,1996), il Nutrient Status Order color band (Haslam, 1997), il Mean Trophyc Rank (Newman et al., 1997), l'Indice Biologique Macrophyitique en Rivière IBMR (AFNOR, 2003)[94] e il Trophic Index Macrophyte TIM (Schneider & Melzer, 2004). Nella maggior parte dei casi tali indici sono costruiti su degli *score* specie-specifici, cioè si è proceduto alla definizione di una lista di taxa indicatori (a seconda degli indici, da 30-40 a 250) a ciascuno dei quali è associato un indice specifico Ci (*score*) di sensibilità o di tolleranza. Solamente in qualche caso è stato associato anche un coefficiente di stenoecia Ei (reliability).
Peraltro, gran parte degli indici considerano anche il parametro abbondanza (della comunità e dei principali taxa indicatori) attraverso l'attribuzione di coefficiente di copertura (Ki) alle specie presenti nelle stazioni di monitoraggio (Minciardi et al., 2010a).
Nel contesto europeo, l'IBMR è tra le poche metodologie pienamente indirizzate alla caratterizzazione delle cenosi macrofitiche in senso ecologico e, quindi, non esclusivamente in ottica di stato trofico. Sulla base di questa riflessione, in accordo a quanto avanzato da Minciardi et al. (2010a) si ritiene che, tra gli Indici macrofitici sperimentati, proprio l'IBMR ovvero l'Indice Macrofitico adottato in Francia, sia applicabile in tutto il territorio italiano avendo già dimostrata una sua buona applicabilità (Gerbaz et al, 2005; Minciardi et al., 2005; Morgana et al; 2005; ARPAV, 2008; ARPA Sicilia, 2008; Mezzotero et al., 2009; Minciardi et al., 2010b).

La metodologia dell'IBMR si basa sull'analisi della comunità delle macrofite acquatiche utilizzando una lista di taxa indicatori per i quali è stata valutata, in campo, la sensibilità, in primo luogo, nei confronti delle concentrazioni di azoto ammoniacale e ortofosfati. A ciascuna specie corrisponde un valore indicatore (che varia da 0 a 20) di sensibilità vs. lo stato trofico.
La raccolta dei dati di campo è del tutto analoga a quanto previsto dal protocollo APAT (2007).
I dati di copertura reali vanno, però, tradotti in corrispondenti coefficienti di copertura *sensu* IBMR mediante una semplice conversione così come riportato in Tab. 5.6.
Alle specie sporadiche (copertura-abbondanza = +) si dovrà associare il coefficiente di copertura 1.

[93] CEN 2003 "*Guidance Standard for the surveying of aquatic macrophyte in running water*" – EN 14184

[94] AFNOR 2003, "*Qualitè de l'eau: Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière* (IBMR)" – NF T 90-395

Tab. 5.6 - Tabella di conversione dei coefficienti di copertura-abbondanza.

copertura reale	coefficienti di copertura	significato secondo IBMR
<0,1	1	Solo presenza
0,1 ≤ cop < 1	2	Copertura scarsa
1 ≤ cop < 10	3	Copertura discreta
10 ≤ cop < 50	4	Copertura buona
cop ≥ 50	5	Copertura alta

Il calcolo dell'IBMR per la stazione di rilevamento si effettua attraverso la formula

$$IBMR = \sum_{i}^{n}\left[E_i K_i C_i\right] / \sum_{i}^{n}\left[E_i K_i\right]$$

dove :
E_i = coefficiente di stenoecia; K_i= coefficiente di copertura; C_i= coefficiente di sensibilità; n = numero dei taxa indicatori

5.3.2.3 DIATOMEE

Le Diatomee rappresentano una delle principali componenti del fitoplancton e del fitobenthos e si sviluppano in qualsiasi corso d'acqua con generi e specie diversi a seconda delle condizioni ecologiche. Essendo produttori primari alla base della catena trofica, sono importanti nel determinare l'equilibrio dei livelli trofici superiori, per cui qualsiasi alterazione nella composizione e struttura della comunità diatomica può potenzialmente ripercuotersi sui livelli trofici successivi.
Allo scopo di fornire informazioni sullo stato complessivo dell'ecosistema fluviale sono stati elaborati indici basati sulla struttura del popolamento diatomico che sintetizzano, in un valore numerico, la struttura di una comunità traducendo in un valore discreto il grado di scostamento dalle condizioni ecologiche ottimali.
Gli Indici Diatomici per il controllo della qualità dei corsi d'acqua, indici che con le informazioni qualitative relative alla sensibilità ecologica di ciascun taxa esprimono una misura quantitativa della diversità specifica, sono basati sulla formula di Zelinka e Marvan[95] in cui a ciascuna specie viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore biologico:

$$ID = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_j \, i_j \, r_j}{\sum_{j=1}^{n} a_j \, r_j}$$

dove:

a = abbondanza relativa della specie j;
r = affidabilità della specie j;
i = sensibilità della specie j a fattori di inquinamento.

I diversi indici, che differiscono per il numero di specie considerate nel calcolo e per i valori di "a" e di "r", possono essere classificati in:

[95] Zelinka M. & Marvan P., 1961. Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit flisender Gewasser. Archiv für Hydrobiologie 57, 389-407

a) indici di qualità generale che integrano le risposte a più fattori di inquinamento (organico, minerale, eutrofizzazione, ecc.);
b) indici saprobici che si basano solo sulla sensibilità delle specie all'inquinamento organico
c) indici trofici che si basano sulla sensibilità delle specie alla sola trofia delle acque.

L'Indice de Polluosensibilité Specifique (IPS)[96] considera principalmente l' inquinamento saprobico ed è l'indice che prende in considerazione il più elevato numero di specie (quasi la totalità delle specie descritte).
Il Biological Diatom Index (IBD)[97] è stato principalmente elaborato per valutare l'inquinamento di tipo organico, ma grazie agli ultimi aggiornamenti è in grado di evidenziare anche eventuali contaminazioni da parte di metalli pesanti.
Il Trophic Index (TID)[98] tiene invece conto dell'inquinamento trofico ed è altamente correlato con bassi livelli di trofia e di inquinamento organico; è inoltre sensibile al carico di nutrienti di origine naturale, per questo motivo è particolarmente adatto per i monitoraggi in corsi d'acqua alpini.
Il % Pollution Tolerant Valves (%PTV)[99] è stato elaborato a supporto del più complesso indice TDI al fine di valutare, all'interno di una comunità, la percentuale di taxa tolleranti l'inquinamento organico.

Stazioni di **c**ampionamento, metodologia, identificazione e conteggio

Nove sono le stazioni di campionamento delle diatomee bentoniche sul fiume Oglio sublacuale, scelte secondo le indicazioni del protocollo[95] e coincidenti con alcune stazioni di campionamento dei macroinvertebrati.
In particolare sono state scelte due coppie di stazioni, una a monte e una a valle dello sbarramento di due centrali idroelettriche, e 5 stazioni lungo l'asta fluviale negli stessi punti di monitoraggio ARPA al fine di utilizzare anche le informazioni raccolte negli anni precedenti.
Si sono previsti due periodi di campionamento durante l'anno: maggio-giugno e settembreottobre: il primo è avvenuto nella terza settimana di luglio, ovvero dopo circa quattro settimane dall'ultimo evento di piena che ha caratterizzato la campagna n° 4/2010 (maggio-giugno);
quattro settimane che rappresentano il tempo necessario per consentire la completa ricolonizzazione
dei substrati da parte delle diatomee.
Il campionamento delle diatomee è stato eseguito secondo protocollo ISPRA nel quale si segnala anche che la maggiore diversità in specie si riscontra nei periodi con alta intensità luminosa e temperatura mite. Il campionamento si effettua procedendo lungo il corso d'acqua da valle a monte, per un tratto di lunghezza pari ad almeno 10 m, raccogliendo gli organismi dai diversi substrati presenti, dando possibilmente la preferenza a substrati naturali mobili.
In tutte le stazioni sono stati raccolti circa 5 ciottoli o "superficie naturali mobili dure" per una superficie totale campionata di circa 100 cm^2.
La qualità delle acque correnti viene espressa con un indice diatomico che si basa su una formula in cui a ciascuna specie viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore. L'Indice

[96] CEMAGREF, 1982. Étude des méthodes biologiques quantitatives d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon – Agence financiére de Bassin Rhône – Méditerranée – Corse, Pierre-Bénite, 218 pp.

[97] Lenoir A., Coste M., 1996 Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board Network. In Whitton BA, Rott E (eds) Use of Algae for Monitoring Rivers II, Rott E, Institut für Botanik, Universität Innsbruck, pp. 29–45.

[98] Rott E., Binder N., Van Dam H., Ortler K., Pall K., Pfister P. & E. Pipp, 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2. Trophieindikation und autökologische Anmerkungen, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien. pp. 1–248.

[99] Kelly M.G. & Whitton B.A., 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J. Appl. Phycol. 7: 433-444.

Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione o EPI-D96, l'unico messo a punto in Italia, è un indice integrato che si basa sulla sensibilità delle Diatomee bentoniche ai nutrienti, alla sostanza organica e al grado di mineralizzazione del corpo idrico, con particolare riferimento ai cloruri.

I campionamenti di diatomee bentoniche vengono effettuati seguendo il protocollo standardizzato europeo (*Protocollo di campionamento delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua*), redatto dal gruppo di lavoro per l'armonizzazione dei metodi biologici per il monitoraggio delle acque superficiali coordinati da Ispra (UNI EN 13946)[100].
Il campionamento delle diatomee bentoniche si effettua procedendo lungo un transetto, raccogliendo lungo il percorso 4-5 substrati naturali (ciottoli e rocce) e prelevando lo strato perifitico che ne colonizza la superficie per mezzo di uno spazzolino a setole dure.
Successivamente, il campione viene trattato in laboratorio tramite ossidazione della sostanza organica, utilizzando il metodo con perossido di idrogeno su piastra (Dell'Uomo, 2004)[101].
Le fasi successive prevedono la preparazione e l'osservazione al microscopio ottico dei vetrini permanenti al fine di identificare e conteggiare gli organismi raccolti.
Per l'applicazione degli indici diatomici, si devono identificare almeno 400 individui per campione, a livello di specie, come previsto dalla norma standard (UNI EN 14407:2004)[102].
Per le determinazioni sono stati utilizzati i seguenti manuali: Krammer and Lange-Bertalot[103 104], Lange-Bertalot and Metzeltin[105], Krammer[106], Reichardt[107], Lange-Bertalot[108], Werum and Lange-Bertalot[109], Metzeltin et al.[110], Metzeltin & Nakov[111], Lavoie et al.[112].

[100] UNI EN 13946:2005 "*Qualità dell'acqua - Norma guida per il campionamento di routine ed il pretrattamento di diatomee bentoniche da fiumi*."
htt://webstore.uni.com/unistore/public/productdetails?productId=UNIN1394600!EEN.

[101] Dell'Uomo A., 2004. "*L'indice diatomico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti*." APAT. 101 pp.

[102] UNI EN 14407:2004 "*Qualità dell'acqua - Linea guida per l'identificazione, il conteggio e la classificazione di campioni di diatomee bentoniche da acque correnti*."
http//webstore.uni.com/unistore/public/productdetails?productId=UNIN1440700!EEN.

[103] Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer Ed., Band 2/1: G. Fisher verlag., Stuttgart.: 876 pp.

[104] Krammer K., Lange-Bertalot H., 1991. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer Ed., Band 2/3: G. Fisher verlag., Stuttgart.: 600 pp.

[105] Lange-Bertalot H, Metzeltin D. 1996. Indicators of Oligotrophy. Lange-Bertalot H. (ed.) Iconographia Diatomologica 2. Koeltz, Koenigstein. 390 pp.

[106] Krammer K. 1997a. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. Bibliotheca Diatomologica 36: 1−382.
Krammer K. 1997b. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis. Bibliotheca Diatomologica 37: 1−469.

[107] Reichardt E. 1999. Zur Revision der Gattung Gomphonema. Die Arten um *G. affine/insigne*, *G. angustum/micropus, G. accuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozan in Bohmen. In Iconographia Diatomologica 8, A.R.G., Lange-Bertalot H (ed.). Gantner: Rugell.

[108] Lange-Bertalot H. 2001. Navicula sensu stricto, 10 Genera separated from Navicula sensu lato, Frustulia. In Diatoms of Europe. Volume 2. A.R.G., Lange-Bertalot H (ed.). Gantner: Rugell. 526pp.

[109] Werum M, Lange-Bertalot H. 2004. Diatoms in Springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. In Lange-Bertalot H. (ed.). Koeltz, Koenigstein. Iconographia Diatomologica 13: 1–417.

Il risultato ottenuto dal calcolo degli Indici Diatomici è facilmente convertibile in un giudizio di qualità ambientale confrontabile con quelli normalmente conseguiti per mezzo di altri indici biologici. Si possono infatti definire cinque classi, corrispondenti ciascuna ad un giudizio di qualità (Tabella A-B).
L'interpretazione dei risultati ottenuti con l'indice %PTV è rappresentata in Tabella C.

Tabella A - Indici IPS e IBD (espressi in ventesimi) e corrispondenti giudizi e classi di qualità.

CLASSE DI QUALITA' AMBIENTALE	IPS/IBD
I CLASSE (oligotrofico)	20 - 17
II CLASSE (mesotrofico)	16.9 - 13
III CLASSE (eutrofico)	12.9 - 9
IV CLASSE (politrofico)	8.9 - 5
V CLASSE (ipertrofico)	4.9 - 0

Tabella B - Indice TID (espresso in quarti) e corrispondenti giudizi e classi di qualità.

Trophie-Index (TI)	**Stato trofico**	**P totale medio** (mg/l)	**P totale valori estremi** (mg/l)
≤1.0	Ultraoligotrofico	< 0.005	< 0.010
1.1-1.3	Oligotrofico	< 0.010	< 0.020
1.4-1.5	Oligo-mesotrofico	0.010 - 0.020	< 0.050
1.6-1.8	Mesotrofico	< 0.030	< 0.100
1.9-2.2	Meso-eutrofico	0.030 - 0.050	< 0.150
2.3-2.6	Eutrofico	0.030 - 0.100	< 0.250
2.7-3.1	Eu-politrofico	> 0.100	> 0.250
3.2-3.4	Politrofico	0.250 - 0.650	> 0.650
> 3.4	Poli-ipertrofico	> 0.650	> 0.650

Tabella C - Indice %PTV (espresso in percentuale) e corrispondenti giudizi e classi di qualità.

% VALVE TOLLERANTI L'INQUINAMENTO ORGANICO	GIUDIZIO DI QUALITA'
<20%	inquinamento organico nullo
21-40	lieve inquinamento organico
41-60	il livello di inquinamento organico contribuisce in modo significativo all'eutrofizzazione del sito
>61%	sito significamente contaminato da inquinamento organico

[110] Metzeltin D., Lange-Bertalot H., García-Rodríguez F., 2005. Diatoms of Uruguay. Iconographia Diatomologica, 15:1-730.

[111] Metzeltin, D.K. and Nakov, T. (2007). Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid. Series: Iconografia Diatomologica 16 Volume 16: Biogeography - Ecology – Taxonomy. Zlatko Levkov, Svetislav. Gantner Verlag. 613 pages, 220 plates with 2593 figures.

[112] Lavoie I., Hamilton P.B., Campeau S., Grenier M., Dillon P.J., 2008. Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada (Spiral-bound). Presses de l'Université du Québec. 241 pp.

5.3.3 MONITORAGGIO ITTIOFAUNA

L'ittiofauna rappresenta una delle componenti biologiche più importanti di ogni ambiente acquatico per lo specifico ruolo che essa ricopre nell'ecosistema e per il fatto che essa risulta l'elemento fondamentale per l'esercizio dell'attività alieutica.
I fattori di turbativa che influiscono sull'equilibrio dei popolamenti ittici possono essere molteplici, ma fra questi sono particolarmente negativi gli impatti causati da tutte le attività che possono alterare l'originario equilibrio morfologico e idro-geologico del corso d'acqua.

5.3.3.1 Individuazione e caratterizzazione della rete delle stazioni di campionamento

L'area indagata riguarda la parte sub lacuale del bacino del fiume Oglio. Sono state censite 44 stazioni delle 50 previste, distribuite sull'asta principale del corso d'acqua. La loro localizzazione è stata effettuata tenendo in considerazione sia i dati delle Carte Ittiche Provinciali (Bergamo e Brescia, Cremona e Mantova), per tratti relativi al fiume Oglio, e zone con caratteristiche tali da rappresentare un tratto quanto più ampio possibile del corso d'acqua. La scelta si è quindi basata su criteri morfo-idrologici degli habitat e in funzione della necessità di svolgere un approfondito studio continuativo dell'ittiofauna del fiume Oglio sub lacuale, fino ad ora mai realizzato, in grado di fornire precise indicazioni sulla reale diffusione delle specie, sulla composizione della comunità ittica e sulle pressioni che ne limitano il naturale sviluppo. Le stazioni campionate sono quindi risultate in numero sensibilmente superiore rispetto alle Carte Ittiche provinciali.
In ogni stazione, la cui ubicazione è stata accertata con GPS, l'azione di pesca si è svolta per un tratto ritenuto significativo, variabile da un minimo di 100 metri ad un massimo di 1 Km, a seconda della morfologia del fiume e del risultato della cattura, avendo cura di esplorare tutti gli habitat e i rifugi presenti nel tratto oggetto di studio.
Per ogni sito campionato si è inoltre effettuata la raccolta di documentazione fotografica sia dell'area di stazione che delle specie catturate.
Alcune stazioni, dato il particolare interesse o la conformazione degli habitat, sono state oggetto di un doppio campionamento annuo (1° periodo tra aprile e maggio, 2° periodo in agosto) al fine di osservare l'influenza dell'applicazione del DMV sullo stato e la fisiologia dell'ittiofauna in due range ambientali opposti. Poiché l'attivazione della sperimentazione è avvenuta nel luglio 2009, si è reso obbligatorio invertire l'ordine delle campagne (prima quella del 2° periodo e successivamente quella primaverile). Ciò ha generato, a livello di confronto, un ritardo del primo controllo tra le stazioni soggette a doppio campionamento, in quanto si è ritenuto preferibile eseguirlo tra campagne svolte durante il medesimo anno solare. Nello specifico sono state sottoposte a tale tipologia di controlli 22 stazioni di monitoraggio (Allegato F.1, tab.4.2.).

A corredo delle indagini ittiologiche sono stati rilevati in tutte le stazione di monitoraggio alcuni parametri chimico-fisici, ambientali e ittici ritenuti fondamentali per la caratterizzazione dell'ambiente fluviale oggetto di studio e tali da influenzare la distribuzione, la dinamica spaziale e temporale, la struttura e altre caratteristiche biologiche delle popolazioni ittiche presenti. I parametri rilevati sono:

Parametri biologico-ambientali	
1) Tipologia fluviale (riffle, pool, run)	4) Struttura del fondo
2) Composizione del fondo	5) Uso del suolo sulle due rive
3) Ombreggiamento dell'alveo	

Parametri morfo-idrologici	
1) Superficie del settore campionato (m^2)	5) Lunghezza del tratto campionato (m)
2) Profondità media (m)	6) Sezione bagnata (m^2)
3) Velocità di corrente (m/sec.)	7) Portata (m^3/sec.)
4) Larghezza media della sezione (m)	8) Distanza da sbarramenti

Parametri ittici	
1) Specie presenti	3) Lunghezza individuale degli esemplari catturati (mm)
2) Numero degli esemplari catturati (n°)	4) Peso individuale degli esemplari catturati (g)

Parametri chimico-fisici	
1) temperatura (°C)	4) saturazione d'ossigeno (%)
2) pH	5) ossigeno disciolto (mg/l)
3) conducibilità (µS/cm)	

Tutti i dati raccolti sono stati annotati in specifiche "schede di campo" (Allegato 6).

5.3.3.2 Materiali e metodi

Per il campionamento della fauna ittica, realizzato secondo metodiche e tempi evidenziati nel documento di progetto e metodologie ISPRA[113], si è utilizzata la tecnica della cosiddetta pesca elettrica, con l'ausilio di un'imbarcazione a motore per le operazioni svolte in tratti di fiume non guadabili.

I tratti campionati sono di lunghezza variabile, scelta di volta in volta in funzione delle condizioni ambientali e delle caratteristiche fisiche del sito. I campionamenti, che hanno comportato cattura, classificazione, misurazione e pesatura dei singoli animali, hanno consentito di valutare la composizione qualitativa della comunità ittica e la loro abbondanza, nonché l'abbondanza relativa delle singole specie in seno alla comunità stessa.
Sono state altresì osservate le caratteristiche di strutturazione delle singole popolazioni (presenza, equilibrata o non, o assenza di diverse classi d'età) ed effettuate stime di biomassa e densità.
Per alcune specie di particolare interesse (barbo comune, carpa regina, cavedano, lasca, luccio, persico reale, pigo, savetta, scardola, tinca, triotto, vairone) si sono inoltre effettuati prelievi di scaglie per definire con maggior precisione la classe d'età e il rapporto età / misura dei pesci.
Nello specifico i pesci catturati, trattenuti in vasche di plastica riempite d'acqua e munite di aeratori per garantirne la sopravvivenza, sono stati successivamente classificati verificandone la specie di appartenenza; ne è stata determinata la lunghezza totale in millimetri (dall'apice del muso fino al lobo superiore della pinna caudale) utilizzando un ittiometro graduato (struttura metallica o plastica con scala millimetrata di riferimento) e il peso corporeo (in grammi) misurato, a seconda delle dimensioni, con:

- Bilancia elettronica digitale ± 0,1 g: soggetti da 0 a 500 g
- Bilancia elettronica digitale ± 1,0 g: soggetti da 500 g a 5 kg
- Dinamometro meccanico a orologio ± 100 g: soggetto di peso superiore a 5 kg

Ai fini dell'analisi della struttura di popolazione e dell'accrescimento delle specie ittiche più importanti, ad un numero significativo di esemplari sono state prelevate le scaglie per la determinazione dell'età.

[113] ISPRA (ex APAT), "*Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici ai sensi della Direttiva 2000/60*", (Tancioni & Scardi, 2007) in Metodi biologici per le acque. Parte I

Le operazioni di campionamento e analisi dell'ittiofauna sono state di tipo conservativo; al termine delle operazioni di monitoraggio gli esemplari catturati sono infatti stati reimmessi nel corso d'acqua, nel medesimo sito di cattura.
Tutte le operazioni citate sono state eseguite in campo con la strumentazione indicata in tabella.

Strumenti utilizzati
- elettrostorditore spallabile Scubla modello ELT60 II GI con relativo corredo per elettropesca - sonda HANNA (mod. HI991300) per misure di pH, conducibilità e temperatura - sonda HANNA (mod. HI9146-04) per misure di ossigeno disciolto (mg/l) e % di saturazione - sistema GPS Garmin (mod. GPSmap 60CS) - macchina fotografica CANON (mod. IXUS 970 IS) - bilancia BIS (mod. EC-411) - bilancia BIS (mod. M10K6) - dinamometro meccanico a orologio BIS (mod. 50 KG) - ittiometri ± 1 mm - stereomicroscopio

5.3.3.3 Calcolo delle abbondanze

Per il calcolo delle abbondanze si è preferito non utilizzare "*L'indice di abbondanza di Moyle*" (Moyle & Nichols, 1973), in quanto si ritiene che

- tale codice non tenga in considerazione le sostanziali differenze dell'ecologia di specie, portando inevitabilmente a sottostimare le popolazioni di specie solitarie o di grosse dimensioni - quale il luccio - e a sovrastimare quelle di specie gregarie e di piccole dimensioni - ad esempio alborella e triotto;
- l'indice si adatti meglio a piccoli corsi d'acqua con comunità ittica poco diversificata, se non addirittura monospecifica.

Si è quindi proceduto ad assegnare un codice frutto di appropriate valutazioni poste in essere in funzione delle prerogative e peculiarità delle diverse specie censite, tenendo sempre in primaria considerazione il numero di soggetti catturati e la superficie campionata. Per la valutazione si è inoltre considerata la tipologia di fiume monitorato, valutando l'assegnazione del codice anche attraverso l'analisi dell'ambiente e la predisposizione del tratto ad accogliere ittiofauna, oltre che integrando il dato raccolto con le segnalazioni degli operatori responsabili dell'esecuzione pratica del monitoraggio.

I codici identificati sono i seguenti:
R: raro; **O:** occasionale **C:** comune **A:** abbondante **M:** molto abbondante

Struttura di popolazione

La struttura di popolazione, oltre alla dimensione (densità) e diffusione della stessa, è data dalla composizione per età, che definisce i rapporti numerici tra le diverse classi di età.

Determinazione dell'età

Le informazioni acquisite sull'utilizzo dei pesci quale elemento di qualità biotica (Allegato V della Direttiva 2000/60/CE) permettono di considerare alcuni aspetti, come la struttura in classi d'età, la cui finalità è rappresentare la struttura demografica delle popolazioni che compongono le comunità ittiche a livello locale, verificandone la capacità di riproduzione, reclutamento in giovanili e mantenimento della stessa popolazione.
In una popolazione ittica non è sempre facile analizzare la struttura in classi d'età; non c'è infatti corrispondenza diretta tra dimensioni ed età visto che l'accrescimento è influenzato dalle condizioni ambientali. Per determinare l'età dei pesci si ricorre a varie tecniche tra cui la più utilizzata è l'analisi scali metrica o lettura delle scaglie (per il siluro del primo raggio spinoso della pinna pettorale). Il metodo si basa sul fatto che la crescita dei pesci non è costante, ma presenta rallentamenti in presenza di scarsità di cibo, basse temperature che riducono l'attività metabolica, dell'approssimarsi della stagione riproduttiva. In generale l'accrescimento è mag-

giore nel periodo estivo, quando la disponibilità alimentare è massima e le temperature più elevate, minore nel periodo invernale.
Nelle operazioni di campagna si sono raccolti campioni di scaglie per valutare l'età dei soggetti catturati. I prelievi sono stati effettuati a secco con l'ausilio di una pinzetta in acciaio inox. Il campione raccolto è stato conservato in provette Eppendorf contenenti soluzione allo 0,5% di KOH (idrossido di potassio). Successivamente, le scaglie sono state montate su vetrini porta-oggetto per la lettura con stereomicroscopio.

Struttura di popolazione per classi di taglia

La valutazione è stata realizzata suddividendo i soggetti in gruppi di taglia, identificati in funzione della lunghezza. Ne deriva una codifica di classificazione così costituita:
- **N:** popolazione non strutturata, presenza di soggetti insufficienti alla valutazione
- **S:** popolazione strutturata, presenza omogenea di soggetti di tutte le classi di taglia
- **G:** popolazione con prevalenza di soggetti giovani
- **A:** popolazione con prevalenza di soggetti adulti

5.3.3.4 Analisi ed elaborazione dei dati della comunità ittica

La comunità ittica è stata analizzata qualitativamente in termini di rapporto tra specie autoctone e alloctone e quantitativamente utilizzando i rapporti di abbondanza relativa su due diversi livelli tassonomici: famiglia e specie.
Il calcolo delle curve di accrescimento è uno strumento utile a valutare lo sviluppo corporeo del pesce - in relazione all'età - e ad individuare il periodo di prima maturazione. Il calcolo si basa sulla relazione esistente tra lunghezza ed età dei soggetti e permette di osservare l'effettivo rapporto che si instaura tra l'ambiente e i pesci che lo popolano.
Le curve di accrescimento lineare sono elaborate secondo il modello di Von Bertalanffy:

$$L = Linf * (1 – e^{–k*(t-t0)})$$

dove:
- **L** lunghezza al tempo t
- **Linf** lunghezza del pesce ad un'età teoricamente infinita
- **K** misura del grado al quale la curva di crescita si avvicina all'asintoto
- **t0** parametro che definisce l'età alla quale il pesce avrebbe teoricamente una lunghezza pari a zero
- **t** età del pesce espressa in anni

Nel progetto, le curve di accrescimento saranno fornite al termine del triennio di sperimentazione, quando la base dati sarà tale da restituire un risultato esaustivo e completo mentre per il calcolo dell'indice semi-quantitativo di qualità si rimanda all'uscita dell'indice ufficiale.

5.3.4 MONITORAGGIO IDROLOGICO

Le misure di portata permettono di definire il regime del corso d'acqua, nonché di acquisire dati indispensabili per l'eventuale corretta stesura del bilancio idrologico del bacino idrografico.
Nel monitoraggio idrologico effettuato sul fiume Oglio sub lacuale, che ha consentito di rilevare le portate transitanti in alveo in concomitanza con il campionamento di qualità, le misura di portata si sono effettuate sia mediante misura diretta nel momento del campionamento, sia attraverso letture idrometriche nelle sezioni in cui è stato possibile stabilire una corrispondenza biunivoca tra altezze idrauliche e portate. Poiché la morfologia del fiume presenta nel suo percorso differenti tipologie dell'alveo e manufatti in alveo, si è reso necessario, nella stesura del Progetto di Sperimentazione, analizzare le condizioni morfologiche del fiume per verificare quali problemi si sarebbero presentati nell'effettuare le misure di portata: conseguentemente sono stati verificati metodi e strumentazioni adeguati a sostenere il progetto.

5.3.4.1 Analisi e definizione dei tratti di fiume

Tratti omogenei dal punto di vista idraulico

L'attività in campo ha consentito di codificare i tratti idraulici omogenei e descrivere in modo appropriato il comportamento idraulico del fiume, tenuto conto dell'attuale livello di monitoraggio degli usi presenti.

Tratto TRID01 :
comprende la parte di fiume tra la foce del lago e la foce del torrente Cherio. Nel periodo estivo, di maggior criticità per le portate, il Cherio ha una portata irrilevante rispetto a quella del f. Oglio. In effetti, eventuali eventi meteo possono determinare picchi di apporti e quindi variare sensibilmente le condizioni di valle, anche in presenza di regolazione invariata dal lago.

Tratto TRID02 :
resta invariato in quanto comprende una serie di grandi derivazioni, non collegate alla regolazione lacuale, la cui gestione incide sulle condizioni dei rilasci durante la stagione irrigua.

Tratti TRID03 - TRID04 - TRID05:
iniziano appena a valle di una discontinuità d'alveo, sensibile per le condizioni critiche, e terminano a monte di una immissione che può risultare influente sullo stato delle portate.

n.	codice	sezione	km inizio	km fine	cod.	sezione	km inizio	km fine
1	TRID01		112	141	MIS01	Sarnico	112	123
2					MIS02	Palazzolo	123	128
3					MIS03	Pontoglio	128	141
4	TRID02		141	149	MIS04	Naviglio Grande	141	149
5	TRID03				MIS05	Torre Pallavicina	149	155
6					MIS06	Soncino	155	164
7	TRID04				MIS07	Genivolta	164	168
8					MIS08	Castelvisconti	168	187
9	TRID05				MIS09	Pontevico	187	198
10					MIS10	Seniga	198	203
11	TRID06				MIS11	Mella	204	204
12	TRID07				MIS12	valle Mella - Ostiano	204	216
13					MIS13	Gambara	216	219
14					MIS14	valle Gambara - Isola Dovarese	219	227
15	TRID08				MIS15	Canneto	227	235
16	TRID09				MIS16	Chiese	235	235
17	TRID10				MIS17	valle Chiese	235	246
18					MIS18	Marcaria	246	255
19					MIS19	Gazzuolo	255	266
20					MIS20	foce Po	266	266

Tratti TRID06 e TRID09 :
coincidono con i due maggiori affluenti del fiume Oglio da sottoporre a valutazione idraulica specifica.

Tratto TRID07 :
termina con un'importante discontinuità d'alveo. Esiste una sola immissione che può influire sul regime idraulico in caso di eventi significativi.

Tratto TRID08 :
non presenta apporti o prelievi significativi.

Tratto TRID10 :
il regime idraulico è condizionato dall'immissione del f. Chiese e dai livelli presenti nel f. Po per il tratto terminale. Sono presenti diverse immissioni di canali artificiali con portate che possono raggiungere valori notevoli per le condizioni di criticità.

Questa suddivisione consente di sviluppare valutazioni sul bilancio idrico del fiume, rendendo possibili stime accettabili anche sugli apporti di falda.

5.3.4.2 Le sezioni di misura e loro caratteristiche

Il fiume presenta caratteristiche morfologiche variabili, anche per la presenza di interventi antropici volti ad ottenere un adeguato grado di protezione degli insediamenti e degli usi esistenti.
Le sezioni di misura sono state individuate dopo sopralluoghi di verifica nei tratti sopra citati.
L'impiego di apparecchiature con sonde acustiche ha consentito buona libertà di scelta rispetto alla linearità della corrente, ma ha richiesto grande attenzione sulle caratteristiche morfologiche dell'alveo e sulla presenza di vegetazione sommersa.
Le condizioni spondali sono state esaminate attentamente per definire i parametri geometrici da utilizzare per lo sviluppo delle misure.

Cod. Staz.	km prog.	Cod. PO	GB X	GB Y	descrizione
FN01A	112.1	P01	1573568	5057285	deflusso lago
IN02A	112.2	P02	1573381	5057322	Guerna
STA03	112.7	P03	1573141	5056376	soglia
STB06	114.2	P04	1572585	5055265	centrale Capriolo
FN07A	114.8	P05	1572240	5055130	fiume Capriolo
STC08	116.4	P06	1570893	5053965	centrale Tagliuno
STD12	120.3	P07	1570096	5051809	loc. Sgraffigna
FN15A	123.4	P08	1568125	5049136	palazzolo
STE18	125.6	P09	1566554	5048094	loc. Bravadorga
FN19A	126.6	P10	1566185	5048195	a valle Bajona
IN20A	126.5	P11	1565633	5047666	Cherio
STF26	134.3	P12	1566609	5043109	centrale Cividate
FN30A	140.8	P13	1567637	5038421	a monte trav. Calcio
FS30B	141.2	P14	1568048	5038280	a valle trav.Calcio
FS32B	143.5	P15	1567963	5038362	a valle Molinara
FS35A	146	P16	1569631	5034769	a monte Cavo Supp.
FS36A	147.2	P38	1569617	5033905	a valle Cavo Supp.
FS38A	149.8	P18	1569232	5031599	idrom SIC – Isola
FS39A	154.6	P39	1569726	5025344	ponte Orzinuovi
IA41A	163.8	P19	1570237	5021040	scolmatore
FS42A	164.3	P20	1570944	5020925	valle scolmatore
FS44A	170.5	P21	1574435	5018802	Castelvisconti
FS45A	175.2	P22	1577648	5016396	Quinzano
IN49A	187	P24	1585154	5014166	Strone
FS53C	202.8	P26	1594885	5009088	loc. Regona
IN54A	203.3	P27	1595549	5009284	Mella
FS58A	205.1	P28	1602005	5004725	Ostiano
FS63A	218.9	P29	1603256	5003736	Isola Dovarese
FS67A	228	P30	1608328	4999524	Canneto s/O.
FS68A	233	P31	1611347	4998490	S. Maria Calvatone
IN69A	234.8	P32	1611618	4999752	Chiese
FS74A	237.1	P33	1613647	5000057	loc. Le Bine
FS78B	245.9	P35	1620307	4996949	Gazzuolo
FS80A	265.6	P37	1630060	4988870	confluenza Navarolo

5.3.4.3 Metodologia e strumentazione:

Nel processo di monitoraggio idrologico si sono considerati tre aspetti fondamentali per le misure di portata:

- valutazione fisica delle singole sezioni;
- definizione delle procedure di misura da utilizzare;
- tipologia di strumentazione e parametri di misura.

a) Valutazione fisica delle singole sezioni:

- si è condotta l'analisi per le condizioni critiche definite in base agli scenari da realizzare, stimando per ognuno di essi i parametri idraulici delle portate, quali tirante idrico, velocità della corrente, presenza di mobilità del fondo;
- si è verificata la conformazione e il profilo dell'alveo per individuare eventuali motivi di

interferenza sulla regolarità della corrente;
- si è verificata la composizione del fondo dell'alveo e la presenza di vegetazione.

b) Definizione delle procedure di misura da utilizzare:

- misure da barca o da teleferica

Su un numero variabile di "transetti" si sono eseguite misure (misura con traslazione regolare dello strumento da sponda a sponda) considerate valide quando almeno quattro transetti presentavano un risultato, rispetto al loro valore medio, con uno scarto del ±5%. Con questo metodo la misura si completa in breve tempo e non risente di eventuali perturbazioni nel deflusso della corrente. Per ogni transetto inoltre si sono effettuate misure su un numero di verticali variabile da 70 a 230, ottenendo la distribuzione della velocità della corrente nelle diverse fasce della sezione ed evidenziando eventuali anomalie. Con questo strumento infine si è anche in grado di ottenere il grafico dell'andamento del profilo altimetrico della sezione (*bottom tracking*) e di restituire diversi parametri idraulici della corrente utili a definire la qualità della misura.

- misure a guado

Con il correntometro ADC e il mulinello a elica si è misurata la larghezza della sezione con nastro metrato o distometro laser, stabilendo le verticali di misura in base all'osservazione della vena fluida, in modo da misurare nei punti dove sono presenti variazioni di velocità e valori massimi o minimi del tirante idrico. Per ogni verticale si sono stabilite le quote di misura, testando le velocità vicine al fondo dell'alveo e in prossimità della superficie liquida (secondo le prescrizioni tecniche del costruttore). La misura è stata poi sviluppata a tavolino utilizzando il software Q v.3 della SEBA o Qreview v.2 della OTT.

c) Tipologia di strumentazione e parametri di misura:

- da barca o teleferica

Utilizzo dello strumento ADCP in modalità non stazionaria, impiego di gruppo di misura che utilizza l'effetto Doppler per impulsi sonori emessi da sensori multipli (due o quattro in funzione della profondità della corrente);

- a guado

sulla base delle condizioni di torbidità e di trasporto solido si è utilizzato sia il mulinello ad elica sia il correntometro ad onde acustiche.

d) La strumentazione da impiegare per le misure:

- ADCP StreamPro per tiranti d'acqua inferiori a 2 metri;
- ADCP RioGrande per le altre condizioni;
- Mulinelli ad elica Seba F1 e/o Ott C2;
- Correntometro OTT ADC

5.3.5 ANALISI DEI DESCRITTORI IDROMORFOLOGICI

Dalla redazione dello Studio dell'Autorità di Bacino del fiume Po[73] ad oggi, per soddisfare l'esigenza e l'obbligo di implementare la WFD, si è sviluppato un articolato discorso scientifico su metodologie di analisi e valutazione degli aspetti morfologici di un fiume. Questo ha portato a definire metodologie diverse e alla loro applicazione sperimentale per cogliere la loro congruenza con la morfologia dei fiumi italiani, che già in sede di direttive europee sono stati riconosciuti con una loro specificità.
In realtà ad oggi non sono ancora state definite le metodologie di riferimento, sia a livello nazionale che internazionale, e questo sottolinea la complessità di una disciplina scientifica, per la quale non è ancora possibile sapere come condividere e confrontare le misure e le osservazioni eseguite in periodi diversi e su differenti corsi d' acqua.

Dopo aver riflettuto su questi aspetti, il Consorzio dell'Oglio ha ritenuto opportuno avviare la fase di rilevamento in campo dei descrittori morfologici indicati dalle Linee guida del Ministero dell'Ambiente, definite a fine 2009 e in corso di valutazione. Questi descrittori differiscono in parte da quelli presenti nel nostro Progetto, individuati in un periodo antecedente le ultime novità.

5.3.6 ANALISI DELLE INTERAZIONI / INTERCONNESSIONI ZONE SIC – FIUME

Lo sviluppo di questa fase ha richiesto la formazione di una rete idrometrica dedicata sia al monitoraggio dei livelli fluviali in contemporanea con i livelli delle zone SIC presenti nelle fasce laterali sia la realizzazione di una "fotografia attuale" di eventuali interconnessioni. Si sono realizzate 15 nuove stazioni idrometriche, con relativa livellazione locale rispetto a capisaldi fissi non temporanei, e si è valutato di non procedere, per ora, ad una quotatura rispetto alla rete I.G.M. nazionale: ciò avrebbe richiesto l'impegno di sensibili risorse umane ed economiche senza la certezza della reale efficacia delle stazioni. Comunque la realizzazione dei capisaldi fissi consentirà l'estensione, al termine delle attività di monitoraggio, della livellazione nelle situazioni che lo richiederanno.
Per analizzare le possibili interconnessioni tra alveo attivo e zone umide laterali, si sono realizzati rilievi fotografici georeferenziati in situazioni diverse di portata fluente, con particolare attenzione alle condizioni previste dagli scenari di rilascio: infatti lo scopo del Progetto di Sperimentazione è di valutare l'influenza delle interconnessioni sulle variazioni delle portate di rilascio del DMV e non sulle portate medie, di magra ordinaria o di piena ordinaria.
I risultati di queste attività sono in fase di elaborazione e verifica.
Con le necessarie cautele sembra emergere una sostanziale impossibilità di modifica del regime di interconnessioni naturali tra zone SIC e fiume per effetto dei rilasci del DMV. L'affermazione, che non è da considerare definitiva, troverà probabilmente riscontri attendibili dell'effettiva correlazione nel corso del secondo anno.

5.4 Metodi di analisi, elaborazione e archiviazione dei dati

I dati rilevati sono stati raccolti in schede secondo procedure concordate con i soggetti partecipanti e trasmessi alla Segreteria tecnico-organizzativa, ai Referenti scientifici per le opportune verifiche e al Referente regionale.
La raccolta dei dati, organizzata e coordinata dal Consorzio, si è sviluppata con la compilazione di files preconfezionati in formato Excel trasferiti successivamente in un database di uso comune. I fornitori hanno inviato i dati tramite e-mail con cadenza mensile per i dati chimici, fisici e microbiologici e man mano che venivano prodotti per le componenti biologiche e idrologiche. Al termine di ogni campagna i dati sono stati validati ed elaborati dal Referente scientifico.
Per la consultazione dei dati che si renderanno disponibili durante le attività di Progetto, il Consorzio ha in previsione di predisporre un software, dotato di password, da fornire agli utilizzatori per l'accesso al sito www.laghi.net/Oglio/DMV.
Allo stato attuale il Consorzio, ottemperando a quanto richiesto dal Tavolo Tecnico Regionale, ha fornito tutte le necessarie informazioni tecniche inserendole sul portale della Regione Lombardia (www.ors.regione.lombardia.it).

5.5 Intercalibrazione

Intercalibrazione biologica con ARPA Lombardia.

Sulla base delle richieste avanzate in sede di Tavolo Tecnico del 24/09/2010, della riunione svoltasi il 16/10/2009 a Milano presso la sede di ARPA Lombardia, e delle riunioni tecniche di confronto sulla nuova metodologia di campionamento dei macroinvertebrati (ARPA Dipartimento di Cremona - 9/11/2009 e 19/01/2010) è stata avviata, in via sperimentale, l'intercalibrazione con i Dipartimenti ARPA di Brescia, Cremona e Mantova.
Il programma concordato prevedeva il campionamento in siti di riferimento per ARPA e l'effettuazione di monitoraggi per macroinvertebrati, Diatomee e macrofite.

Per i macroinvertebrati bentonici il programma prevedeva l'effettuazione di campionamenti in ciascuna stazione in periodi stagionali diversi, mediante 10 repliche multi-habitat proporzionali. Si è inoltre concordato:

- di utilizzare, a differenza di quanto previsto dalla metodica APAT, la metodica modificata da ARPA sulla base delle indicazioni fornite dal Notiziario dei metodi analitici IRSA-CNR, n.1-2007[114];
- di rispettare quanto previsto dal suddetto protocollo (il primo *sorting* degli organismi si effettua in campo) poiché, se non si rispetta il passaggio previsto dal metodo IBE (Ghetti, 1997), si incorrerebbe in una sovrastima degli individui;
- di mantenere l'identificazione tassonomica degli organismi allo stesso livello di dettaglio utilizzato in passato per l'indice IBE;
- che non è necessaria la conta degli organismi per singolo taxa, ma è sufficiente la sua attribuzione alle rispettive classi di abbondanza;
- che non essendo disponibile ad oggi un indice sintetico di elaborazione dei dati, gli stessi saranno per il momento raccolti e archiviati come liste faunistiche e relative abbondanze.

Il 27 e il 29 aprile si è effettuata l'operazione di intercalibrazione per il campionamento dei macroinvertebrati, rispettivamente nelle stazione ARPA di Capriolo (presso il ponte della strada provinciale SP96), e di Marcaria (presso il ponte di barche di Torre d'Oglio).
Nella prima stazione (Capriolo), oltre all'applicazione della nuova metodologia di campionamento, sia per tratti guadabili (Surber) che per tratti non guadabili (Substrati Artificiali), ARPA - Dipartimento di Brescia, ha deposto i cestelli per un confronto ad ampio spettro delle tre metodologie.
Nella stazione (Marcaria), invece, con ARPA - Dipartimento di Mantova, si sono lasciati i substrati artificiali in colonna d'acqua per 30 giorni. A causa degli eventi di pioggia del mese di maggio e giugno non è stato possibile recuperare i Substrati Artificiali e i cestelli nella stazione di Capriolo. L'intercalibrazione è quindi risultata valida per la metodica del retino Surber nella stazione di Capriolo e dei Substrati Artificiali a Marcaria.

Le forti piogge e i nuovi fenomeni di piena di fine giugno hanno impedito l'operazione di intercalibrazione della metodologia di campionamento delle Diatomee, programmata con ARPA - Dipartimento di Brescia, presso la stazione di Capriolo. La procedura di campionamento delle Macrofite[115] dopo eventi di piena consiglia infatti di attendere quattro settimane per consentire la completa ricolonizzazione dei substrati da parte delle diatomee.
E' previsto di effettuare l'intercalibrazione con ARPA a settembre/ottobre .
Per quanto attiene alle Diatomee[116] si ricorda che:

- la raccolta sarà effettuata secondo le metodiche APAT;
- analogamente ai macroinvertebrati, mancando un indice ufficiale di valutazione, verranno archiviati gli elenchi e le relative abbondanze;
- considerato il fatto che si tratta di un argomento relativamente nuovo e piuttosto specialistico saranno valutati congiuntamente i vetrini.

Per quanto riguarda l'intercalibrazione della metodologia di campionamento delle Macrofite, con ARPA – Dipartimento di Cremona si è effettuato il 23 luglio 2010 il campionamento alla stazione ARPA di Castelvisconti.
Nelle Tabb. 6.9, 6.10 e 6.11 (Cap. 6) sono riportati i risultati dei riconoscimenti di macroinvertebrati (stazione Capriolo e stazione Marcaria) e delle macrofite (stazione Castelvisconti), per il confronto con quanto rinvenuto da ARPA - Dip. Brescia, ARPA - Dip. Mantova e ARPA - Dip. Cremona.

[114] *Protocollo di campionamento multihabitat proporzionale della comunità macrobentonica* (Buffagni A., Erba S. - Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. - Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)

[115] ISPRA (ex APAT), "*Protocollo di campionamento e analisi per le macrofite delle acque correnti ai sensi della Direttiva 2000/60*", (2007) in Metodi biologici per le acque. Parte I

[116] ISPRA (ex APAT), "*Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua ai sensi della Direttiva 2000/60*", (2007) in Metodi biologici per le acque. Parte I

Intercalibrazione idraulica con ARPA Lombardia.

Con ARPA si è effettuato un sopralluogo nella zona di Roccafranca, a monte e a valle della traversa tracimabile utilizzata da una derivazione mediante pompe

- per verificare i luoghi in cui sono stati posizionati i riferimenti idrometrici,
- per definire le modalità di realizzazione della campagna di misure necessarie per stabilire una scala di portata adatta a verificare il rispetto delle prescrizioni sui rilasci.

Successivamente al sopralluogo si sono iniziate le misure di portata, compatibilmente con le condizioni idrologiche del fiume e le altre attività del Progetto.
E' stata realizzata una prima scala di portata ed è in corso la sua verifica per le portate previste dagli scenari.

CAPITOLO 6

RISULTATI

6.1 - Analisi ed elaborazione dei dati chimico-fisici e dei nutrienti nelle acque

SCENARI DI SPERIMENTAZIONE: GRUPPO A

I parametri per il calcolo dell'indice LIM sono: saturazione dell'ossigeno disciolto, numero di unità formanti colonie di *Escherichia coli*, BOD_5, COD, fosforo totale, azoto ammoniacale e azoto nitrico. Poiché in non tutte le stazioni di campionamento si è prevista l'analisi microbiologica di *Escherichia coli*, in Fig. 1 si riportano, per le quattro campagne di misura, i valori dell'indice sintetico LIM per le sole stazioni in cui si sono raccolti i sette parametri richiesti. In Allegato E.1 ("Azione 2, Scenari di sperimentazione: gruppo A – stazioni fluviali") una serie di grafici (Figg. 1A-7A) riassume l'andamento dei parametri chimici e microbiologici utilizzati per il calcolo del LIM a cui sono stati associati i range delle soglie di classe secondo l'indice stesso. Quest'impropria applicazione delle soglie di classe, in quanto è l'aggregazione dei sette parametri ricadenti all'interno di ogni rispettiva classe a determinare lo stato di qualità, risulta però utile per ottenere un quadro d'insieme e indicare quali parametri siano determinanti nel definire la qualità di un tratto di fiume.

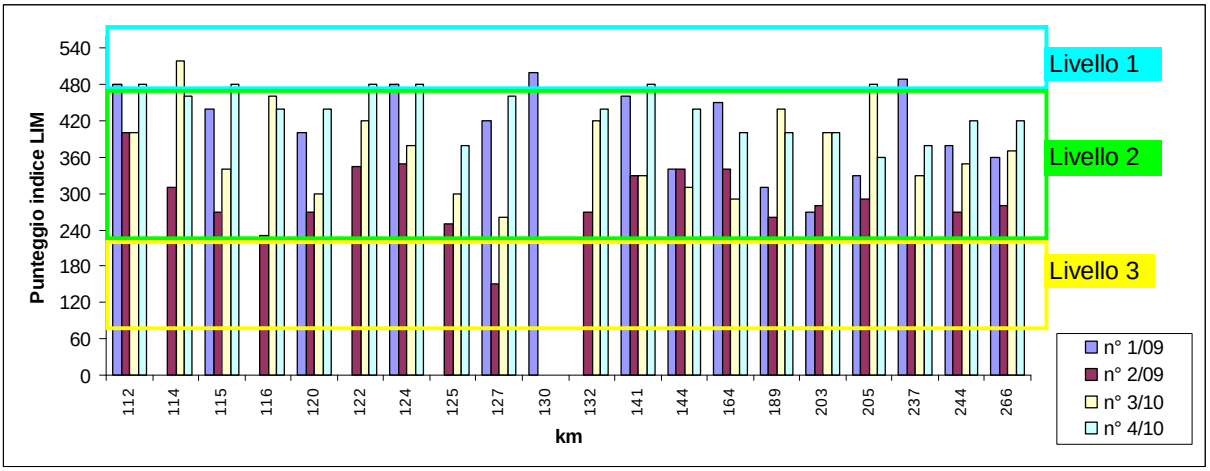


Fig. 6.1 - Punteggio dell'indice LIM "Livello di inquinamento da macrodescrittori" calcolato per le stazioni fluviali dell'asta dell'Oglio da Sarnico (km 0) alla foce in Po (km 154) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%) e primaverile 4/2010 (scenario 15%).

L'andamento stagionale dei parametri riportati negli Allegati, evidenzia che la qualità complessiva del sistema fluviale tende a peggiorare tra l'estate e l'autunno 2009, e a migliorare dalla stagione autunnale/invernale a quella primaverile 2010.
Questo risultato va interpretato alla luce del periodo estremamente piovoso in cui si è effettuato il campionamento autunnale. I parametri che maggiormente sono stati influenzati dalle abbondanti piogge sono quelli relativi alla carica batterica, all'azoto ammoniacale, al COD e al BOD_5, tipicamente associati allo sversamento in alveo di acque nere non trattate dai depuratori per eccesso di carico idraulico. La diminuzione in autunno dei valori di saturazione dell'ossigeno disciolto è probabilmente imputabile ad una diminuzione dell'attività fotosintetica dei produttori primari (meno luce, temperature più basse) e all'aumento del carico organico ossidabile (BOD_5, COD). Se nel periodo autunnale i deflussi in alveo fossero stati inferiori (i.e. 5%) le concentrazioni attese sarebbero risultate decisamente maggiori, con un probabile peggioramento della qualità complessiva. Lo stato di qualità del sistema per il campionamento invernale, come per quello autunnale, è stato determinato dai valori più elevati di concentrazione dei parametri *Escherichia coli,* carico organico ossidabile e azoto ammoniacale. In particolare nei primi 60 km dell'asta fluviale il COD, variato tra 20 e 25 mg l^{-1} (BOD_5, tra 7.5 e

15 mg l^{-1}), non ha generando problemi di anossia (i valori di saturazione dell'O_2 disciolto sono infatti tra 90 e 100%) grazie alle basse temperature (~6°C) che facilitano lo scambio dell'ossigeno dall'atmosfera all'acqua e rallentano l'attività batterica.
Occorre precisare alcune distinzioni tra l'evoluzione dei parametri misurati da monte a valle e nei due macroperiodi:

- con la sola eccezione di *E. coli* e COD in autunno e in inverno, nessun parametro investigato rientra nella categoria "pessimo" nelle quattro date di prelievo;
- l tenore di azoto nitrico mostra una chiara tendenza all'aumento da monte a valle, con concentrazioni elevate (categoria LIM scadente) per tutte le stagioni di campionamento. Questo aumento, già evidenziato in precedenti studi, è associato al carico diffuso dal bacino e in particolare all'alimentazione dell'alveo con acque della falda superficiale ricche di NO_3^-. E' ipotizzabile che il tenore di nitrato a valle del segmento compreso tra Torre Pallavicina e Soncino sia inversamente correlato al deflusso in alveo garantito dalle acque lacustri. Nella situazione estiva, infatti, quando gli apporti dalla falda costituiscono una porzione importante della portata complessiva, le concentrazioni di nitrato sono maggiori ed il salto nei valori di concentrazione è evidente proprio a circa 30 km dalla diga di Sarnico;
- i tenori di fosforo totale si mantengono su valori contenuti, in tutti i periodi di campionamento e mostrano una lieve tendenza all'aumento da monte a valle.

Il giudizio complessivo di qualità delle acque nei quattro scenari è confortante: nel periodo estivo, con uno scenario del 5% e basse portate, i valori del LIM sono sempre "buoni" o "ottimi"; nel periodo autunnale invece la qualità si assesta sulla categoria "buono" con 2 stazioni valutate "sufficienti"; nel periodo invernale, sempre con uno scenario del 15%, il LIM definisce uno stato di qualità "buono"; nel periodo primaverile, sempre con regime elevato di portata a causa delle forti piogge che hanno caratterizzato la stagione 2010, si conferma ancora una volta che l'Oglio sub lacuale è caratterizzato da una condizione di qualità "buona e ottima".
In Allegato E.1 ("Azione 2, scenari di sperimentazione: gruppo A - immissari"- pagg. E15 e segg.) sono riportati alcuni grafici relativi alla qualità idrochimica (tenori di azoto e fosforo totali, ripartiti nelle diverse forme, COD, BOD_5, solidi sospesi totali) degli immissari campionati nelle quattro date. I risultati confermano le evidenze discusse precedentemente; i tenori relativi di azoto ammoniacale, fosforo totale, BOD_5 e COD e solidi sospesi tendono, infatti, ad aumentare dall'estate all'autunno e a diminuire in primavera.

Il confronto tra l'indice LIM calcolato negli anni 2000-2007 da ARPA e l'indice LIM calcolato stagionalmente dal DSA è riportato in Tab. 6.1. Il dato del DSA classifica le stazioni considerate prevalentemente nella categoria "buono" mentre il dato ARPA varia tra "buono " e "sufficiente".

		ARPA Lombardia								Univ. di Parma 2009/2010			
Stazioni	km	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	estate	autunno	inverno	primavera
Capriolo	3					235	290		330	440	270	340	480
Castelvisconti	59	310	360	390	220	400	320	180	260	450	340	290	400
Ostiano	94	220	270	240	240	240	180	120	150	330	290	480	360
Canneto s/O	107	220	200	210	160	220	200	250	170				
Bozzolo	132	280	210	210	145	220	220	190	160				
Marcaria	154	280	200	210	180	220	210	160	160	360	280	370	420

elevato
buono
sufficiente
scadente
pessimo

Tab. 6.1. Confronto tra i valori LIM di ARPA e del DSA.

In Fig. 6.3 si rappresentano i risultati dell'applicazione del nuovo indice LIM_{eco} basato sull'analisi di quattro elementi fisico-chimici: percentuale di saturazione dell'ossigeno e tre nutrienti, quali azoto nitrico, azoto ammoniacale e fosforo totale. Questi parametri, misurati in tutte le stazioni di campionamento lungo l'asta fluviale, hanno consentito il calcolo del nuovo indice in ognuna di esse, fornendone lo stato di qualità a maggiore dettaglio, e di ottenere, utilizzando il campionamento stagionale, il valore di LIM_{eco} annuale.

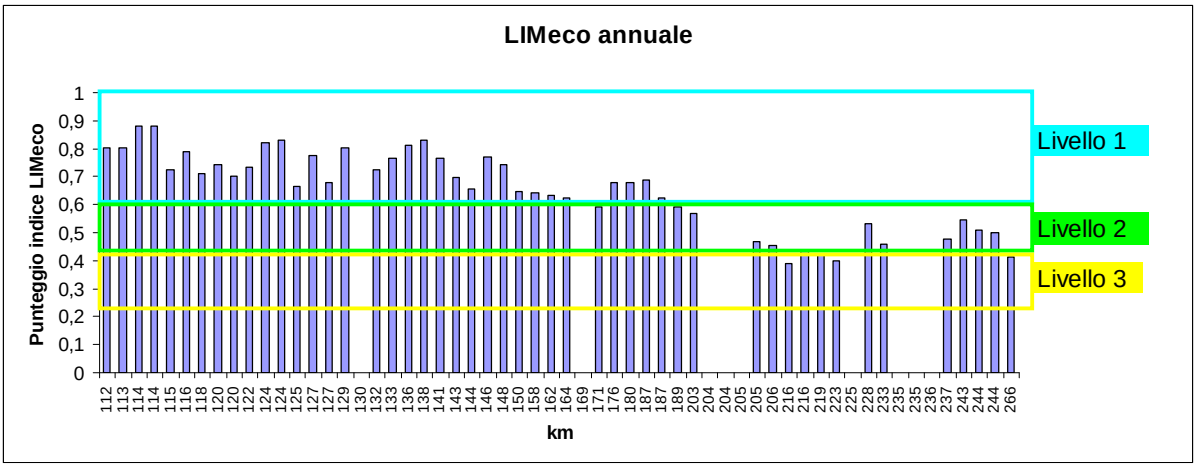
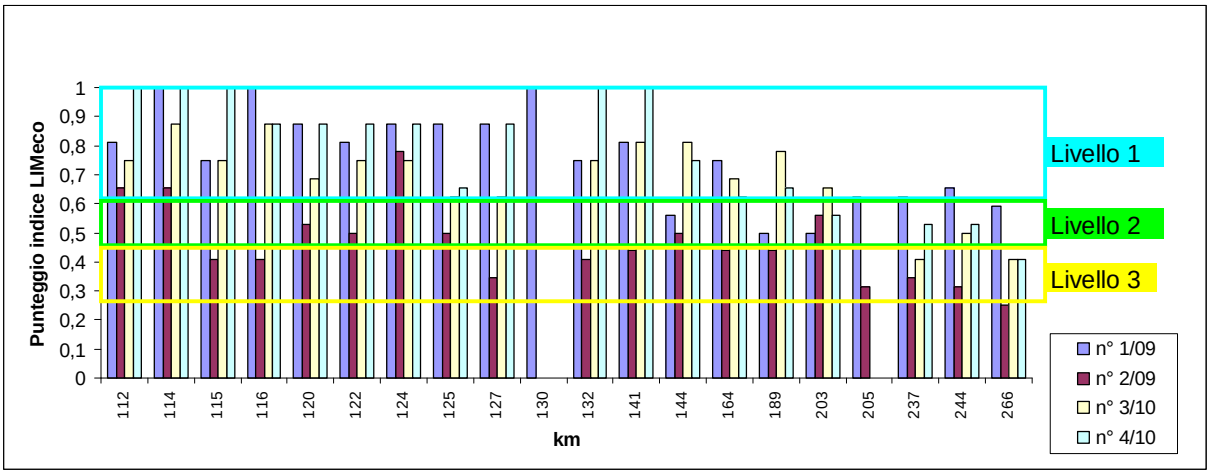


Fig. 6.3 - Punteggio dell'indice LIM_{eco} "Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico" calcolato sulle stazioni fluviali monitorate lungo l'asta dell'Oglio da Sarnico (km 0) alla foce in Po (km 154) utilizzando le quattro campagne di misura del primo anno di sperimentazione.

Il nuovo indice mostra un quadro decisamente non allarmante per quanto concerne lo stato di qualità dell'Oglio sub lacuale, con un andamento, da monte a valle, dallo stato ottimo a buono e sufficiente. Si sottolinea però che tale risultato si poteva intuire dato che i parametri considerati nel nuovo indice escludono quelli che hanno mostrato le maggiori criticità (*E.coli* e carico organico) e utilizzati per il calcolo del LIM. A tal proposito la Fig. 6.4 riporta solo il valore LIM_{eco} delle stazioni di monitoraggio di cui si è calcolato anche l'indice LIM.
Il confronto dello stato di qualità delle stazioni in Fig. 7.1 e in Fig. 7.3 indica come, considerando il LIM_{eco}, ci sia un miglioramento nelle stazioni dal km 0 al km 32 determinato dall'eliminazione di alcuni parametri che caratterizzano il primo tratto fluviale (*E. coli* e carico organico), mentre c'è un peggioramento tra le stazioni dal km 52 al km 154 dovuto sia alla maggiore importanza associata ai nutrienti azotati secondo la nuova aggregazione dei macrodescrittori sia ad un effettivo incremento delle concentrazioni di azoto ammoniacale e nitrico nel tratto potamale del fiume.
Questo confronto porta automaticamente a pensare che introdurre il parametro portata da associare ai valori di concentrazione dei macrodescrittori possa fornire informazioni sullo stato di qualità del fiume basate su una grandezza come il carico che considera le dinamiche fluviali e quindi il metabolismo fluviale. Com'è stato dimostrato, le concentrazione possono fornire un livello di conoscenza dello stato fluviale alterato e fortemente determinato dai macrodescrittori scelti e dal modo con cui sono stati aggregati; il carico, invece, risulta indipendente da possibili errori d'interpretazione perché racchiude informazioni di qualità e di quantità.

Fig. 6.4 - Punteggio dell'indice LIMeco calcolato per le stazioni fluviali sull'asta dell'Oglio da Sarnico (km 0) alla foce in Po (km 154) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%), primaverile 4/2010 (scenario 15%).



In questo primo anno di sperimentazione vogliamo definire lo stato di qualità fluviale secondo quanto richiesto dalle leggi europee e nazionali.
Le Figg. 6.5 - 6.12 mostrano gli andamenti dei principali macrodescrittori in relazione ai valori di portata misurati (saturazione percentuale di ossigeno, azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale, COD, clorofilla-a fitoplantonica, metano disciolto ed infine l'indice LIM_{eco}).
La rappresentazione scelta, che aiuta ad effettuare sia un'analisi stagionale che un'analisi in base allo scenario stabilito per la stagione di campionamento, cerca di riprodurre i risultati sullo studio del deflusso minimo vitale utilizzando descrittori chimico-fisici, definiti a stabilire la qualità fluviale secondo le norme vigenti.
Non è escluso che alla fine dei tre anni di sperimentazione, la mole di dati di carattere chimico-fisico e idraulico possa generare la possibilità di studiare il deflusso minimo vitale a partire proprio dalla funzionalità fluviale, ovvero dall'analisi dei carichi in transito al fiume e dei processi a cui sono soggetti.
È essenziale chiarire che quanto i grafici illustrano è un risultato preliminare (primo anno) di un progetto che durerà altri due anni, che devono essere presi come tali e con cautela. Per questo motivo, in questa sede i grafici sono commentati senza una discussione approfondita.

La percentuale di saturazione dell'ossigeno risulta indipendente dai valori di portata, oscillando tra ~80% e ~120%.
Questo risultato indica che, all'interno dei regimi di portate e nelle condizioni al contorno (carichi dal bacino, dai depuratori e da altre sorgenti puntiformi) non sono state avvertite criticità legate a questo parametro. In altre parole non sono state riscontrate situazioni in cui l'apporto di macroinquinanti e di sostanza organica genera una domanda di ossigeno in acqua tali da rendere critiche per l'ecosistema fluviale le concentrazioni di questo accettore di elettroni.
Questo non esclude che in condizioni assolutamente particolari (ad esempio in regimi di portata condizionati da eventi siccitosi prolungati) questo possa avvenire. Il risultato è in ogni caso confortante se letto alla base delle scelte di scenari nella sperimentazione in atto.

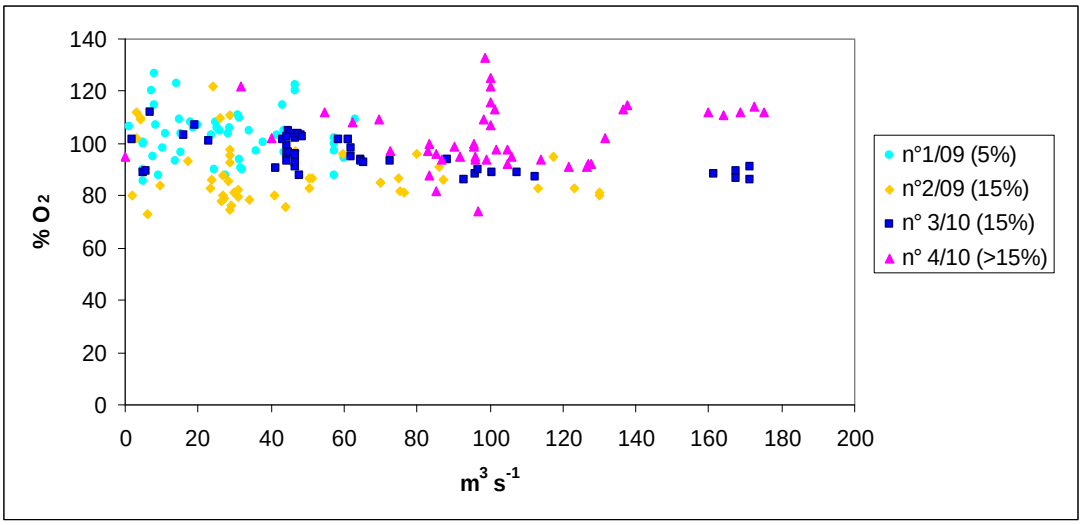


Fig. 6.5 - Percentuale di saturazione dell'ossigeno vs valori di portata misurati nelle stazioni monitorate lungo l'asta dell'Oglio da Sarnico (km 112) alla foce in Po (km 264) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%) e primaverile 4/2010 (scenario >15%).

Le maggiori concentrazioni di azoto ammoniacale nella stagione autunnale (campagna n°2/09) sono evidenti anche nel grafico di Fig. 6.6. In questa data e tendenzialmente anche nelle altre sembra essere presente una correlazione positiva tra concentrazioni di azoto ammoniacale e valori di portata.
Nelle campagne di misura i valori di concentrazione variano tra ~0.005 e ~0.223 mg l-1 in un intervallo di valori di portata tra 1 e i 175 m3 s-1.
Le elevate concentrazioni in autunno sono imputabili a carichi puntiformi (troppo pieno dei depuratori) associati a minore attività dei produttori primari e quindi minore assimilazione da parte di fitoplancton e macrofite.

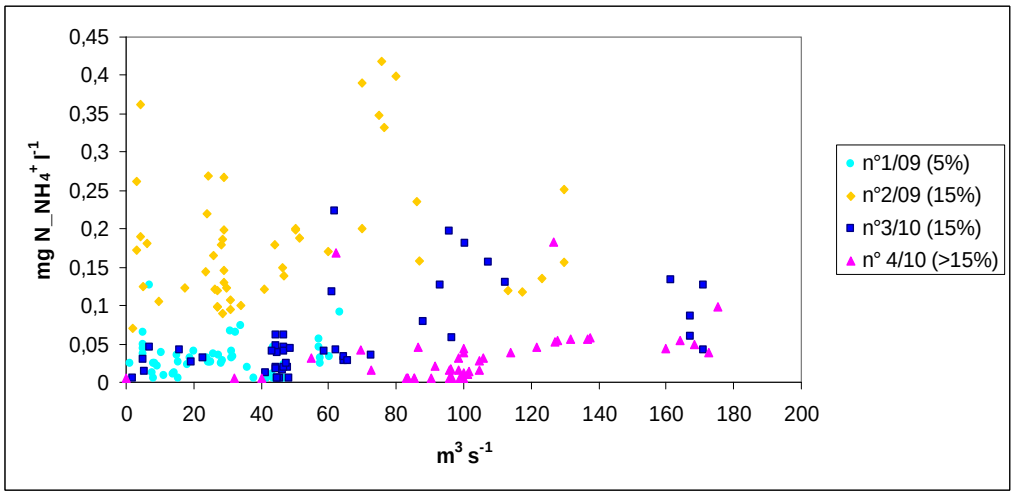


Fig. 6.6 - Concentrazione di azoto ammoniacale (mg l^{-1}) vs valori di portata misurati nelle stazioni sull'asta dell'Oglio da Sarnico (km 112) alla foce in Po (km 264) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%) e primaverile 4/2010 (scenario >15%).

Le concentrazioni di azoto nitrico tendono ad aumentare all'aumentare dei valori di portata per le campagne di misura n° 2/09, 3/10 e 4/10 (Fig. 6.7). La regressione lineare risulta significativa per la stagione primaverile (y=0.03-1.56, R2= 0.57) ed invernale(y=0.04+0.22, R2= 0.70), e debolmente significativa per la stagione autunnale (y=0.03+1.48, R2= 0.38). L'aumento di concentrazione con l'aumento dei valori di portata potrebbe essere spiegato dalla componente carico diffuso. Il bacino del fiume Oglio sub lacuale è fortemente sfruttato dall'attività agro-zootecnica ed il sistema idraulico stesso che caratterizza l'asta fluviale, con

forti prelievi nel tratto nord e restituzioni nel tratto sud da parte degli scoli che attraversano le campagne bresciane, cremonesi e mantovane, oltre che al processo di dilavamento, potrebbero giustificare l'incremento dei tenori di azoto nitrico con l'aumento dei valori di portata. I risultati della campagna estiva (n° 1/09), caratterizzata dallo scenario del 5%, ribadiscono quanto discusso in precedenza per quanto riguarda l'influenza della falda sub-superficiale rispetto alla portata in transito nel fiume e quindi ai parametri chimico-fisici. Tenori di azoto nitrico tra i 6 e gli 8 mg l-1 associati a valori di portata bassi (20-40 m3 s-1) rispetto a quelli delle altre campagne di misura (80-175 m3 s-1) potrebbero indicare che le acque di falda rappresentino la frazione dominante delle acque in transito nel fiume.

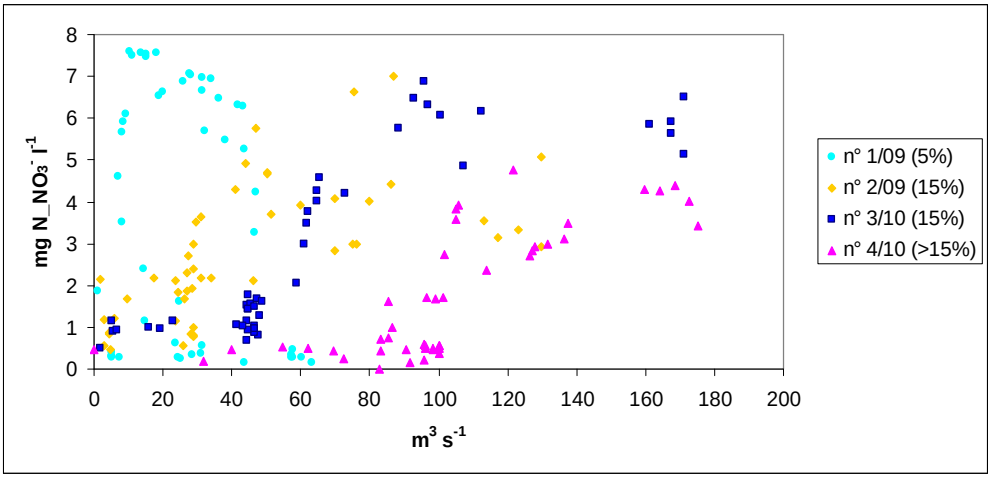
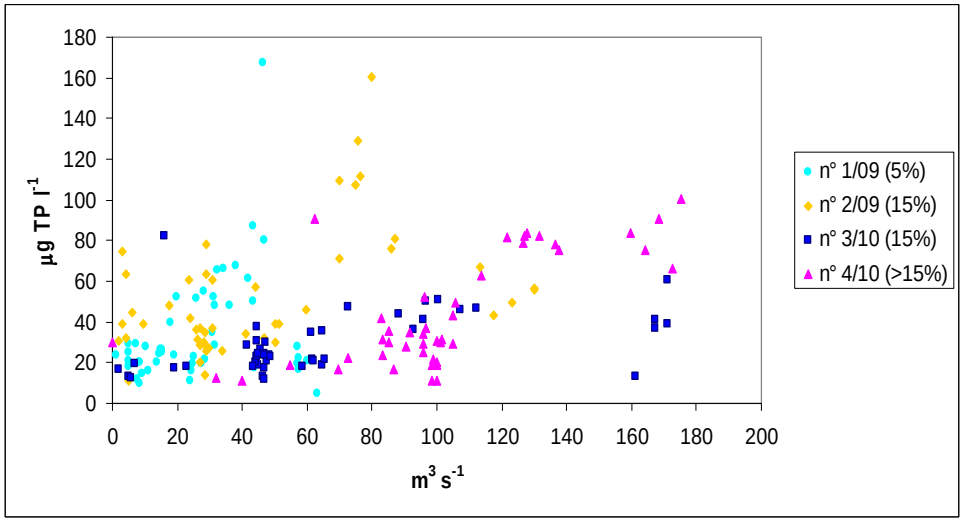


Fig. 6.7 – Concentrazione di azoto nitrico (mg l^{-1}) vs valori di portata misurati in stazioni sull'asta dell'Oglio da Sarnico (km 112) alla foce in Po (km 264) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%) e primaverile 4/2010 (scenario >15%).

Indipendentemente dalla stagione di campionamento, i valori di fosforo totale (tra 15 e 80 µg l-1) mostrano una debole tendenza all'aumento in relazione ai valori di portata (Fig. 6.8). Analizzando i dati stagionali, solo le concentrazioni della campagna n°4/10 aumentano in modo lineare con l'aumento dei valori di portata (y=0.53-10.24, R2= 0.48). Il ciclo del fosforo è di tipo sedimentario, se aumenta il trasporto solido a causa di forti piogge con conseguenti fenomeni di piena, aumenta anche il fosforo particellato e quindi il fosforo totale. La stagione primaverile 2010 è stata molto piovosa, non è stato possibile applicare lo scenario del 5% e per la campagna di misura primaverile sono stati registrati i valori più alti di portata.

Fig. 6-8 - Concentrazione di fosforo totale (µg TP l^{-1}) vs valori di portata nelle stazioni sull'asta del fiume da Sarnico (km 112) alla foce in Po (km 264) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%) e primaverile 4/2010 (scenario >15%). La concentrazione di TP misurata nella stazione fluviale a valle dell'immissione del fiume Cherio (km 15) nella campagna autunnale (n° 2/09) non è stata riportata: il valore è 346 µg l^{-1} vs una portata di 24 m^3 s^{-1}.



Sia i valori di COD che quelli di clorofilla-a fitoplantonica sono risultati indipendenti dai valori misurati di portata (Figg. 6.9 e 6.10).

Il risultato relativo al COD va letto congiuntamente a quello dell'ossigeno, indica la mancanza di carichi di sostanza organica fortemente eccedenti la capacità metabolica del fiume Oglio sublacuale anche in mancanza di portate elevate.
Il risultato relativo alla clorofilla fitoplanctonica indica che nei tratti bacinizzati, a lento scorrimento e dove il fitoplancton trova teoricamente le condizioni più favorevoli per le fioriture, la componente macrofitica è in grado di controllare quella microalgale. Nei tratti non bacinizzati invece il fattore di controllo del fitoplancton è la velocità dell'acqua e la torpidità, che limita la penetrazione della luce.

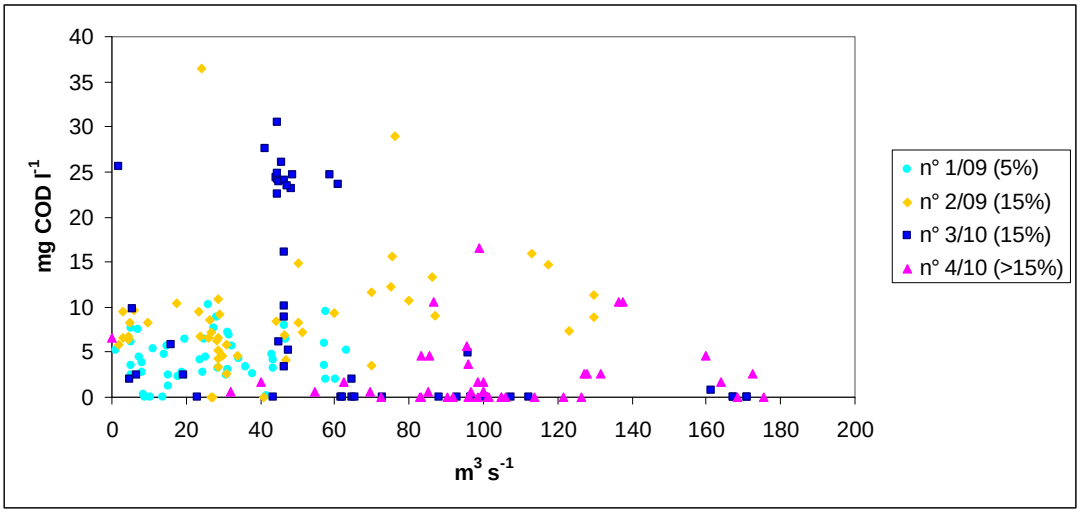


Fig. 6.9- Sostanza organica ossidabile, COD (mg l^{-1}), versus valori di portata nelle stazioni sull'asta dell'Oglio sublacuale da Sarnico (km 112) alla foce in Po (km 264) nella campagna di misura estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%) e primaverile 4/2010 (scenario >15%).

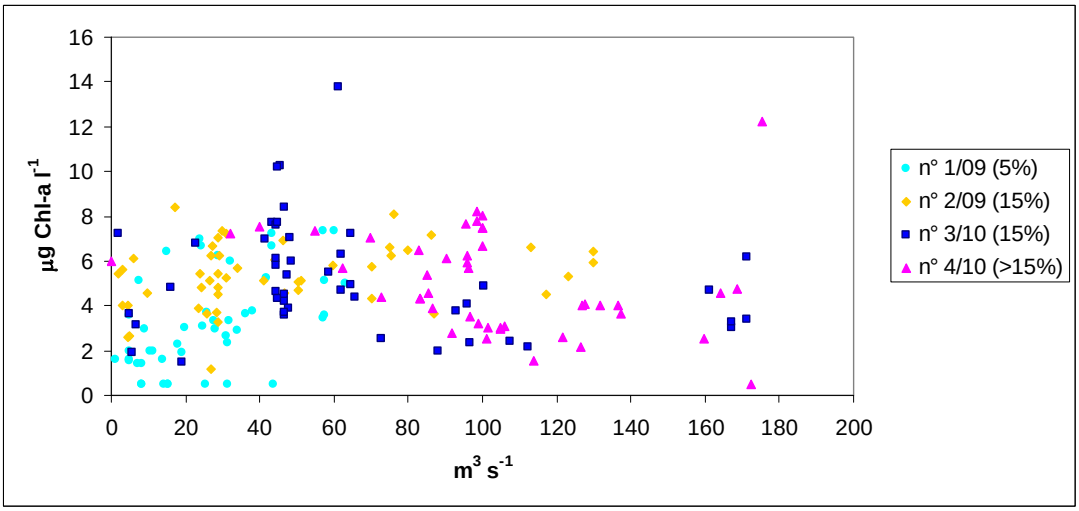


Fig. 6.10 - Concentrazione di clorofilla-a fitoplantonica (µg l^{-1}) vs valori di portata misurati nelle stazioni sull'asta dell'Oglio da Sarnico (km 112) alla foce in Po (km 264) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%) e primaverile 4/2010 (scenario >15%). Le concentrazione di clorofilla-a fitoplantonica misurate nelle stazioni presso Mazzuolo (km 132) e Torre d'Oglio (km 154) nella campagna estiva (n° 1/09) non sono state riportate: i valori sono rispettivamente di 27 e 62 µg l^{-1} vs portate di 46.8 e 46.5 m^3 s^{-1}.

Le concentrazioni di metano (Fig.6.11) prese indipendentemente dalle campagne di misura mostrano una tendenza a crescere, se pur non significativa, all'aumentare dei valori di portata (y=0.01+0.09, R^2= 0.29). Risulta invece significativa la regressione lineare tra valori di portata e concentrazioni di metano per la campagna autunnale (y=0.01+0.02, R^2= 0.49) e invernale (y=0.003-0.089, R^2= 0.58).
In generale il metano disciolto mostra valori significativamente più elevati nei tratti bacinizzati rispetto a quelli prettamente fluviali; risultato interpretato alla luce di un accumulo di sedimento organico nei tratti a minore velocità dell'acqua. L'aumento di metano nelle date autunnali e invernali è ascrivibile a processi di mineralizzazione del carico organo di tipo anaerobico o al drenaggio dalla falda superficiale di acque anossiche ricche di metano. Questi aspetti sono assolutamente nuovi e poco commentati dalla letteratura scientifica internazionale e meritano approfondimenti futuri.

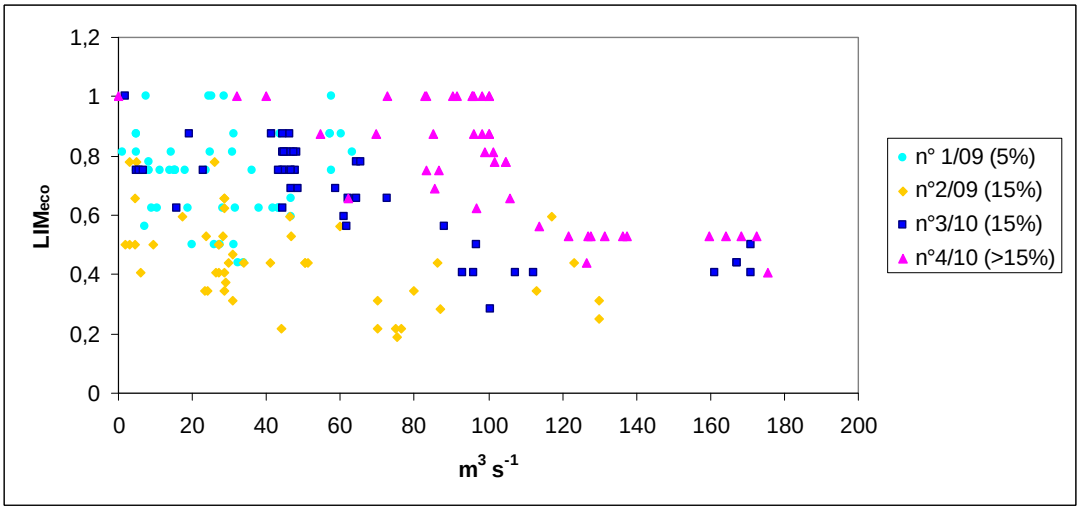


Fig. 6.11 - Concentrazione di metano (µM) vs valori di portata misurati nelle stazioni sull'asta dell'Oglio da Sarnico (km 12) alla foce in Po (km 264) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%), primaverile 4/2010 (scenario >15%).

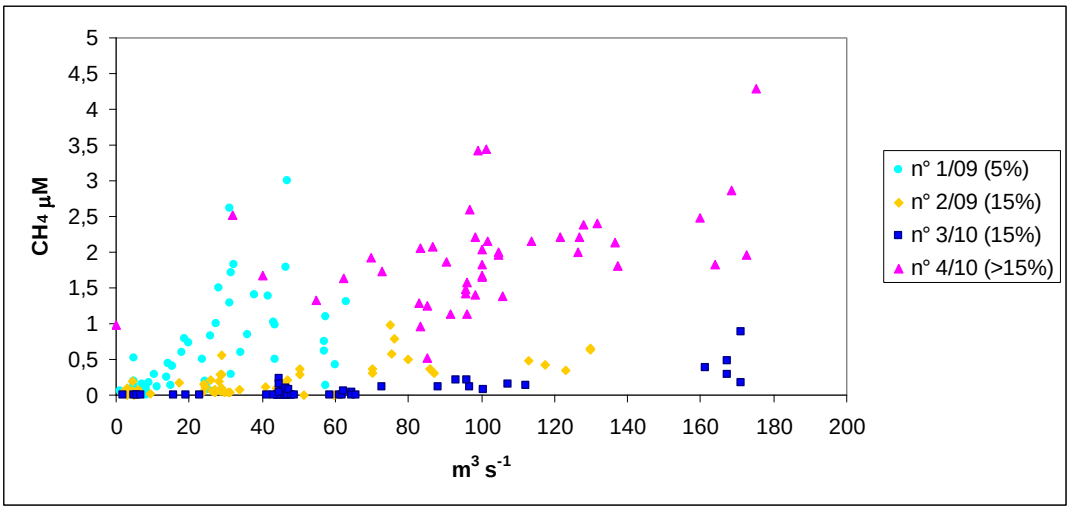


Fig. 6.12 - Punteggio LIM_{eco} vs valori di portata misurati nelle stazioni sull'asta del fiume Oglio da Sarnico (km 112) alla foce in Po (km 264) nella campagna estiva n°1/2009 (scenario 5%), autunnale 2/2009 (scenario 15%), invernale 3/2010 (scenario 15%) e primaverile 4/2010 (scenario >15%).
1 e 0.65 stato ottimo; 0.45 e 0.65 stato buono; 0.25 e 0.45 stato sufficiente.

Infine la Fig. 6.12 mostra la relazione tra quattro macrodescrittori aggregati tramite il LIM_{eco} (% ossigeno, azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo totale) e i valori di portata. Fino a circa 100 $m^3 s^{-1}$, il punteggio LIM_{eco} non dipende dai valori di portata: esso, infatti, varia tra 0.25 e 1, oscillando tra stato di qualità scarso e ottimo. L'intervallo di variazione del punteggio LIM_{eco} sembra, invece, restringersi tra 0.25 e 0.6 (stato scarso e buono) per valori di portata nel range tra 100 e 175 $m^3 s^{-1}$.
Non è presente alcuna relazione lineare significativa tra indice e valori di portata anche se la tendenza è verso una correlazione negativa.

SCENARI DI SPERIMENTAZIONE: GRUPPO B

Le Figg. dalla 12A alla 20A riportate in Allegato E.2 ("Azione 2, scenari di sperimentazione: gruppo B"- pag E23 e segg.) mostrano le concentrazioni dei parametri analizzati nella campagna n° 1/09 (estiva), n°2/09 (autunnale), n° 3/10 (invernale) e n° 4/10 (autunnale) nelle stazioni a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) di ognuna delle sei centrali, con scenari di portata differente nei tratti sottesi: 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale.
Mentre le condizioni meteo sono risultate fortemente stabili durante il campionamento estivo ed invernale, non è stato così per quello autunnale e primaverile. Nella campagna n° 2/09, in concomitanza con l'ultimo scenario di sperimentazione, è perdurata una settimana di pioggia che ha generato un ingente aumento del carico inquinante organico ed inorganico scaricante nel fiume Oglio sub lacuale. Per la stagione autunnale non è quindi opportuno confrontare lo scenario del 15% con gli altri scenari del 5%, 7.5%, 10%. Allo stesso modo per la campagna di misura n° 4/10, non è possibile paragonare lo scenario del 7.5% effettuato alla fine di aprile con quello del 15% e del >15%, effettuato a maggio e giugno, in quanto quest'ultimi due mesi sono stati caratterizzati da forti piogge; a causa dei fenomeni di piena non è stato possibile effettuare gli scenari del 5% e del 10%.
I tratti di fiume sottesi alle sei centrali si possono distinguere in due tipologie:

1. quelli in cui scaricano impianti di trattamento di acque reflue urbane:
   - stazioni 7 e 8 presso la Centrale di Tagliuno con l'impianto di trattamento dei reflui di Castelli Calepio (1500 A.E.),
   - stazioni 11 e 14 presso la Centrale di Palazzolo sull'Oglio con l'impianto di trattamento dei reflui di Cividino (4000 A.E.),
   - stazioni 15 e 18 presso la Centrale di Palosco con l'impianto di trattamento dei reflui di Palazzolo sull'Oglio (11000 A.E.),
2. quelli in cui non è presente nessuna tipologia di scarico puntiforme:
   - stazioni 1 e 3 presso la Centrale di Castelmontecchio ,
   - stazioni 5b e 6 presso la Centrale di Capriolo,
   - stazioni 25 e 26 presso la Centrale di Urago d'Oglio.

Relativamente alla prima tipologia di tratti sottesi, l'ipotesi di partenza si basa sul fatto che, all'aumentare dei valori di portata, aumenti la capacità del fiume di diluire e metabolizzare il carico organico e dei nutrienti inorganici in ingresso. Supponendo che il carico sversato dai depuratori rimanga invariato nei diversi scenari di sperimentazione, l'effetto della loro immissione dovrebbe diminuire all'aumentare del deflusso in alveo.
All'aumentare della quantità di acqua in fiume la concentrazione di azoto ammoniacale dovrebbe diminuire sia per effetto di diluizione sia per processi di ossidazione dell'ammonio a nitrato e di conseguenza si dovrebbe registrare un aumento delle concentrazioni di azoto nitrico. L'ingresso di acque reflue trattate va ad aumentare il carico organico nelle acque del fiume e quindi la richiesta chimica di ossigeno (COD) per ossidare lo stesso; l'aumento del deflusso in alveo, nonostante apporti un maggiore carico organico in partenza, risulta però attenuare l'effetto del carico organico entrante, diminuendo in questo modo la richiesta di ossigeno. Risulta infine logico affermare che l'aumento dei valori di portata in fiume sarà in grado di diminuire l'effetto dell'ingresso di acque ad elevato contenuto di solidi sospesi totali perché la maggiore presenza di acqua in alveo diluirà il carico particellato.
Dalle figure riportate in Allegati si nota che in tutte le campagne di misura non è stato riscontrato un effetto evidente dell'aumento dei valori di portata sulle concentrazioni dei parametri analizzati nei tratti sottesi in cui scaricano acque reflue urbane. Si notano comunque delle tendenze, come ad esempio quelle riportate in Fig. 6.13.
Infine per quanto riguarda la seconda tipologia di tratto sotteso alle Centrali, ovvero quella in cui non sono presenti ingressi puntiformi di alcuna natura, confrontando le concentrazioni dei parametri analizzati tra le stazioni a monte e a valle dello sbarramento, è possibile effettuare considerazioni sulla capacità metabolica del sistema in relazione al deflusso in alveo. Osservando le figure in Allegati le situazioni in entrambe le campagne di misura sono risultate estremamente eterogenee. Con i dati ad oggi disponibili non è possibile valutare se il sistema aumenti la propria funzionalità dal punto di vista metabolico in relazione alla portata. In Fig. 6.14 sono riportati comunque alcuni esempi in cui si nota una tendenza alla diminuzione delle concentrazioni nel tratto sotteso all'aumentare del deflusso.

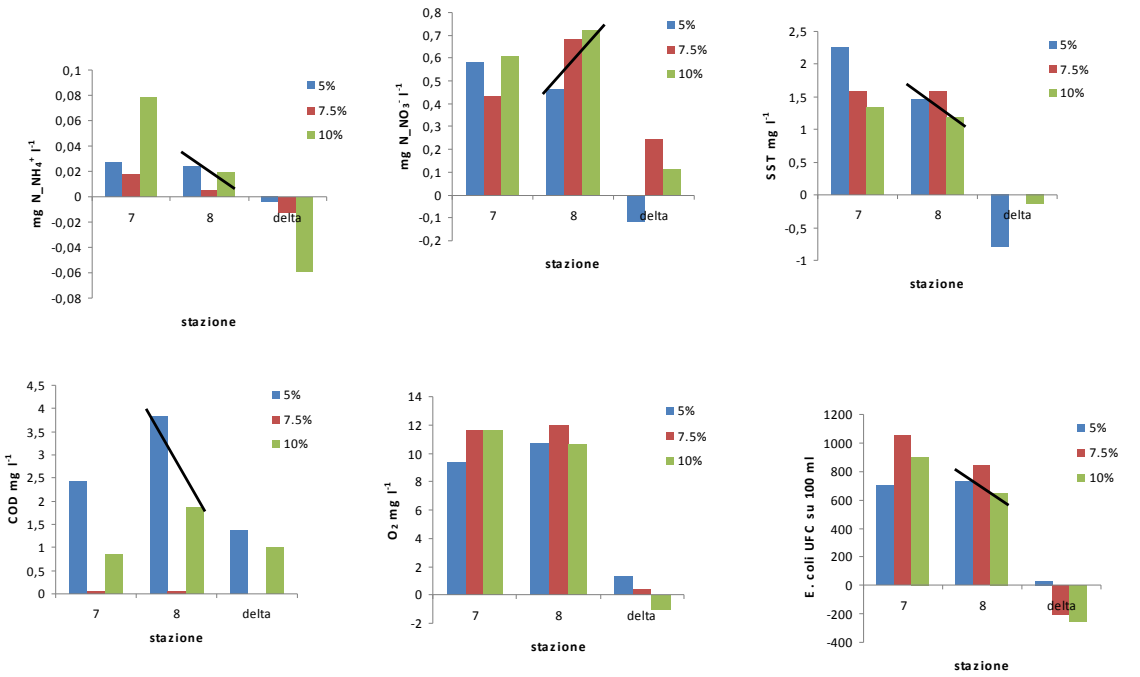


Fig. 6.13 - Campagna di misura autunnale. Azoto ammoniacale (mg l^{-1}), azoto nitrico(mg l^{-1}), solidi sospesi totali (mg l^{-1}), COD (mg l^{-1}), ossigeno disciolto (mg l^{-1}), unità formanti colonia su 100 ml di *Escherichia coli* nelle stazioni 7 e 8, rispettivamente a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) dello sbarramento della Centrale Enel di Tagliuno. Il delta indica la differenza tra le concentrazioni misurate a valle (tratto sotteso) e a monte (tratto bacinizzato) dello sbarramento della centrale.

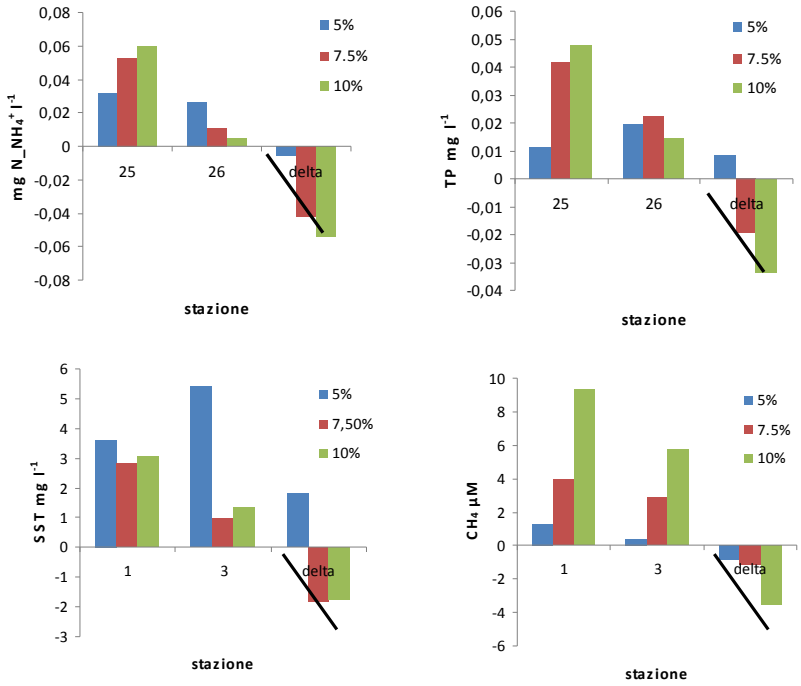


Fig. 6.14 - Campagna di misura estiva. Azoto ammoniacale (mg l^{-1}) e fosforo totale (mg l^{-1}) nelle stazioni 1 e 3, rispettivamente a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) dello sbarramento della Centrale NK-HYDRO di Castelmontecchio. Solidi sospesi totali (mg l^{-1}) e metano (µM) nelle stazioni 25 e 26, rispettivamente a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) dello sbarramento della Centrale Elettra 2000 di Urago d'Oglio. Il delta indica la differenza tra le concentrazioni misurate a valle (tratto sotteso) e a monte (tratto bacinizzato) dello sbarramento della centrale.

Come per gli scenari di base (gruppo A), anche in questo caso si è realizzata un'analisi preliminare sul deflusso minimo vitale basandosi sull'indice LIM_{eco}. Le Figg. 6.15-6.19 aiutano a confrontare i diversi scenari di sperimentazione sia stagionalmente che annualmente. L'analisi delle figure deve essere fatta confrontando le stazioni ai km 1, 2.5, 4, 10, 13 e 21, quelle nei tratti sottesi alle centrali ed in cui è garantito lo scenario applicato; le altre stazioni, utilizzate da riferimento, sono quelle a monte degli sbarramenti delle centrali. Ad eccezione della campagna autunnale - scenario del 15% - non c'è differenza significativa nello stato ecologico di qualità sia tra scenari all'interno della stessa stagione di campionamento che tra stagioni e risulta di stato elevato per la stragrande maggioranza dei casi. Il valore LIMeco annuale indica di conseguenza uno stato di qualità elevato per tutti gli scenari di valori di portata applicati; per lo scenario del 15% ci sono valori LIM_{eco} di buono, probabilmente dovuto allo stato di qualità sufficiente registrato nella campagna autunnale.

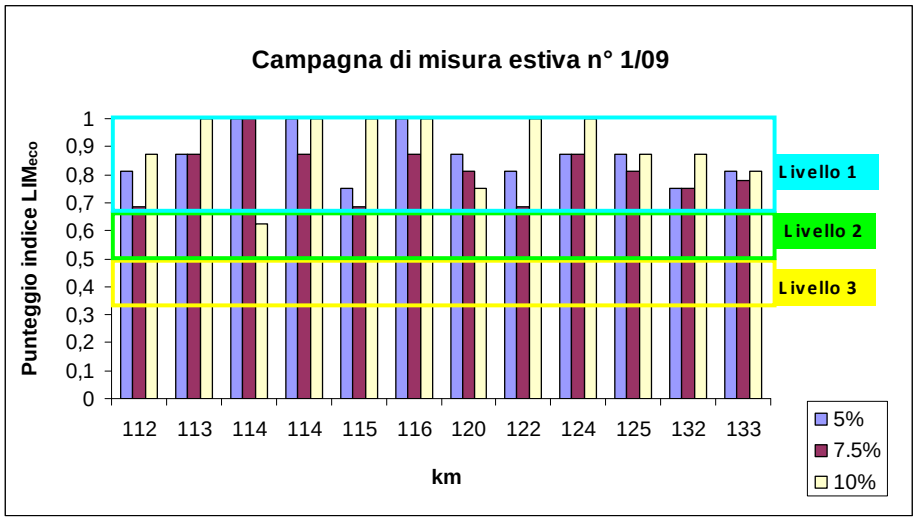


Fig. 6.15 - Punteggio dell'indice LIM_{eco} calcolato per la campagna estiva (n° 1/09) nelle stazioni a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) di ognuna delle sei centrali, con differenti scenari di portata nei tratti sottesi: 5%, 7.5% e 10% rispetto alla portata media naturale.

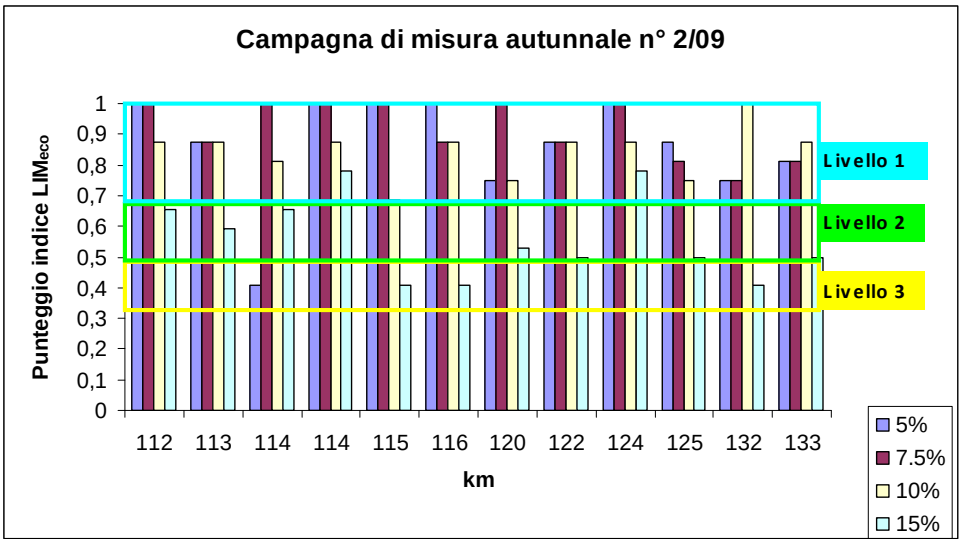


Fig. 6.16 -Punteggio dell'indice LIM_{eco} calcolato per la campagna autunnale (n° 2/09) nelle stazioni a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) di ognuna delle sei centrali, con differenti scenari di portata nei tratti sottesi: 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale.

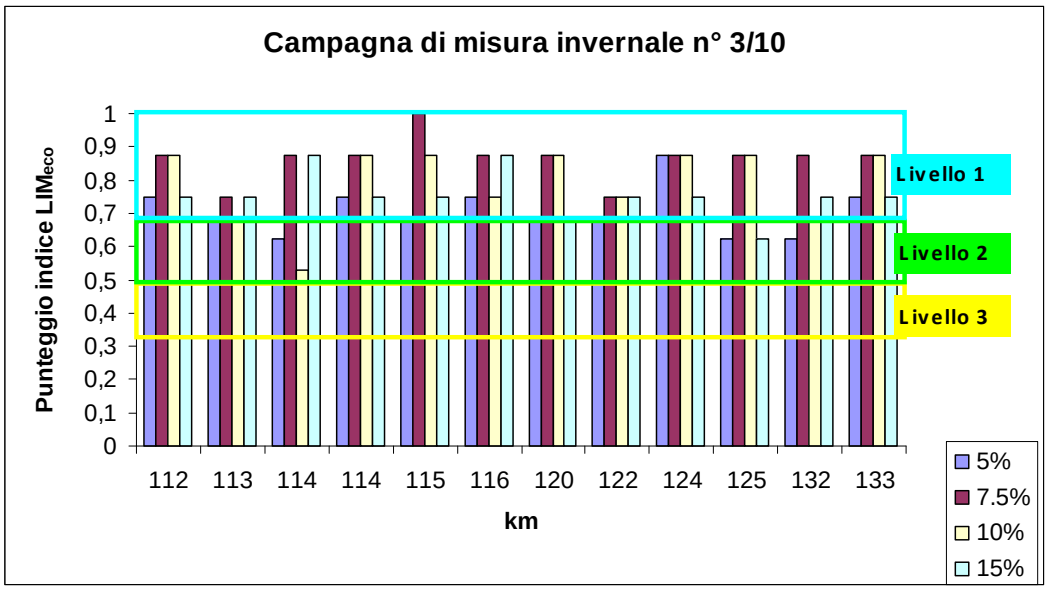


Fig. 6.17 - Punteggio dell'indice LIM_{eco} calcolato per la campagna invernale (n° 3/10) nelle stazioni a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) di ognuna delle sei centrali, con differenti scenari di portata nei tratti sottesi: 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale.

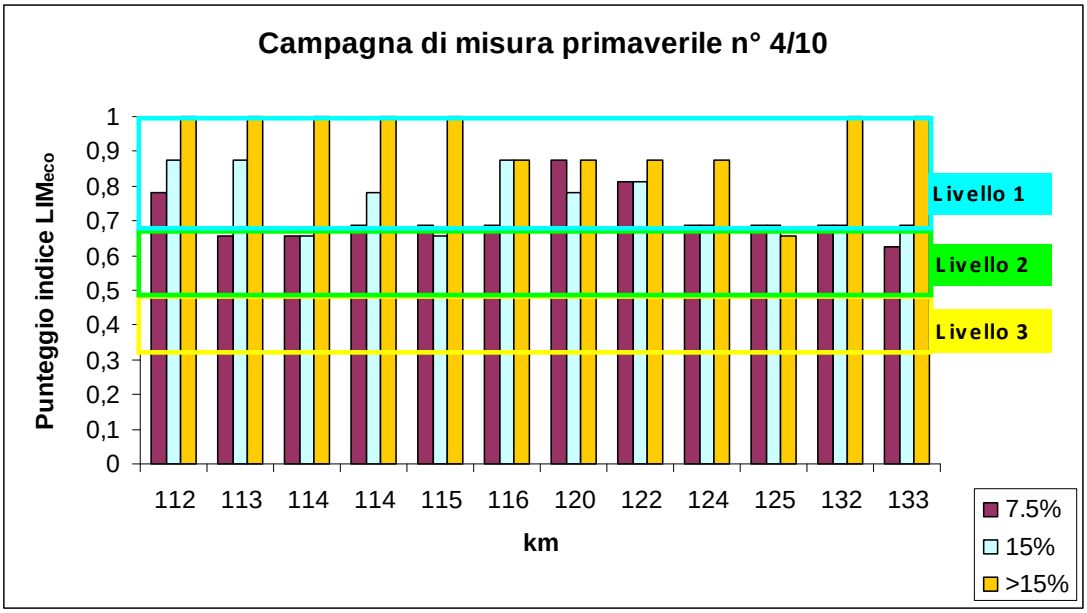


Fig. 6.18 - Punteggio dell'indice LIM_{eco} calcolato per la campagna primaverile (n° 4/10) nelle stazioni a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) di ognuna delle sei centrali, con differenti scenari di portata nei tratti sottesi: 7.5%, 15% e >15% rispetto alla portata media naturale.

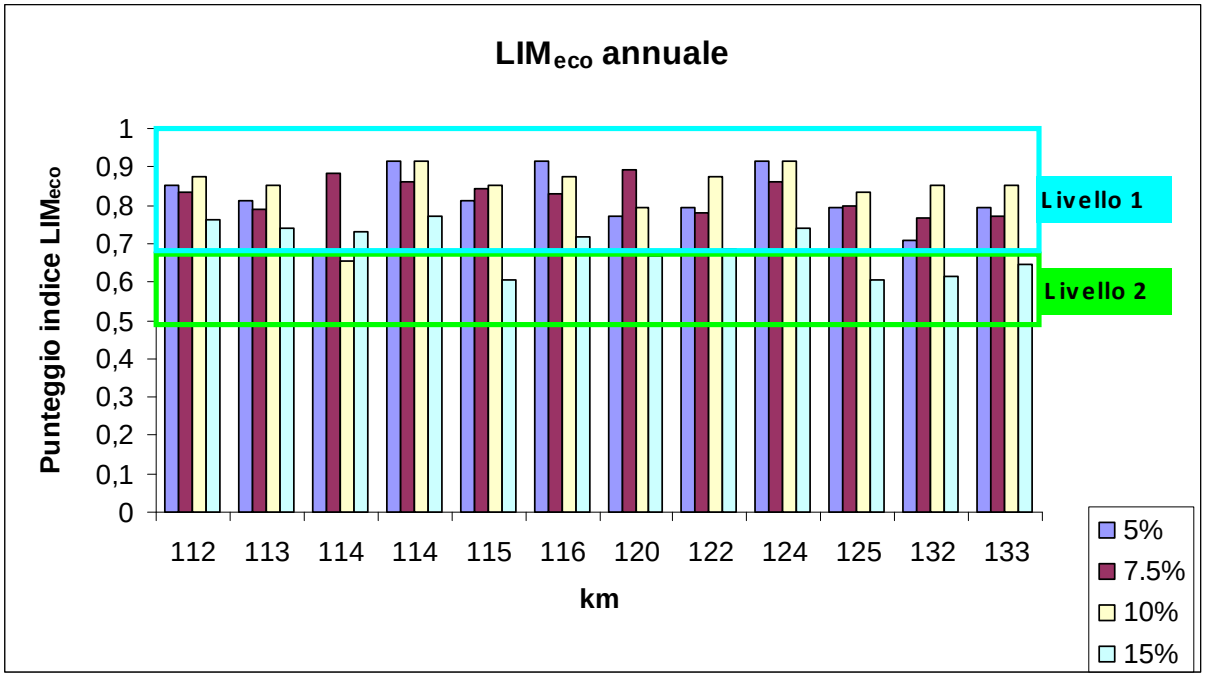


Fig. 6.19 - Punteggio dell'indice LIM_{eco} calcolato per la campagna primaverile (n° 4/10) nelle stazioni a monte (tratto bacinizzato) e a valle (tratto sotteso) di ognuna delle sei centrali, con differenti scenari di portata nei tratti sottesi: 7.5%, 15% e >15% rispetto alla portata media naturale. Per gli scenari 5%, 10% e 15% il valore annuale è stato calcolato con la media di tre stagioni anziché quattro.

Infine, l'ultima analisi dei dati raccolti ha indagato l'esistenza di relazioni lineari tra i principali macrodescrittori e i valori di portata misurati (% saturazione di ossigeno, azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale, COD, clorofilla-a fitoplantonica, metano disciolto e l'indice LIM_{eco}).

Le Figg. 6.20-6.27 riportano gli andamenti dei parametri citati rispetto ai valori di portata, indipendentemente dalla stagione di misura, considerando le stazioni sottese alle centrali idroelettriche, dove sono applicati i diversi scenari di sperimentazione. Lo scenario con portata massima è il 15% della portata media naturale (~59 $m^3 s^{-1}$) e quindi ~9 $m^3 s^{-1}$. L'asse delle ascisse riporta valori che vanno oltre il valore massimo di sperimentazione, perché alcune centrali idroelettriche hanno impianti con bassa capacità di derivazione e ciò fa si che nel tratto sotteso non siano verificati gli scenari stabiliti, nemmeno quello con rilascio di DMV in fiume maggiore (15%).

I grafici non evidenziano alcuna tendenza significativa tra parametri e valori di portata; nemmeno l'aver ridotto la scala dell'asse delle ascisse da 0 a 10 $m^3 s^{-1}$ (grafici non riportati) ha facilitato l'interpretazione dei grafici. Come spiegato in precedenza, questi sono risultati preliminari che acquisteranno significato alla fine dei tre anni di sperimentazione quando si potrà utilizzare una quantità di dati più corposa dell'attuale. Quanto detto in precedenza per la Fig. 6.19, è confermato in Fig. 6.27: l'indice LIM_{eco} non dipende in modo significativo dai valori di portata misurati.

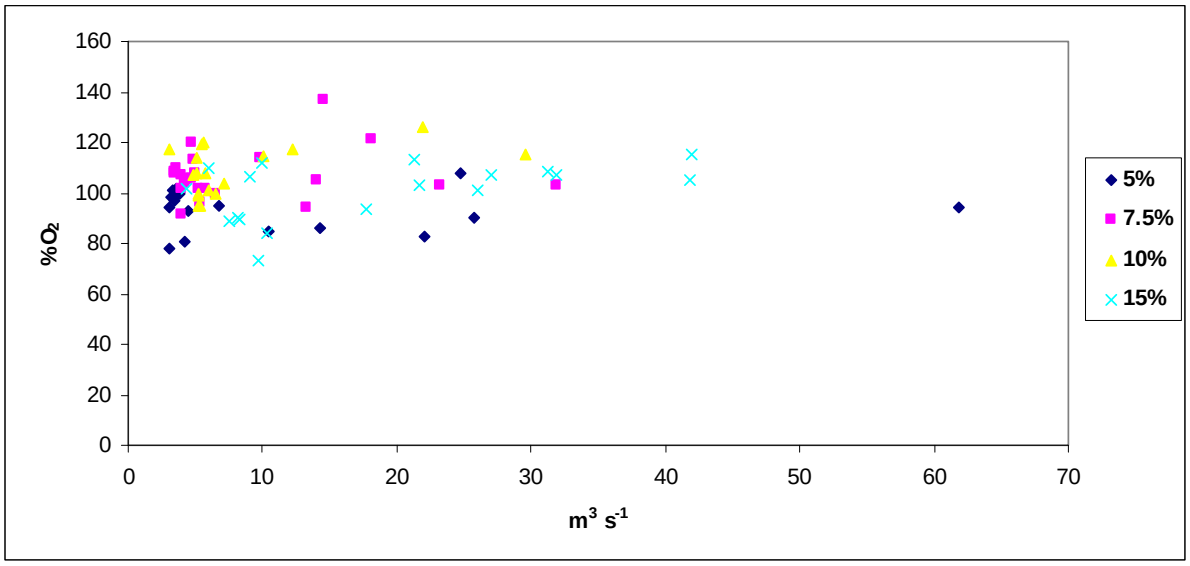


Fig. 6.20 - Percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto vs valori di portata misurati nelle sei stazioni a valle delle centrali idroelettriche (tratti sottesi) in cui si sono applicati gli scenari di portata del 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale. I dati sono delle campagne n° 1/09, n° 2/09, n° 3/10 e n° 4/10.

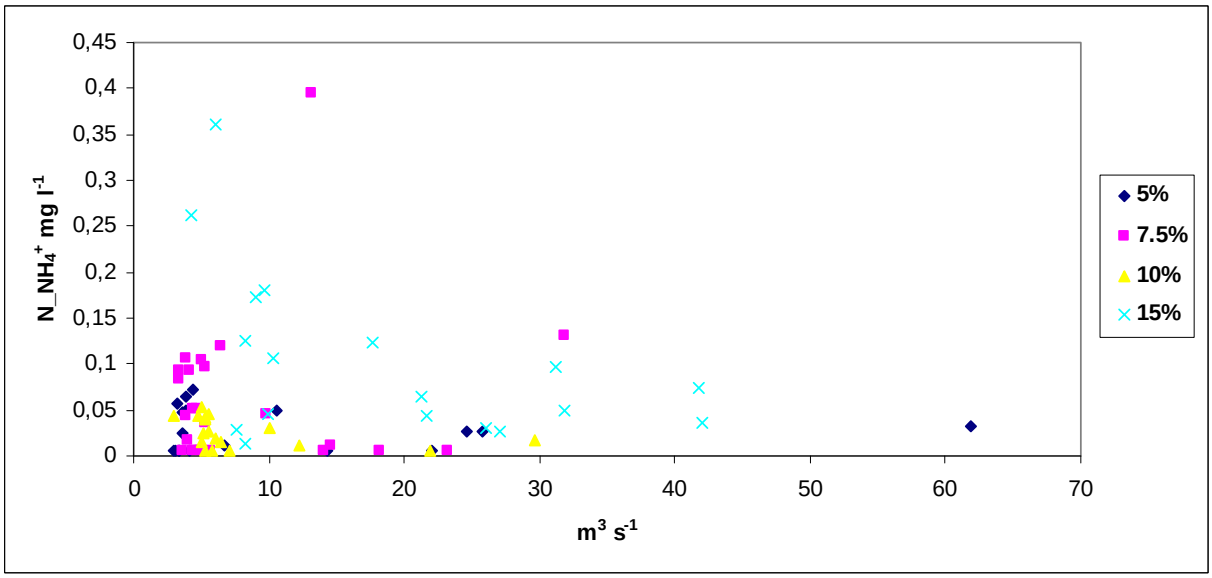


Fig. 6.21 - Concentrazione di azoto ammoniacale (mg l^{-1}) vs valori di portata misurati nelle sei stazioni a valle delle centrali idroelettriche (tratti sottesi) in cui si sono applicati gli scenari di portata del 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale. I dati sono delle campagne n° 1/09, n° 2/09, n° 3/10 e n° 4/10

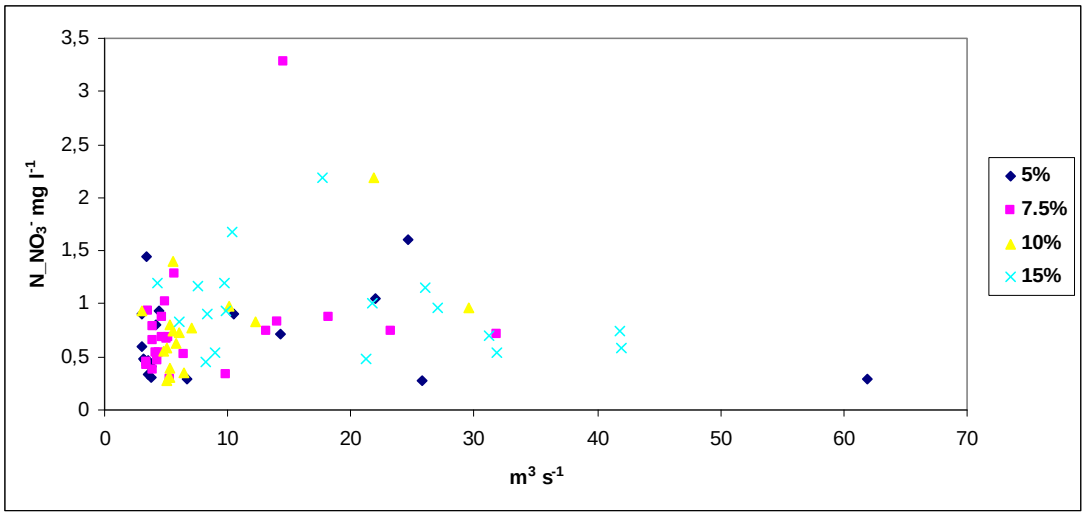


Fig.. 6.22 - Concentrazione di azoto nitrico (mg l^{-1}) vs valori di portata misurati nelle sei stazioni a valle delle centrali idroelettriche (tratti sottesi) in cui si sono applicati gli scenari di portata del 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale. I dati sono delle campagne n° 1/09, n° 2/09, n° 3/10 e n° 4/10.

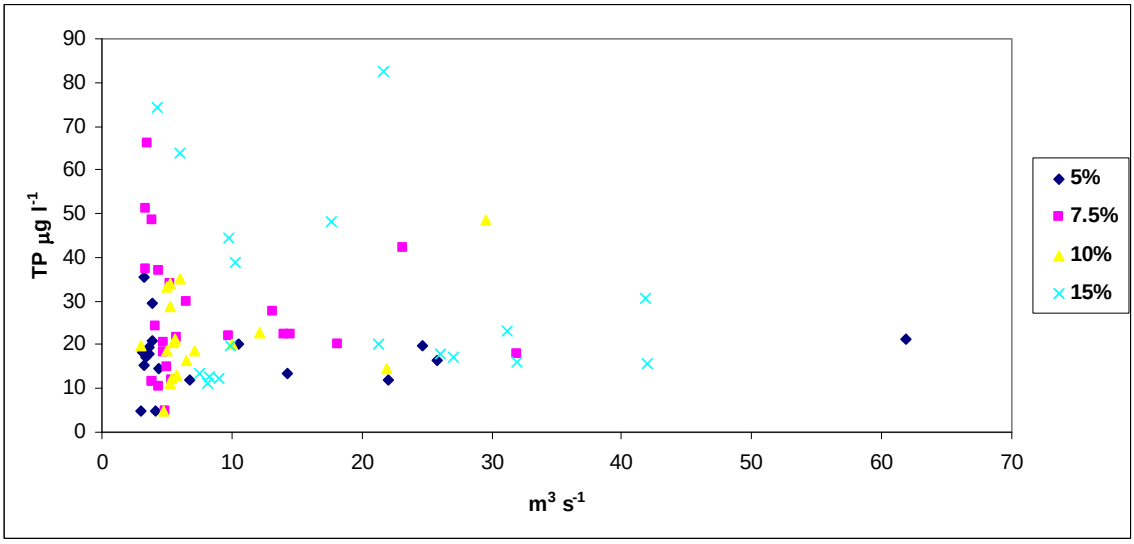


Fig. 6.23 - Concentrazione di fosforo totale (µg l^{-1}) vs valori di portata misurati nelle sei stazioni a valle delle centrali idroelettriche (tratti sottesi) in cui si sono applicati gli scenari di portata del 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale. I dati sono delle campagne n° 1/09, n° 2/09, n° 3/10 e n° 4/10.

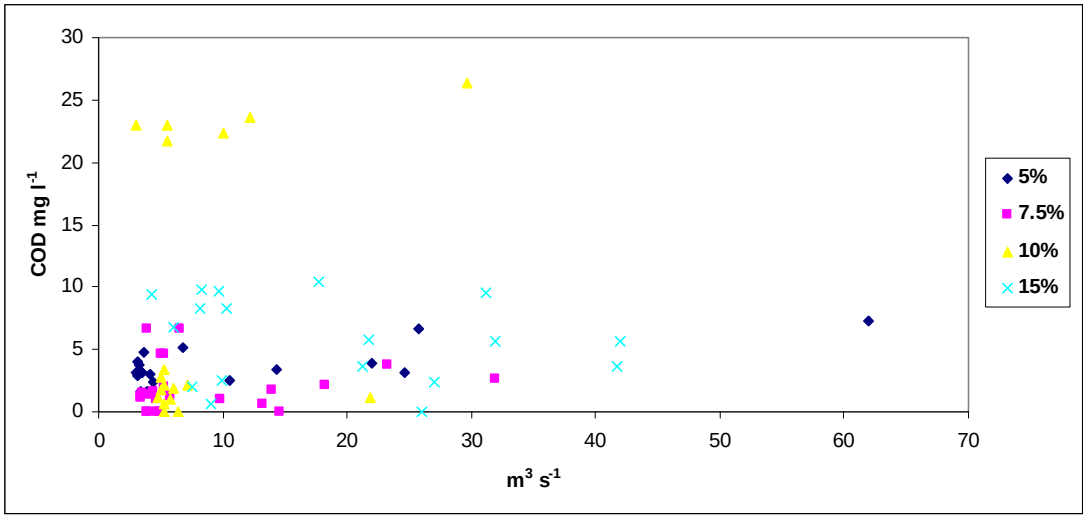


Fig. 6.24 - Sostanza organica ossidabile, COD (mg l^{-1}), vs valori di portata misurati nelle sei stazioni a valle delle centrali idroelettriche (tratti sottesi) in cui si sono applicati gli scenari di portata del 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale. I dati sono delle campagne n° 1/09, n° 2/09, n° 3/10 e n° 4/10.

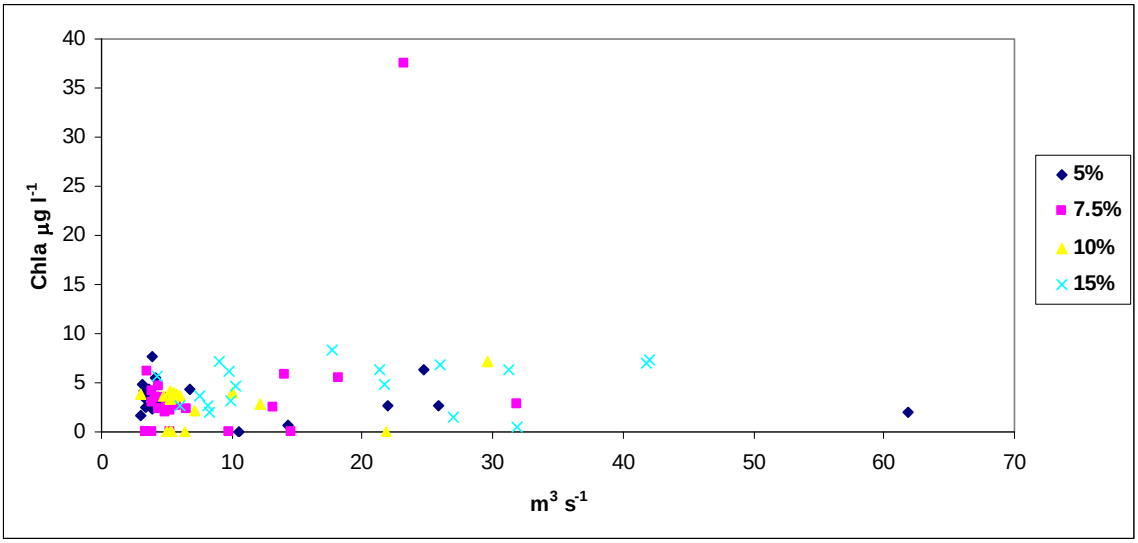


Fig. 6.25 - Concentrazione di clorofilla-a fitoplantonica (µg l^{-1}) vs valori di portata misurati nelle sei stazioni a valle delle centrali idroelettriche (tratti sottesi) in cui si sono applicati gli scenari di portata del 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale. I dati sono delle campagne n° 1/09, n° 2/09, n° 3/10 e n° 4/10.

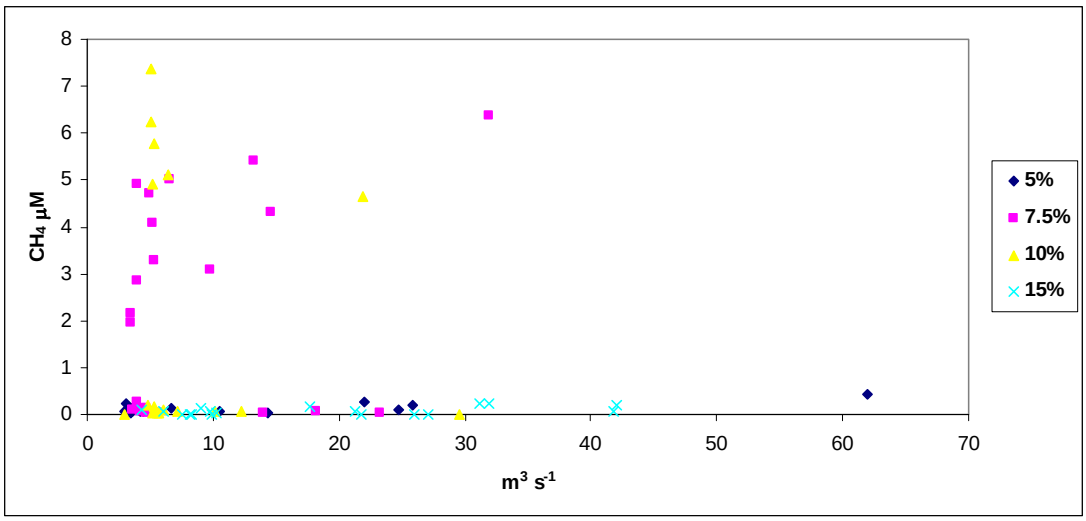


Fig. 6.26 - Concentrazione di metano disciolto (µM) vs valori di portata misurati nelle sei stazioni a valle delle centrali idroelettriche (tratti sottesi) in cui si sono applicati gli scenari di portata del 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale. I dati sono delle campagne n° 1/09, n° 2/09, n° 3/10 e n° 4/10.

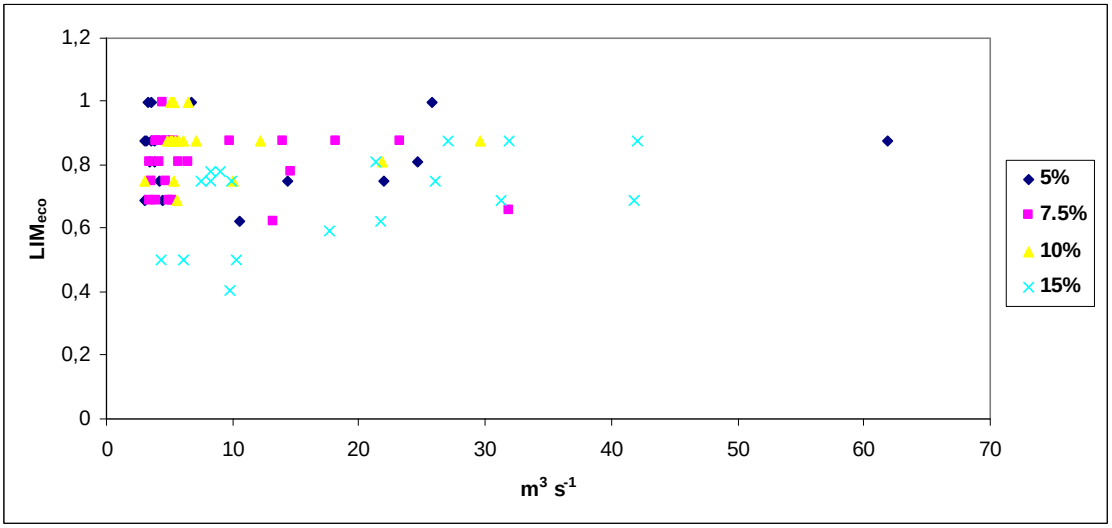


Fig. 6.27 - Punteggio indice LIM_{eco} vs valori di portata misurati nelle sei stazioni a valle delle centrali idroelettriche (tratti sottesi) in cui si sono applicati gli scenari di portata del 5%, 7.5%, 10% e 15% rispetto alla portata media naturale. I dati sono delle campagne n° 1/09, n° 2/09, n° 3/10 e n° 4/10.

6.2 - Analisi ed elaborazione dei dati delle comunità biologiche

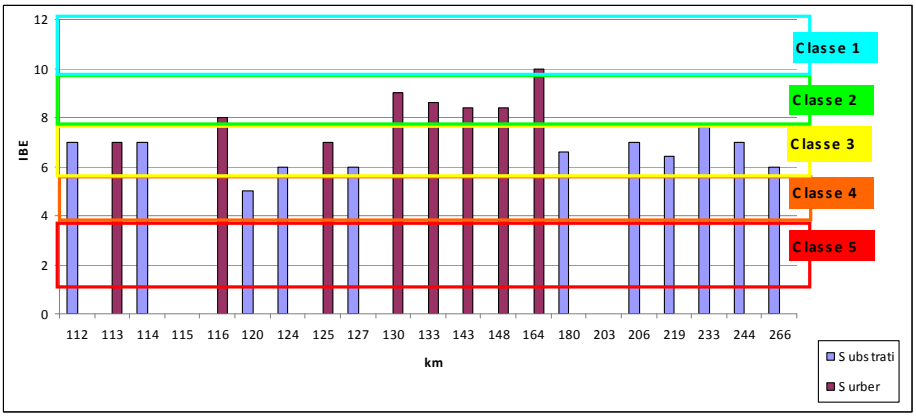
6.2.1 Macroinvertebrati

Per il monitoraggio delle comunità macrobentoniche sono stati caratterizzati:
- nella stagione estiva 2009, 8 siti guadabili (stazione 3, 8, 18, 24, 26, 31, 36 e 42) e 11 siti non guadabili (1, 6, 11, 15, 21, 47, 59, 63, 68, 78 e 80);
- nella stagione autunnale 2009, 6 siti guadabili (stazione 3, 8, 18, 24, 26 e 31) tramite l'ausilio della rete Surber e 11 siti non guadabili (stazione 1, 6, 15, 36, 44, 53, 59, 63, 68, 77 e 80);
- nella stagione invernale 2010, 6 siti guadabili (stazioni 3, 8, 18, 24, 26 e 31) e 10 siti non guadabili (stazioni 1, 6, 7, 15, 44, 53, 59, 63, 77, 80);
- nella stagione primaverile 2010, 5 siti guadabili (stazioni 8, 18, 24, 26 e 31) e 10 siti non guadabili (stazioni 1, 6, 7, 15, 44, 53, 59, 68, 77 e 80).

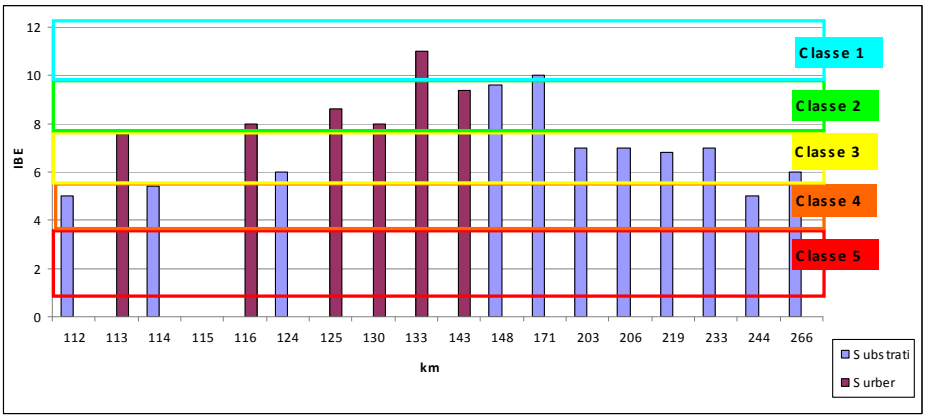
L'elenco completo dei taxa è riportato nelle tabelle in Allegato E.4.
Attualmente non è possibile categorizzare in modo corretto le comunità rinvenute mediante posizionamento e raccolta di substrati poiché manca la definizione di siti (e comunità) di riferimento. Nonostante ciò, come esercizio di applicazione del precedente indice IBE, si è effettuato un tentativo di classificazione dei siti campionati nelle quattro campagne di misura.
I risultati sono riportati in Fig. 6.28; le metodiche di campionamento sono indicate dai diversi colori delle barre.

Da un'analisi complessiva delle informazioni ricavate dai dati delle quattro stagioni di campionamento emerge una maggiore diversificazione delle comunità a macroinvertebrati, nonché della ricchezza in taxa nelle stazioni dove l'ecosistema fiume si presenta con un maggiore grado di naturalità o comunque privo di arginature in cemento. In particolare le comunità presentano la maggiore diversità, nonché la presenza di taxa sensibili alle alterazioni (Efemerotteri *Heptageniidae*, genere *Ecdyonurus*) nella zona tra Pontoglio (km 125) e Castelvisconti (km 171) per un numero complessivo di 5 stazioni; in questi siti infatti il valore di IBE, nelle diverse stagioni, raggiunge la classe 2 (ambiente con moderati sintomi di alterazione) e classe 1 (ambiente non alterato in modo sensibile).
Nei tratti fortemente bacinizzati si rinvengono invece comunità abbastanza impoverite.
Escludendo le sopra citate stazioni, i risultati riportati nei grafici evidenziano come la maggior parte degli altri siti, indipendentemente dalla stagione di campionamento, appartengano sempre alle classi 3 (ambiente alterato) e 4 (ambiente molto alterato). Questi siti mancano di naturalità e della possibilità di formare una variabilità di multi-habitat, necessari all'instaurarsi di comunità ben organizzate e strutturate.
Nei siti con forte impatto antropico l'elenco dei taxa rinvenuti evidenzia scarsità o totale mancanza degli ordini (Efemerotteri; Tricotteri) o delle famiglie di macroinvertebrati (*Heptageniidae*; *Brachycentridae*, *Rhyacophilidae*) più sensibili; negli stessi siti si sono rinvenuti invece macroinvertebrati in grado di vivere anche in ambienti con forte alterazione ambientale (Bivalvi; Ditteri *Chironomidae;* Irudinei), quindi formanti comunità di poca sensibilità e valore.
In Tab. 6.2 sono riassunti e riportati i valori di IBE per ogni sito campionato e per ognuna delle quattro campagne di misura.
In Fig. 6.29 sono riportati i valori di IBE annuali, calcolati per le 18 stazioni campionate dall'estate 2009 alla primavera 2010. Per la stagione primaverile i campioni 8 e 59 sono ancora in fase di analisi, perciò per questi siti il valore IBE calcolato si basa sulle prime tre stagioni di campionamento.
I dati ottenuti riassumono la situazione già descritta in precedenza, le stazioni dal km 130 al km 164 mostrano valori di IBE molto elevati, appartenenti alla classe 2 (ambiente con moderati sintomi di alterazione); la maggior parte delle altre stazioni, ben 11, appartengono alle classi 3 (ambiente alterato) e 4 (ambiente molto alterato).
I valori di IBE annuali sono molto coerenti e in linea con quelli ottenuti nelle diverse stagioni.

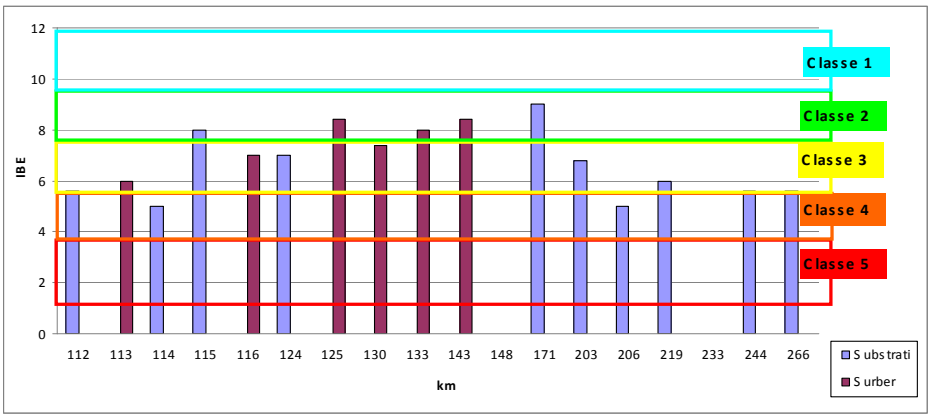
Fig. 6.28 - Indice IBE applicato alle comunità rinvenute mediante campionamento con Surber e con Substrati Artificiali nelle quattro campagne di misura: partendo dall'alto verso il basso, estate 2009 (scenario 5%), autunno 2009 (scenario 15%), inverno 2010 (scenario 15%) e primavera (scenario >15%). La rappresentazione ha valore puramente esplorativo poiché l'applicazione dell'IBE non è corretta nel caso di utilizzo di substrati.



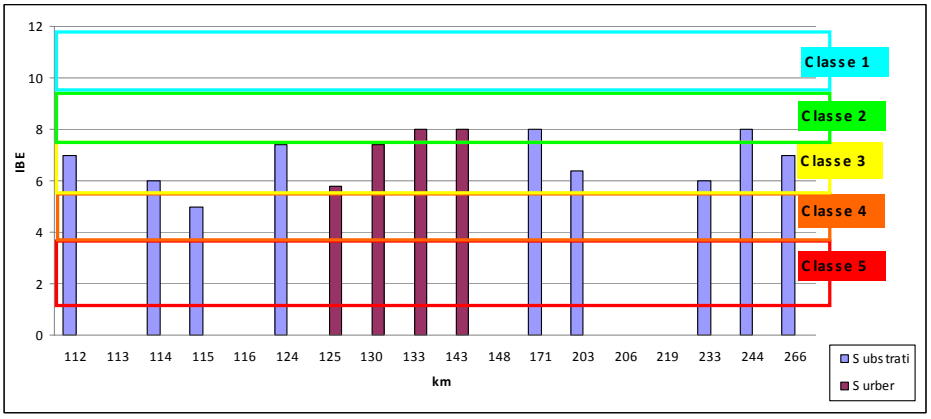
Campagna n° 1/2009 (Estate)



Campagna n° 2/2009 (Autunno)

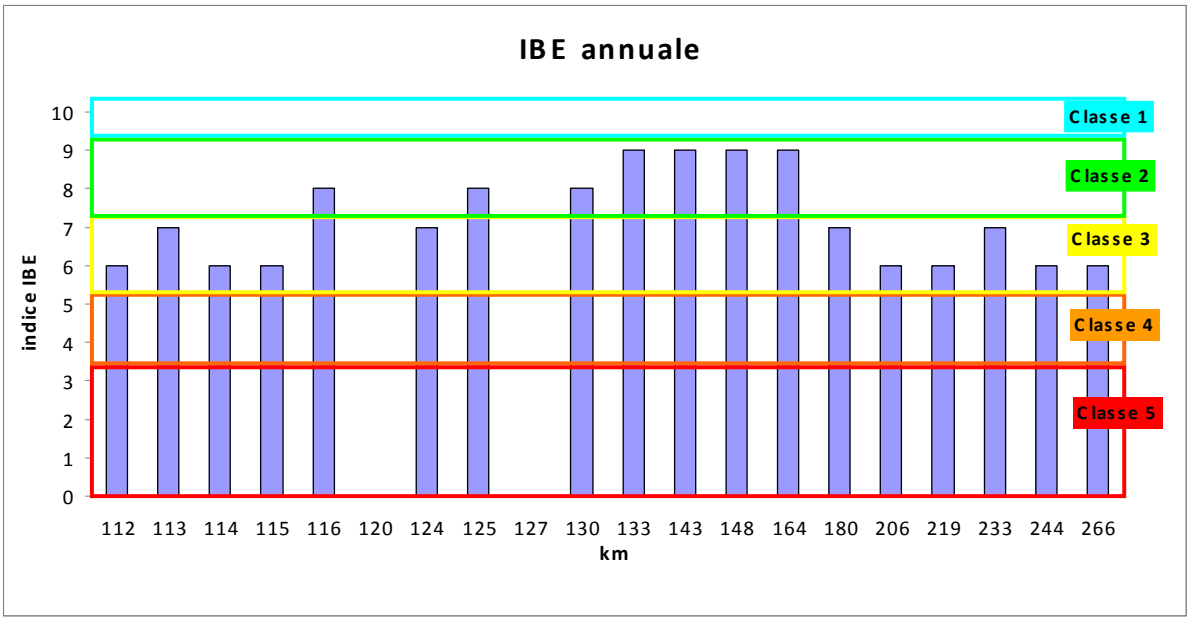


Campagna n° 3/2 (Inverno)



Campagna n° 4/2010 (Primavera)

Fig. 6.29 - Indice IBE annuale calcolato dalla media dei valori IBE stagionali (campagne: estate 2009 - scenario 5%, autunno 2009 - scenario 15%, inverno 2010 - scenario 15% e primavera 2010 - scenario >15%). La rappresentazione ha valore puramente esplorativo poiché l'applicazione dell'IBE non è corretta nel caso di utilizzo di substrati



Tab. 6.2 - Valori di IBE calcolato per ogni stazione di campionamento e riportato per le quattro campagne di misura, indicate come ES 09 (estate 2009), AU 09 (autunno 2009), INV 10 (inverno 2010) e PR 10 (primavera 2010). Sono indicati anche le metodologie di campionamento Surber o Substrati Artificiali (S.A.)

		km																			
		0	1	2	3	4	8	12	13	15	18	21	31	36	52	68	94	107	121	132	154
STAGIONI	SURBER ES 09		7			8			7		9	8.6	8.4	8.4	10						
	SURBER AU 09		8.6			9			9		8	11	9.6								
	SURBER INV 10		6			7			8.4		6.8	8	8.4								
	SURBER PR 10								5.8		7.4	8	8								
	S.A. ES 09	7		7			5	6		6						6.6	7	6.4	7.6	7	6
	S.A. AU 09	5		5.4				6						9.8	10	7	7	6.4	7.6	4.6	6
	S.A. INV 10	5.8		5	8			7							9	6.4	5	6		5.8	5.8
	S.A. PR 10	7		6	5			7.4							8	6.4			6	8	7

livello	classe
elevato	1
buono	2
sufficiente	3
scadente	4
pessimo	5

I macroinvertebrati acquatici, dal punto di vista ecologico, hanno cicli vitali medio lunghi, la loro fase larvale o di ninfa spesso è strettamente legata all'ecosistema fiume, ai diversi habitat e a condizioni ambientali qualitative sia della chimica sia del substrato fluviale. Il macrozoobenthos ricopre i diversi livelli di consumatore all'interno della rete trofica del fiume, occupando differenti ruoli e sfruttando tutte le risorse che fondale o corrente offrono. I macroinvertebrati acquatici effettuano la loro funzione ecologica spaziando dal margine fluviale al centro dell'alveo. Una maggiore diversificazione di habitat e nicchie ecologiche permette quindi l'instaurarsi di una comunità fortemente diversificata sia in termini funzionali che biologici.
Ripartizioni fluviali regolari, cementificate, con arginature di origine antropica e ostacoli quali briglie o dighe portano ad impoverimento e monotonia degli habitat ed ad una modificazione degli argini e della corrente naturali, non ottimale alla crescita dei macroinvertebrati, molti dei quali si sono adattati a vivere contrastando la corrente. La poca ossigenazione dell'acqua, sia nell'alveo fluviale che sulle rive, può anch'essa avere delle ripercussioni sulla comunità di invertebrati; molte delle specie più sensibili, come i Plecotteri, necessitano di acque ossigenate e pulite per vivere. Substrati ghiaiosi, ciottolosi e pietrosi, su cui si integrano vegetazione acquatica, sia alghe che piante acquatiche, assieme al materiale organico trasportato dalla corrente o che cade dagli argini come foglie e legno, forniscono un'eterogeneità di nicchie che i macroinvertebrati più sensibili all'inquinamento prediligono come habitat, e sono quindi in grado di colonizzare. Substrati fangosi e sabbiosi sono aree in cui il materiale organico si mescola o sprofonda, questi ambienti sono difficili da colonizzare per animali che utilizzano come fonte di cibo o nascondiglio legname, foglie e pietre; molte delle famiglie e ordini più sensibili, necessitano di queste condizioni ambientali per instaurarsi. In questi tratti fluviali sabbiosi e limosi le specie di Efemerotteri e Tricotteri sono difficilmente riscontrabili, al contrario si trovano numerose le famiglie poco sensibili all'inquinamento, Ditteri (Chironomidae), Molluschi (Ancylidae), Limneidi ed Oligocheti, per lo sviluppo dei quali questi ambienti sono i più favorevoli.
Analizzando i valori ottenuti dell'indice IBE insieme alle caratteristiche del tratto fluviale, emerge che le zone con substrato grossolano e materiale organico sono quelle con valori IBE più alti sia a livello stagionale che nella media di tutto l'anno di campionamento; al contempo, zone con alveo fangoso evidenziano valori di IBE di classe 3 o 4 e taxa adattati a vivere in aree inquinate.
Per completezza, è stata realizzata una breve analisi sulla base della condivisione di caratteristiche comuni dal punto di vista biologico ed ecologico (*biological traits* e *ecological traits*, Usseglio-Polatera et al., 2000)[117].
Molto rappresentato è il gruppo biologico *e* (organismi di dimensioni medie e piccole, uni- o pluri-voltini, con uova cementate e respirazione acquatica); in alcune stazioni è risultato essere molto rappresentato o addirittura dominante il gruppo biologico *h* (organismi principalmente scavatori o interstiziali, monovoltini, principalmente detritivori) oppure il gruppo biologico *b* (organismi di dimensioni medio-grandi, generalmente scrapers o shredders, crawlers e spesso ovovivipari). Pochissimo rappresentati sono i gruppi biologici *d* (organismi di dimensioni medio-grandi, con lunghi cicli vitali ed immagini caratterizzate da buone capacità di volo) e *g* (organismi di dimensioni piccole e medie, buoni nuotatori, con respirazione generalmente aerea ed apparato boccale spesso pungente-succhiante).
Dal punto di vista delle caratteristiche ecologiche, il gruppo maggiormente diffuso è rappresentato dagli organismi F (taxa semi-lentici o comunque assolutamente non-reofili, termofili, legati spesso alle macrofite acquatiche, alfa e beta-mesosaprobici), seguiti da organismi appartenenti al gruppo C (taxa planiziali, che popolano diverse tipologie di substrato, oligo e beta-mesosaprobici, con velocità della corrente medie o moderate). Poco diffusi sono gli organismi appartenenti al gruppo G (organismi francamente lentici, euritermi, che vivono in substrati fini o finissimi, anche organici, e tra le macrofite) e B (organismi reofili, oligosaprobi, che prediligono substrati grossolani).
Alla luce di quanto emerge dalla caratterizzazione con *Biological and Ecological traits*, si può affermare che il popolamento macrobentonico è largamente costituito da organismi tolleranti, euritermi, adattati alla vita in ambienti a debole corrente, con un certo apporto organico, gra-

[117] P. Usseglio-Polatera et all. "*Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates: relationships and definition of groups with similar traits*", Freshwater Biology (2000) 43, 175-205

nulometria del substrato fine, buona copertura a macrofite e abitudini alimentari generalmente microfaghe (sospensivori come Hydropsychidae e Bivalvi, e detritivori come Chironomidae e Oligochaeta) oppure *shredders*, che si nutrono delle macrofite sommerse (come i Crostacei Gammaridae).

Confronto con dati ARPA

In Tab. 6.3 sono riportati i valori dell'indice IBE calcolati da ARPA nel periodo 2000-2007 e dal Dipartimento di Scienze Ambientali nel corso del primo anno di attività (2009/2010). I dati si riferiscono alle stazioni per cui si hanno dati appaiati.
In generale, le classi di qualità sono riconducibili allo stato "sufficiente" e "buono" e i dati acquisiti nel progetto di sperimentazione sono concordi rispetto allo storico disponibile.

Tab. 6.3. Valore IBE calcolato da ARPA negli anni 200-2007 e durante il primo anno del progetto

		ARPA								**DSA**
	km	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2009/2010
Capriolo	3					6	6		7/6	6
Castelvisconti	59	7	6	6	7/6	7	7	8	8/7	9
Ostiano	94	6	7	6	7	6	6	8	6/5	6
Canneto s/'O	107				7	7	7/6	8	7/6	6
Bozzolo	132				7/6	6	8	8	7	6
Marcaria	154				7/6	6	6	6	6	6

elevato
buono
sufficiente
scadente
pessimo

6.2.2 Macrofite

Nel corso delle prime due campagne di monitoraggio (agosto-settembre 2009 e luglio 2010) sono state caratterizzate complessivamente 30 stazioni (Tab. 6.4), secondo le indicazioni riportate nel paragrafo metodologico. Nel corso dei rilevamenti in campo si è cercato di mantenere una corrispondenza tra siti di monitoraggio idrochimico e biologico, anche se, come riportato nel paragrafo relativo al monitoraggio dei macroinvertebrati, alcune stazioni sono state necessariamente ricollocate a monte o a valle delle stazioni di progetto, per motivi legati prevalentemente all'accessibilità e alla rappresentatività dei siti stessi.

Tab. 6.4 – Stazioni di campionamento
(i dati si riferiscono al 2009; quelli preliminari del 2010 sono riportati in Allegati).

Stazione	Coordinate stazione	Coordinate stazione	Quota stazione (m s.l.m.)	grado di ombreggiamento (%)	ampiezza alveo bagnato (m)	ampiezza alveo di morbida (m)	N° facies idrologiche	Copertura Spermatofite	Copertura Pteridofite complessiva	Copertura Briofite complessiva	Copertura Algae complessiva	Copertura Macrofite	α diversità
1	45°39'53.28"N	9°56'40.02"E	192	**5**	85.2	87.1	**1**	**55.0**	**0.0**	**0.0**	**20.0**	**75**	11
3	45°39'46.80"N	9°56'21.81"E	183	**10**	23.3	25.2	**2**	**5.0**	**0.0**	**0.0**	**20.0**	**25**	11
4	45°39'21.73"N	9°56'16.84"E	181	**5**	98.2	101.3	**2**	**70.0**	**0.0**	**0.0**	**30.0**	**100**	12
6	45°38'53.71"N	9°55'59.76"E	178	**25**	25.8	26.7	**2**	**15.0**	**0.0**	**0.0**	**50.0**	**65**	15
7	45°38'48.18"N	9°55'33.74"E	176	**20**	57.2	59.1	**2**	**35.0**	**0.0**	**0.0**	**30.0**	**70**	12
8	45°38'49.43"N	9°54'58.24"E	173	**25**	33.75	37.2	**3**	+	**0.0**	**0.0**	**45.0**	**45**	13
11	45°37'10.56"N	9°54'03.45"E	160	**5**	85.7	88.0	**2**	**20.0**	**0.0**	**0.0**	**15.0**	**35**	9
14	45°36'15.85"N	9°53'28.17"E	158	**20**	42.3	44.8	**3**	+	**0.0**	**0.0**	**70.0**	**70**	10
15	45°36'15.85"N	9°53'28.17"E	148	**5**	87.4	87.4	**2**	**20.0**	**0.0**	**0.0**	**40.0**	**60**	6
16	45°35'15.18"N	9°51'49.49"E	145	**5**	37.5	46.2	**3**	**5.0**	**0.0**	**0.0**	**55.0**	**60**	4
21	45°34'32.79"N	9°50'35.38"E	141	**5**	46.5	47.8	**2**	+	**0.0**	+	**60.0**	**60**	7
24	45°33'39.19"N	9°51'3.05"E	135	**15**	38.5	40.9	**3**	+	**0.0**	**0.0**	**75.0**	**75**	9
25	45°33'12.66"N	9°50'16.05"E	128	**0**	60.2	60.3	**1**	**35.0**	**0.0**	**0.0**	**35.0**	**70**	10
26	45°32'40.36"N	9°50'47.70"E	125	**5**	28.7	33.2	**4**	+	**0.0**	**0.0**	**15.0**	**15**	9
27	45°31'37.70"N	9°51'4.68"E	118	**1**	27.3	32.5	**2**	+	**0.0**	**0.0**	**25.0**	**25**	8
31	45°29'1.62"N	9°52'29.76"E	102	**10**	50.4	53.1	**4**	+	**0.0**	**0.0**	**75.0**	**75**	6
32	45°28'49.45"N	9°52'36.06"E	100	**15**	60.2	61.8	**2**	**20.0**	**0.0**	**0.0**	**75.0**	**85**	6
35	45°27'24.14"N	9°53'29.65"E	88	**25**	45.5	48.7	**4**	**5.0**	**0.0**	+	**85.0**	**95**	16
36	45°26'57.77"N	9°53'25.90"E	84	**10**	38.4	40.2	**4**	+	**0.0**	+	**70.0**	**70**	11
39	45°23'57.58"N	9°53'25.17"E	69	**5**	68.9	75.6	**3**	+	**0.0**	**5.0**	**80.0**	**90**	12
42	45°20'17.88"N	9°54'14.73"E	54	**10**	45.6	48.7	**4**	**0.0**	**0.0**	+	**75.0**	**75**	21
47	45°16'43.87"N	10° 2'31.30"E	40	**25**	36.8	38.9	**3**	+	**0.0**	+	**25.0**	**25**	6
59	45°13'3.78"N	10°14'33.10"E	32	**15**	45.7	51.3	**3**	+	**0.0**	**0.0**	**45.0**	**45**	8
62	45°11'21.16"N	10°18'13.84"E	29	**10**	68.9	71.3	**2**	**15.0**	**0.0**	**0.0**	**25.0**	**40**	14
63	45°10'43.82"N	10°18'57.56"E	28	**5**	80.2	83.7	**2**	**15.0**	**0.0**	+	**35.0**	**50**	14
68	45° 8'10.20"N	10°24'47.91"E	24	**5**	49.2	52.0	**3**	+	**0.0**	**0.0**	**10.0**	**10**	10
73	45° 8'41.61"N	10°26'48.03"E	22	**5**	63.2	89.2	**3**	+	**0.0**	**0.0**	**45.0**	**45**	11
77	45° 7'24.70"N	10°30'38.65"E	21	**5**	77.3	110.2	**3**	+	**0.0**	+	**15.0**	**15**	13
78	45° 4'39.48"N	10°35'4.22"E	20	**5**	48.8	113.2	**3**	+	**0.0**	**0.0**	**35.0**	**35**	10
80	45° 2'34.69"N	10°39'10.00"E	16	**1**	87.6	102.6	**3**	+	+	**0.0**	**30.0**	**30**	11
							M	**21.4**	**0.0**	**0.4**	**44.0**	**52.8**	**10.5**
							SD	**20.6**	**0.0**	**1.4**	**22.6**	**24.1**	**3.5**
							ES	**3.8**	**0.0**	**0.3**	**4.1**	**4.4**	**0.6**
							Max	70.0	0.0	5.0	85.0	90.0	21.0
							Min	5.0	0.0	0.0	15.0	15.0	4.0

L'analisi del materiale raccolto in campo per la successiva determinazione tassonomica di laboratorio (specialmente per componente briologica e macroalgale) è stato analizzato al microscopio ottico e allo stereo microscopio.
L'inquadramento sistematico è stato precisato utilizzando i seguenti riferimenti:

- per le fanerogame Pignatti (1982), Conti et al. (2005; 2006), Celesti-Grapow et al. (2009);
- per le briofite Cortini Pedrotti (2001);
- per le macroalghe Bourelly (1966).

È stato, possibile, quindi, redigere l'elenco specifico completo ed una preliminare caratterizzazione strutturale dei popolamenti di produttori primari macroscopici insediati all'interno dei tratti omogenei indagati (stazioni di monitoraggio) (Tab. 1 in Allegato E.3).
Complessivamente i taxa individuati sono 55, di cui 38 Spermatofite, una Pteridofita (*Salvinia natans*), 3 Briofite e 13 tra Chlorophyceae e Cyanophyta. Per molte di queste ultime (le alghe verdi e verdazzurre) l'accuratezza della determinazione si è fermata a livello di genere, come richiesto dal protocollo d'indagine (Tab. 6.4) .

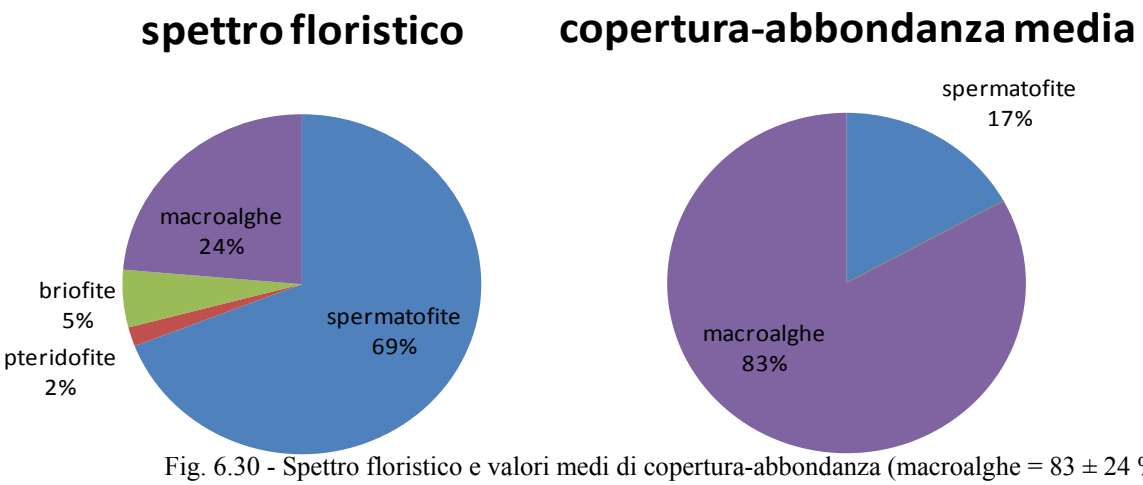


Fig. 6.30 - Spettro floristico e valori medi di copertura-abbondanza (macroalghe = 83 ± 24 %; spermatofite = 17 ± 23 %; media ± deviazione standard), riferiti al 2009.

Analizzando la rappresentatività di ciascun gruppo tassonomico identificato (Spermatofite, Pteridofite, Briofite e macroalghe), si può osservare come gran parte della γ diversità floristica del fiume Oglio sub lacuale sia rappresentata da Spermatofite (38 entità pari al 69 % della diversità complessiva) anche se, considerando le percentuali di copertura, nel complesso, queste specie sono in grado mediamente di colonizzare/coprire meno del 20% degli areali delle stazioni analizzate (17 ± 23 %; media ± deviazione standard) (Fig. 6.30).

Nel corso dei campionamenti del 2009 le specie maggiormente diffuse si sono rilevate *Oscillatoria* sp., *Spirogyra* sp. e *Cladophora* sp., tre taxa macroalgali caratteristici di ambienti da meso-eutrofici a ipertrofici. Tra le Spermatofite, la specie maggiormente rappresentata (con una frequenza pari al 20%) è *Myriophyllum spicatum*, un'entità ad ampia valenza ecologica considerata indicatrice di ambienti perturbati. Per il primo campionamento del 2010 disponiamo dei dati relativi alla compagine speramatofitica (le alghe sono ancora in fase di caratterizzazione), la quale non mostra evidenti differenze rispetto a quanto rilevato nel 2009 (cft. Tab. II in Allegato E.3). Il dato andrà poi mediato con i risultati della seconda campagna di caratterizzazione prevista per il 2010, pertanto non è possibile trarre dai dati preliminari inferenze sulla stabilità dei popolamenti all'interno dei transetti studiati.
Per quanto riguarda struttura e composizione delle comunità, ci limitiamo a discutere i dati raccolti nel 2009. Nel complesso mostrano un'estrema variabilità tra stazioni (Tab. I in Allegato E.3).
La percentuale di copertura media complessiva della componente macrofitica (± deviazione standard) è pari al 55±24%, con minimi e massimi rispettivamente del 16% e del 100%.
La componente maggiormente rappresentata è quella macroalgale (43±22%) seguita da quella spermatofitica di poco superiore al 10% (11±17%). Nel complesso, quindi, dominano taxa che possiamo considerare indicatori di ambienti sottoposti a perturbazioni non trascurabili ed elevati carichi di nutrienti (Tab. 6.5).

Tab. 6.5. Diversità floristica del fiume Oglio sublacuale;
S: spermatofite, P: pteridofite, B: briofite, A: alghe

tipo	nome scientifico	nome comune
A	Thorea violacea	
A	Zygnema sp.	
S	Alisma plantago-aquatica L.	Piantaggine acquatica
S	Alisma lanceolatum With.	Mestolaccia lanceolata
S	Berula erecta (Huds.) Coville	Sedanina d'acqua
S	Butomus umbellatus L.	Giunco fiorito
S	Callitriche stagnalis Scop.	Gamberaja maggiore
S	Cardamine amara L. amara	Billeri amaro
S	Ceratophyllum demersum L.	Ceratofillo comune
S	Egeria densa Planch.	Peste d'acqua maggiore
S	Elodea canadensis Michx.	Peste d'acqua comune
S	Elodea nuttallii (Planch.) H. St.John	Peste di Nuttall
S	Groenlandia densa (L.) Fourr.	Brasca a foglie opposte
S	Iris pseudoacorus L.	Giaggiolo acquatico
S	Lagarosiphon major (Ridl.) Moss	Peste d'acqua arcuata
S	Lemna minor L.	Lenticchia minuta (?)
S	Lemna minuta Kunth	Lenticchia d'acqua comune
S	Lemna trisulca L.	Lenticchia d'acqua spatolata
S	Lindernia dubia (L.) Pennell	Vandellia delle risaie
S	Lindernia palustris Hartmann	Vandellia palustre
S	Ludwigia hexapetala (Hook. & Arn.) Zardini, H.Gu. & P.H. Raven	Parrocchia a fiori grandi
S	Lythrum salicaria L.	Salcerella comune
S	Myriophyllum spicatum L.	Millefoglio d'acqua comune
S	Najas marina L. subsp. marina	Ranocchia maggiore
S	Nuphar lutea (L.) Sm.	Nannufero
S	Paspalum distichum L.	Panico acquatico
S	Persicaria amphibia (L.) Delarbre	Poligono anfibio
S	Persicaria hydropiper (L.) Spach	Poligono pepe d'acqua
S	Potamogeton crispus L.	Brasca increspata
S	Potamogeton pectinatus L.	Brasca comune
S	Potamogeton perfoliatus L.	Brasca arrotondata
S	Potamogeton polygonifolius Pourr.	Brasca palermitana
S	Potamogeton pusillus L.	Brasca delle lagune
S	Ranunculus trichophyllus Chaix subsp. trichophyllus	Ranuncolo capillare
S	Rorippa amphibia (L.) Besser	Crescione di Chiana
S	Sparganium erectum L. s.l.	Coltellaccio maggiore
S	Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.	Lenticchia d'acqua maggiore
S	Vallisneria spiralis L.	Vallisneria
S	Veronica anagallis-aquatica L.	Veronica acquatica
S	Zannichellia palustris L.	Zannichellia
P	Salvinia natans (L.) All.	Erba pesce
B	Amblystegium fluviatile (Hedw.) Schimp.	
B	Fontinalis antipyretica Hedw.	
B	Hygrohypnum luridum (Hedw.) Jenn.	
A	Chara globularis	
A	Cladophora sp.	
A	Hydrodictyon sp.	
A	Lyngbya sp.	
A	Mycrospora sp.	
A	Oedocladium sp.	
A	Oscillatoria sp.	
A	Phitophora sp.	
A	Phormidium sp.	
A	Spirogyra sp.	
A	Tetrasporidium sp.	

Ad esclusione di pochissime stazioni (1, 4, 7 e 11) le macroalghe dominano incontrastate le comunità di produttori primari con elevatissime percentuali di copertura abbondanza (83 ± 24 %; media ± deviazione standard), in oltre il 50% dei tratti indagati rappresentano il 100% della copertura macrofitica (Fig. 6.31).
Procedendo dalle prime stazioni (dall'incile del lago d'Iseo) verso il tratto potamale vero e proprio (nei pressi della foce in Po), si osserva chiaramente una significativa riduzione delle percentuali di copertura delle Spermatofite a vantaggio delle forme macroalgali; in particolare si osserva un nettissimo comportamento speculare tra le due compagini dominanti le comunità analizzate; già a 4 km dall'incile (dalla stazione 8) le cenosi sono dominate da forme macroalgali. I tratti fluviali dove si riconosce una comunità strutturata di piante superiori coincidono con i settori bacinizzati. In questi tratti la stabilizzazione dei tiranti e l'intensa sedimentazione del particellato sono in grado di originare condizioni adatte all'insediamento di forme macrofitiche tipiche di corpi idrici di tipo lentico (ad es., *Vallisneria spiralis*, *Nuphar lutea*, *Persicaria amphibia*, ecc.) in grado di contrastare più o meno efficacemente le forme macroalgali o fitoplanctoniche.
Nei contesti di corrente turbolenta le forme macroalgali filamentose (prevalentemente Cladophora e Spirogyra) dominano le comunità incontrastate.

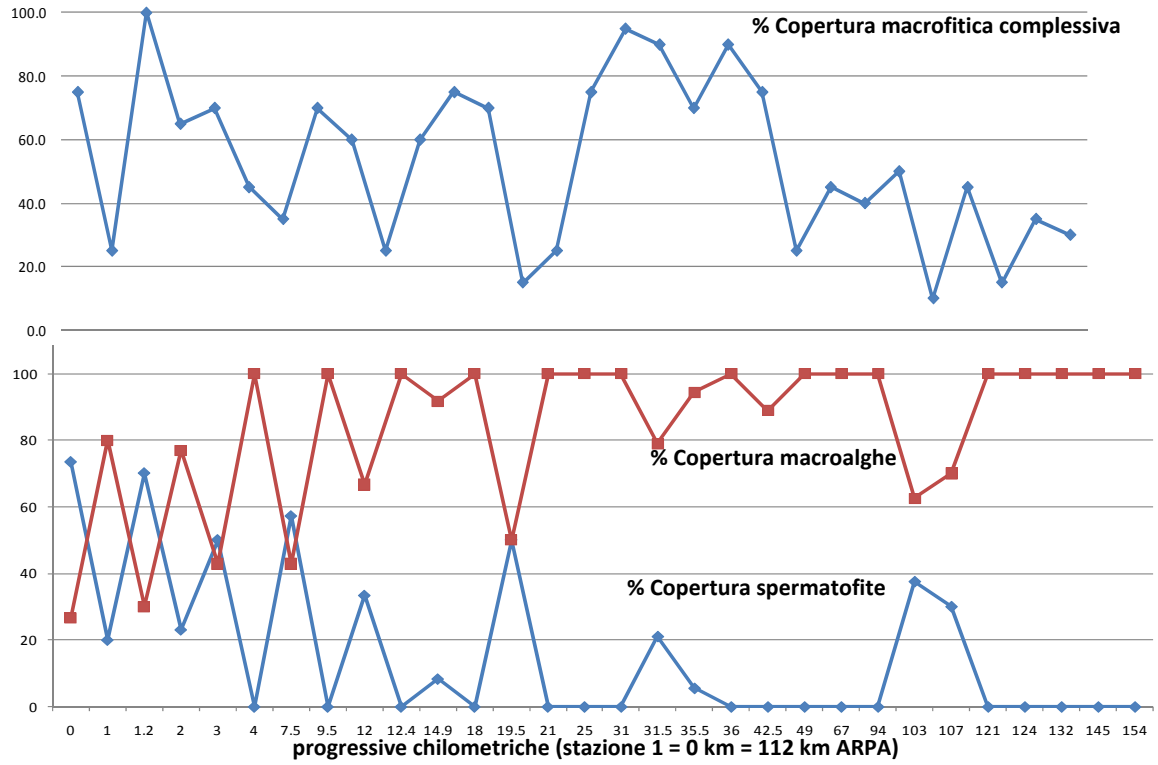


Fig. 6.31 - Ttrend delle copertura-abbondanza % della comunità macrofitica complessiva (in alto) e i singoli contributi delle componenti macroalgale e spermatofitica, i dati si riferiscono al 2009.

Utilizzando l'Indice *Biologique Macrophyitique en Rivière* (IBMR) sono stati identificati i valori di E e C per complessivi 210 taxa (2 funghi, 44 macroalghe, 2 licheni, 15 epatiche, 37 muschi, 3 felci e 107 spermatofite). Sulla base dei risultati ottenuti la stazione monitorata è classificabile in cinque classi di **trofia** come riportato in Tab. 6.6

Tab. 6.6 - Tabella di conversione dei coefficienti di copertura-abbondanza.

Valore IBMR	Livello trofico	Gradazione cromatica
IBMR ≥ 14	Molto lieve	blu
12 ≤ IBMR < 14	Lieve	verde
10 ≤ IBMR < 12	Medio	giallo
8 ≤ cop < 10	Elevato	arancione
IBMR ≤ 8	Molto elevato	rosso

Rispetto alla componente floristica dell'Oglio sub lacuale, non è stato possibile associare un dato valore di Ei e Ci a 7 differenti entità (quattro spermatofite: *Lindernia palustris*, *L. dubia*, *Ludwigia hexapetala* e *Lythrum salicaria*; e tre forme macroalgali: *Oedocladium* sp., *Phitophora* sp., e *Tetrasporidium* sp.) che, nel complesso, sono comunque forme estremamente sporadiche (sia in termini di rappresentatività lungo il fiume Oglio, sia per quanto riguarda le % di copertura abbondanza; cfr. Tab. I in Allegato E.3). Il non averle considerate nel calcolo non inficia, quindi, il valore e la rappresentatività dell'indicatore stesso.
Nel complesso, l'IBMR raffigura un corso d'acqua estremamente manomesso (livello trofico di classe media: $10 \leq IBMR < 12$) senza evidenziare gradienti significativi di qualità tra stazioni o settori di corso d'acqua (Tab. 6.7).

Tab. 6.7 - IBMR e livello trofico corrispondente.

Stazioni	Prog. km	IBMR	Livello trofico	
1	0	**7.74**	molto elevato	
3	1	**8.09**	elevato	
4	1.2	**7.13**	molto elevato	
6	2	**9.41**	elevato	
7	3	**7.88**	molto elevato	
8	4	**9.09**	elevato	
11	7.5	**8.43**	elevato	
14	9.5	**7.62**	molto elevato	
15	12	**9.22**	elevato	
16	12.4	**8.10**	elevato	
21	14.9	**8.75**	elevato	
24	18	**7.95**	molto elevato	
25	19.5	**8.12**	elevato	
26	21	**9.27**	elevato	
27	25	**9.11**	elevato	
31	31	**10.93**	medio	
32	31.5	**8.15**	elevato	
35	35.5	**8.66**	elevato	
36	36	**9.74**	elevato	
39	42.5	**10.32**	medio	
42	49	**8.72**	elevato	
47	67	**9.63**	elevato	
59	94	**10.46**	medio	
62	103	**8.00**	elevato	
63	107	**9.03**	elevato	
68	121	**8.29**	elevato	
73	124	**8.76**	elevato	
77	132	**8.57**	elevato	
78	145	**8.64**	elevato	
80	154	**8.53**	elevato	

I valori misurati anche se ripartiti in tre distinte classi di valore trofico (molto elevato, elevato e medio) sono tutti molto prossimi; in particolate i valori peggiori sono di poco inferiori al limite di classe (IBMR = 8) ad eccezione della stazione 4 che ha totalizzato un punteggio di 7.13, mentre le performance migliori sono di poco superiori a 10, tranne per la stazione 31 che si rileva la migliore in termini di assetto macrofitico.
In generale, comunque, l'IBMR riconosce tra i siti a minor qualità (classe con livello trofico molto elevato) i principali tratti bacinizzati del fiume (1, 4, 7 e 14), indicando come la modificazione della funzionalità ecosistemica di un fiume, in altre parole la sua trasformazione in un corpo idrico lentico, ne abbassa il livello trofico a fronte di una migliore strutturazione delle cenosi vegetali acquatiche.

6.2.3 Diatomee

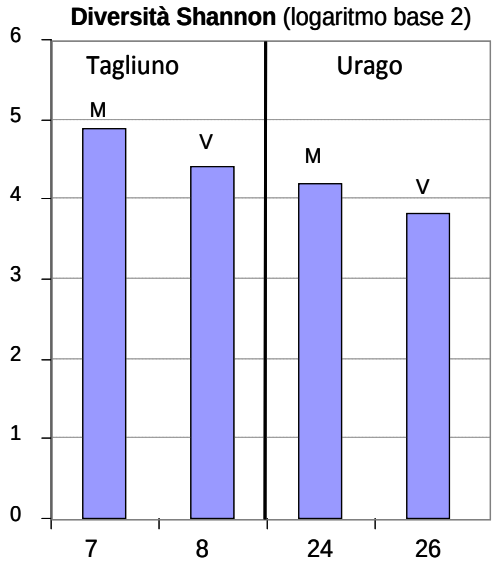
Gli inventari (abbondanze relative su un totale di 400 individui identificati), gli indici diatomici e di diversità calcolati per ciascun punto, sono riportati in Allegato.

Analisi della Comunita' Diatomica nei tratti a monte e a valle delle centrali elettriche

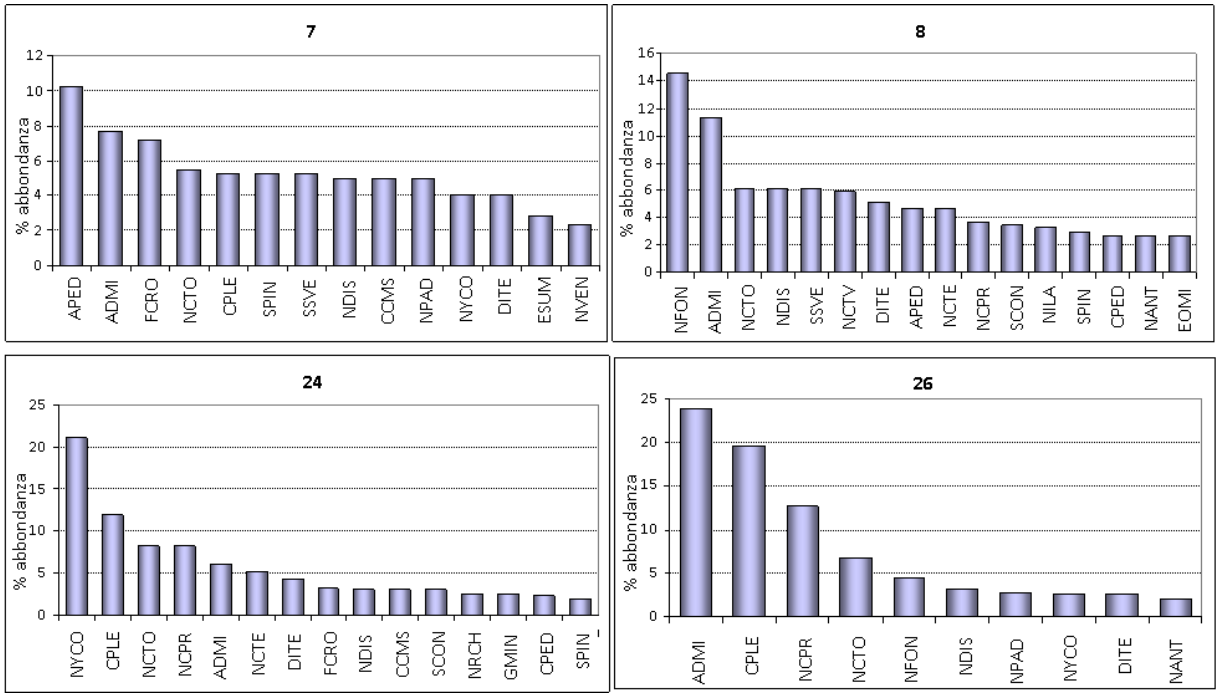
La diversità delle comunità diatomiche è particolarmente elevata in tutti i siti campionati, in particolare nella stazione a monte della centrale ENEL Tagliuno (sito 7). Nel confronto tra siti a monte e a valle delle centrali, si evidenzia una leggera perdita di biodiversità nei tratti subito a valle, anche se i valori dell'Indice di Shannon rimangono elevati.

	n° generi*	n° specie	Indice di Shannon	eveness
7	26	54	4.89	0.85
8	19	37	4.42	0.85
24	23	43	4.20	0.77
26	18	37	3.83	0.74

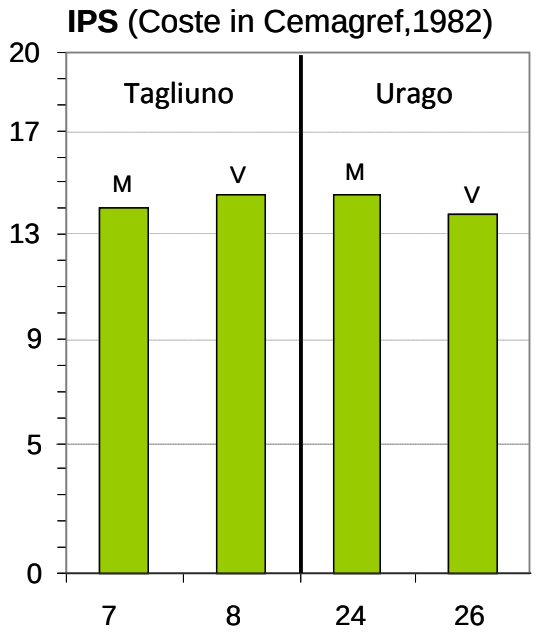
* su 400 individui identificati

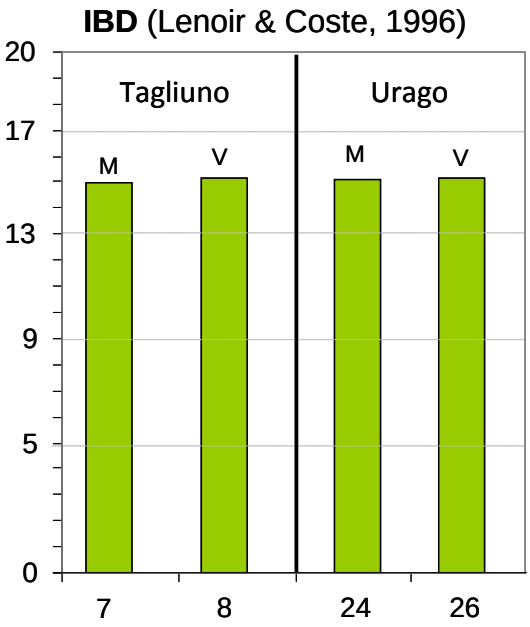


In generale, tutte le comunità diatomiche analizzate sembrano strutturalmente mature, con una buona percentuale di taxa pionieri (prostrati ed adnati) e colonizzatori secondari (peduncolati e filamentosi). L'elevata percentuale di taxa coloniali e planctonici (*Cyclotella comensis, Fragilaria crotonensis, Staurosira venter, Staurosirella pinnata,*) nei siti 7 e 8 è indicatore di un flusso prevalentemente lentico. Il valore leggermente più basso dell'indice di biodiversità di Shannon e l'aumento in percentuale di *Achnanthidium minutissimum* e *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (taxa prostrati e pionieri) nel sito 26 potrebbe essere sintomo di un lieve disturbo di tipo fisico (per esempio variazioni di portata).

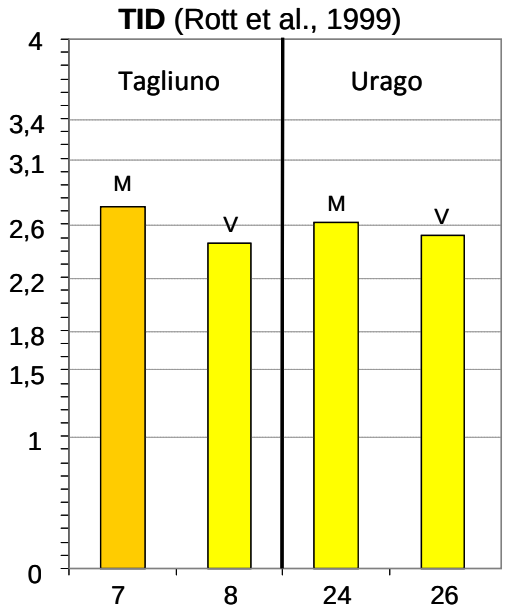


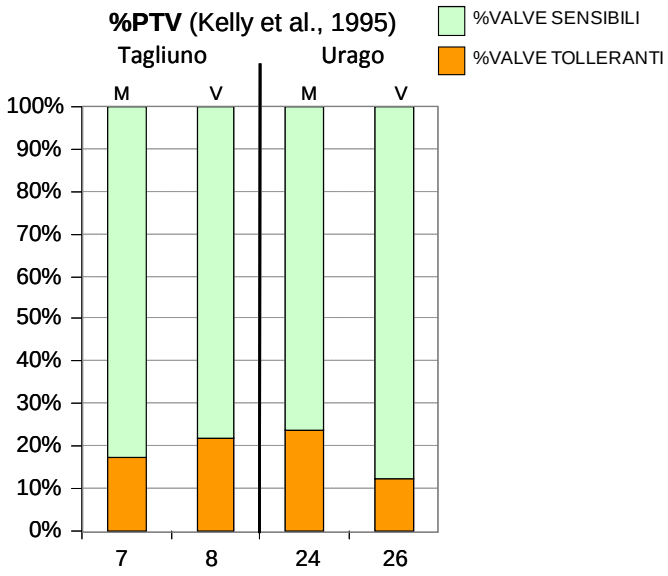
Dal punto di vista qualitativo, tutte e 4 le stazioni risultano in seconda classe di qualità (ambiente mesotrofico) per gli indici IPS e IBD.





Più severi sono invece i giudizi espressi dall'indice TI che classifica il sito 7 in classe di qualità VII (ovvero ambiente eu-politrofico; P tot medio > 0.1 mg/l) mentre i siti 8, 24 e 26 in VI classe (ovvero ambiente eutrofico; P tot medio 0.03 - 0.1 mg/l).
L'indice TI è stato elaborato per valutare lo stato trofico di corsi d'acqua alpini a quote elevate; riesce per cui a discriminare meglio di tutti gli altri indici lievi variazioni di trofia in ambienti ultra-oligotrofici. Al contrario, in corsi d'acqua planiziali tende ad esprimere giudizi di qualità piuttosto severi.
La percentuale di taxa tolleranti l'inquinamento (%PTV) è piuttosto consistente (ca. 20%) ma in linea con la tipologia di comunità analizzata e l'ambiente mesotrofico.



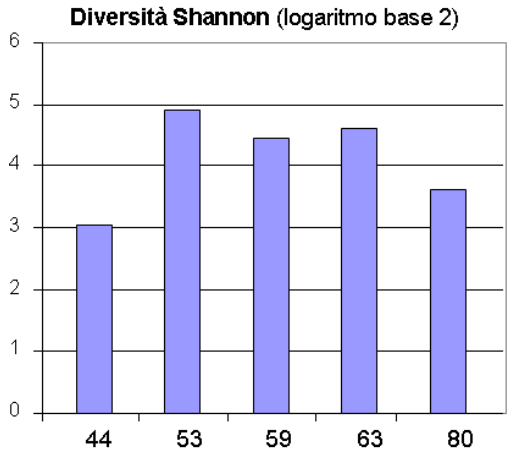


Analisi della Comunita' Diatomica nelle stazioni di campionamento ARPA

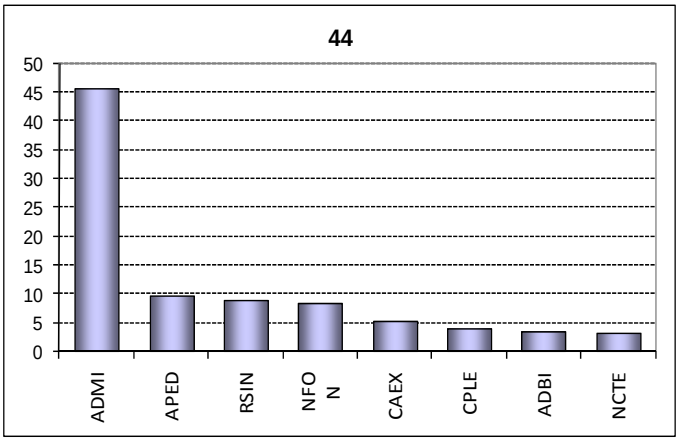
Esiste una netta differenza tra l'indice di diversità di Shannon e il numero di specie nel sito 44 rispetto ai siti più a valle. Pur presentando un numero di specie elevato e una buona equiripartizione, il sito 44 ha una biodiversità più bassa degli altri.

	n° generi*	n° specie*	Indice di Shannon	eveness
44	13	32	3.05	0.61
53	27	54	4.92	0.85
59	22	48	4.47	0.80
63	27	49	4.61	0.82
80	21	43	3.62	0.67

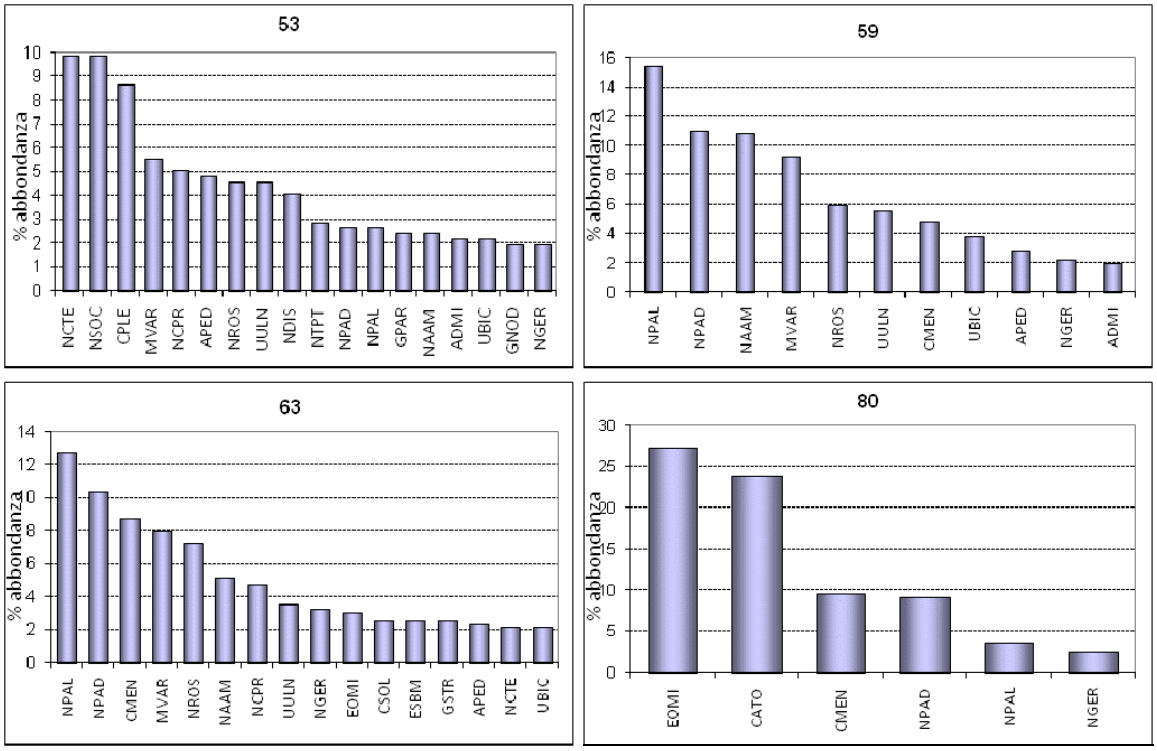
* su 400 individui identificati



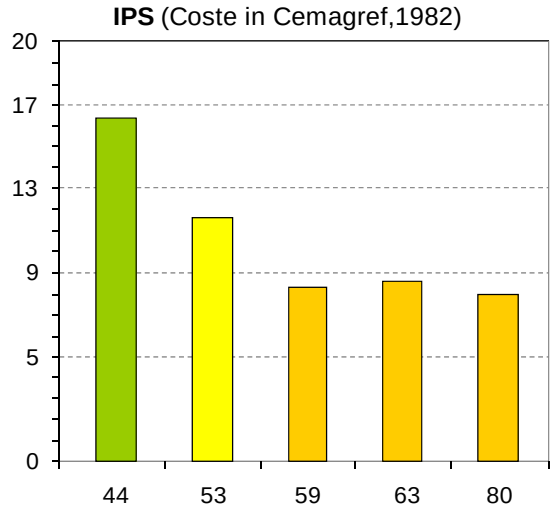
In particolare, la comunità del sito 44 è composta per il 45% da Achnanthidium minutissimum, una specie pioniera, colonizzatrice primaria, in grado di tollerare stress ambientali di tipo fisico (come variazioni della portata, banalizzazione del substrato fluviale e opere in alveo in generale). A. minutissimum è considerata una specie cosmopolita ed è ampiamente diffusa in qualsiasi tipo ambiente, dall'oligo al mesotrofico, non è però in grado di tollerare elevati livelli di eutrofizzazione (eu, poili e ipertrofico), per questo motivo la maggior parte degli indici diatomici la considerano una specie sensibile, seppur con un grado di affidabilità ecologica (in termini di bioindicatore ambientale) solo sufficiente, data la sua ampia diffusione.

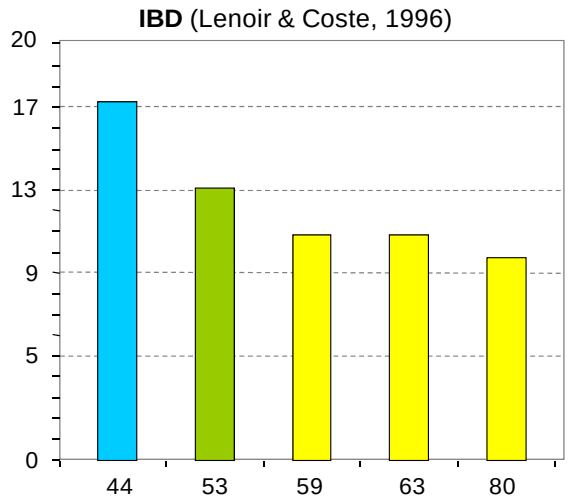


La comunità cambia nelle stazioni più a valle. La biodiversità e la ricchezza specifica aumentano nettamente, per raggiungere un picco nel sito 53.
Tutte e 4 le stazioni sono costituite da una comunità matura in buona parte composta da colonizzatori secondari e mobili (specie appartenenti al genere Navicula e Nitzschia).
La quasi totale assenza di specie appartenenti al genere Achnanthidium indica un netto abbassamento della qualità fluviale. In generale le specie dominanti sono α-mesosaprobie oligoalobie tolleranti caratteristiche di ambienti mesotrifici (es. Eolimna minima e Nitzschia palea) e β-mesosaprobie, generalmente alofile (es. Nitzschia sociabilis) (Dell'Uomo, 2004).
Il progressivo aumento della conducibilità e la diminuzione della velocità della corrente procedendo verso valle, è segnato da un aumento percentuale di taxa planctonici e alofili (es. Cyclotella atomus e C. meneghiniana) nella stazione 80.

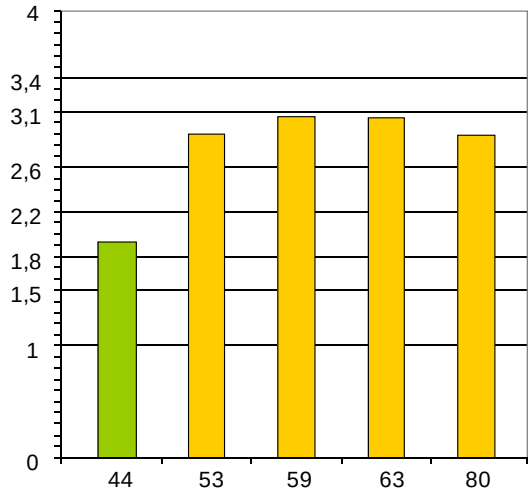


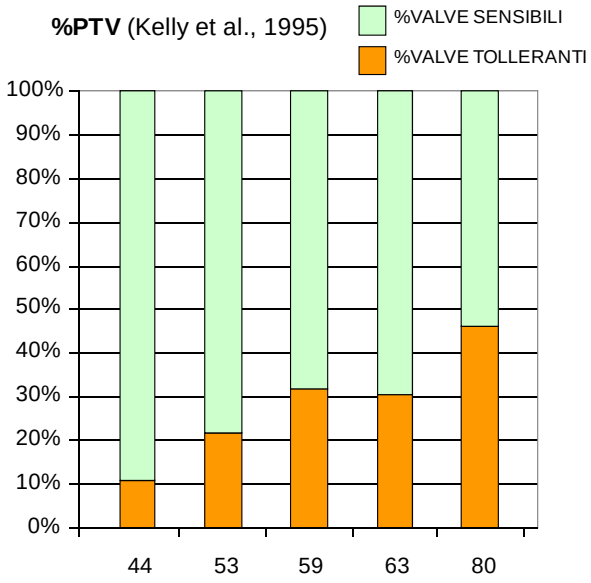
Dal punto di vista qualitativo si nota anche in questo caso una netta differenza tra il sito 44 e le stazioni a valle. Questo è in linea con le concentrazioni di nutrienti rilevate nella colonna d'acqua, in particolare il fosforo, leggermente meno elevate in 44 rispetto agli altri siti.
L'IPS tende in questo caso ad esprimere giudizi più severi rispetto all'IBD. Questo è principalmente dovuto ai valori di sensibilità ed affidabilità assegnati a una delle specie più abbondanti nei campioni: Nitzschia palea. La consistente presenza di questa specie nei campioni analizzati incide molto negativamente sul valore finale dell'IPS, che la considera un indicatore molto affidabile di una condizione ambientale compromessa. L'indice IBD, al contrario, giudica la specie un sufficiente indicatore (dunque con un peso minore nel calcolo dell'indice) di ambienti meso-eutrofici, assegnandole un range ecologico più ampio. L'IBD, inoltre, tende a sovrastimare la sensibilità ed affidabilità ecologica di Achnanthidium minutissimum, la presenza di questa specie nel campione 44 fa si che il giudizio di qualità ambientale per questo sito sia ottimo.
Sulla base della nostra esperienza, crediamo che in questo caso il giudizio finale espresso dall'IPS possa essere considerato più attendibile rispetto a quello dell'IBD.





I giudizi espressi dall'indice IPS sono invece concordi con quelli del TID.
Anche la percentuale di valve tolleranti l'inquinamento aumenta progressivamente procedendo verso valle e raggiunge il 46% nel sito 80.





6.2.4 IFF (Indice di Funzionalità Fluviale) del fiume Oglio sub lacuale

Si sono effettuati anche controlli qualitativi sull'ambiente fluviale utilizzando l'IFF, con l'obiettivo principale di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato.
In Allegati si riporta la tabella sinottica relativa alle valutazioni elaborate per i singoli descrittori, così come definito dalla metodologia di analisi; quanto ai risultati sintetici, la Tab. 6.8 alla pagina seguente riporta il valore di IFF per i tratti in analisi (distintamente per sponda destra e sinistra), associato al giudizio sintetico si riportano il livello di funzionalità, il giudizio di funzionalità e la corrispondente rappresentazione cromatica.
Ad eccezione delle stazioni 7 e 35, per le quali una delle sponde si rivela in stato di conservazione buono-mediocre (classe II-III; 7sx e 35dx), tutti i rimanenti tratti sono caratterizzati da un livello funzionale mediocre o inferiore (scadente-mediocre, scadente).
Nel complesso si osserva un peggioramento dello stato di conservazione funzionale del sistema fluviale procedendo dall'incile del lago d'Iseo alla foce dell'Oglio in Po, imputabile prevalentemente alla destrutturazione dei contesti laterali a favore di una massimizzazione delle trasformazione dei contesti golenali in terreni destinati all'uso agricolo.

La domanda che pesa di più, infatti, nel ridurre il valore di IFF è la 2bis relativa alla presenza e alla struttura della vegetazione nella fascia perifluviale secondaria (*Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria*). I descrittori che manifestano i livelli medi di funzionalità più elevati sono, invece, quelli relativi alla vegetazione presente nella fascia riparia perifluviale primaria (2), ai processi di erosione (8) e alle caratteristiche della comunità di macroinvertebrati (14).
Di fatto, il sistema fluviale nel suo complesso si presenta bloccato, dal punto di vista idromorfologico. I principali processi evolutivi quali il trasporto solido o i processi di erosione interessano solo marginalmente il tratto di fiume in studio e, comunque, si concentrano esclusivamente in alcuni punti critici; in corrispondenza dei quali si rilevano processi, anche significativi, di trasformazione del *bankfull* senza però essere in grado di riattivare i processi evolutivi del fiume nel suo complesso. Di conseguenza, non si rilevano tratti di estensione significativa in erosione (valori medio-alti per la domanda 8) e la vegetazione di greto (quella maggiormente prossima al corpo idrico) ha la possibilità di svilupparsi originando fasce di un certo interesse nei settori primari (valori medio-alti per la domanda 2). Quanto alla valutazione positiva della struttura e composizione delle comunità di macrobenthos si rimanda per l'approfondimento al paragrafo specifico.
I risultati ottenuti (livello funzionale buono-mediocre) per la sponda sx in corrispondenza della stazione 7 e per la sponda dx all'interno della stazione 35 sono motivati: nel primo caso, dal fatto che in quello specifico settore il fiume è lambito da un'alta parete scoscesa e fittamente vegetata che protegge l'ambito spondale da possibili alterazioni morfologiche di tipo antropogenico, nonostante la rilevante pendenza della sponda si sono rilevate fasce idro-igrofile ben strutturate e di un certo pregio (con *Alnus glutinosa*, *Scirpus sylvaticus*, ecc.); nel secondo caso, il fiume nel tratto presenta un'ampia fascia laterale idro-igrofila occupata da un saliceto bianco insediatosi nella porzione più rilevata della piana inondabile in corrispondenza di numerose risorgive che ne mantengono il suolo umido anche nelle fasi di magra estrema, peraltro il tratto è sotteso alla traversa fluviale di Torre Pallavicina, altro fattore in grado di garantire un discreto livello di umidità dei suoli nei periodi di massimo stress idrico.

Tab. 6.8 - I.F.F. del fiume Oglio sublacuale
(le stazioni analizzate corrispondono con quelle di analisi della biocenosi macrofite acquatiche)

Stazioni	Prog. km	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx
1	0	**121**	**112**	mediocre	mediocre-scadente	III	III-IV		
3	1	**90**	**142**	scadente	mediocre	IV	III		
4	1.2	**146**	**146**	mediocre	mediocre	III	III		
6	2	**146**	**146**	mediocre	mediocre	III	III		
7	3	**185**	**135**	buono-mediocre	mediocre	II-III	III		
8	4	**135**	**130**	mediocre	mediocre	III	III		
11	7.5	**146**	**141**	mediocre	mediocre	III	III		
14	9.5	**125**	**122**	mediocre	mediocre	III	III		
15	12	**51**	**76**	scadente-pessimo	scadente	IV-V	IV		
16	12.4	**155**	**135**	mediocre	mediocre	III	III		
21	14.9	**116**	**116**	mediocre-scadente	mediocre-scadente	III-IV	III-IV	x	
24	18	**106**	**88**	mediocre-scadente	scadente	III-IV	IV	x	
25	19.5	**62**	**62**	scadente	scadente	IV	IV		
26	21	**115**	**145**	mediocre-scadente	mediocre	III-IV	III		
27	25	**74**	**110**	scadente	mediocre-scadente	IV	III-IV		
31	31	**145**	**135**	mediocre	mediocre	III	III		
32	31.5	**145**	**135**	mediocre	mediocre	III	III		
35	35.5	**180**	**190**	mediocre	buono-mediocre	III	II-III		
36	36	**115**	**120**	mediocre-scadente	mediocre-scadente	III-IV	III-IV		
39	42.5	**135**	**111**	mediocre	mediocre-scadente	III	III-IV		
42	49	**96**	**140**	scadente	mediocre	IV	III		
47	67	**91**	**115**	scadente	mediocre-scadente	IV	III-IV		
59	94	**81**	**81**	scadente	scadente	IV	IV		
62	103	**95**	**100**	scadente	scadente	IV	IV		
63	107	**90**	**95**	scadente	scadente	IV	IV		
68	121	**64**	**95**	scadente	scadente	IV	IV		
73	124	**115**	**85**	mediocre-scadente	scadente	III-IV	IV		
77	132	**90**	**90**	scadente	scadente	IV	IV		
78	145	**90**	**90**	scadente	scadente	IV	IV		
80	154	**72**	**64**	scadente	scadente	IV	IV		

6.2.5 – Intercalibrazione

Tab. 6.9 – N° individui di macroinvertebrati alla stazione di Capriolo (ponte SP 96).
Campionamento del 27/04/ 2010 con retino Surber.

Elenco Taxa		N° individui	Totale
Efemerotteri	*Baetis* *Caenis* *Serratela*	14 13 7	34
Tricotteri	Hydropsychidae Hydroptilidae Psychomyidae	46 2 33	81
Coleotteri	Elmidae	6	6
Odonati	Zigotteri n.i. (Coenagrionidae)	1	1
Ditteri	Chironmidae Empididae Limoniidae Psychodidae	690 1 2 1	694
Crostacei	Gammaridae	1	1
Tricladi	*Dugesia*	2	2
Irudinei	*Erpobdella*	2	2
Oligocheti	*Naidadae*	789	789
TOTALE			**1611**

Tab. 6.10 – N° di individui di macroinvertebrati rinvenuti alla stazione di Marcaria.
(ponte di barche a Torre d'Oglio).Deposizione Substrati Artificiali il 29 aprile 2010.

Elenco Taxa		N° individui	Totale
Efemerotteri	*Heptagenia* *Potamanthus*	11 10	21
Tricotteri	Hydropsychidae Leptoceridae	97 4	101
Odonati	*Stirilus*	4	5
	Calopteryx	1	
Ditteri	Chironmidae	16	16
Crostacei	Decapoda n.i.	1	914
	Gammaridae	913	
Molluschi	*Sphaerium*	16	16
Oligocheti	Lumbriculidae	1	1
TOTALE			**1074**

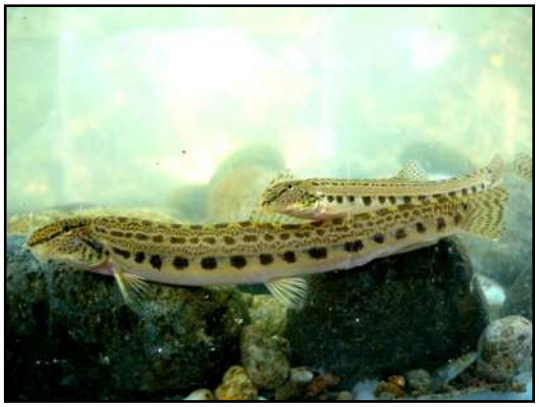
Tab. 6.11 - Elenco taxa floristici alla stazione di monitoraggio ARPA a Castelvisconti (23/07/ 2010).
A = alghe; P = Pteridofite

Elenco Taxa		Copertura taxa specifica	Copertura relativa
A	*Cladophora* sp.	85	55
A	*Hydrodictyon* sp.	7.7	5
A	*Spirogyra* sp.	7.7	5
A	*Chara globularis*	+	+
A	*Oscillatoria* sp.	+	+
A	*Tetrasporidium* sp.	+	+
P	*Berula erecta*	+	+
P	*Callitriche stagnalis*	+	+
P	*Ceratophyllum demersum*	+	+
P	*Eigeria densa*		
P	*Elodea canadensis*	+	+
P	*Elodea nuttallii*	+	+
P	*Lagarosiphon major*	+	+
P	*Lemna minuta*	+	+
P	*Myriophyllum spicatum*	+	+
P	*Ranunculus trichopyllus* subsp. *trichophyllus*	+	+
totale		**100%**	**65%**

6.3 Analisi ed elaborazione dei dati della comunità ittica

6.3.1. Campagna 01/09

Le 35 specie catturate, di cui 21 autoctone, indicano che il fiume si caratterizza per una discreta biodiversità.



Tra le specie catturate, quelle che hanno presentato una distribuzione omogenea e continuativa sono: alborella (*Alburnus alburnus alborella*), barbo comune (*Barbus plebejus*) e cavedano (*Leuciscus cephalus*); si manifestano comunque consistenze di popolazione variabili da stazione a stazione.
Meritano menzione le catture di specie come l'anguilla (*Anguilla anguilla*), il cobite comune (*Cobitis taenia*), il pigo (*Rutilus pigus*) e la savetta (*Chondrostoma soetta*).
Non si sono invece rinvenute in questa campagna le specie sensibili per le quali era stata richiesta una particolare attenzione; nello specifico: storione cobice (*Acipenser naccarii*), trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*) e temolo (*Tymallus tymallus*).
Tra le specie alloctone più significative va segnalato il siluro (*Silurus glanis*), rinvenuto in 17 stazioni su 22 censite, con soggetti anche di medio-grosse dimensioni e, specie nei tratti più bassi del fiume, la presenza di popolazioni abbondanti e strutturate di rodeo amaro (*Rhodeus amarus*) e pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*).
Meno significative, ma pur sempre presenti, le popolazioni di: abramide (*Abramis brama*), aspio (*Aspius aspius*), carassio (*Carassius carassius*) e lucioperca (*Stizostedion lucioperca*).
Il riassunto delle specie trovate e delle abbondanze è indicato in Tab. 6.12.
I risultati dei campionamenti sono riportati in Allegato F.1.

Specie	FN01A	STA03	FN07A	STC08	FN15A	FN21A	FN27A	FS31A	FS31B	FS33A	FS38A	FS44A	FS48A	FS53A	FS53B	FS55A	FS62A	FS63A	FS64A	FS70A	FS77A	FS80A
Abramide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	O/N	O/N	C/S
Alborella	O/N	R/N	O/N	O/N	-	O/N	C/S	O/N	O/N	C/S	R/N	O/N	C/S	A/S	A/S	A/S	A/S	M/S	C/S	C/S	C/S	R/N
Anguilla	O/N	R/N	O/N	O/N	R/N	C/N	O/N	-	-	-	R/N	R/N	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aspio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	O/N	-	O/N	R/N
Barbo comune	-	C/S	R/N	C/S	R/N	O/N	O/N	C/N	R/N	C/S	C/S	C/S	O/N	C/N	C/S	C/N	O/N	O/N	C/S	O/N	O/N	O/N
Barbo esotico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	O/N	R/N	-	-
Carassio	-	-	-	R/N	-	O/N	O/N	-	-	-	R/N	O/N	C/S	O/N	C/N	A/S	A/S	O/S	O/N	O/N	O/N	-
Carpa regina	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	R/N	R/N	O/N	-	C/N	C/N	C/N	C/N	R/N	C/N	C/N	A/N
Carpa specchi	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	R/N	R/N	R/N	R/N	-	R/N	-	-	-
Cavedano	O/N	A/S	A/S	C/S	C/S	A/S	A/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	A/S	M/S	M/S	M/S	M/S	C/S	C/S	C/N	O/N	R/N
Cefalo calamita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C/N	C/N	O/N	C/N	-
Cobite	R/N	-	R/N	R/N	-	-	C/S	O/N	O/N	O/N	O/N	C/S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gambusia	-	-	-	-	-	-	-	-	C/S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	-
Gardon	-	-	-	-	C/S	R/N	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-
Ghiozzo	O/N	R/N	-	-	-	-	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	O/N	C/S	C/S	O/N	C/S	-	O/N	R/N
Gobione	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	R/N	R/N	R/N	R/N	R/N	-
Ibrido fario/marm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lasca	-	-	-	-	-	-	O/N	-	-	-	-	O/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luccio	-	O/N	O/N	-	-	-	-	-	O/N	-	-	O/N	-	-	-	-	-	-	-	O/N	-	-
Lucioperca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	O/N	R/N
Misgurno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	O/N	R/N	-	-	-	-	-	-
Pesce gatto afr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Persico reale	C/S	O/N	O/N	O/N	-	C/N	O/N	-	O/N	O/N	-	O/N	-	-	-	R/N	-	-	R/N	-	-	-
Persico sole	O/N	-	O/N	R/N	-	R/N	R/N	-	-	-	R/N	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Persico trota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	-	R/N	R/N	-	-	-	-	-	-
Pigo	-	-	-	-	C/S	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudorasbora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	O/N	O/N	C/N	O/N	A/S	O/N	O/N	O/S	O/N	O/N
Rodeo amaro	-	R/N	-	-	R/N	-	R/N	O/N	-	-	-	O/N	M/S	M/S	M/S	A/S	A/S	C/S	C/S	O/S	C/S	-
Sanguinerola	-	-	-	-	R/N	O/N	R/N	O/N	R/N	-	C/S	O/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Savetta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	C/N	C/N	A/S	O/N	-	-	-	-	-
Scardola	O/N	C/N	C/S	C/S	M/S	O/N	C/S	O/N	-	-	R/N	O/N	R/N	O/N	O/N	R/N	O/N	-	-	-	-	-
Scazzone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Siluro	O/N	-	O/N	O/N	R/N	O/N	O/N	-	-	-	-	R/N	O/N	O/N	C/S	C/S	C/S	C/S	O/S	R/N	O/N	A/S
Storione cobice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tinca	O/N	-	O/N	-	-	-	C/N	R/N	-	-	C/N	O/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triotto	O/N	-	A/S	C/S	A/S	-	O/N	-	R/N	-	O/N	O/N	O/N	R/N	R/N	O/N	R/N	-	-	R/N	-	-
Trota fario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trota marmorata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vairone	-	C/S	R/N	-	-	R/N	C/S	C/S	C/S	A/S	C/N	O/N	-	R/N	R/N	R/N	R/N	-	-	-	-	-
Legenda:	R:	Raro	O:	Occasionale				C:	Comune				A:	Abbondante				M:	Molto abbond.			
	S:	Strutturata			N:	Non strutturata																

Tab. 6.12 - Report delle specie e delle abbondanze rilevate: campagna 01/09

6.3.2. Campagna 04/10

Dal confronto con i dati raccolti nella prima campagna risulta evidente che non sussistono sostanziali modifiche tra le specie identificate. Si sono infatti ritrovate tutte le popolazioni autoctone catturate durante la campagna 01, compresi alcuni soggetti di cefalo calamita che probabilmente hanno anticipato la rimonta. Le uniche differenze si sono registrate tra le specie alloctone, tra le quali non sono stati rilevati il pesce gatto africano (*Clarias gariepinus*) e la gambusia (*Gambusia affinis*), mentre si sono rinvenuti in modo puntiforme: pesce gatto (*Ameiurus melas*), blicca (*Blicca bjoerkna*) e ibridi di gardon per triotto.
La composizione dell'ittiofauna autoctona risulta in linea con la comunità ittica ideale attesa, ossia tipica di zona a ciprinidi, con rapporti variabili tra specie reofile e limnofile a seconda della morfologia del tratto indagato. Le specie che presentato una maggior distribuzione, sia in termini di presenza che di abbondanza, sono senza dubbio l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*) e il cavedano (*Leuciscus cephalus*); sono presenti in modo significativo anche il barbo (*Barbus plebejus*), il cobite comune (*Cobitis taenia*), il ghiozzo (*Padogobius martensii*) e il triotto (*Rutilus aula*), mentre si ritrovano, specialmente nel medio-alto corso del fiume: lasca (*Chondrostoma genei*), luccio (*Esox lucius*), persico reale (*Perca fluviatilis*), sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*) e savetta (*Chondrostoma soetta*). Anche l'anguilla (*Anguilla anguilla*) è ben rappresentata, specialmente nei tratti alti del fiume - dove si rileva un'abbondante copertura di macrofite acquatiche, con popolazioni comuni, sebbene costituite da soli esemplari di medio-grosse dimensioni.

Non si sono rinvenuti soggetti di storione cobice (*Acipenser naccarii*), temolo (*Tymallus tymallus*) e trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*).
Da sottolineare che per queste ultime due specie, si ritiene non sussistano condizioni idonee per la loro corretta sopravvivenza, prevalentemente per via delle elevate temperature delle acque del fiume e per la conformazione morfologica dell'alveo e del fondo, non sempre rispondenti alle loro esigenze bio-ecologiche. Risulta quindi che la regolazione delle portate, legata al rilascio del DMV, non è in grado di mitigare tali problematiche poiché è impossibile modificare in modo sostanziale sia la qualità chimico-fisica delle acque (l'acqua in uscita dal lago - principale fonte di risorsa idrica del fiume - ha ad esempio temperature medie più elevate rispetto all'acqua dell'Oglio), sia la morfologia fluviale.

Fig. 6.32 - Traversa di Sarnico, dati espressi come minima, massima e media mensile di misure giornaliere biorarie

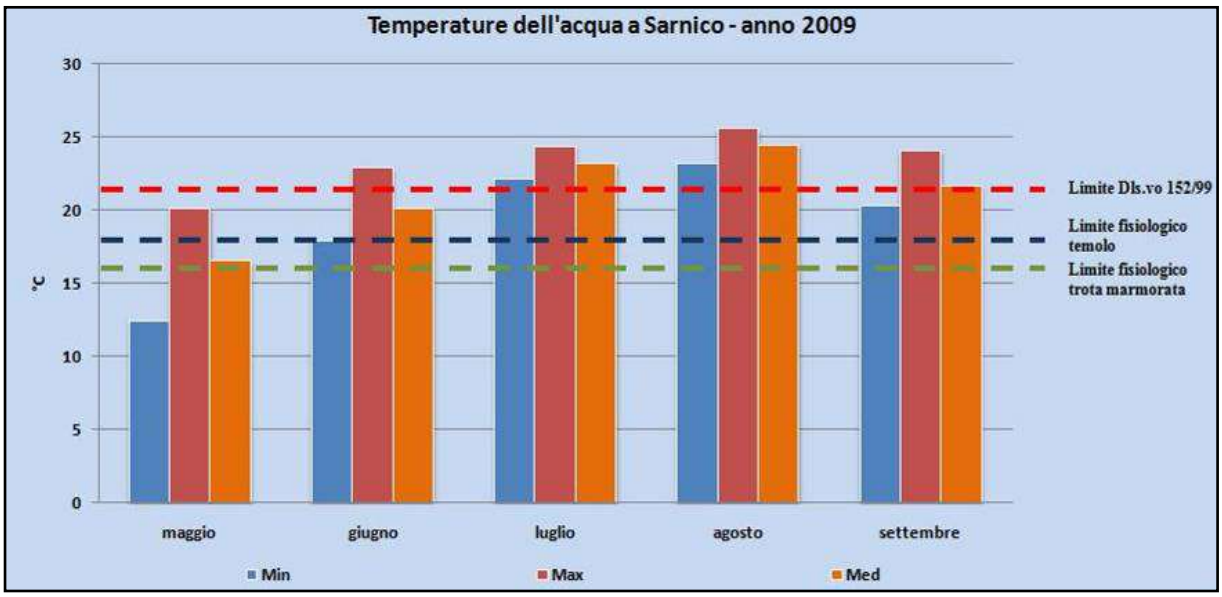
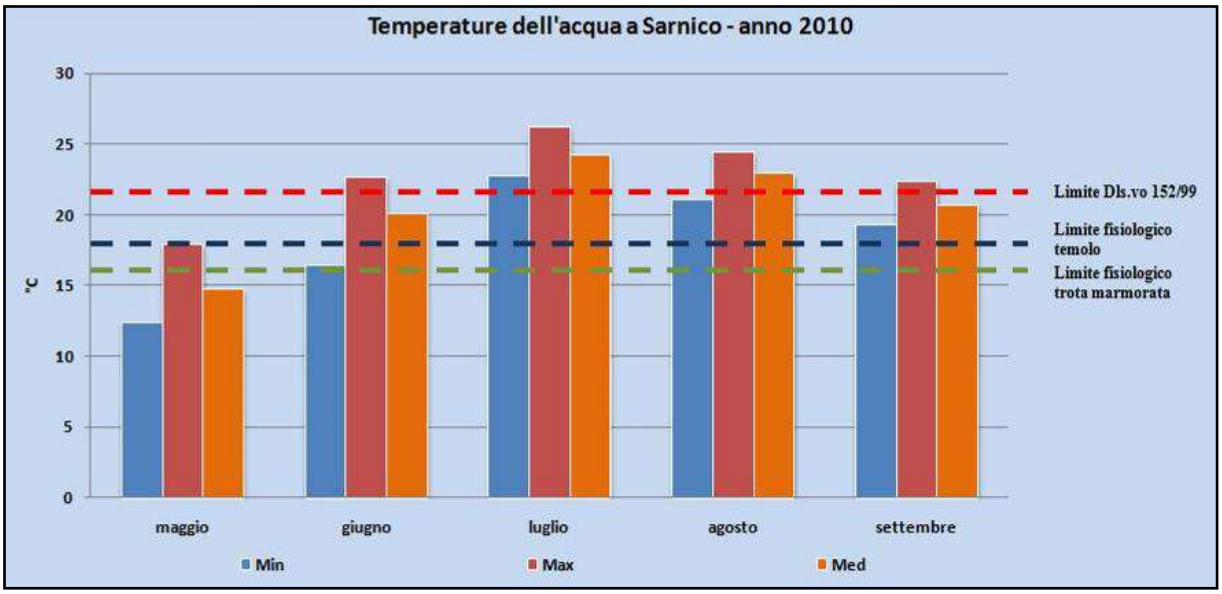


Fig. 6.33 - Traversa di Sarnico, dati espressi come minima, massima e media mensile di misure giornaliere biorarie

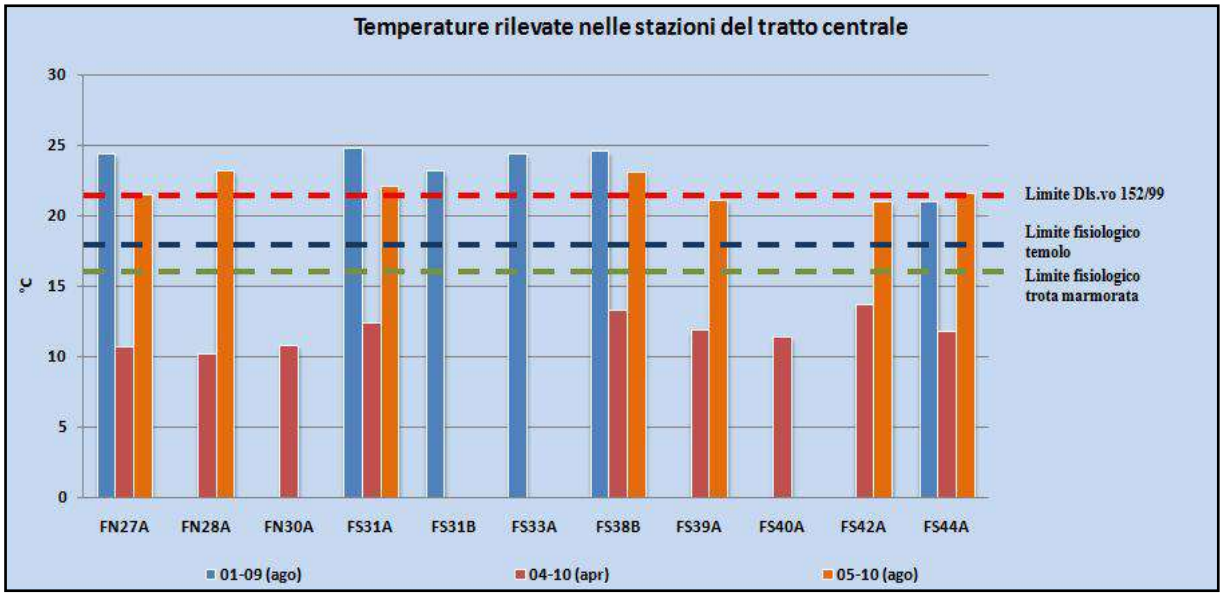


Dalle Fig. 6.32 e 6.33 sopra riportate si evidenzia come i *range* termici nel periodo maggio - settembre 2009 e 2010 superino abbondantemente i limiti fisiologici delle due specie (per il temolo si fa riferimento alla varietà pinna blu). Sebbene la classificazione delle acque elettive per le specie appartenenti alla famiglia dei salmonidi sia stato fissato a 21,5°C[8], si ritiene che, data la nota sensibilità delle specie in oggetto rispetto ai parametri tollerati dalle altre appartenenti alla famiglia[118], i pesci inizino generalmente a soffrire per temperature superiori a 16 °C[119] - trota marmorata - e 18 °C - temolo -. Tale condizione, sicuramente meno limitante se imposta per un breve periodo, o mitigata dalla presenza di ambienti laterali idonei ad ospitare temporaneamente i soggetti - situazione che, diversamente da altri bacini fluviali, purtroppo non si verifica nel fiume Oglio sublacuale a causa dell'attuale condizione morfologica e dell'evidente diminuzione dell'apporto benefico delle acque di risorgiva -, genera una criticità tanto maggiore quanto più si protrae nel tempo, imponendo condizioni di stress tali da compromettere seriamente la salute e la vita dei pesci.
Si riporta di seguito, a titolo di esempio, il grafico delle temperature misurate all'inizio del censimento delle singole stazioni realizzato durante le tre campagne di monitoraggio fino ad ora svolte. Il tratto considerato si estende per circa 20 km a monte e a valle della stazione in cui, secondo i dati desunti dalla carta ittica della Provincia di Cremona e le indicazioni fornite dai rappresentanti del Parco Oglio Nord, sono stati rinvenuti o segnalati soggetti di trota marmorata (FS39A – Soncino, CR).

[118] Il limite fissato dal Dls.vo 152/99 fa riferimento a tutte le specie appartenenti alla famiglia dei salmonidi che popolavano le acque superficiali italiane e/o che venivano impiegate per i ripopolamenti ittici, quindi non ai soli generi *Salmo* e *Thymallus*, ma anche ai generi *Oncorhynchus* (trota iridea) e *Coregonus* (lavarello). Tali generi sono infatti più resistenti e in grado di meglio sopportare temperature dell'acqua più elevate. Secondo Zerunian (ISECI, 2004 s.m.i.), il limite termico delle acque a salmonidi è stato rivisto e portato a 16 – 17 °C.

[119] Zerunian S., 2004. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Quad. Cons. Natura, 20, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica

Fig. 6.34 – Stazioni del tratto centrale. Misure della temperatura in periodi diversi del 2009 e 2010



Dalla Fig. 6.34 risulta evidente come nel periodo estivo non sussistano le condizioni ambientali minime per la normale sopravvivenza del temolo e della trota marmorata che, se presenti, sarebbero sottoposti a condizioni di stress ambientale tali da poterne seriamente compromettere la vita, soprattutto dei soggetti più giovani. Tale condizione critica non si verifica invece nel periodo primaverile, quando le temperature si assestano su valori ottimali. Purtroppo però tale condizione non risulta in ogni caso mitigatrice della pesante variazione termica tardo primaverile - estiva.

A fronte di quanto detto e per il fatto che le principali alterazioni morfologiche dovute all'antropizzazione sono state realizzate in tempi non recenti, quindi non tali da giustificare sostanziali modifiche degli habitat negli ultimi dieci anni, si crede che nell'ultimo decennio (periodo per il quale si possiedono dati storici ufficiali: Carte Ittiche), la sopravvivenza di tali specie nelle acque dell'Oglio sublacuale sia stata estremamente puntiforme e legata ad aree a forte componente di risorgiva. Oggi, a seguito dell'evidente diminuzione di tale benefico effetto mitigatore, di una sempre maggiore pressione antropica e dell'aumento delle specie alloctone invasive, si ritiene, anche in funzione dei riscontri avuti nella campagna di monitoraggio n° 04/2010, che non sia effettivamente possibile la presenza di popolazioni stabili di tali specie e che, eventualmente, ci si possa riferire a singoli soggetti isolati acclimatatisi a condizioni non ideali per la normale sopravvivenza. In ogni caso ad oggi il fiume Oglio non è in grado di ospitare queste specie, per lo meno non in condizioni ottimali per la vita e la normale diffusione.

Tra le specie alloctone la più significativa risulta senza dubbio il siluro (*Silurus glanis*) che da solo costituisce quasi il 50% della biomassa totale catturata. Le altre specie rilevate con maggiore frequenza sono il carassio (*Carassius carassius*), la pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*) e il rodeo amaro (*Rhodeus amarus*).

giovani esemplari di siluro

esemplare maschio adulto di rodeo amaro

Il riassunto delle specie trovate e delle abbondanze è indicato in Tab. 6.13
I risultati dei campionamenti sono riportati in Allegato F.2.

6.3.3 Criticità e principali pressioni

Le attività svolte hanno consentito di realizzare un'approfondita e continuativa valutazione della consistenza, strutturazione e stato di conservazione della comunità ittica del fiume Oglio sub lacuale, portando a identificare anche le principali criticità e pressioni che ne limitano il naturale sviluppo e la distribuzione.
A tal proposito, oltre alle già elencate problematiche legate all'elevata frammentazione del fiume e alla pressione esercitata dalle specie alloctone invasive, si è potuto appurare come il corso dell'Oglio presenti spesso ambienti fortemente impattati che portano ancora oggi i segni derivanti da:

- attività di escavazione e/o di attività agricole che hanno modificato fortemente la conformazione dell'alveo e la tipologia del substrato di fondo;
- riduzione della frequenza d'interazione con gli ambienti laterali (per lunghissimi tratti il corso d'acqua scorre confinato tra argini o golene molto rialzate rispetto al livello medio dell'acqua), ne sono testimone le sponde verticali e non diversificate;
- mancanza di fasce riparie vegetate, funzionali all'ombreggiamento delle acque;
- scarsa differenziazione del materiale costituente il letto del fiume che determina la penuria di rifugi naturali.

Sono da segnalare, oltre alle numerose sponde soggette ad evidenti fenomeni di erosione, le pessime condizioni di manutenzione in cui vertono diverse opere di difesa spondale, alcune delle quali sono franate o sono state quasi interamente asportate dal fiume.
Si ricorda infine la presenza, in alcuni tratti, di numerose opere trasversali (briglie e traverse) che interrompono la continuità longitudinale del corso d'acqua impedendo gli spostamenti di specie ad elevata mobilità.
Quanto segnalato rappresenta un esempio delle attuali condizioni morfologiche dell'alveo dell'Oglio sub lacuale, ove tale situazione non idonea, in concomitanza con altre pressioni precedentemente esposte, non facilita l'instaurazione di una florida comunità ittica a causa dell'assenza di rifugi e di ombreggiamento.

Vegetazione riparia non funzionale in FN21A

Vegetazione riparia non funzionale in FN24A, in evidenza anche il taglio recente

Particolare della sponda verticale e non diversificata in STF26

Sponda non diversificata e vegetazione riparia in monofilare non continuativo in FN28A

Sponda verticale e non vegetata in FS47A

Fenomeno di forte erosione di una sponda già compromessa e verticale in FS55A

Sponde non diversificate e prive di fasce vegetate funzionali in FS59B

Sponda verticale e "nuda" in FS70A

Specie	FN01A	STA03	FN04A	FN07A	STC08	FN11A	FN15A	STE18	FN21A	FN24A	STF26	FN27A	FN28A	FS30A	FS31A	FS38B	FS39A	FS40A	FS42A	FS44A	FS45A	FS47A	FS48A	FS50A	FS52B	FS52C	FS53A	FS53B	FS53C	FS55A	FS59A	FS59B	FS60A	FS62A	FS63A	FS64A	IN66A	FS70A	FS74A
Abramide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	O/N	O/N	R/N	O/N
Alborella	-	-	C/S	C/S	C/S	O/N	M/S	C/S	O/N	A/S	C/S	C/S	C/S	C/S	A/S	O/N	C/S	A/S	C/S	A/S	C/S	A/G	C/G	C/S	A/S	M/S	C/G	A/S	A/S	A/S	M/S	M/S	M/S	A/S	A/S	A/S	R/N	C/S	A/S
Anguilla	-	R/N	C/N	C/N	O/N	O/N	O/M	R/N	O/N	O/N	-	R/N	O/N	O/N	-	-	-	-	O/N	R/N	-	-	O/N	R/N	-	-	-	O/N	-	-	-	R/N	-	O/N	-	-	-	-	-
Aspio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	R/N	R/N	R/N	O/N	O/N
Barbo comu-	-	O/N	-	-	R/N	-	-	R/N	R/N	C/A	O/N	-	C/A	O/N	-	C/A	A/S	O/N	O/N	C/S	C/G	O/N	O/N	O/N	C/G	C/G	O/N	O/N	O/N	O/N	O/N	O/N	R/N	R/N	O/N	R/N	R/N	O/N	O/N
Barbo iberico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N
Blicca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N
Carassio	-	-	R/N	-	-	R/N	-	R/N	C/A	-	-	O/N	R/N	O/N	A/A	-	O/N	-	-	R/N	-	-	O/N	O/N	-	R/N	R/N	C/S	O/N	R/N	R/N	-	O/N	R/N	C/S	R/N	-	-	-
Carpa regina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	O/N	-	O/N	O/N	-	O/N	O/N	R/N	R/N	O/N	R/N	C/N	O/N	C/N
Carpa spec-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C/A	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	R/N	O/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cavedano	-	A/S	A/S	C/S	C/G	O/N	C/S	A/S	A/S	M/S	C/G	A/S	M/S	C/S	A/S	C/S	M/S	O/N	C/G	-	A/S	O/N	O/N	C/G	C/G	A/G	O/N	C/N	C/G	C/S	O/N	O/N	O/N	C/G	C/S	O/N	O/N	O/N	O/N
Cefalo cala-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N
Cobite	-	-	-	-	R/N	-	-	-	R/N	-	O/N	O/N	O/N	R/N	R/N	C/S	C/S	C/S	C/S	R/N	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gambusia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gardon	-	-	-	-	-	-	R/N	C/S	R/N	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gardon x	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ghiozzo	-	O/N	R/N	R/N	R/N	R/N	-	C/S	C/N	O/N	A/S	C/S	A/S	C/S	A/S	A/S	A/S	A/S	M/S	C/S	C/S	O/N	C/S	C/S	O/N	C/S	O/N	O/N	O/N	R/N	R/N	R/N	O/N	C/S	O/N	R/N	R/N	R/N	O/N
Gobione	-	-	-	-	-	-	R/N	C/G	-	R/N	-	-	-	-	O/N	R/N	R/N	R/N	-	R/N	O/N	C/G	-	-	O/N	O/N	R/N	O/N	O/N	O/N	R/N	-	-	-	-	R/N	R/N	-	-
Lasca	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	O/N	-	O/N	O/N	R/N	-	O/N	O/N	R/N	-	A/S	O/N	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-
Luccio	C/N	-	O/N	C/G	-	C/G	O/N	-	-	-	-	-	O/N	R/N	-	-	R/N	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucioperca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	O/N	O/N	O/N
Misgurno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O/N	-	O/N	-	R/N	O/N	R/N	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-
Persico reale	O/N	-	C/G	C/G	O/N	C/S	O/N	O/N	C/G	O/N	-	O/N	R/N	R/N	C/N	-	O/N	-	R/N	O/N	R/N	-	-	-	-	-	-	R/N	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Persico sole	O/N	R/N	R/N	O/N	-	C/S	-	R/N	R/N	-	-	R/N	R/N	-	R/N	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Persico trota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pesce gatto	-	-	-	-	-	O/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pesce gatto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudora-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	R/N	O/N	O/N	O/N	C/S	O/N	R/N	O/N	C/S	O/N	R/N	O/N	R/N	O/N	C/S	C/N	O/N	R/N	O/S	R/N
Rodeo amaro	-	R/N	-	-	R/N	O/N	-	R/N	-	-	-	-	R/N	-	R/N	-	O/N	R/N	C/S	C/S	C/S	O/N	C/S	M/S	A/S	A/S	A/S	M/S	M/S	O/N	C/S	R/N	O/N	C/S	C/S	O/N	R/N	R/N	O/N
Sanguinerola	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	-	A/S	R/N	C/S	O/N	R/N	C/S	M/S	C/S	C/S	O/N	-	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Savetta	-	-	-	-	-	O/N	O/N	R/N	O/N	O/N	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N	C/S	-	-	-	-	O/N	-	-	R/N	O/N	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	R/N
Scardola	O/N	O/N	M/S	O/N	C/G	C/S	C/S	A/S	M/A	C/G	O/N	O/N	C/S	O/N	O/N	R/N	O/N	R/N	O/N	O/N	O/N	R/N	O/N	O/N	R/N	-	R/N	O/N	O/N	-	R/N	R/N	-	-	-	-	-	-	-
Scazzone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Siluro	-	-	C/S	C/S	C/S	C/S	R/N	-	C/S	O/N	-	R/N	O/N	-	-	-	-	-	-	C/S	O/N	O/N	C/A	A/S	O/N	A/S	C/S	C/S	O/N	O/N	O/N	O/N	R/N	A/S	C/S	O/N	O/N	-	O/N
Storione co-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tinca	O/N	-	C/S	C/S	-	C/S	O/N	O/N	O/N	-	-	R/N	R/N	O/N	O/N	-	-	R/N	R/N	O/N	R/N	R/N	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triotto	-	-	C/S	M/S	A/S	C/S	C/S	C/S	A/S	O/N	-	R/N	C/S	O/N	A/S	R/N	R/N	O/N	O/N	C/S	R/N	R/N	R/N	R/N	R/N	O/N	O/N	R/N	-	-	R/N	R/N	R/N	R/N	-	-	-	-	-
Vairone	-	O/N	-	-	O/N	-	-	-	-	C/S	R/N	R/N	C/S	C/A	O/N	A/S	C/S	C/S	M/S	O/N	O/N	-	R/N	-	O/N	R/N	-	-	R/N	-	R/N	R/N	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 6.13 - Report delle specie e delle abbondanze rilevate campagna: 04/10

6.3.4. Composizione della comunità ittica

Sebbene ritenuta prematura dopo un solo anno di sperimentazione, si è realizzata una prima valutazione della composizione della comunità ittica e della sua potenziale strutturazione, confrontando il popolamento ittico autoctono suddiviso per famiglie (realizzando per i ciprinidi due grandi sottogruppi: reofili e limnofili) su base chilometrica (Fig. 6.35).

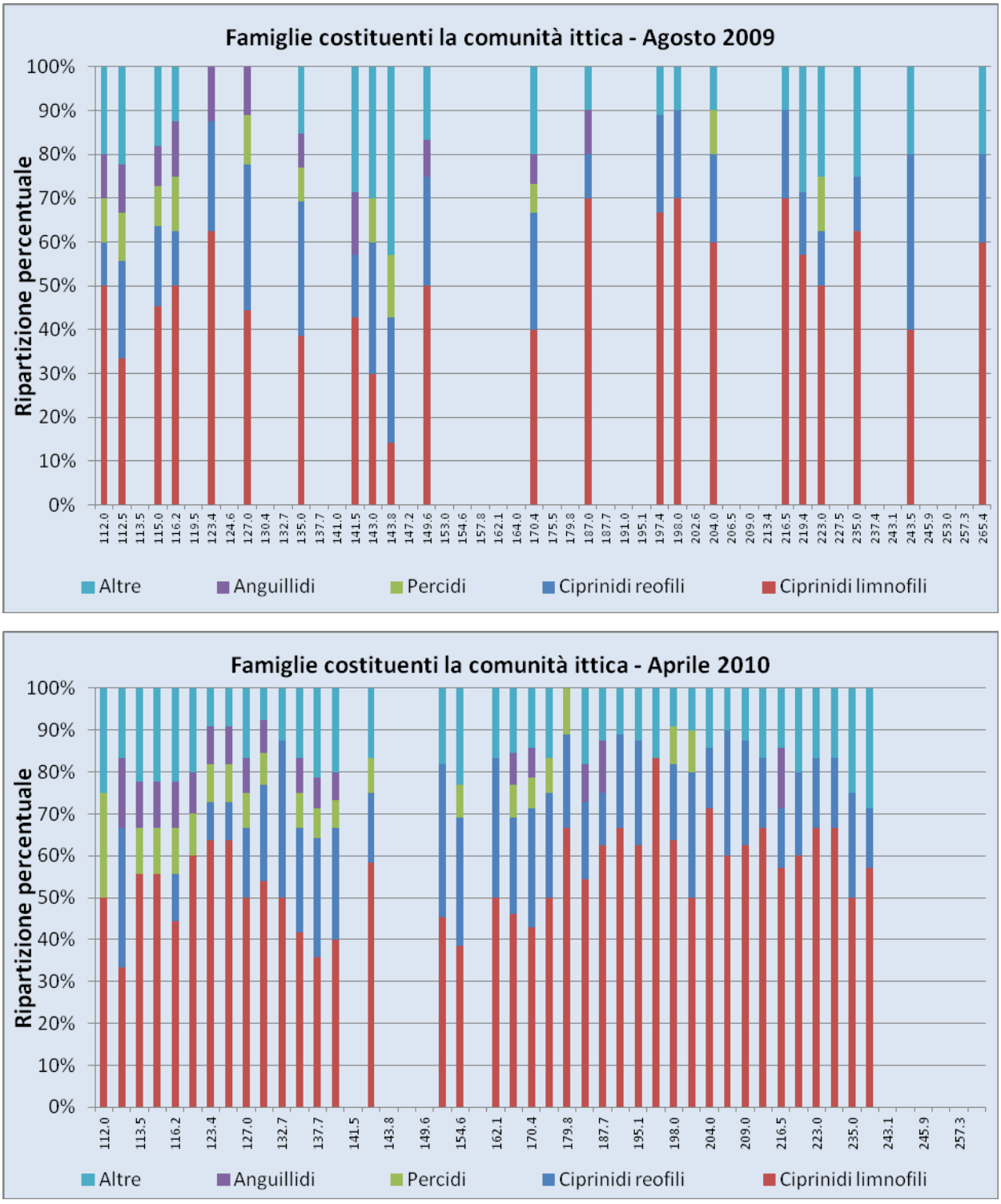


Fig. 6.35 – Composizione della comunità ittica nelle due campagne di monitoraggio ripartita sulla chilometrica del fiume a partire dall'uscita dal lago d'Iseo, fino alla confluenza in fiume Po

Ne risulta evidente che le specie maggiormente presenti e meglio distribuite sono quelle appartenenti alla famiglia dei Ciprinidi, specialmente quelle limnofile, cosa che rispecchia quanto atteso a seguito di una prima analisi macroscopica dei parametri chimico-fisici dell'acqua, della morfologia fluviale e delle documentazioni esistenti (Carte Ittiche provinciali).

Per valutare eventuali modifiche significative nella costituzione della comunità ittica (Fig. 6.36) si è effettuato il confronto tra stazioni oggetto di doppio censimento annuo. Questa valutazione è da considerarsi un semplice esempio, poichè si ritiene più significativo eseguire questa comparazione tra campagne del medesimo anno solare, cosa che non è stato possibile realizzare per i tempi di approvazione e inizio della Sperimentazione. Al termine del secondo anno di studio sarà possibile valutare questo aspetto in modo più preciso e approfondito.

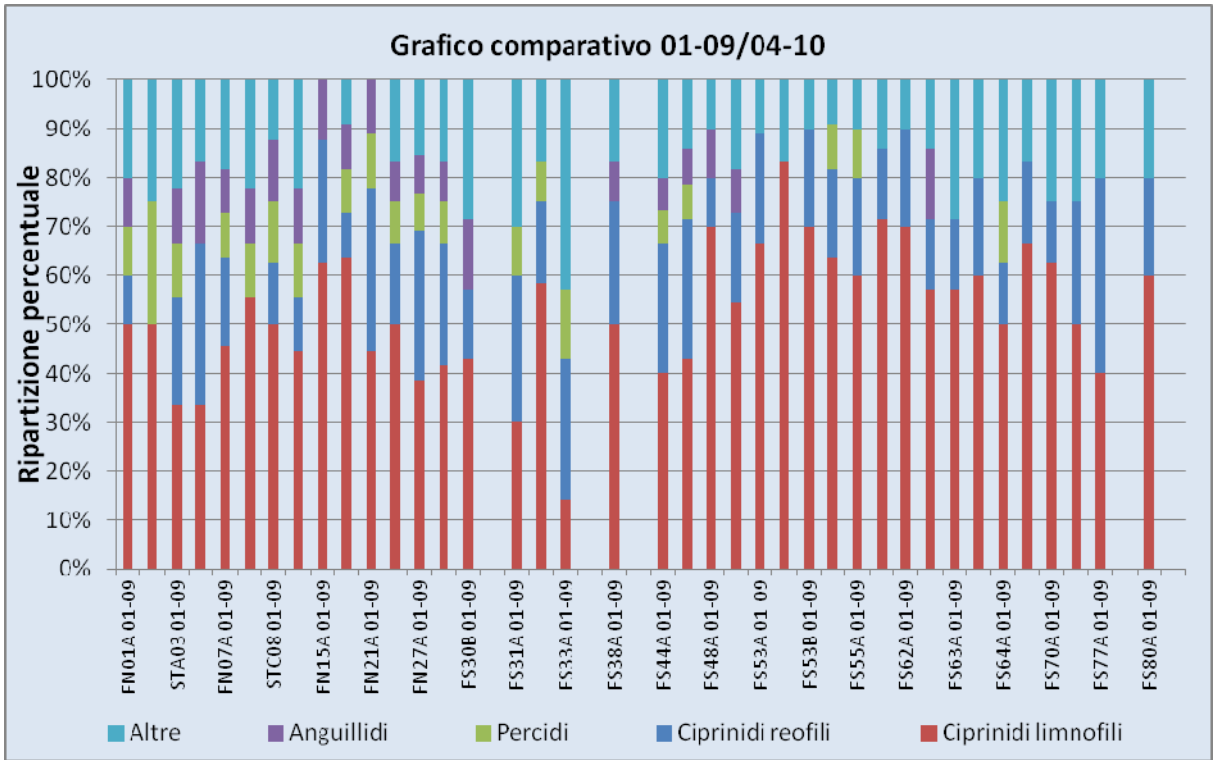


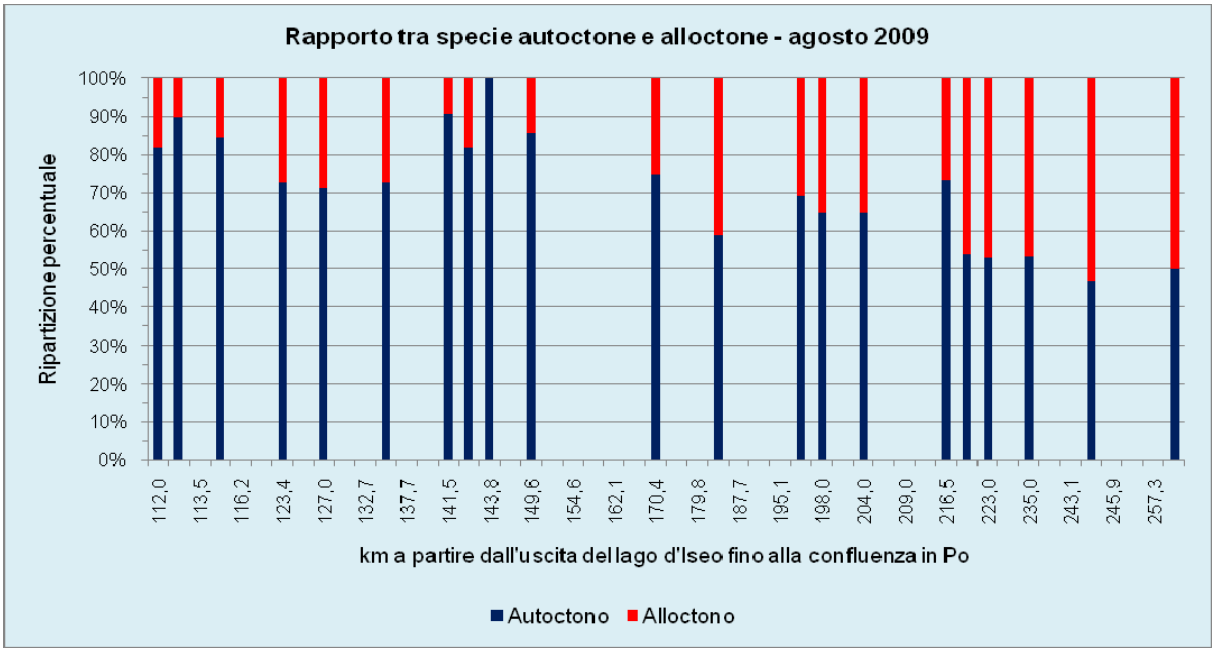
Fig. 6.36 – Composizione della comunità ittica nelle due campagne di monitoraggio

Dal grafico non si evidenziano sostanziali modifiche nella distribuzione delle famiglie che, fatto salvo in alcune stazioni, restano più o meno ugualmente rappresentate nelle due diverse campagne. Va comunque sottolineato che questo genere di rappresentazione ha come unico scopo quello di leggere modifiche macroscopiche della comunità ittica, senza fare alcuna distinzione tra le specie appartenenti alla stessa categoria. In ogni caso, si ritiene utile per evidenziare eventuali modifiche significative nella costituzione della comunità ittica, modifiche generabili da una pesante condizione critica imposta da un rilascio idrico insufficiente capace di destabilizzare drasticamente gli equilibri tra le specie. Al termine del primo anno di Sperimentazione questa situazione non si è verificata.

Risulta anche interessante confrontare i rapporti tra specie autoctone e alloctone costituenti la comunità ittica, rapporti che, oltre a fornire un quadro chiaro della pressione esercitata dalle specie aliene su quelle indigene, indica che un'improvvisa variazione del rapporto a favore delle specie esotiche rappresenta un importante segnale per identificare un potenziale stato di stress della comunità autoctona. Pur essendo questa una lettura macroscopica del fenomeno, nel caso di modifiche significative del rapporto autoctoni/alloctoni, si dovrà approfondire lo studio della situazione locale e/o complessiva al fine di identificarne la causa.

L'analisi della Fig. 6.37 evidenzia la progressiva, continua e crescente pressione esercitata dalle specie alloctone vs le specie autoctone nel procedere verso la confluenza con il Po.

Come già accennato, tra le specie alloctone maggiormente impattanti il siluro è la specie più pericolosa per il mantenimento degli equilibri della comunità ittica e conseguentemente il raggiungimento di un buon stato qualitativo del macrodescrittore ittiofauna.
Per valutarne la reale pressione e quindi l'impatto futuro che eserciterà sul popolamento ittico si è provveduto ad un controllo accurato della popolazione di siluro.



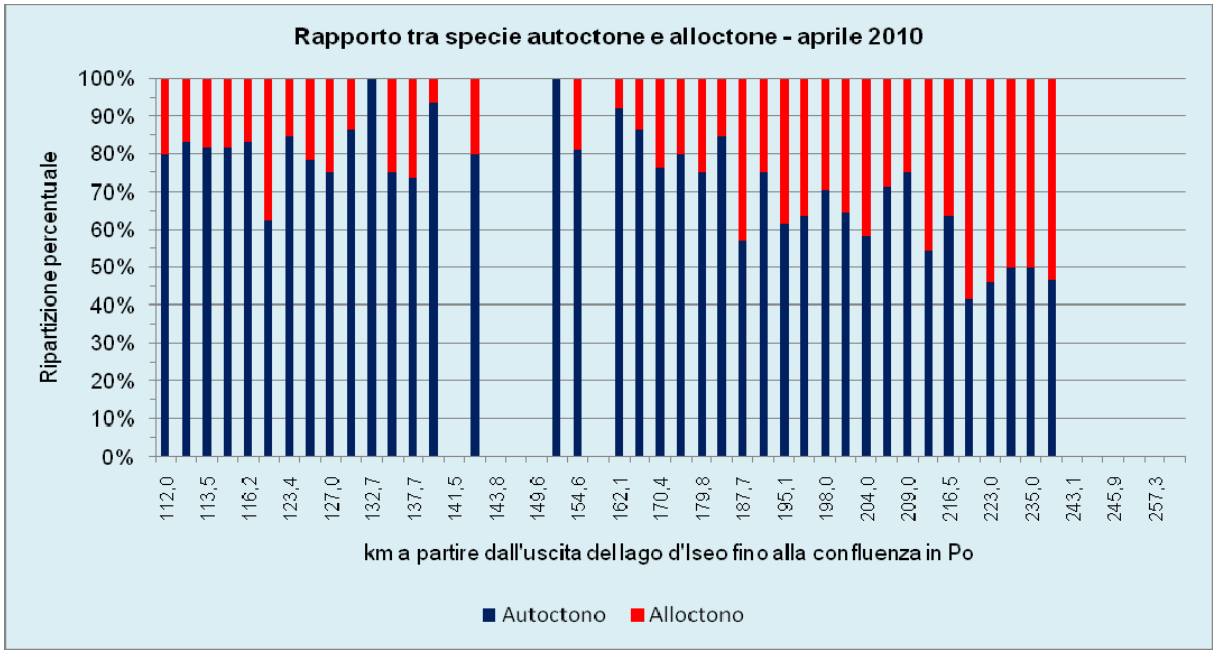


Fig. 6.37 – Rapporto tra specie autoctone e alloctone nelle due campagne di monitoragio

6.4 Idrologia

Svolgimento delle campagne di misura

Il Consorzio dell'Oglio, valutata l'opportunità di iniziare immediatamente la campagna di misure dopo l'approvazione del Progetto di Sperimentazione (27/07/2009) per evitare la perdita di preziose informazioni (stagione estiva 2009) che costituivano un'importante base di riferimento per lo stato di fatto del fiume, ha programmato tutte le Azioni necessarie allo svolgimento delle diverse campagne di misura.

Campagna 1

La campagna si è svolta nel periodo dal 5 agosto al 9 settembre 2009.
Sono stati programmati quattro scenari di monitoraggio, relativi alle portate previste dai rilasci del 5%, 7.5% , 10% e 15%.

Situazione idrologica

La stagione estiva si è dimostrata idrologicamente stabile nei mesi di luglio, agosto e settembre, consentendo di mantenere il deflusso a valle del lago d'Iseo intorno al valore medio di 63.1 m^3/s. Nel bacino di pianura si sono registrati brevi e leggeri eventi meteo, per cui anche a valle del sistema regolato le portate defluenti non hanno presentato picchi o anomalie. Le condizioni di stabilità sono state ottenute grazie alla regolazione dei livelli del lago, che hanno oscillato tra il valore + 46.6 e + 32.4 cm rispetto allo zero idrometrico di Sarnico.

Svolgimento delle misure

La prima campagna è stata caratterizzata dalla verifica sul campo delle procedure previste per effettuare le misure di portata. In particolare si sono testati i percorsi di accesso al fiume e i tempi di percorrenza, dato che il terreno si presentava densamente coltivato, diversamente dal periodo in cui il progetto era stato elaborato. 22 le misure dirette effettuate, i risultati sono riportati di seguito.

ANNO 2009		Calendario della **CAMPAGNA N. 1/09**				
data	sez.	scenario %	km	Comune	Località	misura m3/s
7/8	STB06	5	114	Castelli C.	canale centrale Capriolo	54.10
11/8	FN07A	5	114	Castelli C.	a valle restituzione centrale Capriolo	53.70
11/8	STC08	5	116	Capriolo	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	21.00
12/8	FS39A	5	157	Soncino	Barco	7.02
12/8	FS44A	5	171	Castelvisconti	Ponte Castelvisconti Acqualunga	14.32
12/8	FS48A	5	187	Pontevico	Strone	0.98
12/8	FS62A	5	216	Isola Dovarese	Oglio a valle del Fiume Gambara	35.70
13/8	FS45A	5	175	Quinzano	a monte della roggia Saverona	16.80
13/8	FS53A	5	202	Seniga	Regona di Seniga	26.30
13/8	FS79A	5	261	Marcaria	a valle ponte Gazzuolo	43.60
14/8	-	5	-	Torre Pallavicina	Cavo di Suppeditazione	2.18
14/8	FN30A	5	141	Calcio	A monte traversa Naviglio Grande	12.60
14/8	FN31A	5	142	Pumenengo	a valle traversa Grande	5.32
14/8	FS36A	5	147.2	Torre Pallavicina	Oglio a monte Cavo Suppeditazione	9.29
21/8	STA03	5	112.5	Credaro	Soglia Fosio	2.56
26/8	FS69A	5	234.5	Canneto s.Oglio	Foce Chiese	3.36
4/9	-	7.5	-	Palazzolo s.Oglio	canale centrale Palosco	21.60
4/9	-	7.5	-	Capriolo	canale centrale Capriolo	27.50
4/9	STB06	7.5	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	5.75
9/9	STD12	10	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	5.75
9/9	STE18	10	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	4.27
9/9	STF26	10	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	5.20

Le date di misura sono state programmate in funzione dei monitoraggi previsti dalle altre Azioni del progetto, in particolare del campionamento chimico – fisico per il quale è richiesta la correlazione dei risultati con le portate al fine di consentire corrette valutazioni dei carichi.
Per la verifica degli attingimenti irrigui si è sperimentata l'osservazione dal lato fiume, percorrendo un tratto di circa 40 km nell'arco di una giornata, tra la foce in Po e la traversa di Isola Dovarese.

Osservazioni sull' andamento della campagna.

Nel corso della campagna non si sono evidenziati, nelle differenti sezioni di misura, problemi in grado di impedire la misura della portata. Le condizioni dell'alveo erano dovunque buone, senza sviluppo di vegetazione algale e senza mobilità di fondo; i tiranti idrici erano compatibili con la strumentazione disponibile.
Più articolata si è rivelata la possibilità di accesso ai siti di misura, raggiunti in alcuni casi con difficoltà, il che si è tramutato in un rallentamento del programma giornaliero di misura. La stabilità idrologica del fiume ha però consentito di assorbire queste modifiche mantenendo la compatibilità con il campionamento chimico - fisico.
La campagna prevedeva anche l'applicazione dello scenario con portate di rilascio del 15% rispetto alla componente idrologica definita dal PTUA della Regione Lombardia, ma si è valutato che il suo svolgimento sarebbe stato possibile nella terza decade di settembre, quindi in una fase stagionale molto diversa da quella estiva di massima criticità.
Lo slittamento è stato causato da due fattori:

a) la campagna è iniziata nella seconda parte dell'estate dopo l'approvazione del Progetto;
b) si è assegnata la priorità allo scenario del 5% che rappresentava la situazione di maggior criticità; la sua applicazione ha interessato tutto agosto. La programmazione dello scenario 15% ha subito pertanto uno slittamento obbligato, con la conseguenza anzi detta.

Si è quindi fissato che l'inizio della campagna estiva si debba svolgere entro il 20 luglio di ogni anno.
Per quanto riguarda il Sistema Regolato è stato possibile rilasciare a valle delle derivazioni le portate previste dai diversi scenari, riproducendo in alveo le condizioni da studiare.
A valle del Sistema Regolato, la caratteristica idrologica della stagione ha consentito l'applicazione solo degli scenari con i rilasci più abbondanti.
Per quanto attiene al monitoraggio dei sollevamenti irrigui (piccole derivazioni) si è avuta conferma della previsione che è possibile operare il controllo, che però deve essere a campione e non continuo per ovvii motivi di risorse umane e di tempo, soprattutto per mancanza di regole certe di attingimento stabilite dalle concessioni in essere. Senza queste regole non è infatti possibile conoscere i momenti di inizio e di fine del turno di attingimento, quindi non è possibile verificare il rispetto dei momenti essenziali dell'esercizio della concessione.
Si è avuta anche conferma che questa attività non può essere affrontata e risolta nell'ambito della Sperimentazione perché è richiesta la partecipazione attiva e prescrittiva di soggetti diversi dal Consorzio dell'Oglio.
Si deve comunque osservare che ai fini della valutazioni delle situazioni di criticità dell'ambiente fluviale, in carenza di regole adatte, è emerso che si può procedere alla simulazione di uno scenario "peggiorativo" nel quale si considerano attivi tutti gli attingimenti a cui si assegna assegna una portata stimata sulle dimensioni dell'impianto. Le incertezze della stima sono di almeno un ordine di grandezza inferiore ai valori delle portate misurate, per cui si è ritenuto di procedere con questo metodo per la valutazione delle portate in alveo laddove non misurate direttamente.

Campagna 2

Nella campagna, svolta dal 4/11 al 10/12/2009, si sono programmati programmati quattro scenari di monitoraggio, relativi alle portate previste dai rilasci del 5%, 7.5% , 10% e 15%.
I quattro scenari, della durata di sette giorni, sono stati applicati ai tratti sottesi dalle centrali idroelettriche, ciascuno con decorrenza dal sabato precedente i giorni di monitoraggio.
Lo scenario del 15% è sempre stato applicato ai tratti del fiume non sottesi. I rilasci previsti sono stati garantiti anche in presenza delle normali riduzioni di portata a fine settimana, calibrate proprio su questa prescrizione.

Situazione idrologica

Anche il periodo autunnale ha mostrato una sostanziale stabilità idrologica, se si eccettuano due brevi fenomeni meteo ad inizio e a fine novembre, gestiti però dalla regolazione per non influenzare le portate nel fiume. A fine novembre era previsto lo scenario con i rilasci maggiori per cui si è valutato che la breve variazione in aumento delle portate non fosse in grado di invalidare i risultati del campionamento.

Svolgimento delle misure

Sulla base dell' esperienza maturata nella Campagna 1 sono state introdotte modifiche nelle procedure operative, riducendo l' impiego delle misure da barca e utilizzando teleferiche temporanee in quasi tutte le sezioni. Si è ottenuta una contrazione delle giornate di misura, senza per questo influire sulla precisione delle misure stesse, e quindi l'applicazione dei quattro scenari previsti è avvenuta nell'arco di 30 giorni. Ne ha beneficiato la sincronizzazione con i campionamenti chimico-fisici, che è risultata ottimale.
Anche in questa campagna le 35 misure dirette, di cui si riportano di seguito i risultati, si sono effettuate con buone e regolari condizioni dell'alveo.

Osservazioni sull' andamento della campagna

Nell'applicazione degli scenari, avvenuta come da programma, è stato possibile rilasciare le portate richieste nei tratti sottesi dalle centrali. Alla traversa del Naviglio Grande, al termine del Sistema Regolato, i rilasci sono stati nettamente superiori a motivo del fatto che, pur essendo le portate rilasciate dal lago d'Iseo inferiori alla media stagionale, la forte riduzione delle portate totali derivate dalle Utenze irrigue (mediamente 8 m^3/s) ha mantenuto nel fiume portate elevate per gli scenari.
A valle di questa sezione le portate in alveo sono risultate elevate, ma l'effettuazione delle misure ha consentito di mettere in relazione i risultati del campionamento chimico-fisico con le portate reali, laddove misurate, e stimate con buona approssimazione nelle altre sezioni.

ANNO 2009		Calendario della **CAMPAGNA N. 2/09**				portate m3/s
data	sezione	scenario %	km	Comune	Località	misura
4/11	STD12	5	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	3.30
4/11	STF26	5	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	3.32
4/11	STE18	5	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	4.01
5/11	STC08	5	116	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	4.54
5/11	STB06	5	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	3.30
10/11	STB06	7.5	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	4.40
10/11	STC08	7.5	116	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	4.77
11/11	STD12	7.5	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	4.22
11/11	STE18	7.5	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	5.39
11/11	STF26	7.5	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	5.95
17/11	STB06	10	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	5.79
17/11	STC08	10	116	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	4.52
17/11	FN30A	10	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	24.10
18/11	STD12	10	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	5.66
18/11	STE18	10	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	6.76
18/11	STF26	10	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	6.72
30/11	STB06	15	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	8.22
30/11	STCO8	15	116	Capriolo	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	12.30
30/11	STD13	15	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	3.80
1/12	STE18	15	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	6.64
1/12	STF26	15	131	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	24.10
1/12	FN27A	15	135	Calcio	a monte Naviglio Civico di Cremona	47.00
1/12	FN30A	15	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	47.10
2/12	FS35A	15	147.2	Pumenengo	A valle impianto acquacoltura	34.30
2/12	FS39A	15	154.5	Soncino	Ponte Soncino-Orzinuovi	41.60
2/12	FS41A	15	-	Genivolta	Scolmatore Genivolta	12.50
2/12	FS44A	15	170.6	Castelvisconti	Ponte Castelvisconti- Acqualunga	58.90
2/12	FS45A	15	175.8	Quinzano	a monte ponte Bordolano	60.10
3/12	FS53B	15	263	Seniga	Regona di Seniga	76.00
3/12	FS58A	15	205.3	Ostiano	a monte ponte Ostiano	109.00
3/12	FS63A	15	219	Isola Dovarese	a valle Ponte vecchio	112.00
9/12	FS66A	15	227.6	Canneto s.Oglio	A valle ponte Canneto sull' Oglio	119.00
9/12	FS69A	15	-	Bizzolano	foce F. Chiese	36.40
9/12	FS74A	15	237	Calvatone	a monte ponte SIC "Le Bine"	161.00
10/12	FS78A	15	255.8	Marcaria	Gazzuolo -a valle ponte	226.00

Campagna 3

Nella campagna, svolta dal 26/01 al 25/02/2010, si sono programmati quattro scenari di monitoraggio, relativi alle portate previste dai rilasci del 5%, 7.5% , 10% e 15%, applicati ai tratti sottesi dalle centrali idroelettriche, ciascuno di durata di 7 giorni con decorrenza dal sabato precedente i giorni di monitoraggio. Lo scenario del 15% si è applicato ai tratti del fiume non sottesi, garantendo i rilasci previsti anche in presenza delle normali riduzioni di portata a fine settimana, calibrate proprio su questa prescrizione.

.

Situazione idrologica

La stagione invernale 2010-2011 è stata caratterizzata da un andamento altalenante delle precipitazioni piovose e nevose, superiori alla norma in dicembre e febbraio ed inferiori in gennaio. Il periodo scelto per la sperimentazione ha beneficiato della stabilità degli afflussi al la-

go, per cui la regolazione dei livelli ha consentito di avere portate costanti nel periodo di ogni scenario.

Svolgimento delle misure

L'applicazione del sistema di misura adottato nella Campagna 2 ha consentito di accelerare le operazioni sul campo, per cui il monitoraggio dello scenario 15% applicato a tutta l'asta fluviale è stato portato a termine in quattro giorni mantenendo il collegamento temporale con il campionamento chimico-fisico. E' stato possibile applicare gli scenari del 5%, 7.5%, 10% solo ai tratti sottesi dalle centrali; in realtà solo le centrali che utilizzano le portate maggiori hanno potuto rispettare i rilasci previsti, le altre hanno rilasciato portate ben maggiori.
36 sono state le misure dirette effettuate i cui risultati sono riportati di seguito.

Osservazioni sull'andamento della campagna

Dopo i monitoraggi dei primi due scenari, l'arrivo di una perturbazione ha richiesto di anticipare l'applicazione dello scenario 15% rispetto al 10%. Ciò non ha avuto alcun riflesso sui risultati delle campagne. Anche in questa campagna si è verificata la condizione di eccesso di portate rispetto agli scenari.

ANNO 2010		Calendario della **CAMPAGNA N. 3/10**				
data	sezione	scenario %	km	Comune	Località	misura m3/s
26/1	STB06	5	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	4.17
26/1	STC08	5	116	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	17.90
26/1	STD12	5	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	4.62
26/1	STE18	5	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	12.40
26/1	STF26	5	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	22.20
26/1	FN30A	5	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	44.10
2/2	STB06	7.5	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	4.89
2/2	STC08	7.5	116	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	20.60
2/2	STD12	7.5	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	4.74
2/2	STE18	7.5	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	14.20
2/2	STF26	7.5	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	25.10
2/2	FN30A	7.5	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	47.20
8/2	STB06	15	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	8.37
8/2	STC08	15	116	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	30.90
8/2	STD13	15	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	9.97
8/2	STE18	15	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	24.20
8/2	STF26	15	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	33.00
8/2	FN30A	15	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	55.60
9/2	FS39A	15	154.5	Soncino	Ponte Soncino-Orzinuovi	56.50
9/2	-	15	-	Genivolta	Scolmatore Genivolta	10.40
9/2	FS44A	15	170.6	Castelvisconti	Ponte Castelvisconti- Acqualunga	70.20
9/2	FS45A	15	175.8	Quinzano	a monte ponte Bordolano	69.60
9/2	FS53B	15	263	Seniga	Regona di Seniga	87.30
9/2	FS36A	15	147.2	Torre Pallavicina	Oglio a monte Cavo Suppeditazione	52.20
10/2	FS66A	15	227.6	Canneto s.Oglio	A valle ponte Canneto sull' Oglio	128.00
10/2	FN15A	15	122.4	Palazzolo	Oglio a Palazzolo	61.30
10/2	FS58A	15	205.3	Ostiano	a monte ponte Ostiano	110.00
10/2	FS63A	15	219	Isola Dovarese	a monte traversa	119.00
11/2	FS77A	15	246	Marcaria	al ponte vecchio Marcaria	132.00
11/2	FS74A	15	237	Calvatone	SIC "Le Bine"	154.00
11/2	FS70A	15	-	Bizzolano	F. Chiese	21.60
23/2	STB06	10	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	5.52
23/2	FN30A	10	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	51.40
23/2	STD12	10	120	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	6.39
23/2	STE18	10	125	Palazzolo s.Oglio	Oglio sotteso a centrale Palosco	12.40
23/2	STF26	10	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	29.60

Campagna 4

La campagna, svolta nel periodo dal 27/04 al 1/06/2010, prevedeva l'applicazione di quattro scenari di monitoraggio, relativi alle portate previste dai rilasci del 5%, 7.5% , 10% e 15%.

Situazione idrologica

Proprio in concomitanza dell'inizio della campagna sono arrivate alcune perturbazioni atlantiche che hanno incrementato gli afflussi al lago da circa 40 m^3/s a quasi 90 m^3/s, per poi raggiungere di circa 200 m^3/s ai primi di maggio: la punta massima di afflusso giornaliero si è avuta il giorno 5/05 con 299 m^3/s.
Per non influenzare lo svolgimento della campagna, la regolazione ha programmato nei primi giorni delle perturbazioni di mantenere le portate in uscita dal lago a circa 34 m^3/s, inducendo un incremento di livello del lago di circa 40 cm in pochi giorni. Data l' intensità delle precipitazioni, dal giorno 3 maggio sono state operate manovre di svaso portando il deflusso a 244 m^3/s il giorno 6/05.
La campagna è stata sospesa dopo l'applicazione dello scenario 7.5% ed è stata ripresa nella terza decade del mese anche se le portate fluenti non erano rappresentative di alcun scenario. Non è stato possibile applicare lo scenario del 5%.

Svolgimento delle misure.

16 sono state le misure dirette i cui risultati sono di seguito riportati. Il numero delle misure è ridotto perché si è constatato che nel tratto a valle del fiume le portate erano comunque elevate e quindi poco significative ai fini del Progetto di Sperimentazione.

ANNO 2010		Calendario della **CAMPAGNA N. 4 /10**				
data	sezione	scenario %	km	Comune	Località	misura m3/s
28/4	STB06	7.5	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	4.53
28/4	STC08	7.5	116	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Tagliuno	5.67
28/4	STD12	7.5	120	Palazzolo s.O.	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	4.91
28/4	STE18	7.5	125	Palazzolo s.O.	Oglio sotteso a centrale Palosco	6.04
28/4	STF26	7.5	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	11.9
28/4	FN30A	7.5	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	35.5
20/5	STB06	15	114	Castelli C.	Oglio sotteso a centrale Capriolo	8.16
20/5	STD12	15	120	Palazzolo s.O.	Oglio sotteso a centrale Palazzolo	20.2
20/5	STE18	15	125	Palazzolo s.O.	Oglio sotteso a centrale Palosco	33.9
20/5	STF26	15	131.1	Cividate al P.	Oglio sotteso a centrale Urago	45
20/5	FN30A	15	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	64.2
31/5	-	>15	-	Milzano	ponte f. Mella	22.3
1/6	FN30A	>15	141	Calcio	a monte Naviglio Grande Pallavicino	44.9
1/6	FS39A	>15	154.5	Soncino	Ponte Soncino-Orzinuovi	40
1/6	FS44A	>15	171	Castelvisconti	Ponte Castelvisconti- Acqualunga	48.1
1/6	FS45A	>15	175.8	Quinzano	a monte ponte Bordolano	53.2

Osservazioni sull'andamento della campagna

La stagione idrologica ha condizionato lo svolgimento della campagna di misure per quanto riguarda l'applicazione rigorosa degli scenari, ma ha consentito di studiare dal punto di vista idraulico le caratteristiche che dovrebbe avere la rete di rilevamento di livelli idrometrici e di portate adatta alla gestione dell'asta fluviale per la verifica del DMV.

Risultati delle campagne di misura

Misure e stime

L'attività in campo ha consentito la verifica sia dell'applicabilità dei metodi sia delle attrezzature impiegate nel monitoraggio, evidenziando come le sezioni prescelte consentano l'effettuazione di misure valide.
Il personale impegnato ha svolto anche i necessari sopralluoghi agli affluenti principali, sia naturali che artificiali, ricavandone stime attendibili sulle portate transitanti. Ha inoltre rilevato che essi non sono dotati di sezioni di rilevamento delle portate, per cui non è possibile avere un controllo continuo della situazione idrologica durante la stagione; pertanto le stime sono state realizzate solo per la durata delle campagne di monitoraggio.

Tabelle delle portate nelle sezioni

Nell'Allegato B.3 sono riportati i prospetti delle portate medie giornaliere registrate nei singoli scenari, suddivisi per campagna di monitoraggio. Per lo scenario "primario" della campagna, cioè quello applicabile a tutto il fiume, la tabella riporta tutte le stazioni di misura, individuate dalla posizione chilometrica rispetto all'origine del tratto sublacuale, e le portate relative ai giorni di attuazione dello scenario. Per gli altri scenari le stazioni sono quelle presenti nei tratti sottesi dalle singole centrali idroelettriche.

Tabelle dei rilasci a valle delle derivazioni

Nell'Allegato D.1 sono riportati i valori delle portate medie giornaliere di DMV rilasciate a valle delle grandi derivazioni irrigue e delle derivazioni idroelettriche, nei giorni di applicazione degli scenari e di svolgimento dei campionamenti.
Nelle Tabelle sono evidenziati con lo sfondo in colore arancio i giorni in cui si è registrata una portata rilasciata inferiore a quella prevista dal PTUA, quando lo scarto rispetto al valore teorico sia stato superiore al 5 % di tale valore. L' introduzione di questa tolleranza, che non è un arbitrio, è legata al concetto di misura di portata, cioè alla misura di un'entità soggetta a variazioni anche minime nell'istante di tempo e nello spazio dell'alveo, che il risultato della misura viene ottenuto utilizzando interpolazioni geometriche ed estrapolazioni logaritmiche e che la corrente di un fiume come l'Oglio è soggetta a continue oscillazioni dovute alle perturbazioni fisiche dell'alveo e a derivazioni e restituzioni.

Interazioni tra fiume e falda

Nella campagna estiva n° 1/2009 le condizioni idrologiche del mese di agosto e la stabilità degli usi irrigui hanno consentito di valutare i drenaggi e gli apporti della falda al fiume, evidenziando quanto sia importante conoscere questa relazione per definire le reali disponibilità idriche. Nel tratto di fiume tra Orzinuovi e Castelvisconti l'apporto medio della falda è nell'ordine di circa 450 l/s/km, considerando funzionanti gli attingimenti superficiali esistenti. Ciò indica che nell'estate 2009 la falda forniva apporti superiori. I dati di questa campagna sono decisamente insufficienti per ottenere correlazioni e tendenze, ma rappresentano una base di raffronto per valutare le interazioni in altre condizioni idrologiche.
Nelle prossime campagne si terrà conto anche di questo obiettivo per cercare di ottenere indicazioni più probanti al termine della Sperimentazione.

6.5 Attività di supporto alle altre azioni

6.5.1 - Modellazione idraulica dei tratti di interesse biologico

Utilizzando il software HEC-RAS v. 4.1 si è appena iniziato lo studio del trattamento dati topografici del profilo e delle sezioni del tratto di fiume sub lacuale, al fine di individuare, per i diversi scenari, le variazioni dei parametri idraulici significativi per la qualità ambientale del fiume. Si è ritenuto inoltre utile conoscere, nelle sezioni critiche (o significative) individuate dal monitoraggio biologico, parametri quali la velocità media, il tirante idraulico, la scabrezza media, la pendenza del fondo, etc.

Per questo si sono utilizzate le sezioni dello Studio di Fattibilità realizzato dall'Autorità di Bacino del fiume Po , sottoponendole ad una verifica di massima sulla conservazione delle caratteristiche topografiche.
Lo studio, al momento sospeso a seguito dell'inizio dei lavori di sghiaiamento in fiume per risagomare l'alveo al fine di controllare l'erosione di sponda nel tratto del SIC Bosco di Barco, indubbiamente il più interessante dal punto di vista fluviale, proseguirà appena terminati i lavori e dopo che saranno eseguiti i rilievi topografici del tratto modificato.

6.5.2 – Analisi dei parametri fisici dell'alveo attivo

Si è realizzato un quadro sinottico del fiume Oglio sub lacuale, in cui si sono rappresentate le grandi derivazioni irrigue, le derivazioni idroelettriche e le traverse presenti in alveo.
Per ognuna di queste discontinuità sono state indicate:

- le derivazioni, la portata di concessione, la portata media giornaliera derivata;
- a valle delle derivazioni, lo scenario in vigore, la portata media giornaliera di rilascio prevista, la portata media giornaliera reale;
- per le centrali idroelettriche la portata massima prevista dalla concessione in essere;
- a valle delle traverse idroelettriche, lo scenario in vigore, la portata media giornaliera di rilascio prevista, la portata media giornaliera reale;
- a valle delle restituzioni, i medesimi dati;
- in corrispondenza delle traverse in alveo, la portata di risorgiva (positiva se il fiume è drenante, negativa se alimentante la falda), stimata per il tratto a monte della traversa fino all'opera precedente;
- la posizione delle discontinuità secondo la chilometrica adottata dall'Autorità di Bacino del fiume Po nello "Studio di Fattibilità per il fiume Oglio".

CAPITOLO 7

CONSIDERAZIONI

Per descrivere lo stato di salute e i trend dell'ecosistema fluviale dell' Oglio, e per la messa a punto di procedure di diagnostica e intervento ambientale anche mirate all'ottimizzazione dell'utilizzo della risorsa idrica, al termine del primo anno di attività risulta importante confrontare portate e risposte degli indicatori biologici.
Lo studio, che ha contribuito ad individuare le combinazioni delle variabili biologiche ed ecologiche delle comunità che discriminano le varie tipologie di perturbazione esaminate, quali carico organico, regimazione dei deflussi, interruzione del *continuum* fluviale dovuta alla realizzazione di differenti manufatti artificiali, ha evidenziato che i tratti bio-ecologici delle diverse componenti hanno efficientemente mostrato i cambiamenti funzionali delle comunità soggette a perturbazioni.
L'approccio utilizzato ha quindi consentito di rispondere alle esigenze della WFD superando i limiti tassonomici delle comunità, permettendo una valutazione della biodiversità attraverso la misura della diversità funzionale anche in zone a differente regimazione idraulica.

7.1. Valutazioni sul comportamento idraulico del fiume Oglio sublacuale

Al termine del primo anno di lavoro, nel quale sostanzialmente si è proceduto alla verifica dello stato di fatto e ricercate le situazioni critiche sul comportamento idraulico del fiume, sono emerse alcune informazioni da sottoporre a controprova.

a) Il fiume Oglio sublacuale può essere considerato, dal punto di vista idraulico, come la successione di almeno tre "fiumi" distinti.

- Il primo "fiume", che corrisponde al tratto in cui agisce il Sistema Regolato gestito dal Consorzio dell'Oglio, è compreso tra la traversa fluviale di Sarnico e la soglia del Naviglio Grande a Calcio; è un tratto totalmente monitorato dove si conoscono i dati di portata in ogni momento e luogo.
  La regolazione delle portate ha determinato, nell'anno, il ripetersi stagionale di condizioni simili, anche se di entità differente, a seconda dell'andamento climatico. Inoltre, poiché le derivazioni, irrigue e idroelettriche, sono ormai stabilizzate da quasi ottant'anni e gli usi non hanno subito modificazioni, si è stabilizzata anche la domanda, sia nel periodo estivo che il quello invernale; domanda che può essere pertanto pianificata stagionalmente.
  Grazie all' invaso del lago d' Iseo, si possono attuare importanti interventi di mitigazione delle situazioni di crisi idrica con i quali abbattere le condizioni di stress ambientale del fiume, anche con modifiche rapidissime del regime idraulico. Gli unici punti critici sono i tratti di alveo sottesi dalle derivazioni idroelettriche, ma le opere di derivazione consentono di attuare agevolmente i rilasci richiesti, per cui eventuali carenze possono essere risolte rapidamente.

- Il secondo "fiume" corrisponde al tratto compreso tra la traversa fluviale del Naviglio Grande a Calcio e la soglia in corrispondenza del ponte tra Orzinuovi e Soncino. E' un tratto sensibile alle crisi idriche, ma soffre, più di ogni altro, le modifiche del regime idraulico indotte dall'uso antropico del territorio. I dati storici infatti dimostrano come fosse presente un rilevante apporto di falda, tant'è che l' introduzione del regime regolato del lago d'Iseo non aveva interessato questo tratto perché autosufficiente, annullando la convenienza economica legata alla costruzione delle opere di regolazione. L' alveo attivo si espande trasversalmente e in condizioni normali assume in molti tratti una conformazione meandriforme, con la quale risulta difficile misurare le portate nei vari rami; l' evoluzione planimetrica delle barre, a seguito di morbide o di portate medie, modifica alcuni parametri idraulici come il tirante d' acqua, la velocità e il perimetro bagnato, importanti per la variazione di alcuni descrittori biologici.

- Il terzo "fiume" corrisponde all' alveo che dalla soglia arriva alla foce in Po. Pur di notevole lunghezza, dal punto di vista idraulico manifesta lungo tutto l' alveo il medesimo comportamento, influenzato dagli attingimenti superficiali e dai canali di scarico del sistema di bonifica idraulica e slegato da quello degli altri tratti, limitatamente alle problematiche del DMV. In questo "fiume" infatti, al manifestarsi di situazioni di scarsità idrica, si può constatare che gli apporti di falda sono quantitativamente superiori a quelli degli affluenti naturali o artificiali.

b) La rilevante dimensione longitudinale del corso d'acqua e del bacino idrico, in cui è presente una forte presenza antropica, richiede una specifica rete di monitoraggio dei rilasci, dotata di molte più sezioni di misura rispetto alla rete necessaria per la gestione delle piene. In particolare, risulta fondamentale poter monitorare costantemente le portate immesse in fiume dagli affluenti, sia naturali che artificiali, questi ultimi per la maggior parte corsi d'acqua irrigui. Poiché sono infatti in gioco le portate di rilascio del DMV, assimilabili alle portate "di magra", devono essere note le loro oscillazioni locali generalmente dovute alla gestione della rete irrigua. E' in tal modo possibile monitorare nel breve periodo la loro durata e la loro entità e comprendere se si deve attuare un intervento di correzione o se sono autonomamente ripristinate le normali condizioni.
La caratteristica primaria della rete quindi non deve risiedere nella capacità di rilevare dati ad elevata "finezza" (intesa come precisione e breve serie temporale), ma nella corretta dislocazione dei punti di controllo, da cui dipende la bontà delle valutazioni sulle portate (è certo infatti che ben difficilmente si potranno avere scale di portata precise e stabili).
Questo vale soprattutto per la parte di fiume non compresa nel Sistema Regolato, nella quale i dati già rilevati sono perfettamente calibrati per ottenere lo scopo.

c) Il monitoraggio eseguito nel primo anno di sperimentazione ha rivelato l'insufficiente presenza in alveo di sezioni in cui è possibile definire e gestire una scala di portata, comunemente intesa. Per una corretta gestione dei rilasci richiesti dal DMV, così come definito e interpretato dal PTUA della Regione Lombardia, si deve preventivamente capire e sperimentare il necessario "grado di precisione" delle misure di portata. E' evidente infatti che ricercare un elevato grado di precisione comporta di destinare all'attività di monitoraggio considerevoli risorse, economiche e umane; è chiaro che ciò è difficilmente attuabile sia per la "quantità" che per "l'individuazione dei soggetti" finanziatori.
La definizione di un livello di precisione inferiore, ma accettabile, consentirebbe invece di realizzare un'adeguata rete di monitoraggio del DMV, accompagnata dalla richiamata flessibilità e con la conseguenza che i gestori ricadenti nel bacino dell'Oglio avrebbero a disposizione uno strumento operativo in grado di fornire le informazioni richieste dai rilasci del DMV.

d) Il primo anno di lavoro sembra confermare che la variabilità stagionale dell'idrologia del fiume rappresenti in alcuni casi un "peso" sulla qualità ambientale del corso d'acqua, soprattutto per effetto dell'aumentato trasporto di inquinanti nel fiume. Ampliando il campo di valutazione si è evidenziato come la variabilità, nella maggior parte delle situazioni idrologiche, possa rappresentare un'opportunità da cogliere appieno. E' stato infatti verificato che la presenza a monte di un bacino regolato, qual è il lago d'Iseo, consente di intervenire rapidamente per mitigare situazioni critiche impreviste nelle quali le oscillazioni delle portate di rilascio siano fuori tolleranza, consentendo di "governare finemente" l'evoluzione delle condizioni di stress ambientale per il fiume.
Nel corso dell'intera Sperimentazione si dovrà stabilire il "grado di precisione accettabile".

7.2. Valutazione delle relazioni tra parametri chimico-fisici e portate del fiume

L'analisi della qualità chimico-fisica delle acque ha consentito di descrivere in modo chiaro i trend spaziali di qualità, a loro volta ben correlati con alcuni indicatori biologici.

a) L'analisi delle tendenze indica nel fiume un generale aumento monte-valle dei valori di conducibilità e di nutrienti disciolti e particellati, comune a tutte le stagioni d'indagine.
Non si è evidenziato in alcun punto del sistema fluviale e in alcuna stagione un salto drastico delle caratteristiche integrate di qualità delle acque, ad indicare che il fiume non riceve apporti quantitativamente significativi di acqua le cui caratteristiche sono tali da cambiarne lo stato complessivo. Gli indici LIM e LIMeco si attestano su valori compresi tra sufficiente e ottimo, in linea con quanto indicato da precedenti analisi ARPA.
I due immissari più rilevanti (Mella, Chiese) apportano acque di qualità modesta, ma in punti del fiume dove le portate sono significative e presentano una discreta capacità di diluizione dei carichi.

b) L'analisi dei dati segnala la necessità di approfondire le conoscenze sulla qualità idrochimica delle acque della falda superficiale. I tenori di azoto nitrico infatti aumentano nel fiume in modo ingiustificato in un tratto senza immissari ove probabilmente il fiume è alimentato da una falda estremamente ricca di questo macroinquinante. L'effetto è maggiore nei momenti di basse portate.

c) Elaborazioni preliminari del quadro completo dei dati del primo anno sembrano indicare che le concentrazioni di numerosi macrodescrittori aumentano nell'acqua del fiume in modo significativo in relazione alle portate e suggeriscono un elevato apporto di tipo diffuso dal bacino nei momenti di piovosità intensa o un apporto puntiforme di acque reflue non trattate da by-pass di depuratori.

d) Si evidenzia che l'indice LIMeco, escludendo di fatto dall'analisi di qualità la componente microbiologica e la sostanza organica, tende a "migliorare" il giudizio di qualità dei tratti settentrionali (ove si concentrano i depuratori di medie-grandi dimensioni) e a "peggiorare" il giudizio di qualità dei segmenti meridionali, dove sono abbondanti i nutrienti.

e) I risultati analitici per i tratti sottesi con scenari variabili di portata non sembrano indicare, alle portate minori, un peggioramento significativo degli indici sintetici di qualità fluviale. Ancora una volta si giustifica con l'assenza, nel tratto settentrionale, di apporti elevati di acque di scarsa qualità dagli immissari o dai depuratori.

7.3. Valutazioni delle relazioni tra biocenosi e regime delle portate del fiume

Per quanto attiene alla valutazione delle relazioni tra biocenosi e regime delle portate si può affermare che i sistemi ambientali fluviali e ripari presentano caratteristiche proprie alle diverse scale, macro meso e microscala. La dinamica annuale o interannuale che li caratterizza è condizionata dall'interazione tra condizioni idro-meteorologiche e bacino idrografico. Il concetto stesso di DMV richiede di porre in relazione questi ecosistemi con il regime delle portate, l'analisi e specifici approfondimenti sull'andamento stagionale e la definizione di specifici indicatori di stress.

Dall'analisi delle comunità ittiche emerge:

- la sostanziale stabilità delle popolazione nelle due campagne di cattura, più definita tra le popolazioni autoctone, con leggere differenze tra le popolazioni alloctone;

- la composizione dell'ittiofauna autoctona risulta in linea con la comunità ittica ideale attesa, ossia tipica della zona a ciprinidi, con rapporti variabili tra specie reofile e limnofile a seconda della morfologia del tratto indagato;

- che le attività svolte, da verificare nelle stagioni successive, hanno consentito

    - un'approfondita valutazione della consistenza, struttura e stato di conservazione della comunità ittica del fiume;

- di identificare le principali criticità e pressioni che ne limitano il naturale sviluppo e distribuzione, la notevole frammentazione del corso d'acqua e l'elevata pressione esercitata dalle specie alloctone invasive;

- di stabilire che le attuali condizioni morfologiche dell'alveo non facilitano l'instaurarsi di una florida comunità ittica sia per l'assenza di rifugi che di adeguato ombreggiamento;

- che non si rinvengono soggetti di storione cobice (Acipenser naccarii), temolo (Tymallus tymallus) e trota marmorata (Salmo trutta marmoratus) e che per queste ultime due specie, non sussistono condizioni idonee per la corretta sopravvivenza, prevalentemente per le elevate temperature dell'acqua, oltre che per la conformazione morfologica del fondo non sempre rispondente alle loro esigenze bioecologiche;

- che tra le specie alloctone la più significativa risulta il siluro (Silurus glanis) che da solo costituisce circa il 50% della biomassa totale catturata;

Dall'analisi dei macroinvertebrati bentonici emerge che:

- le zone con substrato grossolano e materiale organico hanno valori IBE più alti sia a livello stagionale che nella media di tutto l'anno di campionamento; al contempo, zone con alveo fangoso evidenziano valori IBE in classe 3 o 4 e taxa adattati a vivere in aree inquinate;

- l'analisi dei Biological and Ecological traits ha consentito di caratterizzare il sistema che ospita le comunità rinvenute, sulla base dei caratteri biologici ed ecologici degli organismi. Il gruppo maggiormente diffuso è costituito da organismi tolleranti, euritermi, adattati alla vita in ambienti a debole corrente, con un certo apporto organico, granulometria del substrato fine, buona copertura a macrofite e abitudini alimentari generalmente microfaghe oppure shredders, che si nutrono delle macrofite sommerse.

L'analisi delle macrofite evidenzia:

- che dei 55 taxa presenti, la dominanza (spermatofite) è indicatrice di ambienti sottoposti a perturbazioni non trascurabili ed elevati carichi di nutrienti; si dispone dell'elenco completo e di una preliminare caratterizzazione strutturale dei popolamenti individuati nei settori omogenei indagati;

- la struttura e la composizione delle comunità estremamente variabilità tra stazioni;

- una percentuale del 55±24% di copertura media della componente macrofitica, con minimi e massimi rispettivamente del 16% e del 100%, procedendo dall'incile del lago verso il tratto potamale nei pressi della foce in Po, si osserva una chiara e significativa riduzione delle percentuali di copertura delle spermatofite (11±17%) a vantaggio delle forme macroalgali (43±22%);

- che i tratti fluviali in cui si riconosce una comunità strutturata di piante superiori coincidono con i settori bacinizzati dove la stabilizzazione dei tiranti e l'intensa sedimentazione del particellato sono in grado di originare condizioni adatte all'insediamento di forme macrofitiche tipiche di corpi idrici di tipo lentico in grado di contrastare più o meno efficacemente le forme macroalgali o fitoplanctoniche. Nei contesti di corrente turbolenta le forme macroalgali filamentose dominano, incontrastate, le comunità.

7.4. Prime considerazioni generali

Al termine dell' esame dei risultati si può affermare che il sistema fluviale ha evidenziato, soprattutto attraverso i confronti con dati storici, i seguenti punti significativi:

1) la qualità dell'ambiente acquatico appare sostanzialmente stabile mentre nel complesso si osserva un peggioramento dello stato di conservazione funzionale del sistema

procedendo dall'incile del lago alla foce in Po, imputabile all'aumento del carico di nutrienti e, prevalentemente, alla destrutturazione dei contesti vegetazionali laterali a favore di una massimizzazione delle trasformazioni dei contesti golenali in terreni destinati ad uso agricolo;

2) persistono fenomeni erosivi diffusi, localmente accentuati. L'avvenuta riduzione della divagazione del fiume, determinata soprattutto da opere idrauliche longitudinali, ha portato alla semplificazione del paesaggio fluviale, limitando i cicli di genesi, sviluppo e scomparsa di microambienti come meandri, stagni naturali temporanei e lanche;

3) in una cornice di paesaggio parzialmente tutelato e fortemente condizionato dall'uomo, si raffigura un fiume estremamente manomesso che non evidenzia gradienti significativi di qualità tra stazioni o settori del corso d'acqua (macrofite), popolato da organismi di fondo tolleranti l'inquinamento in atto e che, malgrado la sostanziale stabilità delle popolazioni ittiche autoctone rispetto alle popolazioni alloctone, il siluro costituisce da solo circa il 50% della biomassa totale catturata;

4) si evidenziano peculiari caratteristiche biologiche strettamente legate alla gestione idrologica del fiume; in particolare le basse portate determinano un'alterazione della struttura trofica delle comunità, causando ulteriori ripercussioni negative sulle biocenosi acquatiche e sull'intero ecosistema fluviale, come riscontrato in diverse stazioni anche in presenza delle portate di rilascio previste dalle norme per il D.M.V.. In tutto il tratto indagato sono state valutate, con l'indice di funzionalità fluviale, anche le discontinuità del corridoio ecologico in senso trasversale e le interconnessioni tra le funzioni esistenti nel territorio circostante al corso d'acqua e l'ambiente fluviale vero e proprio, mettendo in luce le criticità attuali dell'ecosistema fluviale, i tratti di pregio, le zone da riqualificare.

Ad un anno dall'inizio delle attività di misura dei parametri idrologici e geomorfologici, e del monitoraggio dei parametri fisico-chimici e biologici, il Gruppo di lavoro ha individuato due temi di base che costituiscono indirizzi per le prossime campagne di monitoraggio.

- Il primo riguarda l'enorme mole di dati raccolti sui diversi fronti di studio che, contrariamente a studi settoriali effettuati in anni precedenti, ha il pregio di un'attività coordinata, effettuata in simultanea dalle diverse unità operative, e che interessa differenti discipline. L'integrazione di queste informazioni non può essere certamente esaustiva al termine del primo anno d'indagine, lo sarà probabilmente alla fine dell'intero percorso, e lo sarà in ogni caso nel prossimo futuro quando saranno disponibili per i fiumi modelli complessi in grado di integrare informazioni di carattere multidisciplinare. Attualmente ciò non è possibile per motivi fisiologici, legati al tempo necessario per metabolizzare i dati ed ancor più per la mancanza, nel panorama nazionale, di riferimenti scientifici certi e consolidati. E' ancora embrionale infatti la ricerca delle relazioni causa-effetto, del legame profondo tra parametri fisici e biologici, dei tempi di risposta delle variabili biotiche al variare degli scenari di portata in sistemi complessi come i fiumi. Lo è ancora di più in sistemi profondamente alterati come l'Oglio sublacuale, inseriti in contesti altamente produttivi e per questo impattanti, poiché dipendenti dal fiume come fornitore di servizi e come recettore di scarichi. Si tratta di un allontanamento dalle "condizioni originarie" o di riferimento, che data da centinaia di anni, e in questo contesto andrà interpretato il complesso delle informazioni raccolte. I processi interni al fiume e le comunità biologiche si sono adattate e si trovano in condizioni di stato stazionario in un sistema alterato; l'interpretazione dei fenomeni non può prescindere da questa considerazione. Sono infatti necessari, ad esempio, anni di sedimentazione di particellato fine e/o di profonda alterazione del regime idrologico per mutare il fondale (e convertirlo da ciottoloso grossolano e oligotrofo, a melmoso organico e asfittico) e consentire successivamente alle comunità biologiche di colonizzare l' ambiente fluviale. Interpretazioni analoghe si possono fare per la fauna ittica, che ha saputo strutturarsi e diversificarsi nel "discontinuum" fluviale, quindi in una realtà in cui opere di presa, centrali, sbarramenti e quant'altro limitano fortemente lo spostamento degli organismi.

Per quanto detto appare chiaro che nella Sperimentazione non si può prescindere dalla condizione morfologica del fiume; se si vuole comprendere come avvengono i processi evolutivi in "questo contesto" si dovrà puntare l'attenzione sulla loro comprensione cercando di individuare il "possibile" miglioramento rispetto al "contesto attuale".
Il breve periodo della Sperimentazione non è certamente sufficiente per dare indicazioni sugli effetti di un'ipotetica modifica del contesto morfologico (nel senso del ripristino delle condizioni naturali) e sulla sua fattibilità tecnico-economica, ma è sufficiente per iniziare a raccogliere informazioni utili allo scopo.

▶ 2.- Nel corso del primo anno di Sperimentazione, malgrado le numerose informazioni raccolte, non si è potuto esprimere il giudizio di qualità del fiume Oglio secondo le indicazioni della nuova normativa per mancanza di indici ufficiali, sia per le macrofite che per i macroinvertebrati, e perché mancano adeguati riferimenti normativi nazionali relativi alle condizioni di riferimento per i fiumi italiani, in particolare per l'idroecoregione Pianura Padana. Questo processo fondamentale per l'implementazione della WFD è di grande importanza soprattutto per gli elementi di qualità biologica le cui comunità possono mostrarsi fortemente diversificate tra tipi diversi.
Per queste ragioni e per poter confrontare le nostre informazioni con i dati della letteratura si è optato per l'utilizzo di "vecchi" indici ampiamente collaudati, ma considerati ormai inadeguati dalla comunità scientifica.
Allo stato attuale i dati raccolti consentono di iniziare un percorso di analisi dettagliata del sistema.
Esaminando le bozze dei documenti intermedi sui nuovi indici, redatte in ambienti diversi e di diversa specializzazione, è emersa una sostanziale incertezza sulla possibilità di assoggettare gli ambiti fluviali italiani ad una classificazione comune, per cui risulta necessario, oltre che proseguire nelle campagne di raccolta dati come da Progetto, anche sviluppare l'analisi dei dati raccolti per capire:

- quali sono i descrittori che concorrono con maggior peso alla determinazione dello stato di qualità, individuandone il valore attuale al quale attribuire il valore "zero";
- come quantificare le correlazioni tra questi descrittori, dando loro, se possibile, un "peso" per calcolare lo stato di qualità;
- come dare un valore "reale" ai diversi coefficienti della formula del Deflusso Minimo Vitale.

Quest'analisi dinamica dovrebbe consentire una maggior conoscenza delle caratteristiche complessive dell'Oglio sublacuale e consentirci di capire meglio le capacità di reazione del fiume alle modificazioni prodotte dall'attività antropica e dall'uso del territorio, soprattutto le capacità di mitigazione degli eventi di crisi idrica.
Il risultato di questo lavoro, che andrà affinato con sempre nuove informazioni, porterà, quando saranno resi ufficiali, a valutare, pur con i limiti ed una certa approssimazione, l'affidabilità dei nuovi indici applicati al fiume Oglio sub lacuale. In alternativa potrebbe diventare un contributo alla definizione di indici di "riferimento specifico" che, pur in assenza di validazione del mondo scientifico, sono in grado di contribuire a quanto richiesto dalla WFD.
Da questa attività si potranno ottenere, al termine dei tre anni, anche informazioni utili a quantificare i fattori correttivi che intervengono nella formula di calcolo del DMV riportata nelle NTA del PTUA della Regione Lombardia, tenendo presente che qualsiasi parametrazione, per essere efficace, dovrà consentire il massimo grado di flessibilità interpretativa delle situazioni climatiche e delle condizioni morfologiche dei diversi tratto di fiume.