



Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente  
Settore Informazione e Monitoraggi



# Analisi dell'impatto dello svaso del bacino di Pezzé

ANNO 2012



a cura di Paolo Negri





Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente  
Settore Informazione e Monitoraggi



# **Analisi dell'impatto dello svaso del bacino di Pezzé**

**ANNO 2012**

**Hanno collaborato alla realizzazione dello studio:**

**Coordinamento:** Chiara Defrancesco – Settore informazione e monitoraggi (APPA)

**A cura di:** Paolo Negri

**Gruppo di lavoro:** Giuseppe Cadrobbi, Silvia Costaraoss, Valentina Dallafior, Francesca Paoli, Renato Grazzi, Catia Monauni, Gaetano Patti, Massimo Paolazzi, Luca Toldo

*Ringraziamenti: si ringraziano il Comune di Moena e il Comune di Predazzo*

**Per contatti:**

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente

Settore informazione e monitoraggi

Piazza Vittoria 5, 38122 Trento

sim.appa@provincia.tn.it

Tel: 0461 497739-13 - Fax: 0461 497769

# INDICE

<b>Premessa</b>	6
Contenuti del documento	6
Modalità di svasso	6
<b>Programma di analisi</b>	7
Scelta dei punti di monitoraggio	7
Parametri analizzati	9
Comunità dei macroinvertebrati	9
Diatomee	9
Analisi fisico-chimiche	11
Materiale sedimentato in alveo	11
Frequenza delle analisi	11
<b>Metodi</b>	13
<b>Risultati</b>	17
Sonda in continuo – Torbidità	17
Campionatori	18
Campionamento istantaneo	19
Macroinvertebrati	23
Diatomee	24
Perifiton	25
Materiale sedimentato in alveo	25
<b>Discussione</b>	27
<b>Conclusioni</b>	38
<b>Riferimenti bibliografici</b>	39

## Premessa

### Contenuti del documento

Questo documento contiene i risultati del monitoraggio programmato dall'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente (APPA) per valutare gli effetti dello svaso del bacino di Pezzè sul Torrente Avisio, su richiesta della Magnifica Comunità di Fiemme e delle Associazioni dei pescatori della Valle. Lo svaso è stato autorizzato dal Servizio Utilizzazione delle Acque Pubbliche con Determinazione n. 102 dell'8 giugno 2012. Il monitoraggio è stato condotto pre e post svaso, per studiare il suo impatto sulle comunità biotiche dell'Avisio e per stimare anche l'effetto d'intasamento degli interstizi del fondo dell'alveo. Il Servizio foreste e fauna ha realizzato un monitoraggio della fauna ittica oggetto di un'altra relazione. Il programma di monitoraggio si basa su un precedente studio dello svaso della Diga di Pezzè, su altri studi simili e sul confronto con lavori di altri colleghi della Valle d'Aosta, Veneto e Bolzano.

### Modalità di svaso

La fluitazione del materiale presente all'interno del bacino di Pezzè è stata condotta da Hydro Dolomiti Enel dal 15 al 27 ottobre 2012 e ha seguito le seguenti fasi temporali:

- 1) Fase iniziale con la predisposizione dell'alveo che prevede lo scarico di una portata d'acqua non inferiore a  $3 \text{ m}^3/\text{sec}$  per almeno 5 ore.
- 2) Fase di svaso controllato previsto tra il primo e il secondo giorno con rilascio dell'acqua dallo scarico di superficie e dallo scarico di fondo con una portata che passa da 3 a  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  aggiungendosi alla portata naturale dell'Avisio.
- 3) Fase di fluitazione controllata tra il 2° e il 13° giorno dove si prevede l'apertura dello scarico di fondo e successivamente quello di esaurimento.
- 4) Fase di reinvaso con la graduale chiusura dello scarico di fondo e dello scarico di esaurimento e il contemporaneo accumulo delle portate naturali del fiume Avisio.

Le operazioni di svaso sono state eseguite seguendo una serie di disposizioni presenti nella citata determinazione n. 102, per tenere conto dell'impatto del sedimento sull'ecosistema fluviale. Viene richiesto infatti che i valori dell'ossigeno abbiano un valore medio giornaliero superiore o uguale all'80% e

punte minime non inferiori al 60%. Particolare attenzione deve essere posta verso il controllo della torbidità con i seguenti valori massimi consentiti:

- Massima torbidità consentita: 1 % (volume/volume), valore medio su due ore.
- Massima torbidità raccomandata: 1% (volume/volume), valore mediato su un'ora.

In generale il valore guida della torbidità deve essere contenuto tra 0,35-0,40% e non superare il valore soglia di 0,65% per l'intera durata dello svaso. Questi valori possono essere derogati solo nelle prime sei ore di apertura iniziale delle paratoie dello scarico di fondo raggiungendo l' 1,5%.

## Programma di analisi

### Scelta dei punti di monitoraggio

Per coprire in maniera adeguata il tratto di Avisio interessato dall'effetto dello svaso si sono individuati, tramite sopralluogo in campo, 4 punti di monitoraggio posti a valle della diga più un punto a monte che costituisce il "bianco" di riferimento. I punti individuati sono stati scelti in base alla distanza dal bacino, alla presenza di dati pregressi, all'accessibilità e alla gradualità dell'impatto da monte verso valle.

#### Punto 1 - Moena a monte della confluenza con il Rio San Pellegrino

Questo punto è posto a circa 1 km a valle della diga e consente di verificare l'effetto immediato dello svaso.

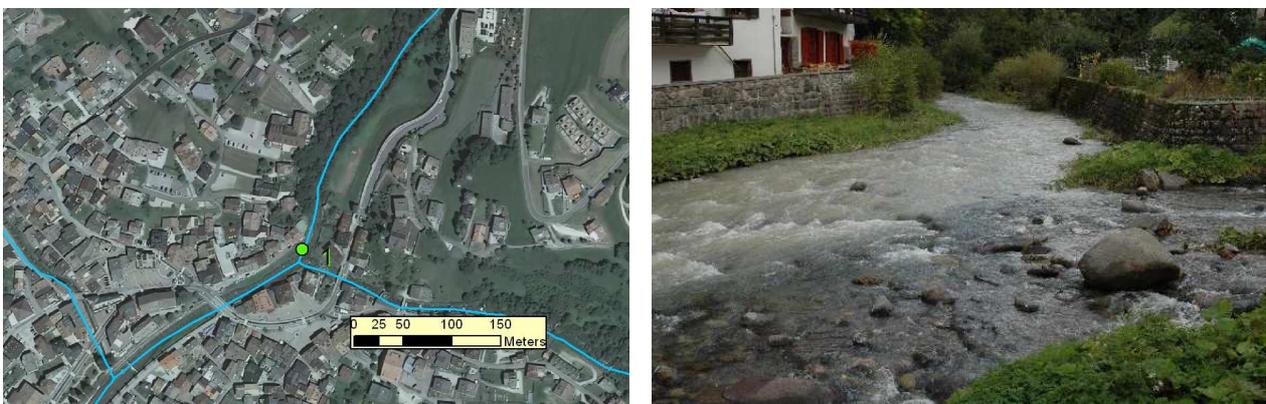


Fig. 1: Ortofoto e fotografia del punto P1

**Punto 2 - Moena all'ingresso del paese in zona partenza marcialonga**

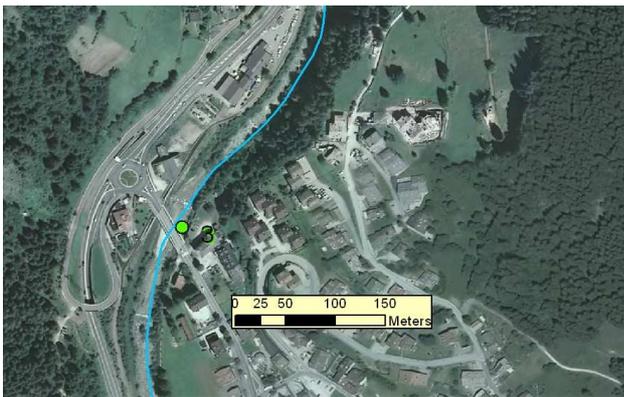
Il punto è situato a circa 2 km dalla diga al fine di valutare l'effetto "intenso" dello svaso. In questo punto l'Avisio ha già ricevuto le acque del Rio San Pellegrino e del Rio di Costalunga.



*Fig. 2: Ortofoto e fotografia del punto P2*

**Punto 3 - Predazzo a monte del paese in località Birreria**

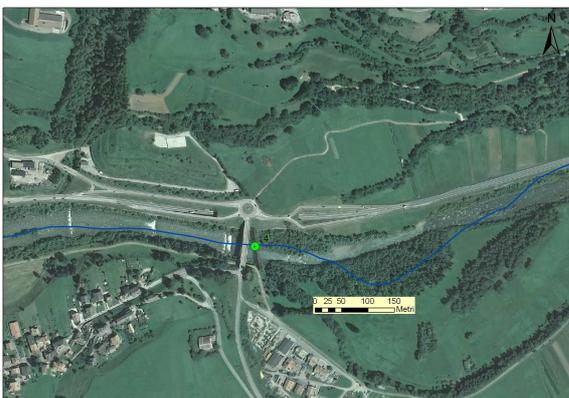
La distanza dalla diga di Pezzè è di circa 9,6 chilometri.



*Fig. 3: Ortofoto e fotografia del punto P3*

**Punto 4 - Tesero a monte del ponte per Lago di Tesero**

Questo punto si trova a circa 19 km a valle della diga di Pezzè. A valle di questo punto è stato condotto anche il monitoraggio ittico.



*Fig. 4: Ortofoto e fotografia del punto P4*

### Punto 0 - A monte della diga di Pezzè in località Soraga

Per avere una stazione di riferimento priva di impatti da fluitazione si è scelta la stazione di monitoraggio della rete APPA che si trova subito a monte del bacino.



Fig. 5: Ortofoto e fotografia del punto P0

A questi punti sono stati aggiunti due punti intermedi per raccogliere dei campioni istantanei: il punto P5 in località Forno a 7,5 km dalla diga (tra Moena e Predazzo) e il punto P6, a Ziano, a circa 15 km dallo svaso.

## Parametri analizzati

In questo paragrafo vengono descritte in maniera schematica le indagini sperimentali che sono state condotte lungo il Torrente Avisio. La scelta dei parametri e le modalità di campionamento fanno riferimento a metodi documentati in letteratura scientifica e a precedenti monitoraggi condotti da APPA in occasione di altri svasi.

### Comunità dei macroinvertebrati

L'analisi della comunità dei macroinvertebrati è stata condotta utilizzando il metodo IBE (APAT - IRSA/CNR, 2004, *Metodi analitici per le acque*), che permette di valutare le alterazioni della comunità in funzione dell'impatto dovuto allo svaso.

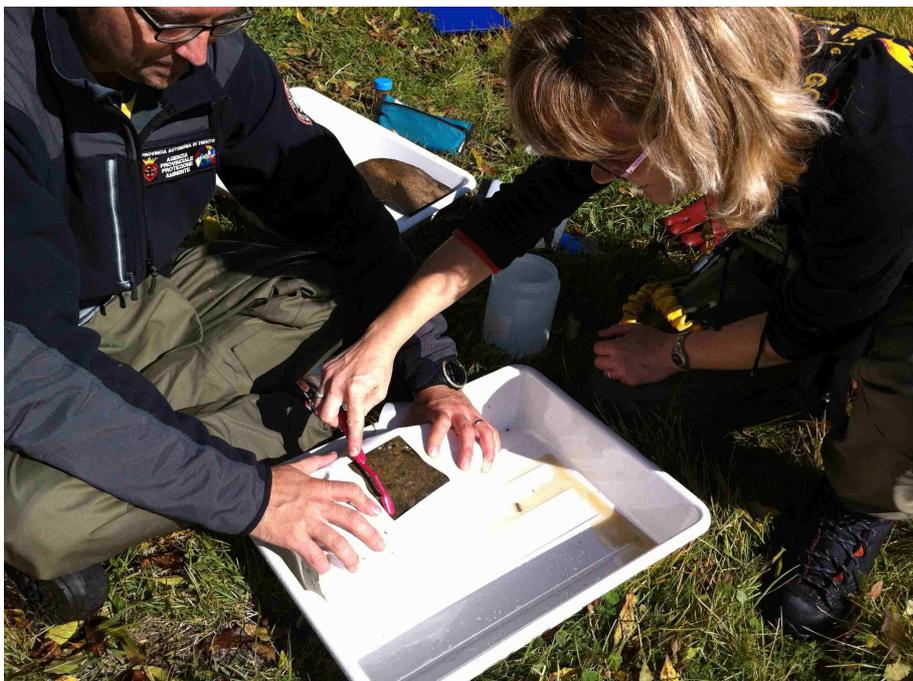
### Diatomee

Le diatomee sono state monitorate ed analizzate seguendo il protocollo di campionamento sviluppato da ISPRA; il giudizio di qualità è stato calcolato applicando l'Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi, Rapporti ISTISAN 09/19).

Inoltre, con un campionamento quantitativo, utilizzando una maschera da sovrapporre ai ciottoli per identificare una superficie nota, è stata verificata l'eventuale azione meccanica di abrasione del sedimento in sospensione sul perifiton (patina costituita principalmente da diatomee, funghi, altre alghe e batteri che riveste i ciottoli nell'alveo bagnato).



*Fig. 6: Fase di monitoraggio dei macroinvertebrati. La fotografia si riferisce al campionamento pre-svaso*



*Fig. 7: Campionamento del perifiton che viene asportato isolando una superficie nota per avere delle indicazioni quantitative*

## Analisi fisico-chimiche

### Analisi in continuo

Sono state posizionate in corrispondenza del punto P2 e P3 due sonde a misurazione in continuo prima, durante e dopo l'evento di svaso, dal 4 ottobre 2012 al 6 novembre 2012; le sonde hanno acquisito ogni 5 minuti dati di temperatura conducibilità, pH, torbidità e ossigeno disciolto.

### Campionamenti orari

Sempre nei punti P2 e P3 sono stati posizionati dei campionatori automatici. Ogni campionatore è stato messo in funzione per 3 volte durante lo svaso: all'apertura delle opere di fondo, al 3°-4° giorno e verso la fine dello svaso, prelevando ogni 15 minuti per 24 ore. Unendo il contenuto delle bottiglie raccolte si è ottenuto un campione integrato rappresentativo di 8 ore. Per ogni giornata di campionamento, sono quindi stati raccolti 3 campioni integrati per ogni campionatore. I principali parametri analizzati in laboratorio sono stati i seguenti: azoto ammoniacale, nitroso, nitrico, fosforo totale, conducibilità, solidi sospesi totali, organici e inorganici.

### Campionamenti istantanei

In corrispondenza delle 3 giornate previste di attività del campionatore sono stati monitorati, in modo istantaneo, anche tutti i punti dello studio sopra descritti (P0-P6); in laboratorio sono stati determinati i seguenti parametri principali: azoto ammoniacale, nitroso, nitrico, fosforo totale, conducibilità, solidi sospesi organici e inorganici, BOD<sub>5</sub>, materiali sedimentabili (coni Imhoff).

## Materiale sedimentato in alveo

Durante il monitoraggio si è voluto anche sperimentare un sistema di valutazione della quantità di materiale sedimentato sul fondo dell'alveo. Per questo si è preso spunto da una procedura del National Institute of Water and Atmospheric Research della Nuova Zelanda (Clapcott et al. 2011) che prevede di isolare un'area nota del fondo e raccogliere il materiale che si è ri-sospeso dopo aver agitato l'acqua per un tempo prefissato.

## Frequenza delle analisi

Nella seguente tabella sono indicate le date e i parametri analizzati nei vari punti di campionamento. Come si può notare sono stati raccolti dei dati prima dell'inizio

dello svaso, durante lo stesso e nel periodo post-svaso. Durante la fluitazione sono state condotte indagini per la componente chimica mentre l'impatto sulla parte biotica è stato valutato pre-svaso, post svaso e sul lungo periodo.

	Pre svaso	Durante svaso (giorno 2, 4 e 9)	Fine svaso	Dopo 45 giorni	Dopo 5-6 mesi (marzo 2013)
<b>PARAMETRI</b>	<b>STAZIONI</b>				
<b>Macroinvertebrati</b>	P0, P1, P2, P3, P4		P0, P1, P2, P3, P4	P0, P1, P2, P3, P4	P0, P1, P2, P3, P4
<b>Diatomee</b>	P0, P2, P3, P4		P0, P1, P2, P3, P4	P0, P1, P2, P3, P4	P0, P1, P2, P3, P4
<b>Perifiton</b>	P0, P2, P3, P4		P0, P1, P2, P3, P4		
<b>Fauna ittica</b>					P2, P4,
<b>Sonda in continuo</b>		P1, P2			
<b>Campionatori</b>		P1, P2			
<b>Prelievo istantaneo</b>	P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6	P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6	P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6	P0, P3	P0, P1, P2, P3, P4,
<b>Sedimento in alveo</b>			P0, P1, P2, P3, P4	P0, P3	P0, P1, P2, P3, P4

Tab. 1: Frequenze e punti di campionamento della componente biotica

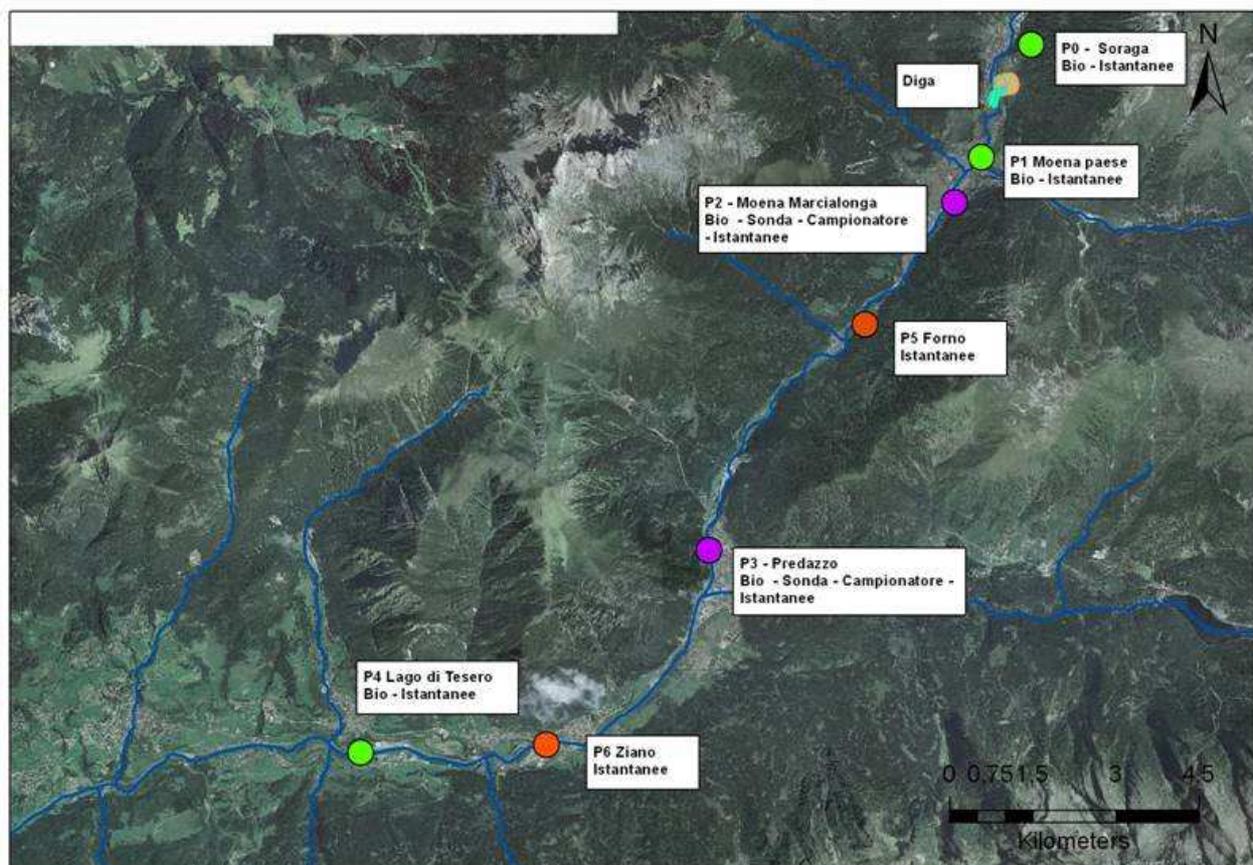


Fig. 8: Frequenze e punti di campionamento della parte chimico-fisica e biologica

## Metodi

Le analisi chimiche sono state effettuate presso il Laboratorio APPA utilizzando le seguenti metodiche:

PARAMETRI	METODO
AZOTO AMMONIAC. (N) (mg/l)	APPA –Metodo interno, colorimetria visibile
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	APAT CNR IRSA 4020 Man. 29/2003
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	APPA –Metodo interno, colorimetria visibile
BOD 5gg (mg/l)	APHA SM ed21st 2005, 5210 B
CLORURI (Cl-) (mg/l)	APAT CNR IRSA 4020 Man. 29/2003
CONDUCIBILITA' ( $\mu$ S/cm)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met ISS BDA 022
FLUORURI (F-) (mg/l)	APAT CNR IRSA 4020 Man. 29/2003
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	APAT CNR IRSA 4060 Man. 29/2003
MATERIALI SEDIM. (ml/l)	IRSA CNR 2060/94
pH (-)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 68 Met ISS BCA 023
SOLFATI (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	APAT CNR IRSA 4020 Man. 29/2003
TORBIDITA' (NTU)	APPA – Metodo interno, torbidimetria
SOLIDI S. VOL. A 550°C (mg/l)	APHA SM ed21st 2005, 2540 D + E
SOLIDI S. FISSI A 550°C (mg/l)	APHA SM ed21st 2005, 2540 D + E
SOLIDI S. TOTALI (mg/l)	APHA SM ed21st 2005, 2540 D

*Tab. 2: Elenco dei parametri chimici considerati e il relativo metodo di analisi*

Per i macroinvertebrati è stato applicato l'Indice Biotico Esteso (APAT - IRSA/CNR, 2004, *Metodi analitici per le acque*).

L'I.B.E. è un protocollo di monitoraggio che consente di valutare la qualità biologica di un corso d'acqua mediante lo studio delle popolazioni macrobentoniche (protocollo APAT-IRSA, 2003 - metodo 9010).

I macroinvertebrati bentonici sono organismi di dimensioni superiori al millimetro che vivono sulla superficie dei substrati di cui è costituito il letto fluviale (epibenthonici) o all'interno dei sedimenti (freaticoli). Questi organismi, data la loro scarsa mobilità, si sono rivelati un utile strumento per effettuare indagini sulla qualità degli ecosistemi fluviali; essi infatti vivendo gran parte del loro ciclo vitale nel corso d'acqua costituiscono una sofisticata rete di controllo e sono quindi in grado di fornire una risposta alle alterazioni ambientali, sia di tipo naturale, come un'improvvisa piena, sia a forme ed associazioni di inquinanti diversi, anche nel caso di carichi pulsanti che di norma sono assai difficili da individuare con le normali metodiche di analisi.

L'utilizzo di indicatori biologici della qualità dell'ambiente parte dal concetto che variazioni delle caratteristiche fisiche e chimiche superiori alla capacità

omeostatica degli organismi inducono modificazioni qualitative e quantitative nella struttura della comunità.

L'I.B.E. consente quindi di valutare la qualità biologica di un corso d'acqua valutando la presenza di determinati taxa (Unità Sistematiche) che viene poi convertita in valori numerici convenzionali. Il valore di indice biotico ricavato dall'analisi viene trasformato in classi di qualità sulla base dei valori di riferimento riportati in tabella 3, che permette di ricondurre tutta la scala dei valori di I.B.E. (0÷13) entro 5 classi di qualità, ad ognuna delle quali viene assegnato un colore di riferimento.

Classe di qualità	Valore di I.B.E.	Giudizio di qualità	Colore tematico
I	10-11-12	Ambiente non alterato in modo sensibile	AZZURRO
II	8 - 9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	VERDE
III	6 - 7	Ambiente alterato	GIALLO
IV	4 - 5	Ambiente molto alterato	ARANCIONE
V	1-2-3	Ambiente fortemente degradato	ROSSO

Tab. 3: Tabella di conversione dei valori di I.B.E. in Classi di Qualità

Per le diatomee la metrica prevista dal D.lgs. 152/06 per la classificazione dello stato ecologico è l'indice ICMi (Intercalibration Common Metric Index). Si tratta di un indice multimetrico che deriva dalla combinazione dell'Indice di Sensibilità agli Inquinanti (IPS) (CEMAGREF, 1982) e dell'Indice Trofico (TI) (Rott *et al.*, 1999): entrambi i sub-indici che compongono l'ICM-i prevedono l'attribuzione alle diverse specie di un valore di sensibilità all'inquinamento organico e ai livelli di trofia. Il calcolo dell'indice ICMi per le diatomee è stato effettuato utilizzando i valori delle condizioni di riferimento e i limiti di classe per le 5 classi dello Stato Ecologico riportati nel Decreto 260/2010 riportati nella tabella 4.

macrotipo	RC-IPS	RC-TI	LIMITI DI CLASSE			
			elevato/buono	buono/sufficiente	sufficiente/scarso	scarso/cattivo
<b>A1</b>	18,4	1,7	0,87	0,70	0,60	0,30
<b>A2</b>	19,6	1,2	0,85	0,64	0,54	0,27
<b>C</b>	16,7	2,4	0,84	0,65	0,55	0,26

Tab. 4: Valori soglia delle 5 classi di Stato Ecologico per l'indice ICMi delle diatomee

Le diatomee, insieme alla complessa comunità di microrganismi aderenti ai substrati sommersi, (altre alghe, funghi, batteri e protozoi) costituiscono il perifiton. Stime quantitative di questa componente, aventi lo scopo di evidenziare l'eventuale effetto abrasivo del materiale sospeso nell'acqua in seguito alle operazioni di svaso, sono state effettuate nei campionamenti pre e post svaso. Non essendoci tuttavia una metodica dedicata, si è deciso di valutare la percentuale di sostanza organica applicando quella per la determinazione dei solidi fissi e volatili contenuti in una matrice acquosa (APAT - IRSA/CNR, 2004, *Metodi analitici per le acque - metodo 2090*).

Per il materiale sedimentato in alveo si è utilizzato il Quorer Method (Clapcott et al. 2011) che prevede l'uso di un tubo del diametro di 40 cm che viene adagiato sul fondo. In questo modo si isola un'area nota all'interno della quale viene agitata l'acqua per circa un minuto. Questa operazione mette in sospensione il materiale fine che si è depositato sul fondo. Il materiale depositato viene quindi dosato e caratterizzato, in un'aliquota d'acqua contenuta nel tubo, mediante determinazione dei solidi sospesi fissi e volatili (APAT - IRSA/CNR, 2004, *Metodi analitici per le acque - metodo 2090*). Per ogni sito vengono raccolte 5 repliche.

Utilizzando un metro si misura il livello dell'acqua in 10 punti presi casualmente all'interno del tubo per calcolare successivamente il volume d'acqua. Conoscendo quindi il volume di acqua che è stato campionato è possibile risalire alla concentrazione del materiale depositato sul fondo dell'alveo.

dove:

$$SD = \frac{SS * V}{H}$$

SD = materiale sedimentato per m<sup>2</sup>

SS = concentrazione dei solidi sospesi raccolti in campo e dosati in laboratorio (g/m<sup>3</sup>)

V = volume dell'acqua isolata nel corso d'acqua (m<sup>3</sup>)

H = altezza media dell'acqua all'interno del tubo (m)



*Fig. 9: Il campionatore automatico installato nella stazione P3*



*Fig. 10: Raccolta di un campione istantaneo*



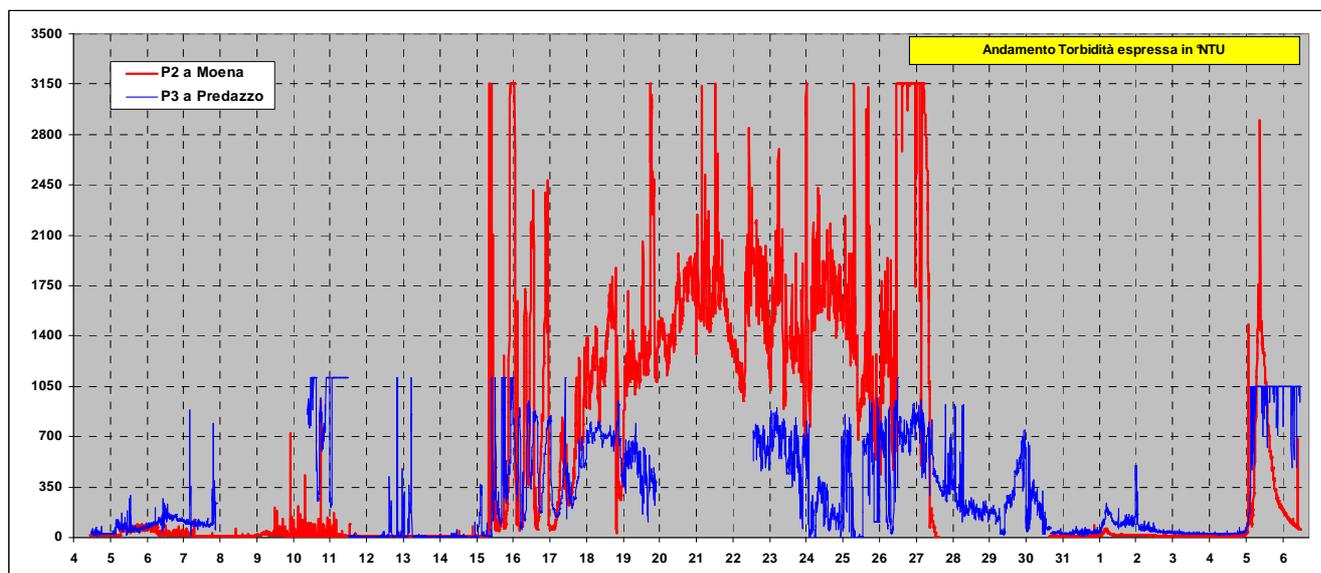
*Fig. 11: Frequenze e punti di campionamento della parte chimico-fisica e biologica*

## Risultati

In questo capitolo vengono descritti i risultati dei campionamenti effettuati. Nella parte di discussione i risultati saranno analizzati in maniera più approfondita cercando di evidenziare l'impatto della fluitazione dei sedimenti sull'ecosistema.

### Sonda in continuo – Torbidità

La sonda in continuo ha raccolto dati non solo sulla torbidità ma anche su altri parametri come conducibilità, pH e ossigeno. Questi parametri non hanno mostrato significative variazioni di andamento, per cui viene riportato solo l'andamento della torbidità. Il periodo di osservazione, che copre anche giornate pre e post svaso, va dal 4 ottobre 2012 al 6 novembre 2012. I dati sono stati raccolti con una frequenza di 5 minuti per cui il numero di valori registrati supera abbondantemente i 7000. Il seguente grafico mostra l'andamento della torbidità nella stazione P2 (Moena partenza Marcialonga) e P3 (Predazzo località Birreria).



*Fig. 12: Andamento della torbidità nei punti P2 e P3 dove vengono raccolti i dati in continuo. I valori a Predazzo sono decisamente inferiori che a Moena*

Come si nota dal grafico, la torbidità è decisamente maggiore nel punto P2 posto a circa 1 km a valle della diga. I valori massimi sono rappresentati da picchi singoli che superano la concentrazione di fondo scala dello strumento che è 3150 NTU. In particolare negli ultimi giorni di svaso si nota un periodo di circa 15 ore dove la torbidità è quasi costantemente superiore a 3150 NTU. L'andamento al punto P3 segue lo stesso andamento del P2 ma con valori decisamente inferiori che

rimangono spesso sotto i 1000 NTU, limite di fondo scala di questa seconda sonda. Le sonde hanno anche registrato aumenti della torbidità legati ad eventi naturali di pioggia intensa nei giorni precedenti e successivi allo svaso.

## Campionatori

I dati relativi ai campionatori automatici riguardano una serie ampia di parametri. Il campione è costituito da una serie di aliquote raccolte ogni 15 minuti, al fine di avere un valore mediato sulle 8 ore. I campioni sono raccolti in automatico per 24 ore, quindi si hanno 3 “campioni integrati” per ogni giorno di campionamento (vedi tabella 5). I campionatori, posti alle stazioni P2 e P3, hanno operato nelle 24 ore durante le giornate riportate in tabella:

Sito	Data	Intervallo orario		
		1	2	3
P2	15-16 Ott 2012	11.30-19.30	19.30-3.30	3.30-11.30
	17-18 Ott 2012	11.00-19.00	19.00-3.00	3.00-11.00
	22-23 Ott. 2012	11.30-19.30	19.30-3.30	3.30-11.30
P3	15-16 Ott 2012	13.15-21.15	21.15-5.15	5.15-13.15
	17-18 Ott 2012	13.30-21.30	21.30-5.30	5.30-13.30
	22-23 Ott. 2012	13.00-21.00	21.00-5.00	5.00-13.00

Tab. 5: Elenco dei parametri chimici considerati e il relativo metodo di analisi

Il risultato di queste analisi è sintetizzato nelle seguenti tabelle:

P2 - Moena INTERVALLO ORE	15/10	15-16/10	16/10	17/10	17-18/10	18/10	22/10	22-23/10	23/10
	11.30-19.30	19.30-3.30	3.30-11.30	11.00-19.00	19.00-3.00	3.00-11.00	11.30-19.30	19.30-3.30	3.30-11.30
PARAMETRI									
AZOTO AMMONIAC. (N) (mg/l)	0,03	0,21	0,21	0,45	0,71	0,67	0,09	0,15	0,21
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	< 0,003	0,005	< 0,003	0,012	0,004	0,018	0,008	0,006	0,004
BOD 5gg (mg/l)	1,9	7,7	3,5	1,4	1,6	1,5	2,1	1,5	1,4
CLORURI (Cl-) (mg/l)	3,1	4,2	3,4	3,3	3,3	3,4	3	3	2,9
CONDUCIBILITA' (µS/cm)	305	272	300	315	315	315	310	310	311
FLUORURI (F-) (mg/l)	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,12	1,99	0,58	0,76	1,25	1,55	1,51	1,23	1,1
MATERIALI SEDIM. (ml/l)	0,3	8	2,2	3	6,5	6,5	5	4,5	5
pH (-)	8,1	7,9	8	8,1	8	8	8,1	8,1	8,1
SOLFATI (SO4--) (mg/l)	61	48	55	59	59	59	63	66	62
TORBIDITA' (NTU)	145	4740	796	800	1520	2050	3060	1910	1700
SOLIDI S. VOL. A 550°C (mg/l)	54	1040	96	308	348	588	464	456	368
SOLIDI S. FISSI A 550°C (mg/l)	186	3812	1148	1044	1864	2188	2508	1628	1548
SOLIDI S. TOTALI (mg/l)	240	4852	1244	1352	2212	2776	2972	2084	1916

Tab. 6: Elenco dei parametri chimici considerati e risultato

P3 – Predazzo INTERVALLO ORE	15/10	15-16/10	16/10	17/10	17-18/10	18/10	22/10	22-23/10	23/10
	13.15- 21.15	21.15- 5.15	5.15- 13.15	13.30- 21.30	21.30- 5.30	5.30- 13.30	13.00- 21.00	21.00- 5.00	5.00- 13.00
PARAMETRI									
AZOTO AMMONIAC. (N) (mg/l)	0,08	0,15	0,19	0,4	0,59	0,53	0,05	0,25	0,15
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	0,0015	0,0015	0,0015	0,005	0,004	0,004	0,01	0,007	0,007
BOD 5gg (mg/l)	2,1	5,7	3,8	1,7	2,2	1,6	2	1,6	1,6
CLORURI (Cl-) (mg/l)	3	3,9	3,6	3,5	3,4	3,3	3	3,1	3
CONDUCIBILITA' (µS/cm)	296	275	298	312	311	310	306	307	307
FLUORURI (F-) (mg/l)	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,18	1,46	0,61	0,89	1,4	1,64	1,66	1,57	1,46
MATERIALI SEDIM. (ml/l)	0,8	7,5	2,5	3,5	7	7	7	7,5	6,5
pH (-)	8,2	8,1	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,2	8,2
SOLFATI (SO4--) (mg/l)	57	47	53	56	56	55	60	59	62
TORBIDITA' (NTU)	200	2920	801	913	1620	1680	2620	2340	2210
SOLIDIS. VOL. A 550°C (mg/l)	58	592	96	324	536	612	288	336	248
SOLIDIS. FISSI A 550°C (mg/l)	191	2292	1024	1292	1980	2280	2444	2704	2320
SOLIDIS. TOTALI (mg/l)	249	2884	1120	1616	2516	2892	2732	3040	2568

Tab. 7: Elenco dei parametri chimici considerati e risultato

Come si nota alcuni parametri (cloruri, conducibilità, fluoruri, pH, solfati) non vengono influenzati dallo svaso e non presentano variazioni significative durante l'evento; nutrienti, BOD<sub>5 gg</sub>, torbidità e solidi sospesi invece cambiano in maniera significativa ed in generale si può osservare che assumono valori maggiori all'inizio dello svaso e nel sito P2 rispetto al sito P3, che è posizionato più valle.

## Campionamento istantaneo

Sono stati prelevati anche campioni istantanei su 6 stazioni: 1 a monte della diga e 5 a valle. Questi campionamenti hanno l'obiettivo di fotografare "come un'istantanea" le condizioni del corso d'acqua a distanze diverse dallo svaso. I dati quindi vanno interpretati solo a livello di stazione per evidenziare lo stato di qualità dell'Avisio nel momento del campionamento che è stato condotto in giornate e orari diversi. Anche in questo caso si evidenziano alcuni parametri che cambiano la loro concentrazione nel periodo dello svaso, in linea con quanto evidenziato nel paragrafo precedente.

Punto	P0 – Soraga						
	04/10/2012	16/10/2012	18/10/2012	23/10/2012	31/10/2012	12/12/2012	21/03/2013
AZOTO AMMONIACALE (N) (mg/l)	< 0,02	< 0,02	0,03	0,02	< 0,02	< 0,02	0,01
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,007
BOD 5gg (mg/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	1,3	< 1	2,7
CLORURI (Cl-) (mg/l)	1,9	2,6	2,4	2,2	2,3	3,4	6,2
CONDUCIBILITA' EL. SPECIF. A 20°C	279	320	325	318	317	365	392

Punto	P0 – Soraga							
	Data Prelievo	04/10/2012	16/10/2012	18/10/2012	23/10/2012	31/10/2012	12/12/2012	21/03/2013
( $\mu\text{S/cm}$ )								
FLUORURI (F-) (mg/l)	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,04	0,01	0,05	0,05
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
OSSIGENO DISCIOLTO (saturazione) (%)	102	104	103	101	105	nd	100	
O2 DISCIOLTO AL PRELIEVO (mg/l)	10,6	11,6	11,3	11,3	11,9	nd	12,9	
pH (-)	8,3	8,2	8,4	8,4	8,4	8,2	8,6	
SOLFATI (SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> ) (mg/l)	48	61	63	64	61	75	88	
SOLIDI SOSPESI TOTALI (mg/l)	25	5	5	6,8	13	6	10,6	
SOLIDI SOSPESI FISSI A 550°C (mg/l)	23	3	3	4,4	9	5	6,2	
SOLIDI SOSPESI VOLATILI A 550°C (mg/l)	2	2	2	2,4	4	1	4,4	
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ACQUA (°C)	8,7	5,1	6,4	6,3	3,9	0,5	3,	
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ARIA (°C)	14	3	6	10	10	-10	6	
TORBIDITA' (NTU)	19	8	7	5	5,2	7	4,1	
COLORE: (-)	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	

Tab. 8: Dati relativi al campionamento istantaneo nel punto P0

Punto	P1 – Moena, monte confluenza San Pellegrino						
	Data Prelievo	04/10/12	16/10/12	18/10/12	23/10/12	31/10/12	21/03/13
AZOTO AMMONIACALE (N) (mg/l)	< 0,02	0,72	0,46	0,24	< 0,02	0,03	0,03
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	< 0,003	0,006	< 0,003	0,003	< 0,003	0,011	0,011
BOD 5gg (mg/l)	< 1,0	> 8	1,3	1,4	1,4	1,9	1,9
CLORURI (Cl-) (mg/l)	2,1	3	2,6	2,6	2,6	9,7	9,7
CONDUCIBILITA' EL.SPECIF.A 20°C ( $\mu\text{S/cm}$ )	279	326	330	324	330	399	399
FLUORURI (F-) (mg/l)	0,1	0,1	0,2	0,1	< 0,1	0,1	0,1
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,02	1,95	2,09	1,47	0,02	0,04	0,04
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	< 0,1	10	6,5	4,5	< 0,1	0,05	0,05
OSSIGENO DISCIOLTO (saturazione) (%)	106	99	99	98	102	107	107
O2 DISCIOLTO AL PRELIEVO (mg/l)	11,1	11,1	10,8	10,9	11,9	11,8	11,8
pH (-)	8,3	7,4	7,9	8,1	8,3	8,8	8,8
SOLFATI (SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> ) (mg/l)	45	59	59	65	61	89	89
SOLIDI SOSPESI TOTALI (mg/l)	17	3876	2948	2428	13	6	6
SOLIDI SOSPESI FISSI A 550°C (mg/l)	14	3224	2272	1892	10	6	6
SOLIDI SOSPESI VOLATILI A 550°C (mg/l)	3	652	676	536	3	2	2
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ACQUA (°C)	7,7	4,8	6,5	6,1	3,2	5	5
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ARIA (°C)	15	2	6	7	2	10	10
TORBIDITA' (NTU)	19	3920	1480	1260	7,2	3,5	3,5
COLORE: (-)	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore

Tab. 9: Dati relativi al campionamento istantaneo nel punto P1

Punto	P2 – Moena, partenza marcialonga					
	Data Prelievo	04/10/12	16/10/12	18/10/12	23/10/12	31/10/12
AZOTO AMMONIACALE (N) (mg/l)	< 0,02	0,47	0,50	0,22	< 0,02	0,03
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,009
AZOTO TOTALE (N) (mg/l)					0,6	
BOD 5gg (mg/l)	< 1,0	5,7	1,4	1,2	1,6	2,9
CLORURI (Cl-) (mg/l)	2,4	3,6	3,3	3	3	15
CONDUCIBILITA' EL. SPECIF. A 20°C (µS/cm)	264	305	313	314	307	414
FLUORURI (F-) (mg/l)	< 0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,01	1,62	1,28	1,05	0,02	0,04
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	< 0,1	6	3,5	3,5	0,1	0,05
OSSIGENO DISCIOLTO (saturazione) (%)	104	103	102	103	103	112
O2 DISCIOLTO AL PRELIEVO (mg/l)	10,9	11,6	11,3	11,2	11,9	12,4
pH (-)	8,3	7,6	8	8,1	8,3	8,9
SOLFATI (SO4--) (mg/l)	42	56	58	62	58	96
SOLIDI SOSPESI TOTALI (mg/l)	16	2732	2180	1580	13	6,8
SOLIDI SOSPESI FISSI A 550°C (mg/l)	13	2328	1712	1188	10	10,4
SOLIDI SOSPESI VOLATILI A 550°C (mg/l)	3	404	468	392	3	3,6
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ACQUA (°C)	8	4,7	5,9	6,1	3,4	5,1
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ARIA (°C)	16	2	6	7	2	10
TORBIDITA' (NTU)	16	2290	1296	750	9,3	6,5
COLORE: (-)	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore

Tab. 10: Dati relativi al campionamento istantaneo nel punto P2

Punto	P5 – Loc Forno				
	Data Prelievo	04/10/12	16/10/12	18/10/12	23/10/12
AZOTO AMMONIACALE (N) (mg/l)	< 0,02	0,31	0,41	0,16	< 0,02
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
BOD 5gg (mg/l)	< 1	2,9	1,6	1,1	3,4
CLORURI (Cl-) (mg/l)	2,5	3,6	3,4	3,2	3,1
CONDUCIBILITA' EL. SPECIF. A 20°C (µS/cm)	264	305	312	310	304
FLUORURI (F-) (mg/l)	< 0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,02	0,41	0,80	0,60	0,02
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	< 0,1	1,9	102	1,5	0,1
OSSIGENO DISCIOLTO (saturazione) (%)	104	103	11,3	97	97
O2 DISCIOLTO AL PRELIEVO (mg/l)	10,8	11,6	11,3	11,1	11,1
pH (-)	8,3	8,1	8,1	8,2	8,3
SOLFATI (SO4--) (mg/l)	41	55	56	60	56
SOLIDI SOSPESI TOTALI (mg/l)	16	742	1536	724	16
SOLIDI SOSPESI FISSI A 550°C (mg/l)	15	594	1204	542	13
SOLIDI SOSPESI VOLATILI A 550°C (mg/l)	< 2	158	332	182	3
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ACQUA (°C)	8,4	4,7	6,1	6,2	3,9
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ARIA (°C)	16	2	7	7	3
TORBIDITA' (NTU)	16	503	897	402	9,8
COLORE: (-)	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore

Tab. 11: Dati relativi al campionamento istantaneo nel punto P5

Punto	P3 – Predazzo loc. Birreria						
	Data Prelievo	04/10/2012	16/10/2012	18/10/2012	23/10/2012	31/10/2012	12/12/2012
AZOTO AMMONIACALE (N) (mg/l)	< 0,02	0,22	0,54	0,10	0,02	< 0,02	0,01
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,2
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,004	< 0,003	< 0,003	< 0,003
BOD 5gg (mg/l)	< 1,0	2,5	1,3	1,1	1,3	<1	2,9
CLORURI (Cl-) (mg/l)	2,6	3,6	3,3	3,1	3,1	4,2	15
CONDUCIBILITA' EL. SPECIF. A 20°C (µS/cm)	267	300	313	307	307	336	381
FLUORURI (F-) (mg/l)	< 0,1	0,1	0,1	0,2	< 0,1	0,1	0,1
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,02	0,33	0,66	0,66	0,03	0,02	0,05
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	< 0,1	1,0	1,9	1,5	0,2	< 0,1	< 0,1
OSSIGENO DISCIOLTO (saturazione) (%)	103	104	102	103	98	nd	114
O2 DISCIOLTO AL PRELIEVO (mg/l)	10,6	11,7	11,3	11,4	11,3	nd	12,1
pH (-)	8,3	8,2	8,2	8,3	8,3	8,3	9,4
SOLFATI (SO4--) (mg/l)	42	53	56	62	56	63	85
SOLIDI SOSPESI TOTALI (mg/l)	21	698	1122	952	28	12	5
SOLIDI SOSPESI FISSI A 550°C (mg/l)	18	554	908	708	23	11	8
SOLIDI SOSPESI VOLATILI A 550°C (mg/l)	3	144	214	244	5	1	3
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ACQUA (°C)	9,5	4,9	6,4	6,2	4,3	0,6	7,2
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ARIA (°C)	15	3	8	10	3	-6	8
TORBIDITA' (NTU)	20	455	655	505	10	8,8	3,8
COLORE: (-)	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore

Tab. 12: Dati relativi al campionamento istantaneo nel punto P3

Punto	P6 – Ziano				
	Data Prelievo	04/10/12	16/10/12	18/10/12	23/10/12
AZOTO AMMONIACALE (N) (mg/l)	< 0,02	0,11	0,38	0,18	0,03
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
BOD 5gg (mg/l)	< 1,0	2	1,5	1,1	1,5
CLORURI (Cl-) (mg/l)	2,7	3,3	3,4	3,2	3,2
CONDUCIBILITA' EL. SPECIF. A 20°C (µS/cm)	253	252	283	293	288
FLUORURI (F-) (mg/l)	< 0,1	0,1	0,1	0,1	< 0,1
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,02	0,28	0,64	0,78	0,03
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	< 0,1	08	2,5	2,5	< 0,1
OSSIGENO DISCIOLTO (saturazione) (%)	105	103	100	101	102
O2 DISCIOLTO AL PRELIEVO (mg/l)	10,5	11,6	11,2	11,1	11,6
pH (-)	8,3	8,1	8,2	8,2	54
SOLFATI (SO4--) (mg/l)	40	44	51	57	54
SOLIDI SOSPESI TOTALI (mg/l)	16	568	1240	1260	23
SOLIDI SOSPESI FISSI A 550°C (mg/l)	15	448	1100	916	nd
SOLIDI SOSPESI VOLATILI A 550°C (mg/l)	< 2	120	140	344	nd
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ACQUA (°C)	10,6	5,7	7,3	7,3	4,8
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ARIA (°C)	18	4	9	10	3
TORBIDITA' (NTU)	16	454	688	950	12
COLORE: (-)	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore

Tab. 13: Dati relativi al campionamento istantaneo nel punto P6

Punto	P4 Loc. Lago di Tesero					
	04/10/12	16/10/12	18/10/12	23/10/12	31/10/12	21/03/13
AZOTO AMMONIACALE (N) (mg/l)	0,01	0,05	0,24	0,12	< 0,02	0,01
AZOTO NITRICO (N) (mg/l)	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,2
AZOTO NITROSO (N) (mg/l)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,005	< 0,003	0,005
BOD 5gg (mg/l)	0,5	1,1	1,4	1,4	1,3	2,1
CLORURI (Cl-) (mg/l)	2,7	3	3,1	3,2	3,3	9,4
CONDUCIBILITA' EL.SPECIF.A 20°C (µS/cm)	249	240	266	284	275	326
FLUORURI (F-) (mg/l)	0,05	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
FOSFORO TOTALE (P) (mg/l)	0,02	0,08	0,42	0,85	0,05	0,01
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	0,05	0,1	1,5	3	0,1	<0.1
OSSIGENO DISCIOLTO (saturazione) (%)	106	102	97	94	102	115
O2 DISCIOLTO AL PRELIEVO (mg/l)	10,7	11,5	11,2	11,1	11,6	12,1
pH (-)	8,4	8,2	8,1	8,2	8,2	9,4
SOLFATI (SO4--) (mg/l)	39	41	45	58	50	77
SOLIDI SOSPESI TOTALI (mg/l)	16	113	770	1614	34	3
SOLIDI SOSPESI FISSI A 550°C (mg/l)	14	93	602	1256	27	6
SOLIDI SOSPESI VOLATILI A 550°C (mg/l)	2	20	168	358	7	3
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ACQUA (°C)	10,5	6,1	7,5	7,4	5	8,4
TEMPERATURA AL PRELIEVO-ARIA (°C)	17	4	9	9	3	8
TORBIDITA' (NTU)	15	73	459	1450	16	2
COLORE: (--)	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore	incolore

Tab. 14: Dati relativi al campionamento istantaneo nel punto P4

## Macroinvertebrati

Il campionamento dei macroinvertebrati è stato condotto utilizzando il metodo IBE, che valuta la qualità biologica del corso d'acqua. I valori vengono espressi con un punteggio che va da un minimo di 1 ad un massimo di 14. Questi valori corrispondono a delle classi di qualità da V a I (cioè da pessimo a elevato). Nella tabella (Tab. 15) viene indicato anche il numero di unità sistematiche, cioè di gruppi sistematici omogenei a livello di famiglia o genere, rinvenuti nei campioni raccolti. Il campionamento è stato condotto 4 volte per coprire tutta l'evoluzione della comunità biologica dell'Avisio prima dello svaso (03/10/2012), subito dopo la fine dell'evento (31/10/2012), dopo circa un mese (12/12/2012) e dopo 4 mesi (21/03/2013).

	03/10/12		31/10/12		12/12/012		21/03/2013	
	N. Taxa	CLASSE	N. Taxa	CLASSE	N. Taxa	CLASSE	N. Taxa	CLASSE
P0	12	III	14	III	10	III/I	8	III
P1	9	III	13	III	7	III	9	II
P2	14	II	11	II/III	18	I	13	II
P3	15	II/I	9	III	16	II/I	12	II
P4	20	I	18	II	18	I	18	I

Tab. 15: Numero di taxa e classe IBE del monitoraggio dei macroinvertebrati condotto sull'Avisio

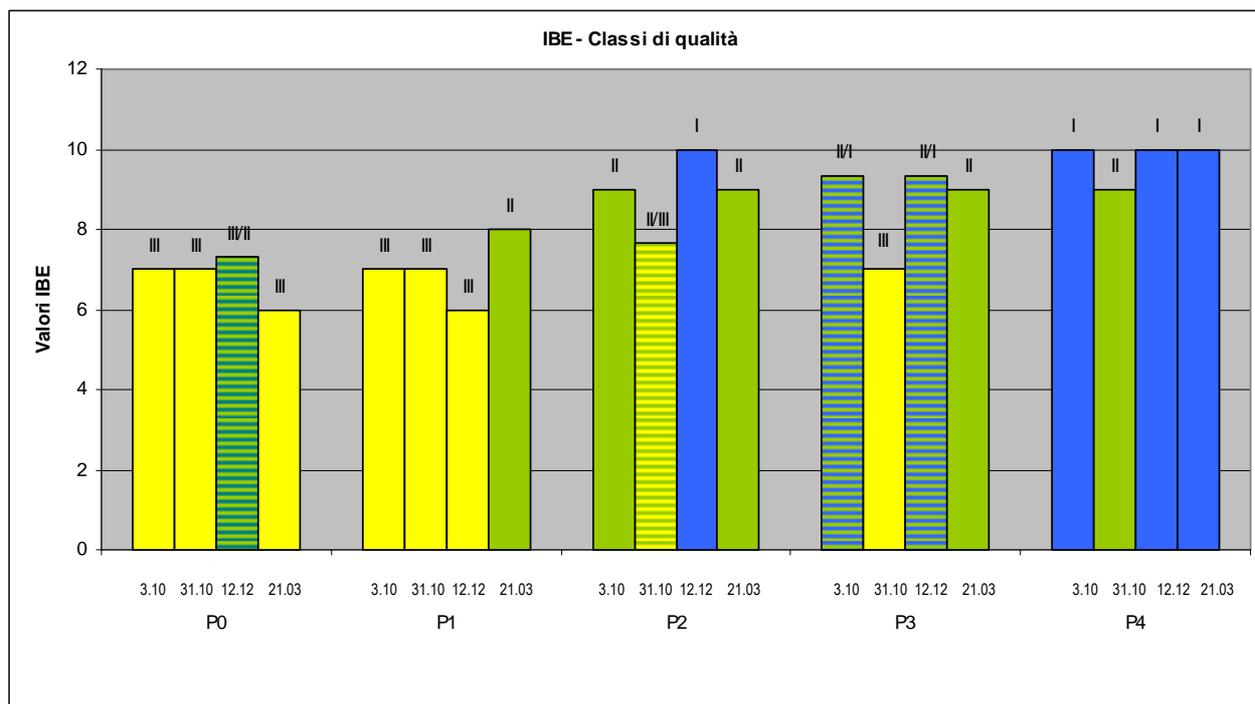


Fig. 13 Classi di qualità e valore di IBE nelle stazioni di monitoraggio nei vari periodi di campionamento. Sono stati condotti 4 campionamenti per ogni punto

## Diatomee

Nella tabella 16 è riportata la classe di Stato Ecologico per l'indice ICMi per tutti i punti monitorati nei vari periodi. I colori convenzionali rappresentativi di ciascuna classe in tutte le tabelle sono: azzurro per l'elevato, verde per il buono, giallo per il sufficiente, arancione per lo scarso e rosso per il cattivo. Tutti i valori rientrano nella classe buono.

STAZIONE	P0			
data	03/10/2012	31/10/2012	12/12/2012	21/03/2013
ICMi (A2)	0,74	0,81	0,80	0,77

STAZIONE	P1			
data		31/10/2012	12/12/2012	21/03/2013
ICMi (A2)		0,80	0,73	0,73

STAZIONE	P2	P2	P2	P2
data	03/10/2012	31/10/2012	12/12/2012	21/03/2013
ICMi (A2)	0,70	0,74	0,80	0,73

STAZIONE	P3	P3	P3	P3
data	03/10/2012	31/10/2012	12/12/2012	21/03/2013
ICMi (A2)	0,73	0,70	0,71	0,73

STAZIONE	P4	P4	P4	P4
data	03/10/2012	31/10/2012	12/12/2012	21/03/2013
ICMi (A2)	0,77	0,83	0,70	0,73

Tab. 16: La valutazione della qualità dell'acqua tramite diatomee ricade sempre nella classe buono

## Perifiton

Nella tabella 17 e in figura 14 sono riportati i valori medi della percentuale di sostanza organica ottenuti dall'analisi del materiale raccolto su una superficie nota di copertura perifitica.

	valore medio % SO pre-svaso	valore medio % SO post-svaso
P0	30	27
P1	n d	32
P2	22	35
P3	25	21
P4	28	32

Tab. 17: Valori medi della percentuale di sostanza organica relativi al perifiton

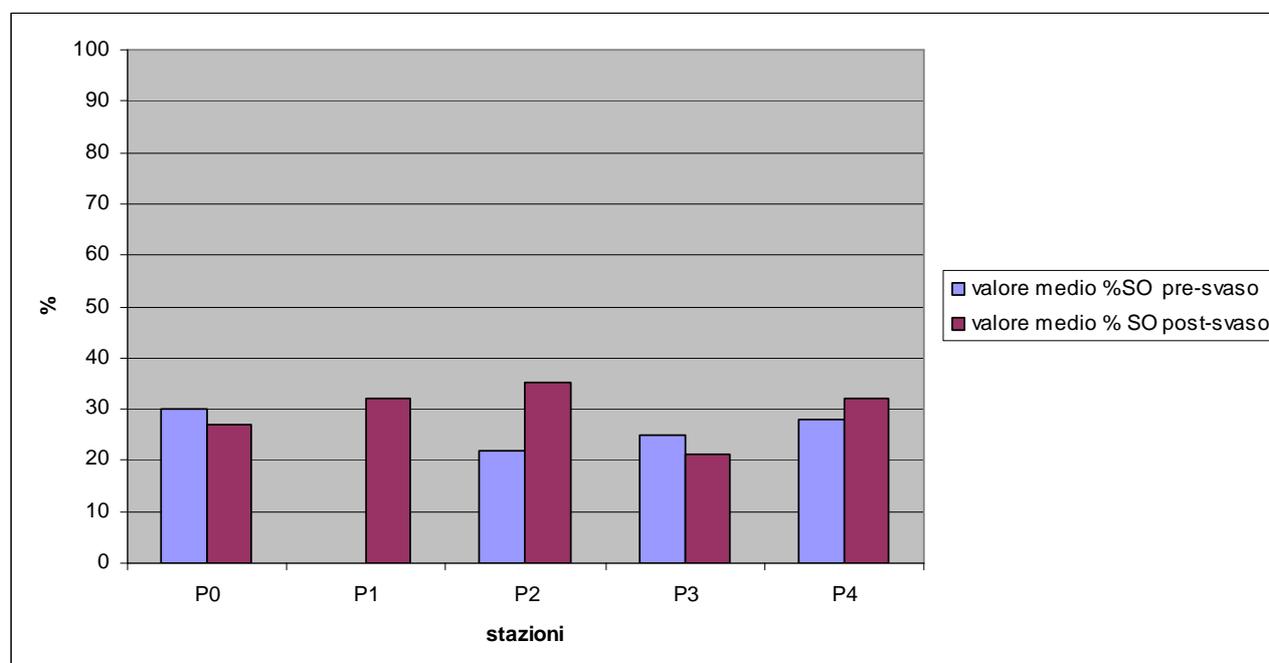


Fig. 14: Valori medi della percentuale di sostanza organica relativi al perifiton

## Materiale sedimentato in alveo

In questo studio si è provato a valutare anche quanto materiale si è sedimentato sul fondo dell'alveo attraverso una metodologia che, leggendo la letteratura scientifica, non è stata ancora applicata in Italia.

I dati quindi possono essere considerati indicativi in quanto questa metodologia andrà testata in maniera più ampia ma si ritiene che già in via preliminare possano dare indicazioni utili.

Non è stato possibile condurre un'indagine completa perché le condizioni di portata pre-svaso non erano compatibili con l'uso del tubo. Manca quindi un'oggettiva immagine della situazione prima della fluitazione. Vi sono comunque i dati dopo la fluitazione e quelli di marzo 2013. Per i punti P0 e P3 si è campionato anche a dicembre 2012.

DATA	31.10.12	12.12.12	21.03.13
PUNTI	g/m2	g/m2	g/m2
P0	7,6	23,9	9,1
P1	24,2		12,1
P2	29,0		52,9
P3	151,9	73,2	70,8
P4	72,4		34,4

Tab. 18: Valori medi di materiale raccolto sul fondo dell'alveo



Fig. 15: La stazione P3 a Predazzo durante la fluitazione del materiale

## Discussione

I grafici con la misura della torbidità indicano che durante l'operazione di svaso ci sono stati vari "picchi singoli" di breve durata e un singolo evento più lungo (15 ore) a fine svaso. Al di là di questi momenti puntuali di concentrazioni superiori a 3150 NTU vi è da sottolineare come la concentrazione di solidi sospesi non sia particolarmente elevata e in linea con concentrazioni che si rinvenivano anche in situazioni di aumenti di torbidità legata a fenomeni atmosferici come piogge prolungate e intense. Questo è stato infatti riscontrato quando, a pochi giorni dalla fine dello svaso, si è registrato un forte temporale che ha innalzato i valori di torbidità a livelli paragonabili a quelli dello svaso.

Per tarare le sonde e attribuire ai valori di torbidità rilevati un quantitativo di solidi sospesi transitanti, sono state condotte delle analisi in laboratorio. Sono stati messi in relazione i valori letti dai sensori con quelli misurati con la determinazione di laboratorio dei solidi sospesi. Allo scopo sono stati prodotti dei campioni di sedimento del bacino di Pezzè con diluizioni diverse; su questi campioni è stata fatta una doppia determinazione: si è letta la torbidità con le sonde e si è effettuata un'analisi dei solidi sospesi in laboratorio. Si è così potuto tracciare quindi una retta di taratura e successivamente convertire tutti i valori di torbidità (NTU) acquisiti durante lo svaso in solidi sospesi (g/l) (Fig. 16).

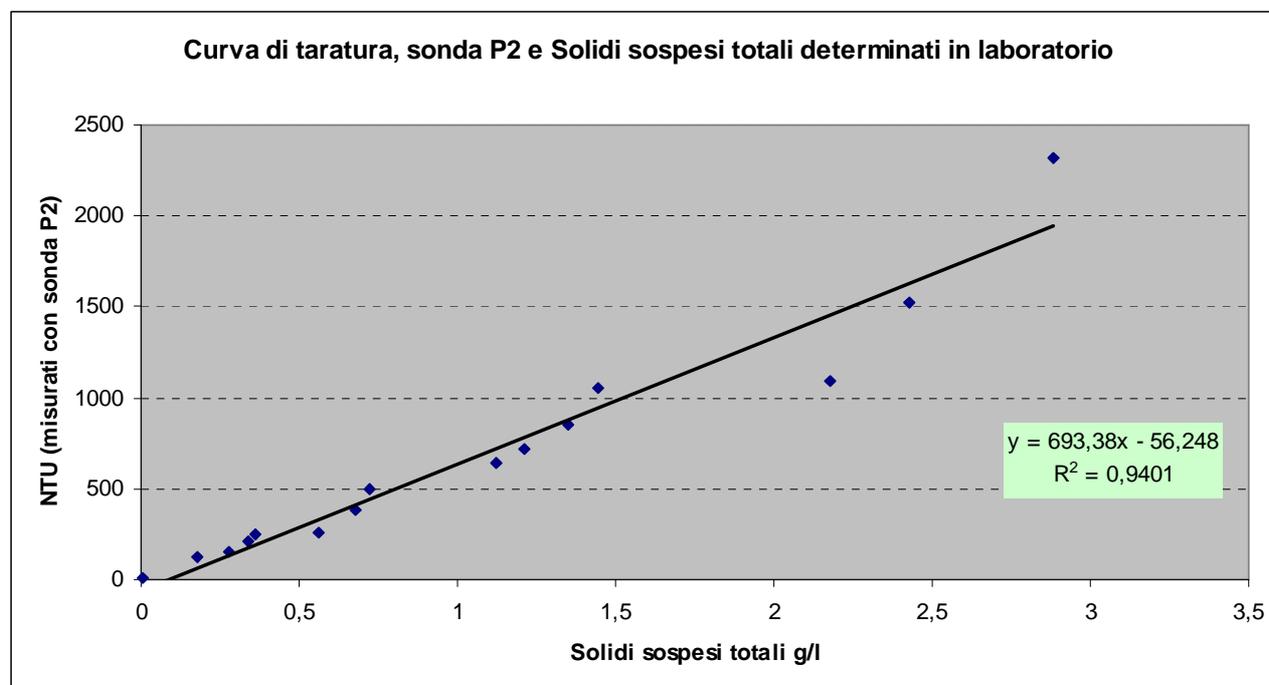


Fig. 16: Relazione tra solidi sospesi e torbidità registrata dalla sonda

Il grafico di fig. 16 mostra la corrispondenza riscontrata in laboratorio tra i valori di torbidità letti dalla sonda e i solidi sospesi determinati in laboratorio. In base alla relazione lineare espressa dalla formula:  $y=693,38-56,25$  è possibile convertire le misure di torbidità registrata con la sonda in materiale sospeso (mg/l). Attraverso i dati raccolti in campo è stato possibile condurre un'ulteriore analisi in merito alla torbidità. Sono stati messi in relazione i dati relativi ai solidi sospesi espressi come g/l e i materiali sedimentabili espressi come ml/l che rappresentano il rapporto volume/volume indicato dalla Determinazione del Servizio Utilizzazione delle acque pubbliche come riferimento per i limiti di torbidità dello svaso. Si sono presi in considerazione i punti P1 e P2, sia integrati che puntuali, che sono i più vicini alla diga e che risentono meno degli effetti di diluizione degli affluenti. La relazione tra solidi sospesi e materiale sedimentabile è illustrata nel grafico ricavato dai seguenti dati:

	P1 - istantanee					P2- istantanee				
	4/10/12	16/10/12	18/10/12	23/10/12	31/10/12	4/10/12	16/10/12	18/10/12	23/10/12	31/10/12
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	0,05	10	6,5	4,5	0,05	0,05	6	3,5	3,5	0,1
SOLIDI SOSPESI A 550°C (mg/l)	0,017	3,876	2,948	2,428	0,013	0,016	2,732	2,18	1,58	0,013

	P2- integrati								
	15/10/13	15-16/10	16/10/13	17/10/13	17-18/10	18/10/13	22/10/13	22-23/10	23/10/13
MATERIALI SEDIMENTABILI (ml/l)	0,3	8	2,2	3	6,5	6,5	5	4,5	5
SOLIDI SOSPESI TOTALI (g/l)	0,24	4,852	1,244	1,352	2,212	2,776	2,972	2,084	1,916

Tab. 19: I dati di materiali sedimentali e solidi sospesi utilizzati per calcolare la retta di correlazione

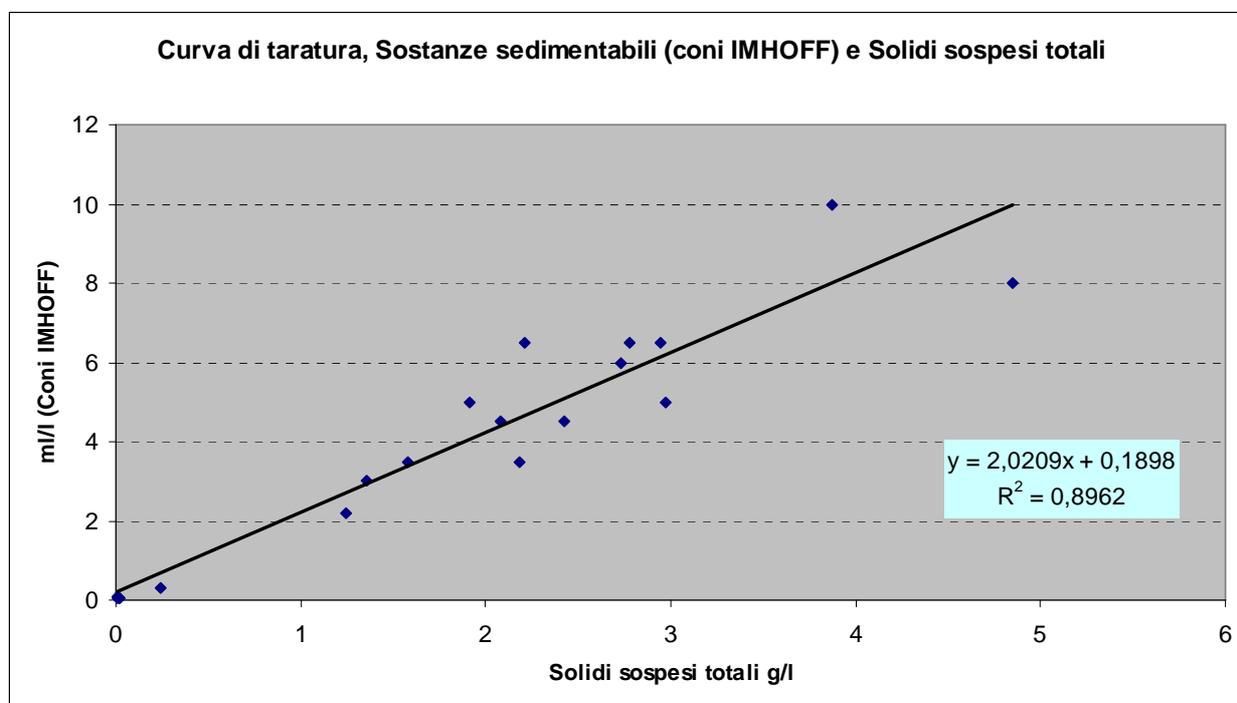


Fig. 17: Relazione tra solidi sospesi e sostanze sedimentabili

Con queste equazioni si è potuto dunque convertire la torbidità misurata in NTU dalla sonda in materiali sospesi espressi come grammi/litro per poi passare a ml/l cioè a rapporto volume/volume e quindi in percentuale. Si è potuta calcolare la media della torbidità su tutto l'evento partendo dai dati della sonda del punto P2. Il risultato è 0,44% (corrispondente a 2,06 g/l) che è simile al valore indicato da Hydro Dolomiti Enel (0.43%). Si ritiene che questo valore abbia un errore non trascurabile e che comunque sia leggermente sottostimato in quanto i valori massimi superano la sensibilità della sonda in P1.

I limiti strumentali delle sonde hanno consentito di registrare una concentrazione massima di 3150 NTU che corrisponde, in base alla formula ottenuta, a circa 4,6 g/l. Questo valore è stato superato in 10 casi e mai per un tempo prolungato ad eccezione dell'unico episodio registrato verso la fine dello svaso che è durato circa 15 ore, in corrispondenza dell'apertura delle paratie di esaurimento.

Evento	Minuti con rilevamenti superiori al limite di sensibilità				
	dalle ore	del giorno	alle ore	del giorno	minuti
Ev 1	08.00	15-ott	08.10	15-ott	<b>10</b>
Ev 2	10.00	15- ott	10.50	15- ott	<b>5</b>
Ev 3	21.50	15- ott	00.50	16- ott	<b>185</b>
Ev 4	18.00	19- ott	18.50	19- ott	<b>10</b>
Ev 5	03.40	21- ott	03.45	21- ott	<b>5</b>
Ev 6	12.20	21- ott	12.25	21- ott	<b>10</b>
Ev 7	00.00	24- ott	00.05	24- ott	<b>10</b>
Ev 8	07.25	25- ott	07.30	25- ott	<b>5</b>
Ev 9	11.15	26- ott	02.30	27- ott	<b>890</b>
Ev 10	03.25	27- ott	04.40	27- ott	<b>85</b>

Tab. 20: Durata dei periodi di rilevamento della torbidità superiori al limite di sensibilità

Ci si è chiesto quale potrebbe essere stato l'impatto di questo evento e per questo si è ricorso allo Stress Index (Newcombe e MacDonald 1991), che è un semplice strumento di valutazione dell'effetto dei solidi sospesi sulla fauna ittica. Lo Stress Index si calcola come logaritmo naturale del prodotto tra concentrazione (C, g/l) e durata dell'esposizione (D, ore).

$$\text{STRESS INDEX: SI} = \ln (C \cdot D) \text{ o anche } \text{SI} = \ln (\text{DOSE})$$

In base al valore ottenuto (SI) si possono ipotizzare degli effetti sulla fauna ittica, che possono essere di tipo comportamentale, subletale o letale secondo la seguente tabella:

Stress Index (SI) (mg/l*h)	INCIDENZA PERCENTUALE PER CATEGORIA DI EFFETTO		
	Effetto comportamentale	Effetto subletale	Effetto letale
SI < 6	87%	13 %	0 %
6 = SI = 12	7%	42%	51 %
SI > 12	3%	22%	75 %

Tab. 21: categorie di incidenza percentuale degli effetti sui pesci

Nel caso dello svasso di Pezzè il momento con maggiore torbidità è durato 15 ore e il massimo di concentrazione è ipotizzabile pari all'1% di solidi sospesi (volume/volume) così come prescritto dall'Autorizzazione del Servizio Utilizzazione Acque Pubbliche. Applicando quindi la formula dello Stress Index con una concentrazione superiore all'1% pari ad esempio a 6 g/l per 15 ore, si ottiene:

$$\text{STRESS INDEX}_{(\text{Avisio})}: \text{SI} = \ln(15 \cdot 6) = 4,6$$

Questo valore indica che un effetto è riscontrabile ma non ha un impatto rilevante sulla comunità ittica.

I dati dei solidi sospesi totali dei campioni integrati, che come appena descritto sono correlati in maniera diretta con la torbidità espressa in volume su volume, sono stati riportati nei seguenti grafici (fig. 18). I valori prossimi ai limiti di svasso si notano solo nella stazione P2 nella giornata tra il 15 e il 16 ottobre, mentre negli altri campioni vi sono concentrazioni normalmente sotto i 3 g/l.

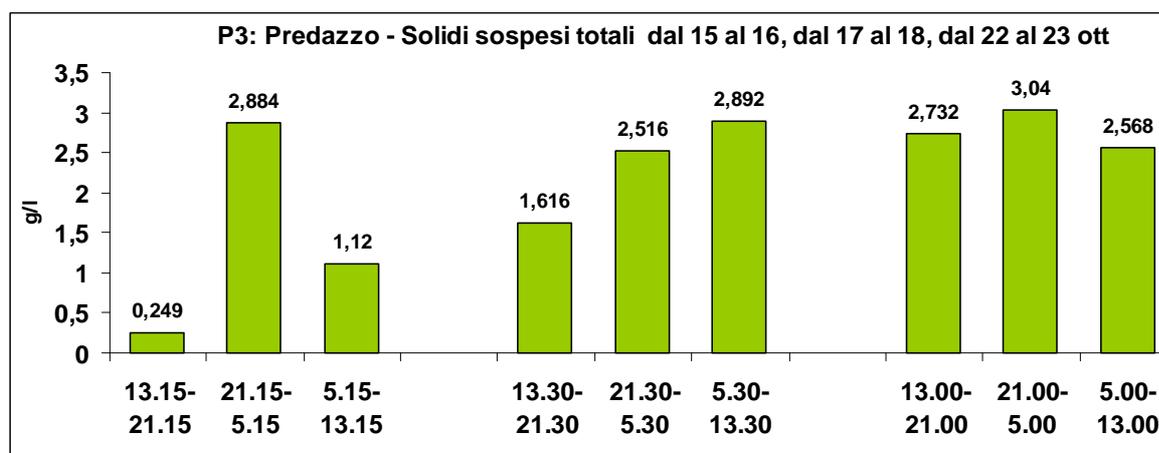
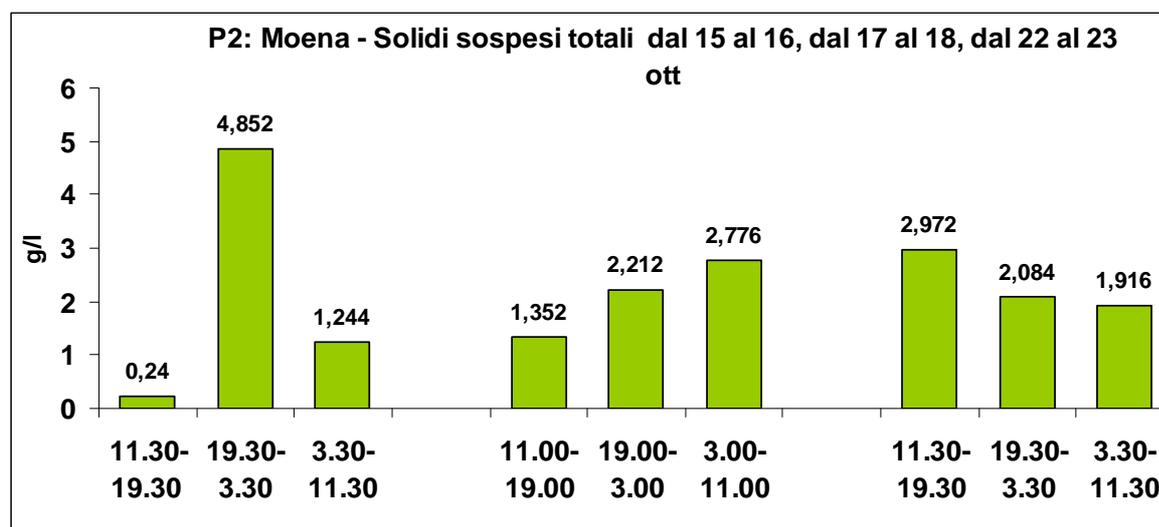


Fig. 18: Valori delle concentrazioni dei solidi sospesi nei campioni integrati

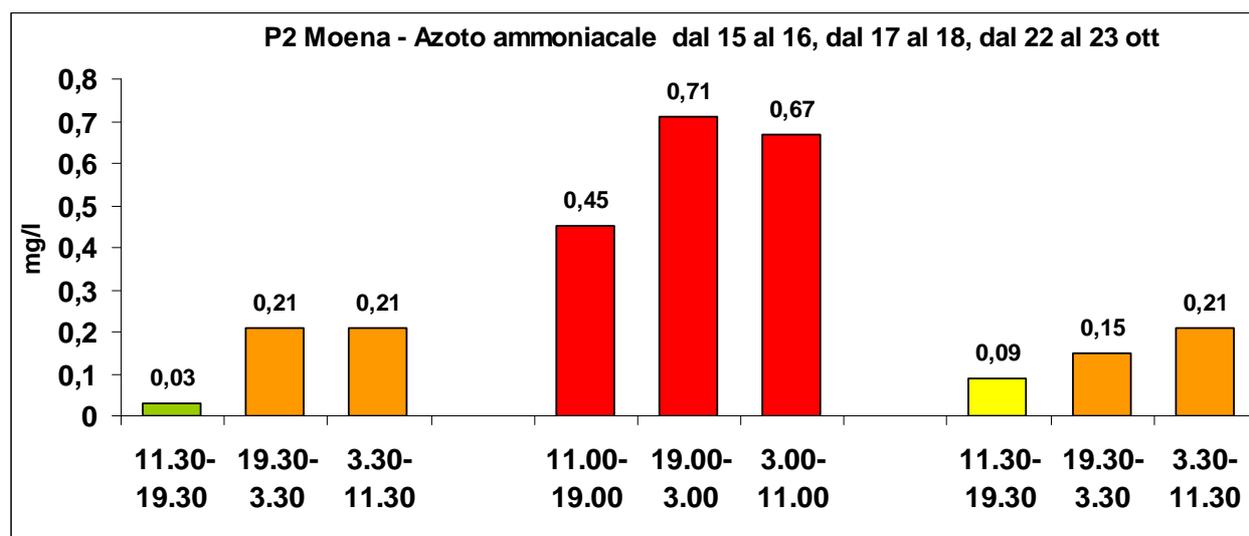
Dal punto di vista chimico si nota come solo alcuni parametri subiscano un'importante variazione di concentrazione durante l'evento. Va sottolineato che il parametro critico dell'ossigeno, fattore determinante per la vita acquatica, non subisce una diminuzione ma rimane sempre intorno al 100% di saturazione. I parametri che subiscono un netto incremento durante le operazioni di svaso sono ovviamente quelli legati ai solidi sospesi cioè: torbidità, solidi sospesi totali a cui si associano i nutrienti azoto ammoniacale e fosforo totale.

Sono state condotte alcune elaborazioni di dettaglio su alcuni parametri più significativi. Tra questi l'azoto ammoniacale può essere sicuramente un parametro critico in quanto è tossico per la fauna acquatica. I dati della concentrazione di azoto ammoniacale dei campioni integrati sono stati riportati nei seguenti grafici (Fig. 19). Le barre dell'istogramma assumono colori diversi seguendo gli intervalli di livello da 1 a 5 previsti dalla classificazione di qualità chimica dei parametri di base del D. Lgs 152/06 (LIMEco). Le soglie dei livelli sono riassunte come valori e colori nella seguente tabella. Il livello 1 è il migliore mentre il livello 5 è il peggiore.

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
N-NH <sub>4</sub>	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24

Tab. 22: Soglie per l'ammoniaca usate per la classificazione fisico-chimica come previsto dal D. Lgs 152/06

Si nota come le concentrazioni maggiori non coincidono con l'inizio dello svaso (giorno 15 e 16) ma i giorni successivi (17e 18) probabilmente perché negli strati più superficiali di sedimento, quelli che vengono fluitati per primi, non vi sono condizioni anossiche che permettono la formazione di ammoniaca.



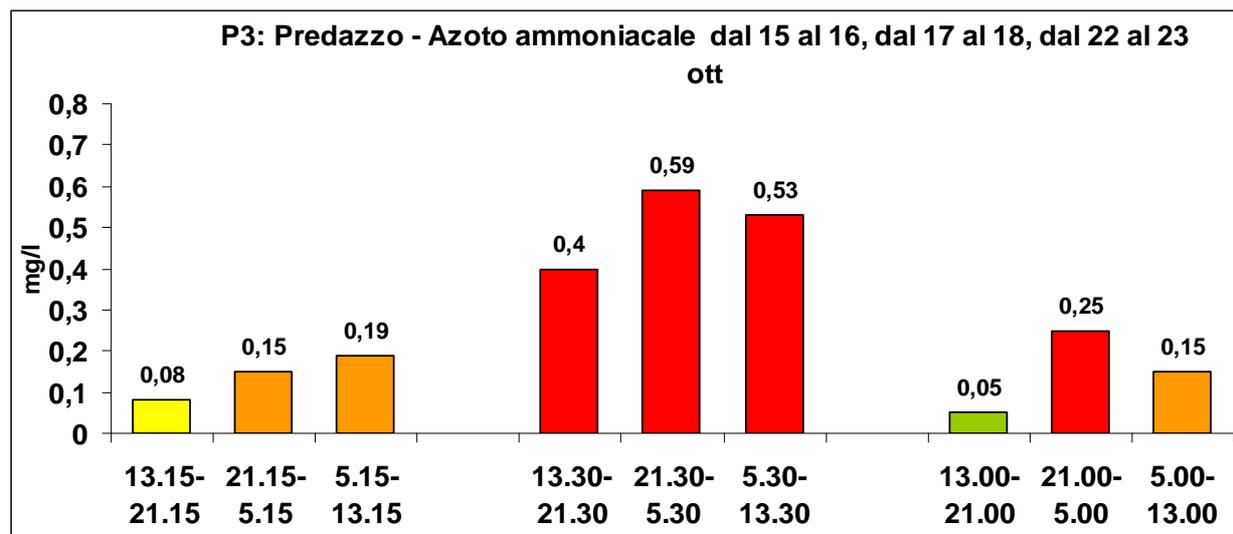


Fig. 19: Concentrazioni dell'azoto ammoniacale in P2 e P3 dei prelievi integrati

Se si prendono in considerazione i dati dei campioni istantanei dell'ammoniaca, allineati da monte verso valle, si nota come il valore maggiore sia nella stazione P1 a Moena (punto 2 sul grafico), con un valore che arriva a 0,72 mg/l (Fig. 20). Nella giornata del 18 ottobre si nota come in maniera chiara come l'effetto dello svaso sia evidente anche nei punti di monitoraggio più distanti dalla diga.

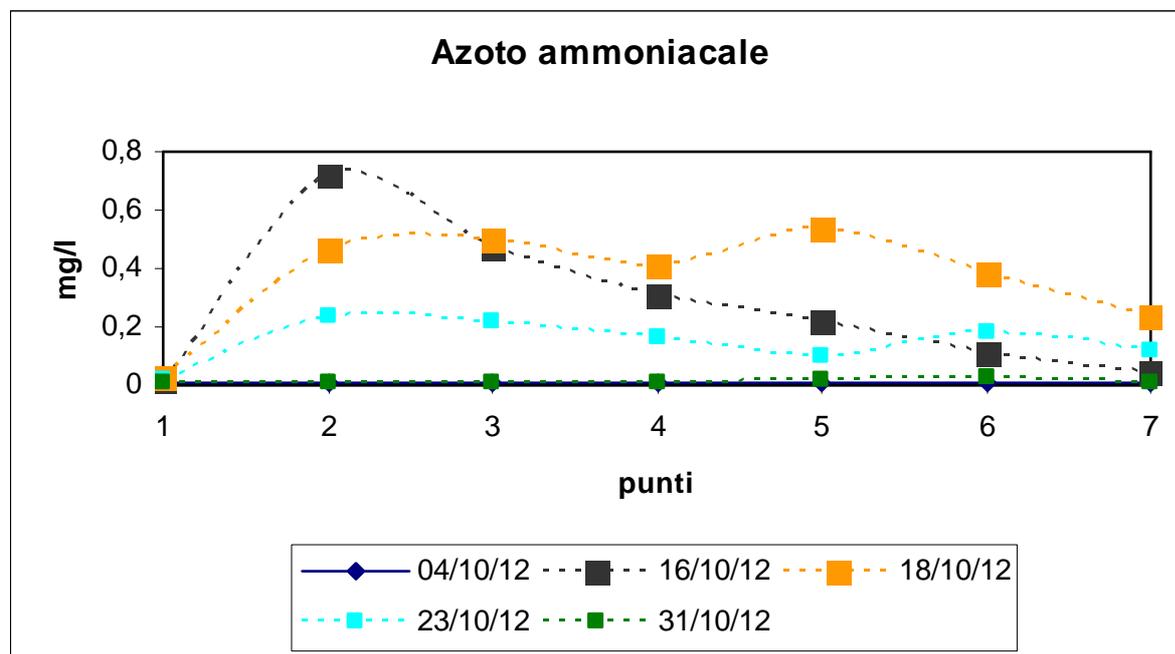


Fig. 20: Concentrazioni dell'azoto ammoniacale "istantaneo" nei punti di monitoraggio. Si nota come la concentrazione dell'ammoniaca aumenti solo durante lo svaso mentre nel monitoraggio pre e post svaso è pressoché trascurabile

Si è tentata una comparazione tra i valori medi calcolati con i valori di tossicità espressi dall'Agenzia per l'Ambiente statunitense (EPA, 1999) per verificare se questi sono valori letali o quanto meno dannosi per la fauna ittica. In base alle

ricerche eco-tossicologiche di EPA vi sono dei valori soglia letali per una percentuale della popolazione di fauna ittica che viene esposta per una certa durata ad una certa concentrazione (chiamata dose). Questi valori sono indicati come LC (Letal Concentration) e associati ad un numero che indica la percentuale di decessi sull'intera popolazione considerata. A titolo di paragone vengono indicate alcune concentrazioni che vengono comparate con le concentrazioni medie di ammoniaca dello svaso : al Punto P1 a Moena , il punto più vicino alla diga, dove sono stati riscontrati i valori di ammoniaca più alti e dove sono disponibili i campionamenti istantanei di tre giorni e al punto P2, sempre a Moena zona partenza marcialonga, ove era collocato il campionatore automatico e sono disponibili i campioni integrati, quindi significativi di tre giorni.

Le medie, in entrambi i casi, supponendo che siano significative per tutti i 13 giorni di svaso, sono inferiori ai limiti di esposizione indicati dalla tabella 23.

Negli altri punti di campionamento le concentrazioni sono risultate inferiori.

pH	Durata esposizione	Concentraz. letale NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> EPA mg/l N-NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	Valore medio sui campioni integrati al punto P2 (Moena partenza marcialonga) mg/l N-NH <sub>4</sub> (media di 3 giorni di campionamento)	Valore medio sui campioni istantanei mg/l N-NH <sub>4</sub> al P1 (Moena paese) (media calcolata durante lo svaso su 3 giorni di campionamento)
8	4 giorni (LC50)	5,62	0,30	0,47
8	30 giorni (LC20)	0,90		

Tab. 23: Il valore medio dei dati istantanei ed integrati paragonati con le concentrazioni letali per il 50% della popolazione ittica (esposizione 4 giorni) e per il 20% della popolazione ittica (esposizione 30 giorni)

Anche per il fosforo totale è possibile fare lo stesso ragionamento fatto per l'ammoniaca comparando le concentrazioni riscontrate con i livelli indicati dal D. Lgs. 152/06 e riassunti nella seguente tabella:

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Fosforo totale (mg/l)	< 0,05	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 0,40	> 0,40

Tab. 24: Soglie per il fosforo totale usate per la classificazione fisico-chimica come previsto dal D. Lgs 152/06

Nei seguenti grafici vi è la concentrazione di fosforo totale dei campioni integrati. Come si nota sono concentrazioni ben superiori alla soglia di 0,40 mg/l che rappresenta il livello più scadente.

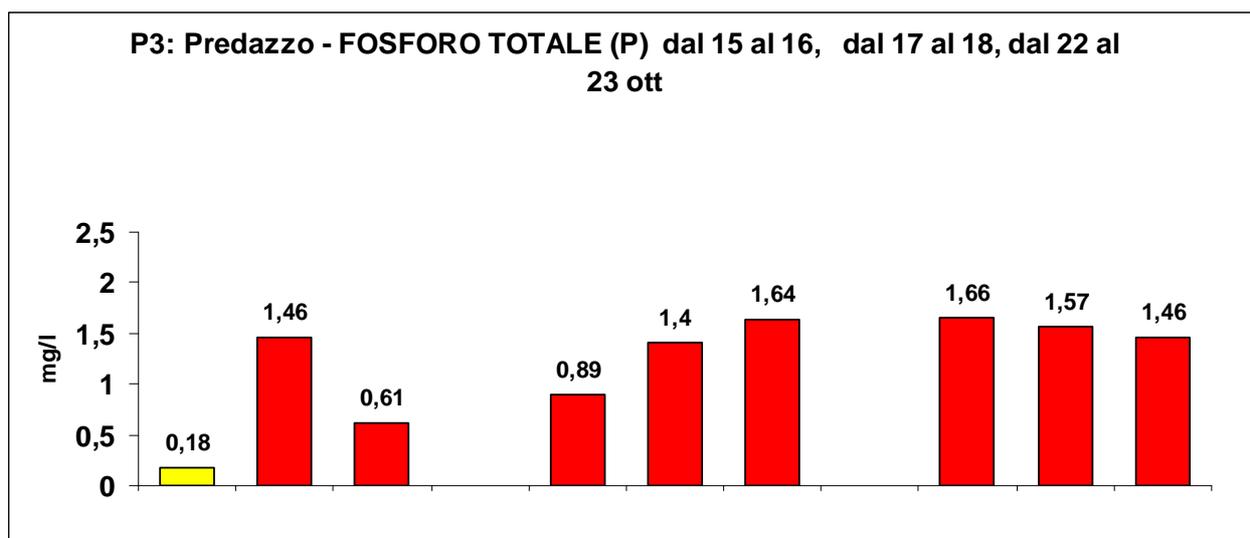
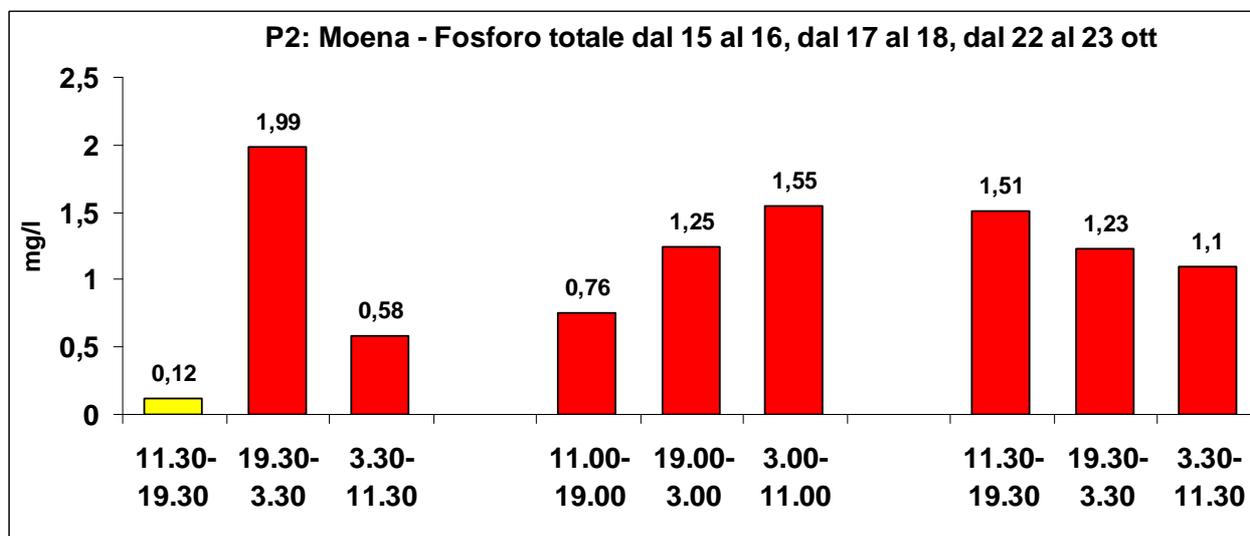


Fig. 21: Concentrazioni del fosforo totale in P2 e P3 dei prelievi integrati

L'aumento di concentrazione di fosforo è legato in maniera evidente con l'aumento di materiale in sospensione (fig.22). Il fosforo infatti si lega chimicamente ai sedimenti e quindi è stato fluitato dal bacino di Pezzè all'Avisio. I valori di concentrazione tornano a livelli di normalità dopo lo svaso ad indicare che non c'è un reale problema di possibile eutrofizzazione del corso d'acqua.

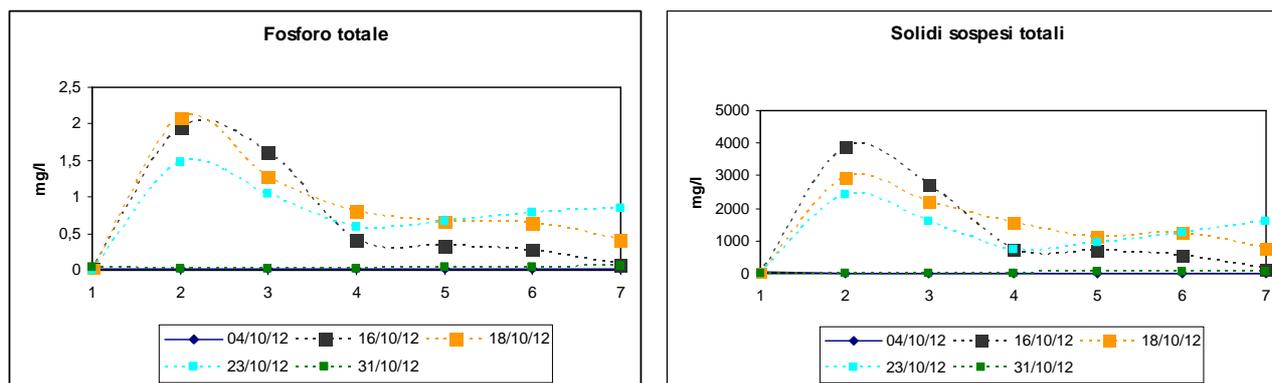


Fig. 22: I grafici dei valori istantanei di fosforo totale e solidi sospesi totali hanno andamento analogo per tutte le stazioni, che sono elencate da monte verso valle

L'ossigeno disciolto espresso come percentuale di saturazione ha valori sempre intorno al 100%. Questo significa che in tutte le stazioni non vi sono stati problemi di diminuzione della concentrazione di ossigeno a beneficio di tutta la componente biotica, in particolare la fauna ittica.

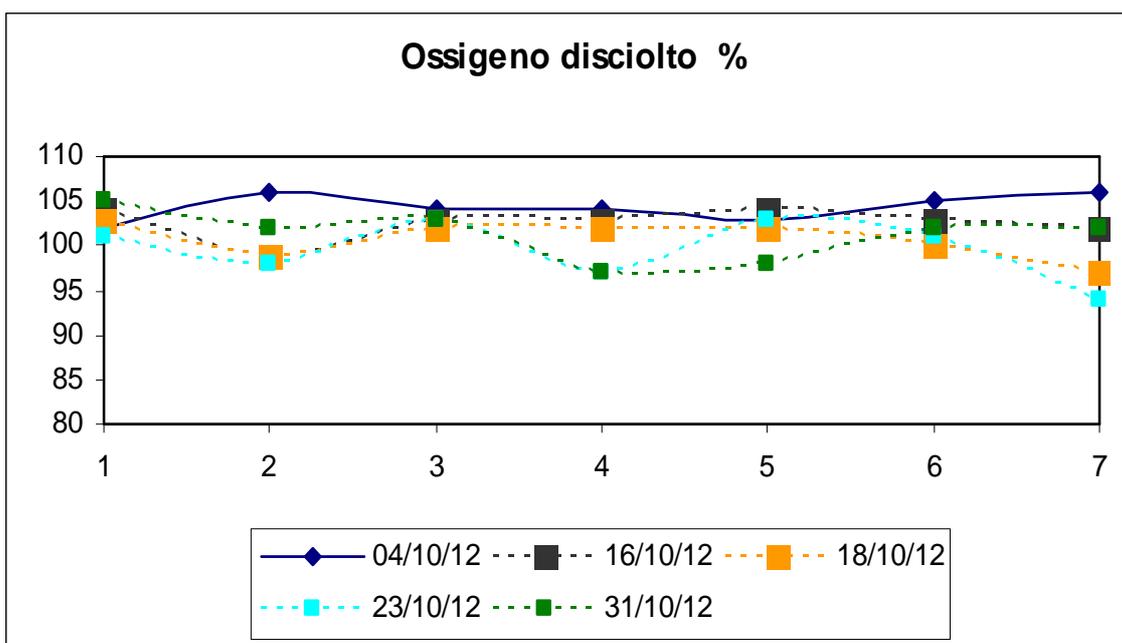


Fig. 23: Andamento dell'ossigeno disciolto per tutte le stazioni, che sono elencate da monte verso valle

Si è dato infine un giudizio sintetico dello stato di qualità chimico durante lo svasso utilizzando il LIMeco (Livello di inquinamento dei macrodescrittori per lo stato ecologico). Questo indice, previsto dal D. Lgs. 152/06, viene utilizzato per valutare la qualità dei corsi d'acqua nel normale monitoraggio condotto da APPA. In questo caso ha un valore indicativo, ma comunque significativo. In questo indice vengono combinati 4 parametri: ossigeno espresso come percentuale di saturazione, azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo totale. Le concentrazioni di ogni singolo parametro vengono

convertite in punteggi la cui media esprime il valore di LIMeco diviso in 5 classi (elevato, buono, sufficiente, scarso e cattivo) come in tabella (Tab. 25):

<b>LIMeco</b>	<b>elevato</b>	<b>buono</b>	<b>sufficiente</b>	<b>scarso</b>	<b>cattivo</b>
---------------	----------------	--------------	--------------------	---------------	----------------

Tab. 25: I 5 stati di qualità del LIMeco e la relativa colorazione

Il calcolo del LIMeco è stato effettuato sia per i dati istantanei che per quelli integrati (Tab. 26 e 27):

Data prelievo	P0	P1	P2	P5	P3	P6	P4
04/10/12	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato
16/10/12	elevato	buono	buono	buono	buono	buono	elevato
18/10/12	elevato	buono	buono	buono	buono	buono	buono
23/10/12	elevato	buono	buono	buono	buono	sufficiente	sufficiente
31/10/12	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato

Tab. 26: Calcolo del LIMeco per i campioni istantanei

Punto di prelievo	15/10/12	15-16	16/10/12	17/10/12	17-18	18/10/12	22/10/12	22-23	23/10/12
P2 Moena	elevato	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono
P3 Predazzo	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono

Tab. 27: Calcolo del LIMeco per i campioni integrati

Da questi valori si nota che il LIMeco nella maggior parte dei casi indica uno stato buono in quanto i valori di ossigeno e azoto nitrico compensano nel calcolo le maggiori concentrazioni di azoto ammoniacale e fosforo totale. Per i dati istantanei i valori peggiori, sufficienti, sono nel punto P6 e P4 che sono quelli più distanti dallo svaso, forse per concomitanza di altri fattori non legati allo svaso.

Le analisi sulla comunità dei macroinvertebrati indicano che, a seguito dello svaso, vi è stato un generale peggioramento della qualità macrobentonica con la scomparsa dei taxa più sensibili (in particolare nel campionamento del 31-10-2012, pochi giorni dopo la fine dell'evento). Questo abbassamento di qualità si nota con maggiore evidenza nelle stazioni più a valle (P3 e P4) a testimonianza del fatto che l'effetto dello svaso è comunque presente a vari chilometri di distanza dalla diga. Questo effetto è meno evidente nelle stazione P1 di Moena in quanto già nel monitoraggio pre-svaso la qualità ecologica del corso d'acqua evidenziata dalla comunità macrobentonica in quel punto risulta mediocre; qui la comunità è composta da taxa più tolleranti allo stress antropico, che risentono in maniera minore dell'impatto dovuto allo svaso. Si è notato comunque come la capacità di "recupero ecologico" dell'Avisio sia piuttosto veloce, tant'è che nel secondo campionamento dopo la fine dello svaso, il 12 dicembre 2012, la qualità migliora in maniera evidente tornando ai livelli precedenti alla fluitazione. Si può quindi affermare che un impatto sulla comunità dei macroinvertebrati c'è stato, ma che la capacità di recupero del corso d'acqua ha consentito un ritorno alle condizioni iniziali in tempi piuttosto veloci (30-45 giorni).

Per quanto riguarda le analisi effettuate sulla comunità delle diatomee, la componente algale presente nel perifiton non ha risentito dello svaso; evidentemente non c'è stato un effetto di abrasione superficiale tale da penalizzare la comunità diatomica. L'aumento di torbidità e/o abrasione meccanica da parte del sedimento sospeso non incide in maniera significativa sul popolamento diatomico, né per quanto riguarda le abbondanze né per quanto riguarda la composizione specifica.

Come si evince dalla tabella 16 (nei risultati) infatti i risultati dell'indice ICMi evidenziano una qualità ecologica che si attesta sempre sul giudizio buono, con valori che non si discostano di molto tra i campioni pre e post svaso.

Quanto affermato per le diatomee trova conferma nelle analisi quantitative condotte sulla componente perifitica in quanto la percentuale di sostanza organica rispetto ai solidi totali si attesta mediamente sul 25% pre-svaso (03 ottobre) ed è leggermente minore del 30% immediatamente dopo (31 ottobre).

In maniera del tutto sperimentale si è anche tentato di valutare la quantità di materiale che si è sedimentato sul fondo dell'alveo dopo lo svaso e come questo materiale potesse essere dilavato a fine fluitazione. Nonostante questo tipo di metodologia sia stata testata per la prima volta in Italia e richieda ancora una validazione sperimentale e i dati non siano completi, si può affermare che vi è stata una generale diminuzione del materiale depositato. Questo si può notare nel grafico di Fig. 24.

Subito dopo lo svaso le concentrazioni maggiori ci sono nei punti P3 e P4 dove l'Avisio tende ad avere un andamento meno impetuoso con maggiori possibilità di sedimentazione. In questi punti, dopo quasi 5 mesi, la concentrazione è pressoché dimezzata. Interessante osservare come nel punto P3, dove è presente un campionamento anche a dicembre, la concentrazione sia simile a quella di marzo indicando come la maggior parte del materiale sia già stato dilavato nelle prime settimane dopo lo svaso.

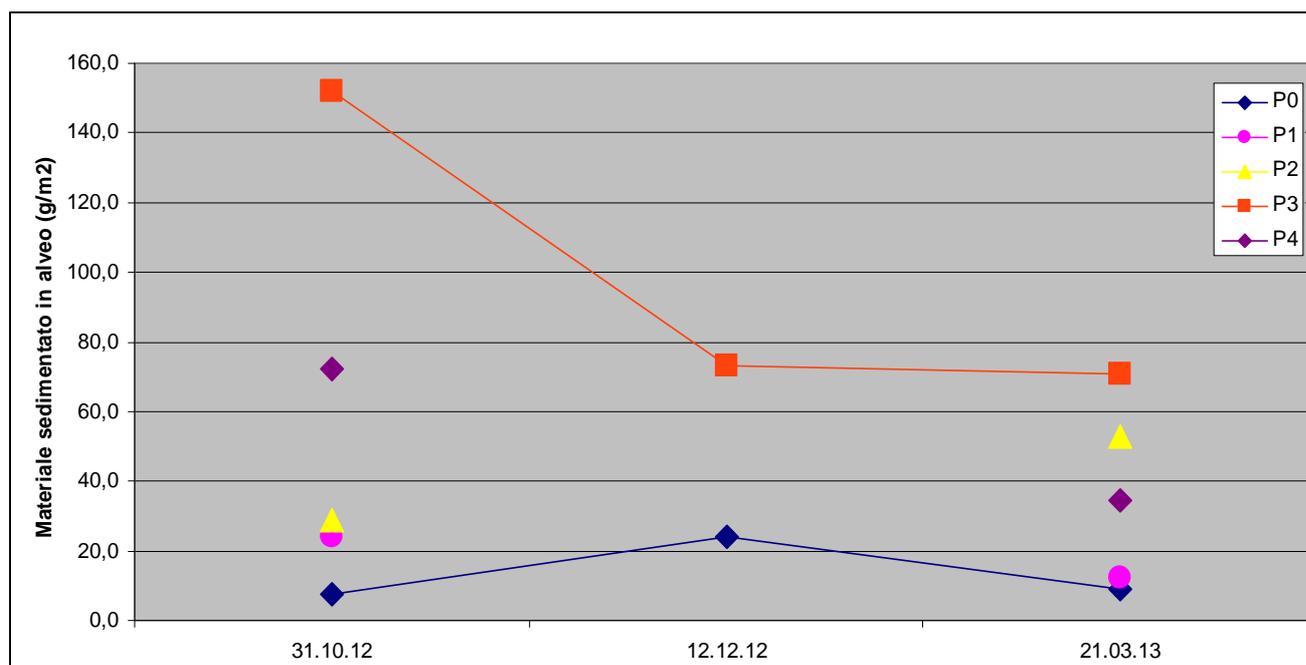


Fig. 24: Stima del materiale depositato nei punti di campionamento

## Conclusioni

In maniera sintetica si può affermare che lo svaso del materiale del bacino di Pezzè ha portato ad un impatto sul corso d'acqua importante ma non duraturo. Questo si nota in maniera chiara valutando la comunità di macroinvertebrati che nelle stazioni con maggiore qualità perde i taxa più sensibili ma nel giro di 3-4 settimane riesce a ritornare a livelli pre-svaso.

Vi è da sottolineare un elemento decisamente anomalo ma importante che ha favorito la ripresa ecosistemica dell'Avisio. La centrale di Predazzo era in fermo macchine per tutto il periodo dello svaso e anche nella fase successiva per varie settimane. Questo evento ha fatto sì che l'intera portata naturale dell'Avisio, elevata in periodo autunnale quando le piogge abbondanti sono la normalità, consentisse la "ripulitura" del fondo. Si potrebbe valutare se questa circostanza, sicuramente positiva per il corso d'acqua, possa essere estesa come regola a situazioni di svassi analoghi. L'autorizzazione provinciale prevede che la portata naturale dell'Avisio venga mantenuta per 8 ore ma si suggerisce che questa modalità possa essere mantenuta almeno per 7-10 giorni.

La quantità di materiale svasato è stata, secondo le indicazioni di Hydro Dolomiti Enel di 21.000 m<sup>3</sup> mentre per la stessa fluitazione avvenuta nel 2009 il volume era stimato pari a 55.500 m<sup>3</sup>. Va valutata l'opportunità di programmare svassi con minore materiale fluitato ma con maggior frequenza. Limitando infatti svassi di grandi volumi che possono portare ad impatti molto maggiori rispetto a quanto riscontrato in questo caso, si otterrebbe una capacità di recupero dei corsi d'acqua in tempi più rapidi.

Questo studio ha consentito anche ad APPA di testare in campo una serie di analisi e procedure sperimentali che potranno essere di grande utilità in altre situazioni simili. Sarà opportuno in futuro poter approfondire l'aspetto di campo beneficiando dell'esperienza che è stata maturata con questa attività.

## Riferimenti bibliografici

APAT (ora ISPRA), 2004, *Metodi analitici per le acque*, Manuale n. 29/2003, Roma.

APHA *Standard Methods for the examination of water and wastewater ed 21st* 2005

Cemagref,, 1982. - *Étude des methodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux*. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse CEMAGRE F, Lyon: 218 pp.

Clapcott, J.E., Young, R.G., Harding, J.S., Matthaei, C.D., Quinn, J.M. and Death, R.G. (2011) *Sediment Assessment Methods: Protocols and guidelines for assessing the effects of deposited fine sediment on in -stream values*. Cawthron Institute, Nelson, New Zealand

Ghetti P.F., 1997. *Manuale di applicazione.- Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Provincia autonoma di Trento. Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente, 222 pp.

Istituto Superiore di Sanità *Metodi analitici di riferimento per le acque destinate al consumo umano ai sensi del DL.vo 31/2001. Metodi chimici*. A cura di Massimo Ottaviani e Lucia Bonadonna 2007, vii, 328 p. Rapporti ISTISAN 07/31

Rott et al, 1999 - Rott E, Pfister P, van Dam H, Pipp E, Pall K, Binder N, Ortler K. *Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft*. Wien: Wasserwirtschaftskataster; 1999.

Stuart M. and Levit, MS, 2010, "A literature review of effects of ammonia on fish", Center for Science in Public Participation, Bozeman, Montana, 11pp

US Environmental Protection Agency (EPA), 1999. "1999 Update Of Ambient Water Quality Criteria For Ammonia". EPA-822-R-99-014.

Luglio 2013  
Provincia Autonoma di Trento