

Alterazioni idrologiche in fiumi alpini: cambiamenti nella composizione e tratti funzionali delle comunità di diatomee

Elisa Falasco^{1*}, Elena Piano¹, Stefano Fenoglio², Alberto Doretto¹, Francesca Bona¹

¹DBIOS, Università degli Studi di Torino

²DISIT, Università del Piemonte Orientale

* e-mail elisa.falasco@unito.it



CISBA

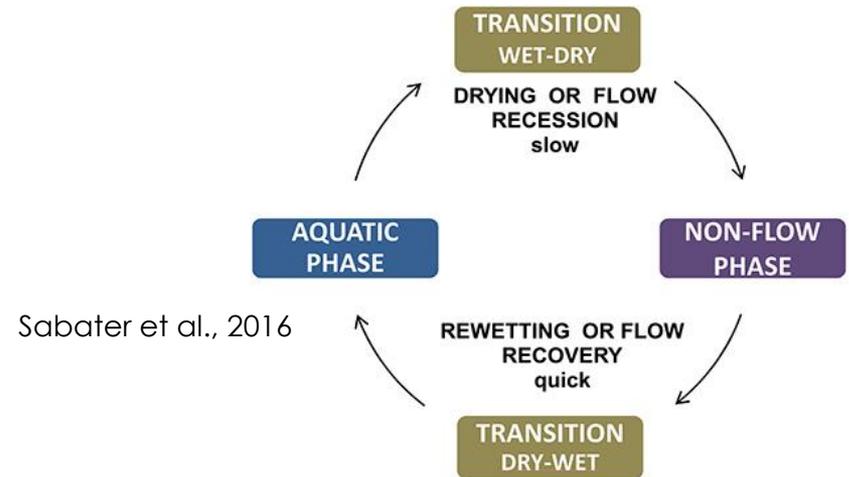
Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale



NO ACQUA

- risposte di comunità e processi ecosistemici in corsi d'ACQUA soggetti ad intermittenza idrologica-

Le secche stagionali rappresentano una parte naturale del ciclo idrologico dei corsi d'acqua mediterranei



questo fenomeno si è recentemente intensificato a causa dell'effetto combinato di **CAMBIAMENTI CLIMATICI GLOBALI** e **PRESSIONI ANTROPICHE LOCALI**, interessando anche tratti fluviali finora considerati perenni, come i corsi d'acqua alpini.

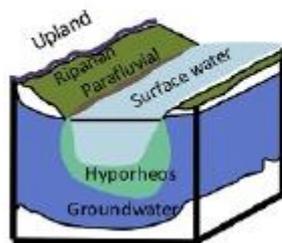
Le secche iniziano con:

- ❖ **LENTIFICAZIONE** perdita dei riffle e riduzione della diversità idraulica
- ❖ perdita delle connessioni **TRIDIMENSIONALI** (longitudinale, trasversale e verticale)
- ❖ **FRAMMENTAZIONE** dell'ecosistema e formazione di **POOL ISOLATE**
- ❖ **PROSCIUGAMENTO** completo del letto fluviale (ecosistema acquatico -> terrestre)

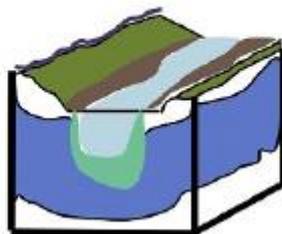
Introduzione



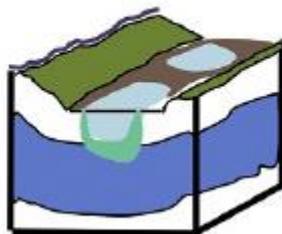
Base flow



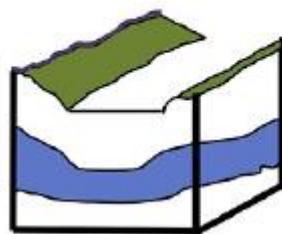
Contraction



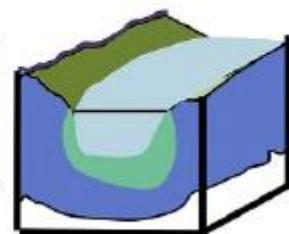
Fragmentation



Dry



Expansion



Introduzione



Il regime idrologico naturale modella la struttura e la funzionalità dell'ecosistema, sostenendo la biodiversità, l'integrità ecologica e i servizi ecosistemici (Dugeon et al., 2006; Poff and Zimmerman 2010). Le variazioni idrologiche implicano gravi **effetti a catena**: dall'alterazione delle dinamiche di flusso energetico all'interno delle reti alimentari, che porta al loro collasso, agli impatti di vasta portata sul funzionamento dell'intero ecosistema fluviale (Ledger et al., 2013).



Le conseguenze sulle comunità biotiche sono particolarmente gravi nei fiumi permanenti, in quanto il nuovo regime crea nuove condizioni alle quali le **comunità biologiche autoctone** sono **scarsamente adattato**. Ciò porta alla banalizzazione delle comunità e ad una consistente perdita di taxa (i più sensibili) mentre potrebbe facilitare il successo delle specie invasive (Dugeon et al., 2006 e Sabater and Tockner 2009, Stagl and Hattermann 2016).



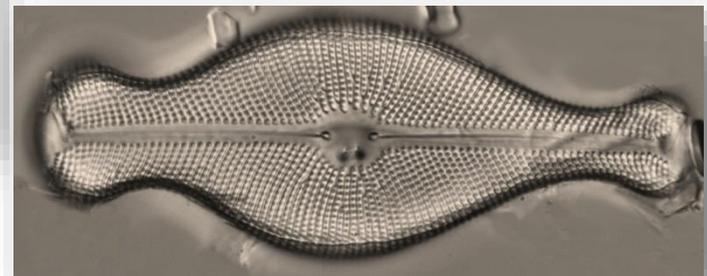
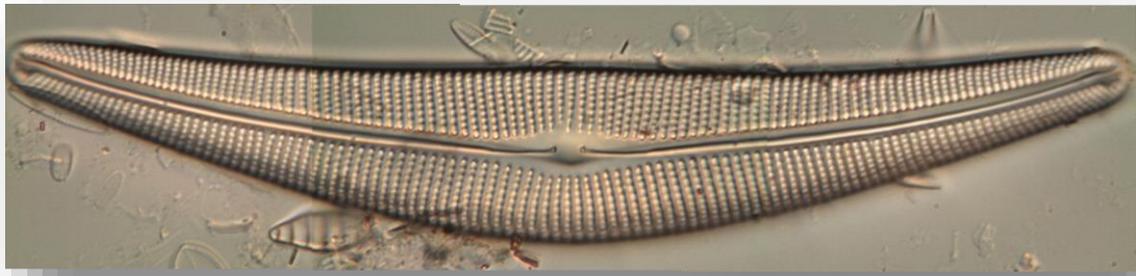
Inoltre i corsi d'acqua alpini sono considerati ecosistemi fragili e importanti **hot spots di biodiversità**, poiché ospitano specie rare e minacciate, anche a livello di diatomee (Falasco et al., 2011; Falasco e Bona 2011).

Introduzione

Le conseguenze del processo di lenticizzazione e delle secche sono state indagate sulle comunità di **macroinvertebrati bentonici** (Boulton e Lake 2008, Calapez et al., 2014 et al., 2017), che mostrano un impoverimento generale delle cenosi sia in termini di abbondanza di individui sia di taxa (perdita di taxa sensibili, trituratori e raschiatori, generalmente sostituiti da piccoli organismi a crescita rapida e plurivoltini).



Nonostante le **diatomee** siano considerate una delle componenti più sensibili del perifiton soggetto a periodi di secca (Sabater et al., 2016, Piano et al., 2017), gli effetti della lenticizzazione e delle secche su questa componente sono stati scarsamente indagati, specialmente dal punto di vista funzionale.



Scopo

In questa relazione vengono analizzati i principali cambiamenti tassonomici, funzionali e strutturali delle comunità di diatomee bentoniche, correlabili al **processo di lentificazione e frammentazione** causati da derivazioni ad uso agricolo.



Aspetto innovativo della ricerca è l'analisi di **metriche alternative agli indici** comunemente usati per il biomonitoraggio, quali la diversità, *guilds* ecologiche, forme di crescita e gruppi eco-morfologici.



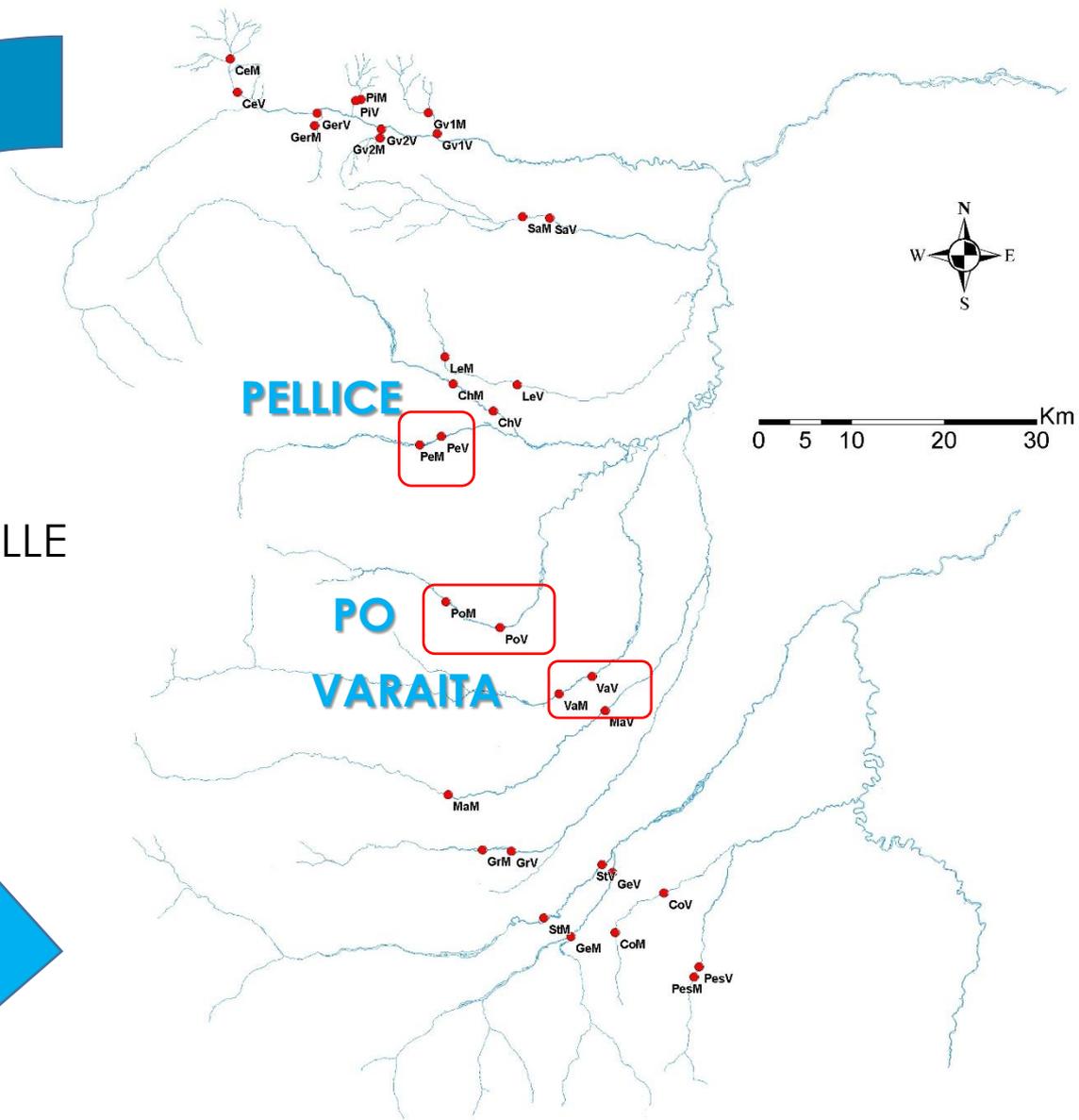
Materiali e Metodi

17 FIUMI

Val di Susa (TO)

2 siti:
MONTE e VALLE
derivazioni

Valle Pesio (CN)

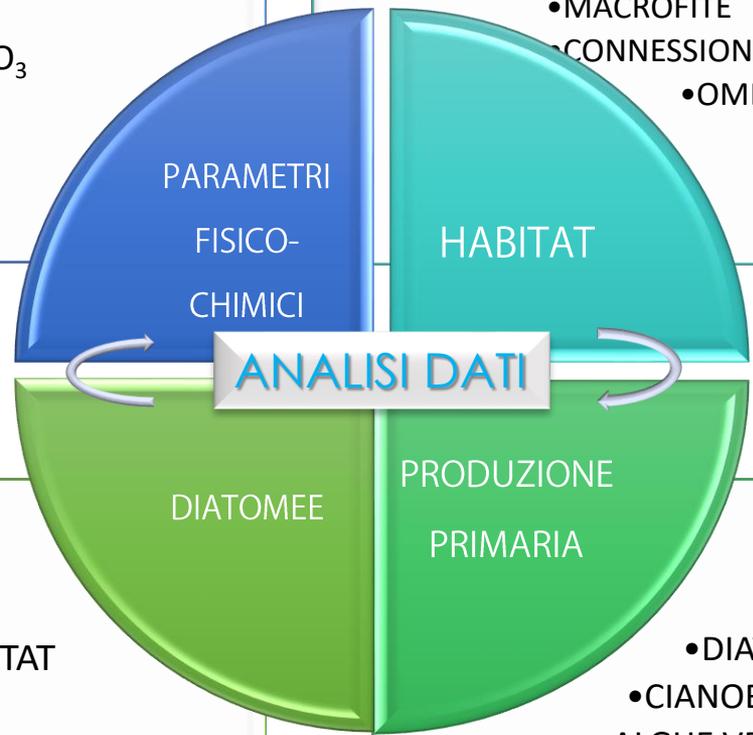


Materiali e Metodi



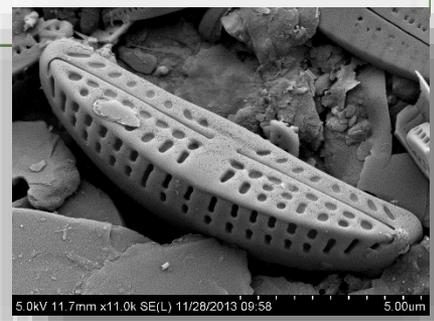
- VELOCITA'
- PROFONDITA'
- SRP and N-NO₃
- DO
- pH
- TEMP
- COND

- COMPOSIZIONE SUBSTRATO
- MACROFITE
- CONNESSIONI FLUSSO
- OMBREGGIAMENTO



- TRANSETTO
- 2MICROHABITAT

- DIATOMEI
- CIANOBATTERI
- ALGHE VERDI



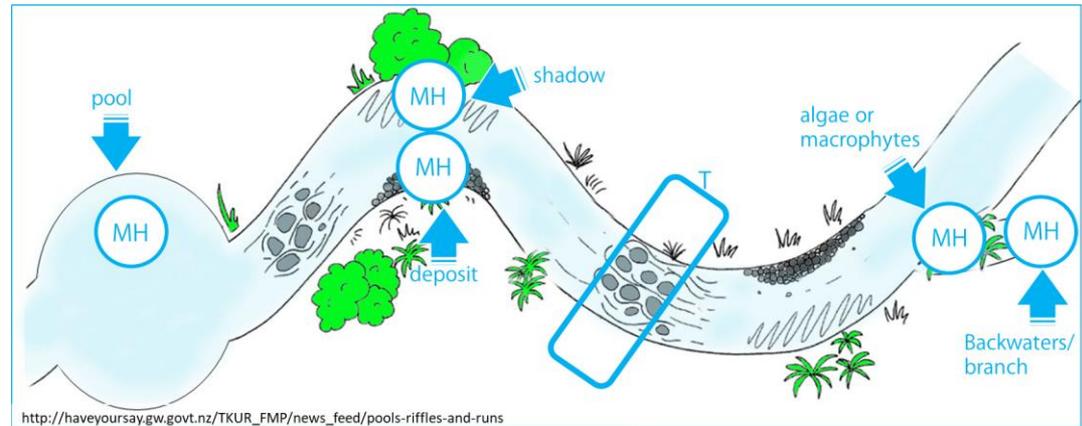
Benthotorch



Materiali e Metodi

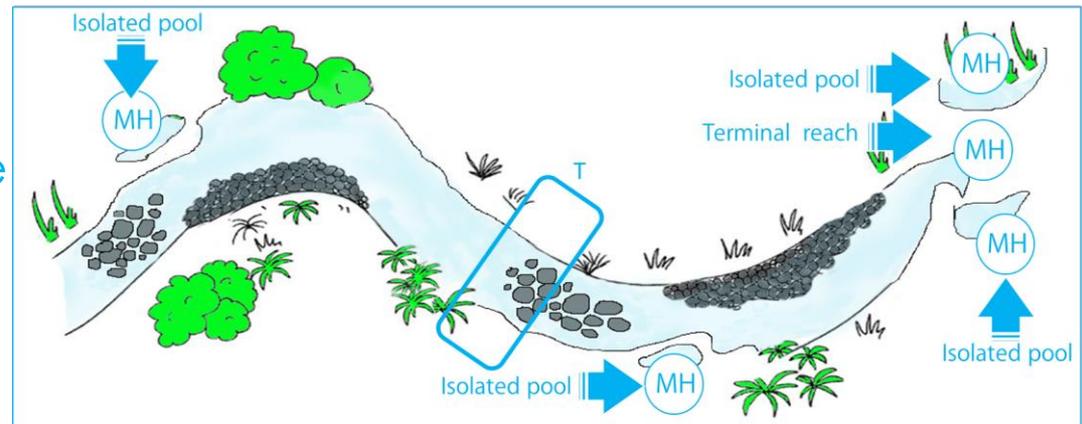
Flusso permanente

(Primavera + stazioni monte):



Lentificazione e frammentazione

(stazioni valle)

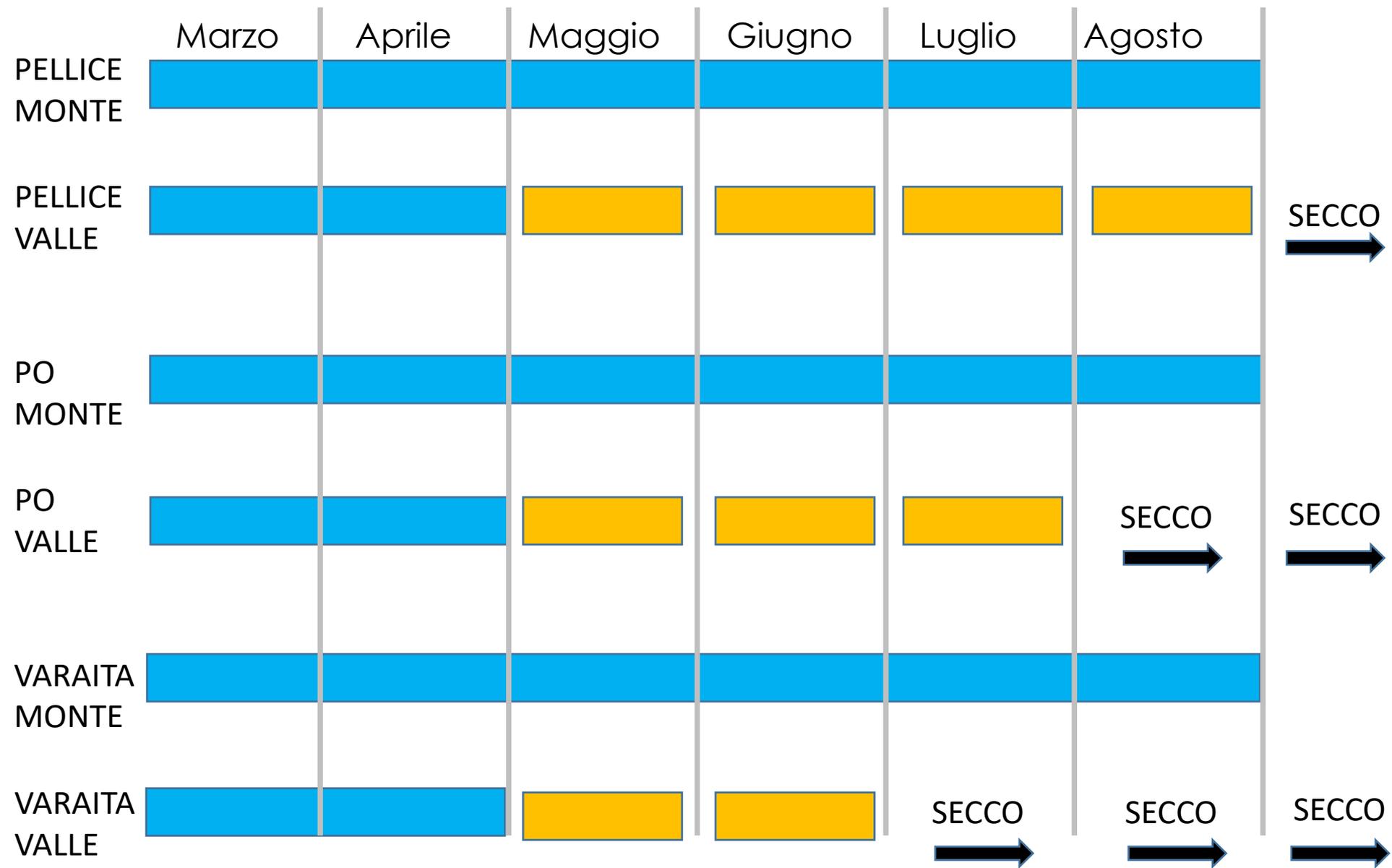


89 campioni

X

400 valve per campione

Risultati



Risultati

Pellice						
	March	April	May	June	July	August
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	126 \pm 8	117 \pm 0.7	117 \pm 4	156 \pm 20	180 \pm 9	196 \pm 12
DO (%)	102.3 \pm 14.57	94.0 \pm 10.0	96.2 \pm 6.29	95.5 \pm 5.22	87.7 \pm 18.29	n.d.
DO (mg/l)	11.4 \pm 2.40	11.4 \pm 1.1	10.5 \pm 0.83	9.3 \pm 0.43	7.9 \pm 1.66	n.d.
pH	7.04 \pm 0.05	7.84 \pm 0.21	7.46 \pm 0.10	7.78 \pm 0.33	8.18 \pm 0.54	7.87 \pm 0.55
temp ($^{\circ}\text{C}$)	8.9 \pm 0.13	7.2 \pm 0.59	11.7 \pm 0.59	16.9 \pm 0.68	19.6 \pm 0.52	18.2 \pm 3.20
SRP ($\mu\text{g P/l}$)	15 \pm 6.4	16.7 \pm 8.14	0 \pm 0	1 \pm 1.2	10 \pm 5.2	14 \pm 16
NO3 ($\mu\text{g N/l}$)	988 \pm 18	888 \pm 126	526 \pm 366	747 \pm 89	799 \pm 301	732 \pm 307
NH3 ($\mu\text{g N/l}$)	138 \pm 30	18.7 \pm 2.41	14 \pm 4.2	26 \pm 1.7	34 \pm 1.9	54 \pm 3.5
Po						
	March	April	May	June	July	August
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	152 \pm 15	112 \pm 8	110 \pm 9	135 \pm 8	166 \pm 6	-
DO (%)	84.4 \pm 15.97	90.5 \pm 13.42	90.2 \pm 16.51	98.0 \pm 9.58	86.6 \pm 14.57	-
DO (mg/l)	8.5 \pm 1.08	9.9 \pm 1.28	9.2 \pm 1.43	10.1 \pm 1.48	8.0 \pm 1.22	-
pH	7.60 \pm 0.64	7.35 \pm 0.46	7.09 \pm 0.49	7.53 \pm 0.11	7.33 \pm 0.65	-
temp ($^{\circ}\text{C}$)	12.7 \pm 5.33	10.52 \pm 1.17	14.2 \pm 1.52	17.8 \pm 0.37	18.5 \pm 1.08	-
SRP ($\mu\text{g P/l}$)	13.4 \pm 11.8	9.04 \pm 9.25	19 \pm 10	0.3 \pm 0.6	10 \pm 0.5	-
NO3 ($\mu\text{g N/l}$)	1354 \pm 353	708 \pm 73.1	799 \pm 225	628 \pm 238	1325 \pm 332	-
NH3 ($\mu\text{g N/l}$)	96 \pm 66.7	40 \pm 40.5	37 \pm 27.7	14 \pm 11.1	42 \pm 27.6	-
Varaita						
	March	April	May	June	July	August
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	249 \pm 7	226 \pm 0	216 \pm 1	228 \pm 11	-	-
DO (%)	103.1 \pm 2.76	98.6 \pm 17.61	103.7 \pm 8.41	90.6 \pm 3.68	-	-
DO (mg/l)	11.4 \pm 1.13	11.2 \pm 1.41	10.6 \pm 0.62	8.2 \pm 0.66	-	-
pH	7.78 \pm 0.08	8.02 \pm 0.09	7.74 \pm 0.08	8.00 \pm 0.06	-	-
temp ($^{\circ}\text{C}$)	12.3 \pm 1.20	7.5 \pm 1.51	14.1 \pm 1.53	21.1 \pm 2.43	-	-
SRP ($\mu\text{g P/l}$)	1.0 \pm 1.4	5.0 \pm 1.52	48 \pm 59	0.5 \pm 0.7	-	-
NO3 ($\mu\text{g N/l}$)	982 \pm 15	733 \pm 39.1	639 \pm 129	501 \pm 6	-	-
NH3 ($\mu\text{g N/l}$)	117 \pm 60	38.4 \pm 7.67	14.0 \pm 0.6	55.0 \pm 9	-	-

La qualità dell'acqua è risultata buona nel corso dell'intero esperimento e sia nella stazione di monte sia in quella di valle.

Valori di SRP e nitrati corrispondenti ad uno stato oligo- o β -mesosaprobico (I-II classe di qualità).

Risultati: indice IPS



Pellice

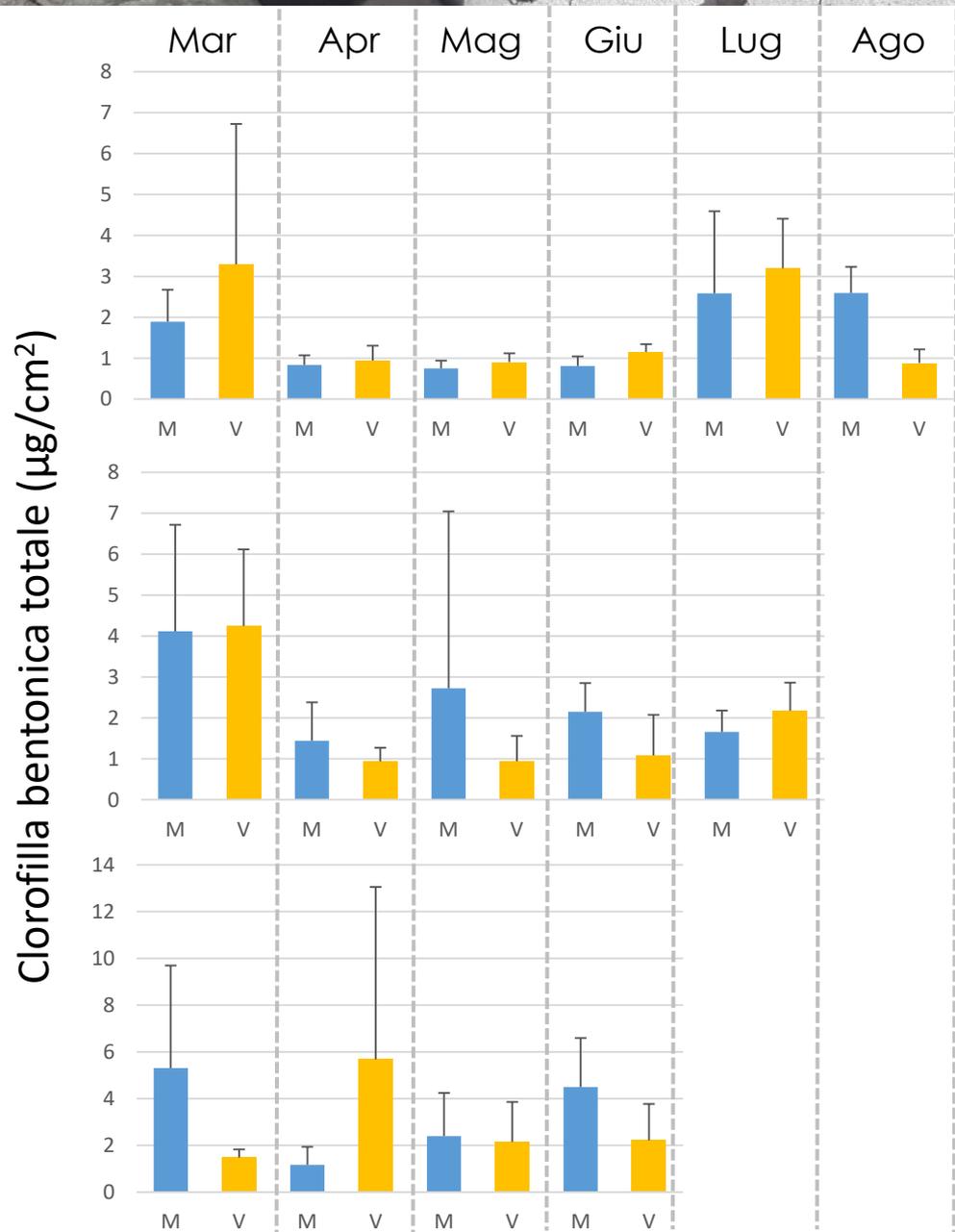
Po

* NOT
solo MH

Varaita

L'indice IPS non presenta differenze significative tra i siti di monte e quelli di valle nel corso del processo di lentificazione. I siti risultano di qualità elevata

Risultati: chl a



Pellice

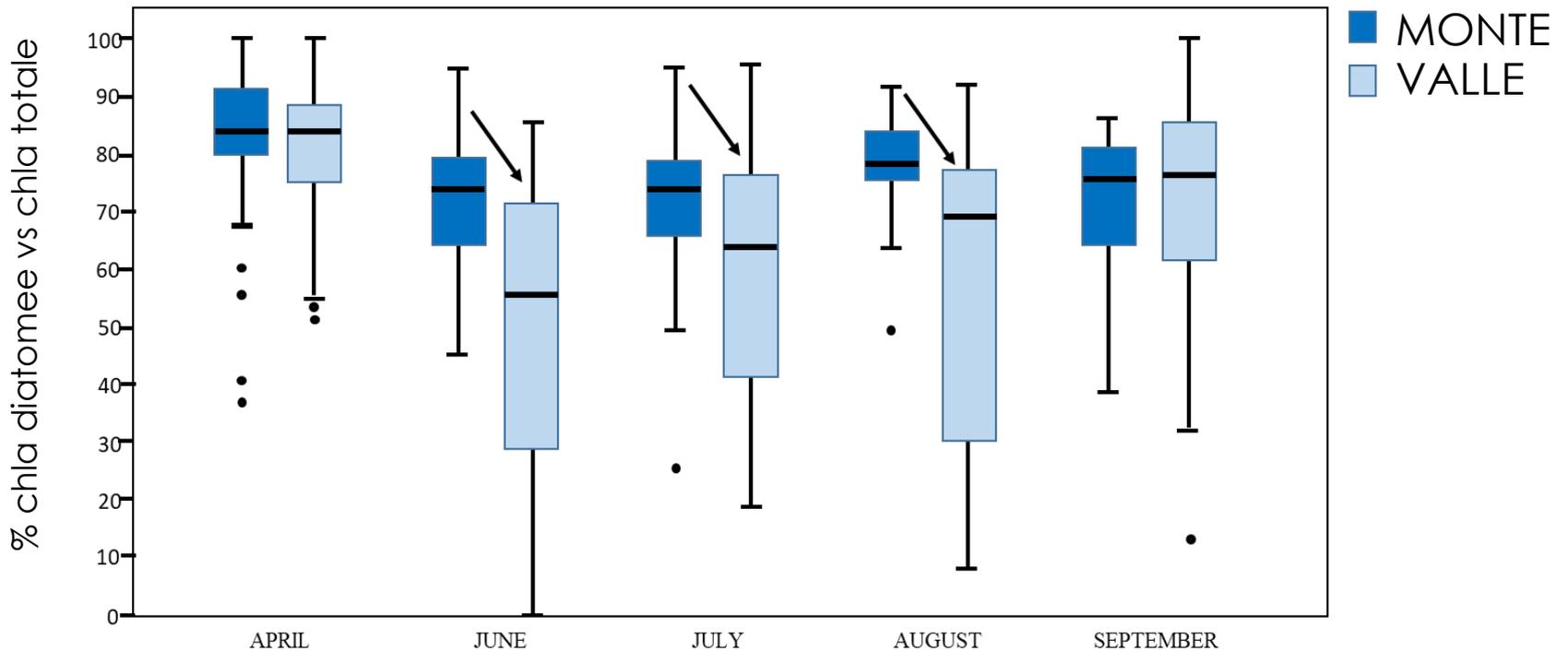
La clorofilla bentonica totale non presenta differenze significative tra i siti di monte e quelli di valle nel corso del processo di lentificazione

Po

Varaita

Risultati: chl a

COL PROCEDERE DEL DISTURBO



Risultati: test omogeneità

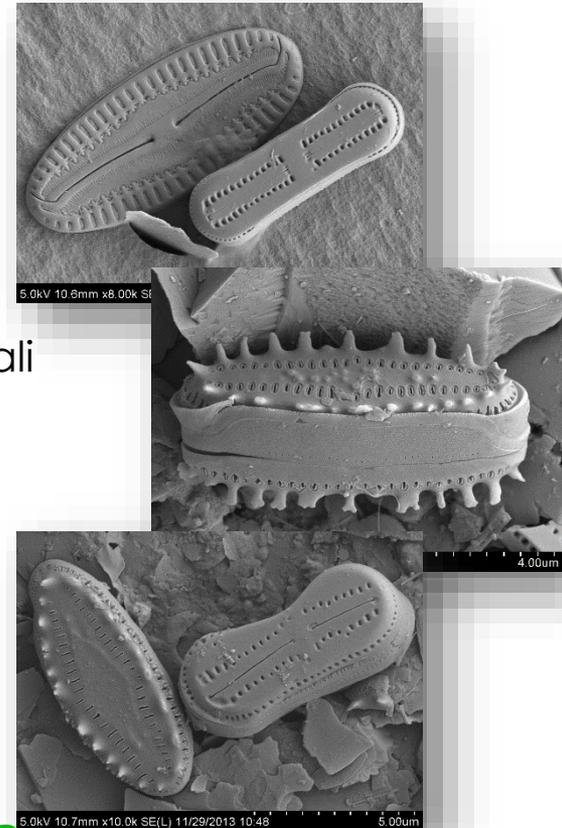
IL TEST DI OMOGENEITÀ DELLA DISPERSIONE MULTIVARIATA PERMETTE DI VALUTARE SE CI SONO DIFFERENZE NELLA DISPERSIONE DEI DATI DI COMUNITÀ TRA DIVERSI TRATTAMENTI, OVVERO SE LA COMPOSIZIONE DELLE COMUNITÀ È PIÙ O MENO OMOGENEA TRA I DIVERSI TRATTAMENTI.

Ipotesi iniziali:

- le comunità dei siti soggetti a lenticificazione sono più banali (meno eterogenee) in termini di composizione rispetto ai siti di confronto M vs V $p=0,7715$
- l'eterogeneità diminuisce con l'andare della secca (confronto tra campagne di maggio e di agosto) $p=0,057$

Al contrario, a livello di microhabitat:

- i MH sono risultati significativamente più eterogenei dei T ($p=0.0009$ **);
- Flussi lentici sono risultati significativamente più eterogenei dei flussi lotici ($p=0.0065$ **)



$p=0,0009^{**}$

$p=0,0065^{**}$

Risultati: turnover

Esiste un turnover nella comunità di diatomee dovuto ai cambiamenti indotti dal processo di lenticificazione.

	Df	Sums of sq	Mean Square	F. model	R2	Pr (>F)
Month	5	3.3940	0.6788	4.8387	0.2162	0.0001*
UP vs DW	1	0.2805	0.2805	1.9994	0.0179	0.0449*
MH vs T	1	0.5701	0.5701	4.0640	0.0363	0.0021*
Flow velocity	1	0.2309	0.2309	1.6458	0.0147	0.1700
Residuals	80	11.2229	0.1403		0.7149	
Total	88	15.6984			1	

SHIFT DELLA COMUNITA'

con il procedere dei mesi
tra M e V
tra MH e T

PERMANOVA

Cambiamenti funzionali in termini di:

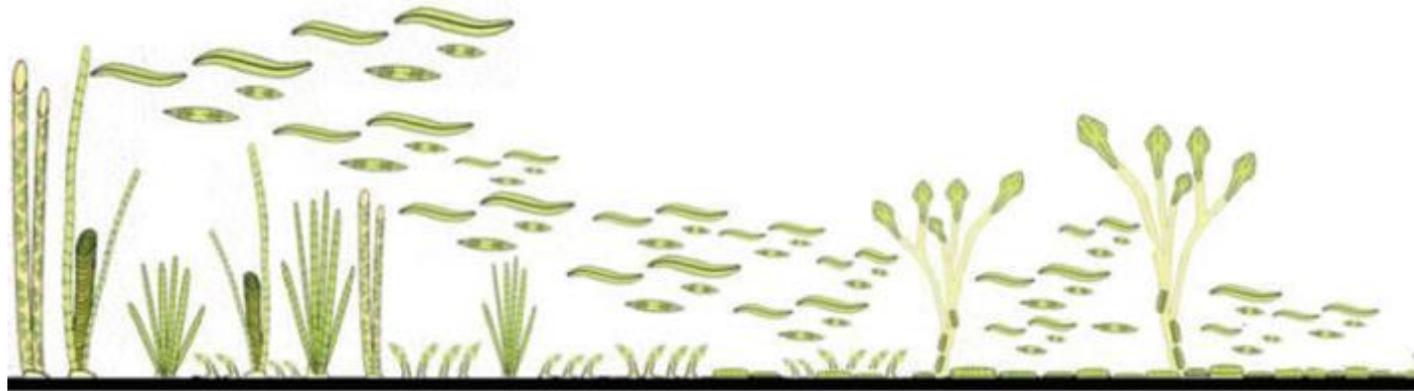
- guild ecologiche
- forme di crescita
- taglia
- gruppi eco-morfologici



Risultati: guild ecologiche e forme di crescita



Disturbo creato dalla lenticizzazione



Tsoi et al., 2016 mod.

AVVANTAGGIATE

MOTILI (giugno $p < 0.007$)

ADNATE (giugno $p = 0.007$)

PEDUNCOLATE (giugno $p = 0.007$)

TREND NON CHIARO

LOW PROFILE (giugno e agosto $p < 0.041$; T $p = 0.030$)

SVANTAGGIATE

HIGH PROFILE (marzo-aprile $p < 0.037$; MH $p = 0.020$)

COLONIE (tubi; primavera $p = 0.027$; MH $p = 0.024$)

ERETTE (marzo $p = 0.044$)



MULTIWAY ANOVA

Risultati: classi di taglia

“Numerous studies have linked temperature and climate warming with changes in body size accross taxa, with apparent trend that warmer conditions tend to favour smaller organisms (Atkinson, 1994; Daufresne et al., 2009; Sheridan & Bickford, 2011; Yom-Tov et al., 2010; Gardner et al., 2009; Tarone et al., 2011; Stelzer, 2002; Atkinson et al., 2003)”

size 1 = 0-99 μm^3

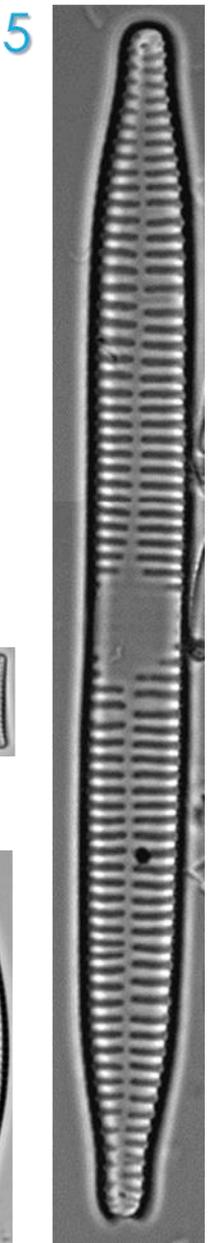
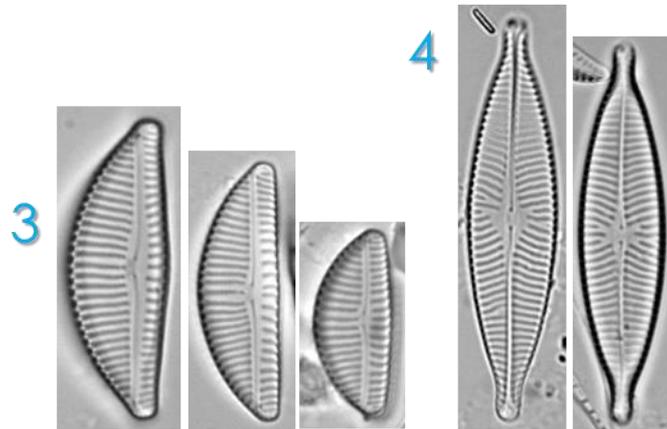
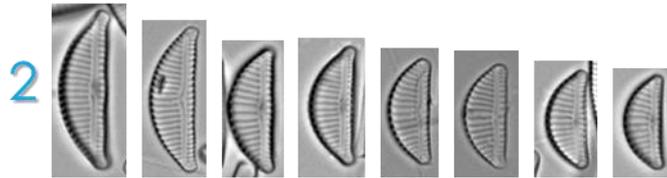
size 2: 100-299 μm^3

size 3: 300-599 μm^3

size 4: 600-1499 μm^3

size 5: over 1500 μm^3

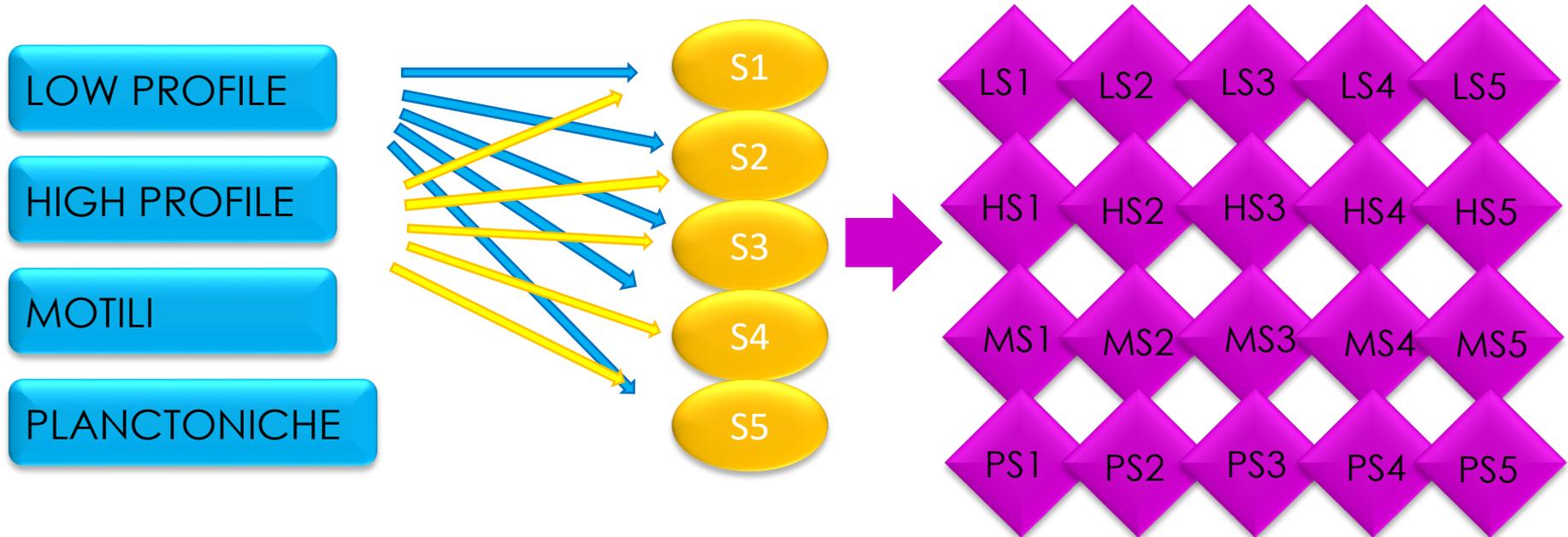
Non abbiamo osservato differenze significative in termini di classi di taglia, rispetto a mese, sito o habitat (Adams et al., 2013)



Risultati: gruppi eco-morfologici

In questo studio abbiamo provato ad applicare per la prima volta, la nuova classificazione in gruppi eco-morfologici proposta da B-Béres et al. (2016).

GUILD ECOLOGICHE \times **CLASSI di TAGLIA** = **GRUPPI ECO-MORFOLOGICI**

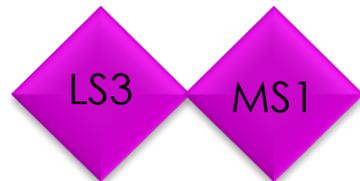


Hp: taxa appartenenti alla stessa guild, ma con dimensioni diverse, non necessariamente si comportano allo stesso modo rispetto al disturbo.

Risultati: gruppi eco-morfologici

	MESE		M vs v		MH vs T		VELOCITA'	
	F _{5,78}	P	F _{1,78}	P	F _{1,78}	P	F _{1,78}	P
LS1	2.452	0.041						
LS2	6.110	< 0.001	5.368	0.023	10.946	0.001		
LS3	2.676	0.028	8.507	0.005			5.316	0.024
LS4	3.143	0.012						
LS5	3.869	0.003						
HS1	2.380	0.046						
HS2	7.598	< 0.001			7.137	0.009		
HS3	4.016	0.003						
HS4	5.401	< 0.001			5.764	0.019		
MS1			4.490	0.037				
MS2	9.362	< 0.001						
MS4	4.122	0.002					4.455	0.038
MS5	6.091	< 0.001						

CARATTERISTICI DELLE
SEZIONI DI VALLE



CARATTERISTICI DELLE
SEZIONI PERMANENTI



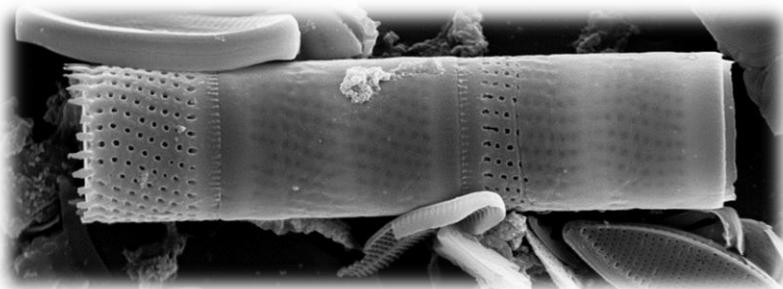
CARATTERISTICI DEI
TRANSETTI



Discussione

L'effetto della variabilità idrologica può essere quantitativamente misurato in termini di clorofilla a: tra i produttori primari del perifiton le diatomee sono le più sensibili.

La proporzione della clorofilla a delle diatomee nel perifiton diminuisce col procedere della secca, mentre cianobatteri ed alghe verdi sono favorite.



Discussione

Non abbiamo osservato un'omogeneizzazione o banalizzazione delle comunità esposte al processo di lentificazione, ma un turnover di specie

Le comunità dei T sono un sottogruppo di quelle dei MH:

accanto alle specie adattate ai riffle, gli habitat lentici offrono un'opportunità di colonizzazione per le specie adattate a vivere nell'epipelon e in grado di muoversi all'interno del sedimento (*Navicula*, *Nitzschia* e *Surirella* la cui capacità di muoversi rappresenta un vantaggio competitivo).



Discussione

La lenticizzazione non sembra essere un fattore limitante per lo sviluppo della comunità diatomica, al contrario crea una **elevata eterogeneità** di habitat che possono essere colonizzati da un enorme numero di specie, caratterizzate da ampie preferenze ecologiche

In queste condizioni, **la β -diversità può essere più alta del previsto** (Tang et al 2013, Sabater et al., 2016) poiché sembra che le comunità biologiche siano in grado di sfruttare meglio le risorse idriche in canali spazialmente eterogenei o in condizioni di disturbo intermedio, rispetto a quando sono stabili condizioni (Sabater 2008).



Conclusioni

Tuttavia, senza dubbio, [gli effetti della siccità](#) sui produttori primari possono essere drammatici, ma non sono ancora stati studiati nei fiumi recentemente intermittenti, dove questi fenomeni sono processi piuttosto recenti, e le dinamiche delle comunità acquatiche in gran parte sconosciute. [Problematiche degli studi in campo! Esperimenti manipolativi e condizioni artificiali controllate.](#)

I risultati ottenuti con [la nuova classificazione in gruppi eco-morfologici](#) potrebbero essere considerati come un nuovo punto di partenza verso una classificazione funzionale più raffinata delle diatomee, che potrebbe essere utilizzata nella valutazione del disturbo fisico attraverso l'elaborazione di un indice stress-specifico.



PRIN NO ACQUA



GRAZIE PER L'ATTENZIONE