

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE OPERAM ACQUE SUPERFICIALI

Cantiere S.S 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S 131

Risoluzione dei nodi critici- 3° Stralcio

Dal Km162+700 al Km209+500

A cura di	Dott. Giuseppe Porcheddu – Dott.ssa Elisabetta Bachis	
Con i contributi di	Dott.ssa Monica Sanna	
Periodo di riferimento	Marzo 2023	
Stato di revisione	Rev. 02	del 10 luglio 2023

INDICE

1.	<i>PREMESSA</i>	3
2.	<i>SCOPO</i>	3
3.	<i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i>	4
4.	<i>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</i>	5
4.1	<i>STATO DEI LUOGHI</i>	6
5.	<i>MATERIALI E METODI</i>	9
5.1	<i>STAZIONI DI CAMPIONAMENTO</i>	9
5.2	<i>APPLICAZIONE DEL MACROPER (STAR-ICMI)</i>	13
5.2.1	<i>SOFTWARE UTILIZZATO</i>	14
5.3	<i>CAMPIONAMENTO</i>	15
5.3.1	<i>POOL E RIFFLE</i>	16
5.3.2	<i>MICROHABITAT</i>	17
5.3.3	<i>MACROINVERTEBRATI</i>	18
5.3.4	<i>LISTE TASSONOMICHE</i>	18
6.	<i>INDAGINI BIOLOGICHE</i>	19
7.	<i>INDAGINI CHIMICO-FISICHE-MICROBIOLOGICHE</i>	20
7.1	<i>CAMPIONAMENTO</i>	20
7.2	<i>MISURE IN CAMPO</i>	20
8.	<i>RISULTATI</i>	21
8.1	<i>ANALISI COMUNITÀ MACROBENTONICA (INDICE STAR ICMI)</i>	21
8.2	<i>ANALISI CHIMICO-FISICHE-MICROBIOLOGICHE</i>	26
9.	<i>ALLEGATI</i>	30

1. PREMESSA

Il monitoraggio Ante Operam ha lo scopo di verificare lo stato di fatto della componente ambientale prima dell'esecuzione dei lavori di realizzazione delle opere di adeguamento e messa in sicurezza del tratto di strada dal Km 162+700 al Km 209+500 della S.S 131 di "Carlo Felice".

Con tale finalità si è effettuato il monitoraggio del fiume "Riu Matta Giuanna" (o "Riu Molinu" come riportato su alcuni documenti di letteratura) in due punti, di seguito indicati come Monte e Valle rispetto all'attuale infrastruttura stradale.

Stazione	Punto	Coordinate WGS84	
IDRO_01	A monte	40.4259492 N	8.7372768 E
IDRO_02	A valle	40.4247425 N	8.7352768 E

Il monitoraggio Ante Operam è stato eseguito a luglio 2022 e ripetuto a marzo 2023 come prescritto da ARPA, Dipartimento Sassari e Gallura. Le nuove attività di campionamento sono da intendere quale integrazione delle precedenti attività di monitoraggio, con la finalità di poter confrontare lo "stato di salute" del corso d'acqua in due condizioni fluviali diverse, il primo nel periodo siccitoso dell'anno, il secondo in uno dei periodi più piovosi.

2. SCOPO

La presente relazione descrive le attività svolte per la definizione dello stato di qualità del fiume "Riu Matta Giuanna" con lo scopo di fornire una descrizione dello stato della risorsa prima dell'intervento di realizzazione delle opere di adeguamento e messa in sicurezza del tratto di strada dal Km 162+700 al Km 209+500 della S.S 131 di "Carlo Felice".

3. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m., recante “Norme in materia ambientale”
- Decreto Ministeriale 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante “i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione corpi idrici, analisi delle pressioni)”
- Decreto Ministeriale 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante “i 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,
- Decreto Ministeriale 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante “i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 - Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
- Decreto Monitoraggio sostanze chimiche, Decreto Legislativo 10 dicembre 2010, n. 219 - "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque"
- Decreto Legislativo 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'idrologia della ZPS non presenta caratteristiche particolari ma rispecchia le principali caratteristiche idrologiche della Sardegna. È caratterizzata da un reticolo idrografico molto semplice in cui i corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime torrentizio, dovuto, fondamentalmente al regime delle precipitazioni e alla stretta vicinanza tra i rilievi e la costa. I corsi d'acqua hanno prevalentemente pendenze elevate nella gran parte del loro percorso e sono soggetti ad importanti fenomeni di piena nei mesi tardo autunnali ed a periodi di magra rilevanti durante l'estate, periodo in cui può verificarsi che alcuni corsi d'acqua restino in secca per più mesi consecutivi. La configurazione geomorfologica della zona non consente la presenza di corsi d'acqua significativi, ma solo di acque superficiali a regime estremamente torrentizio.

I più importanti risultano essere il Rio Temo, il Rio Piludu, Rio Mura Era e Carrabusu (che confluiscono sul Rio Temo) al centro dell'altopiano di Campeda ed i Rii Sa Orta – Pontigia – Matta Giuanna, che scorrono nella valle a Sud dell'abitato di Semestene. Si tratta in ogni caso di corsi d'acqua prettamente stagionali. Per quanto riguarda la qualità, attualmente non si hanno informazioni che permettano di definire lo stato ambientale dei corpi idrici della ZPS. Considerando però, che questi sono affluenti del Temo, oggetto di monitoraggio da parte dell'ARPAS, perché caratterizzato da uno stato ecologico classificato come SUFFICIENTE, sarebbe utile monitorare periodicamente anche i relativi affluenti. Le principali cause di potenziale inquinamento delle acque superficiali di quest'area in studio sono da ricondurre a fonti puntuali provenienti da scarichi di origine civile e industriale oltre che da discariche dismesse o in esercizio. I parametri più significativi che possono condurre a rilevare questa tipologia di inquinamento sono i valori di BOD5, COD, N (Azoto) e P (Fosforo), prodotti annualmente da ogni insediamento abitativo (fluttuante e residente) per gli scarichi di origine civile e del numero di addetti per ogni settore industriale per i carichi di origine industriale. Una ulteriore causa di inquinamento è dovuta ai carichi prodotti da fonti diffuse come quella derivante dall'attività agricola e zootecnica.

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

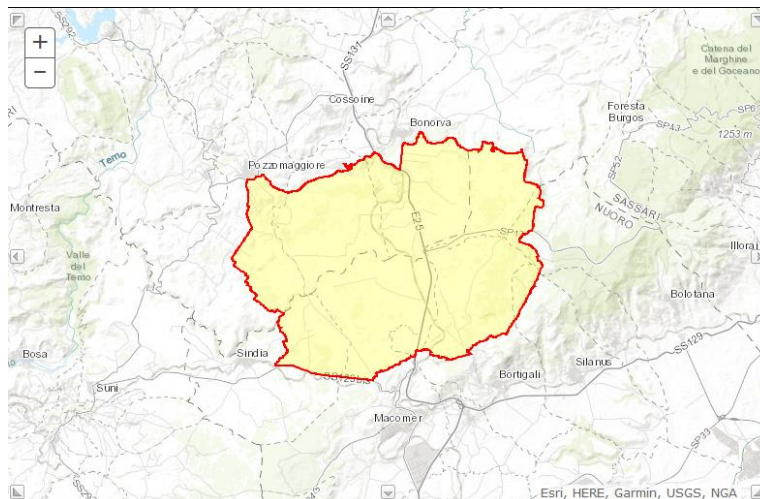


Fig.1 – Delimitazione ZPS - ITB023050

4.1 Stato dei luoghi

Il corso del Rio Matta Giuanna si sviluppa per circa 10 km e attraversa un territorio a vocazione prevalentemente agricola e zootecnica.

Al punto IDRO_01 si accede facilmente dalla vecchia SS 131, dopo aver superato un cancello che conduce a un fondo agricolo e quindi al Rio. L'accesso al punto di campionamento è risultato agevole, grazie anche alla recente pulizia degli argini del Rio.



Foto 1 - Punto di prelievo IDRO_01

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Nei pressi del punto IDRO_02 si trovano delle piccole costruzioni in blocchi di cemento e coperture in fibrocemento che probabilmente fungono da ricovero per degli animali. Nell'intorno dell'area di interesse si può riscontrare che i terreni vengono costantemente lavorati e seminati per ottenere foraggio per il bestiame. Durante le attività di campionamento erano presenti una decina di cavalli che probabilmente dimorano nelle suddette strutture.



Foto 2 - Luglio 2022



Foto 3 - Marzo 2023

Il punto di monitoraggio IDRO_02 risulta difficilmente accessibile a causa della fitta vegetazione:



Foto 4 - Punto di prelievo IDRO_02 (A: Luglio 2022-B: Marzo 2023)

Il tratto di corpo idrico visionato non presenta evidenti contaminazioni di origine antropica e l'area non è interessata dall'abbandono incontrollato di rifiuti. Nel punto di campionamento IDRO_02 è possibile scorgere qualche frammento di acciaio che probabilmente è stato trascinato in quel punto da rilasci avvenuti più a monte nei periodi di piena del Rio.

Non sono presenti altre situazioni di degrado meritevoli di nota. Durante il campionamento del periodo primaverile, si è scorta la presenza di schiuma sulla superficie dell'acqua.

5. MATERIALI E METODI

5.1 Stazioni di campionamento

In questo contesto ambientale si è scelto di monitorare il corso d'acqua prossimo all'area di cantiere ubicata nello svincolo di Bonorva Sud che ricadente all'interno del sito ZPS "Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali".

La localizzazione delle Stazioni è rappresentata nella seguente Figura 2 e Figura 3.

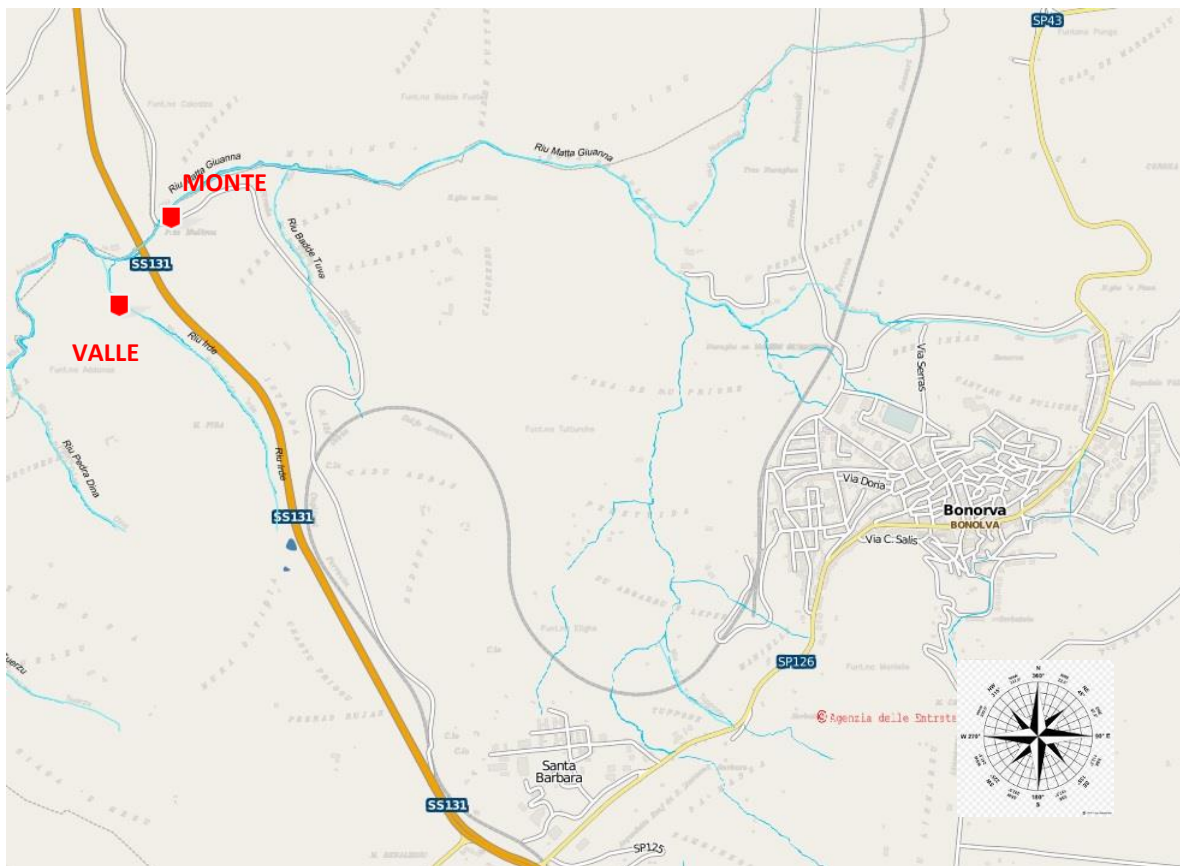


Fig. 3 - Localizzazione delle Stazioni di monitoraggio

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

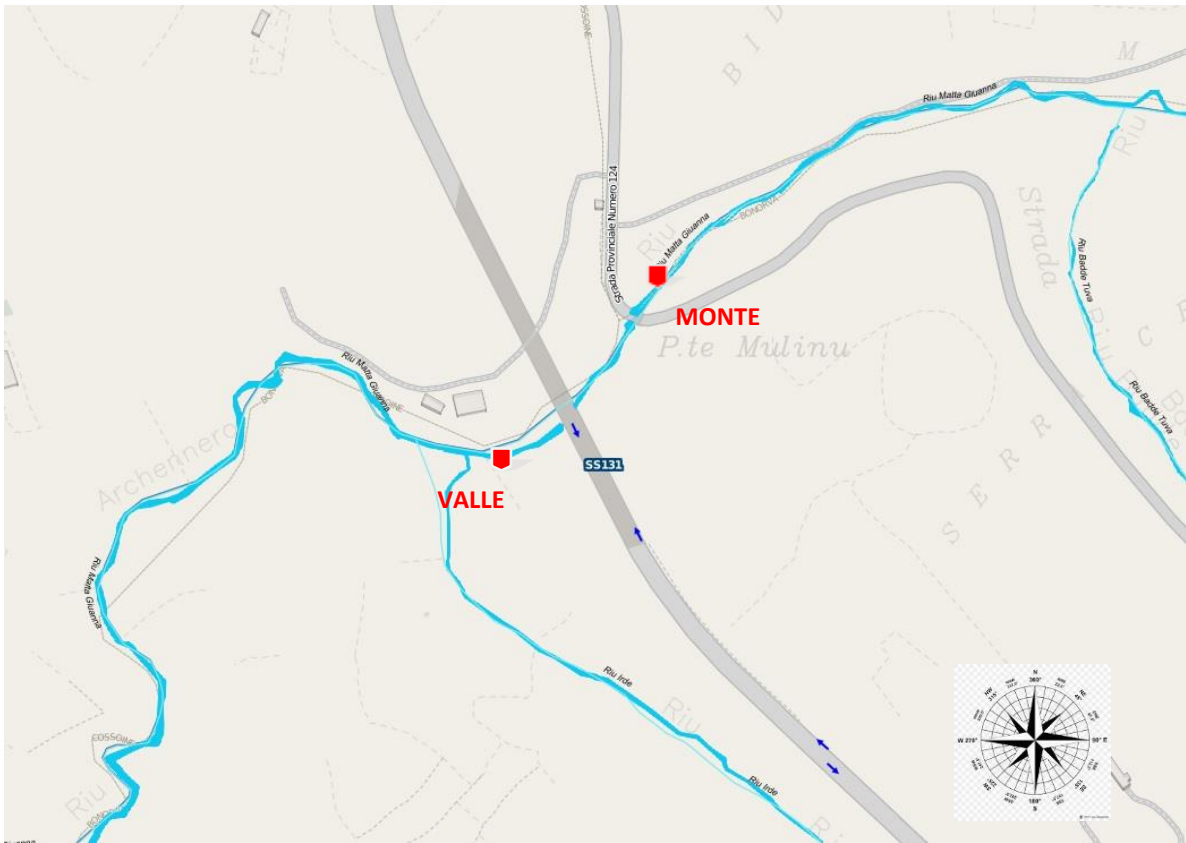


Fig. 4 - Dettaglio delle Stazioni di monitoraggio

Il fiume non presenta interventi antropici o di carattere artificiale come si può evincere nelle immagini seguenti



Foto 5 - Fiume Riu Matta Giuanna (Luglio 2022)

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI



Foto 6 - Fiume Riu Matta Giuanna (Marzo 2023)



Foto 7 - Stazione di campionamento a monte (luglio 2022)



Foto 8 - Stazione di campionamento a valle (Luglio 2022)

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI



Foto 9 - Stazione di campionamento a valle (Marzo 2023)



Foto 10 - Stazione di campionamento a monte (Marzo 2023)



Foto 11 - Avvio dell'analisi in campo (Marzo 2023)

5.2 Applicazione del MacrOper (STAR-ICMi)

Il D. Lgs 152/06, allineandosi alle richieste della *Water Frame Directive* (WFD) europea (Direttiva n. 2000/60), ha previsto lo sviluppo di metodiche biologiche quantitative per valutare la qualità degli ecosistemi acquatici.

Il metodo MacrOper (ex AQEM - *Integrated Assessment System for the Ecological Quality of Streams and Rivers throughout Europe using Benthic Macroinvertebrates*) possiede i requisiti richiesti dalla Direttiva Europea.

Nell'ambito dell'implementazione della WFD e della valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua basata sulla composizione della comunità degli invertebrati bentonici, è stato selezionato il metodo MacrOper/STAR_ICMi. Tale indice, sviluppato nell'ambito del progetto STAR, è stato messo a punto in funzione delle esigenze evidenziate nel corso dell'esercizio europeo di intercalibrazione.

L'indice STAR_ICMi è stato esplicitamente derivato come strumento per lo svolgimento dell'esercizio di intercalibrazione dei fiumi europei in relazione alla componente macrobentonica (Buffagni et al., 2005; 2007a). Esso è al momento utilizzato in vari Gruppi Geografici di Intercalibrazione (e.g. GIG Centrale, Nordico e Mediterraneo) nel confronto e armonizzazione dei valori di limite di classe fra i diversi stati membri. L'indice non intende essere stressor specifico ma è stato al contrario costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali. Inoltre, esso viene direttamente calcolato come *Ecological Quality Ratio* (EQR) e fornisce quindi un risultato in accordo con quanto richiesto dalla legislazione Europea per i sistemi di classificazione. Lo STAR_ICMi è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare.

Il MacrOper si basa quindi sull'uso come indicatore della comunità di invertebrati acquatici che colonizza l'alveo dei corsi d'acqua, ma a differenza dell'IBE (Indice Biotico Esteso) le valutazioni sono di tipo quantitativo, per ogni gruppo faunistico rilevato, su predefiniti microhabitat selezionati e campionati sulla base della loro rappresentatività dell'area in esame.

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Metriche che compongono lo STAR_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (da Buffagni et al., 2005; 2007, 2008; DM 260/2010).

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log ₁₀ (Sel_EPTD +1)	Log ₁₀ (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

5.2.1 Software utilizzato

Il software MacrOper.ICM (rilasciato da CNR-IRSA) consente di effettuare la classificazione di qualità ecologica sulla base dei Macroinvertebrati bentonici in tutti i tipi fluviali italiani. La classificazione che viene fornita è in linea con le richieste della Direttiva Quadro sulle Acque (WFD: EC 2000/60), del DM 260/2010 (Decreto Classificazione), del DM 56/2009 (Decreto Monitoraggio) e del DM 131/2008 (Decreto Tipizzazione), per il monitoraggio dei corsi d'acqua italiani.

Il software MacrOper.ICM è stato realizzato all'interno e a supporto del Sistema di Classificazione MacrOper, per il quale consente di:

- Calcolare con facilità e in modo automatico le metriche basate sugli invertebrati macrobentonici dei fiumi richieste per la classificazione;
- Classificare i corpi idrici di tutti i tipi fluviali italiani secondo la WFD sulla base dei macroinvertebrati bentonici.
- Ottenere una classe di qualità direttamente confrontabile con quelle ottenibili negli altri Paesi europei.
- Classificare sia campioni singoli sia siti comprendenti diversi campioni.
- Importare (taxalist) ed esportare (metriche, classi di qualità e opzioni di calcolo) informazioni in modo semplice e intuitivo.
- Eseguire, qualora necessario, un'armonizzazione tassonomica sulle taxalist in ingresso, salvando la nuova versione dei dati.

Per ciascun campione/sito, vengono calcolate sei metriche di comune utilizzo, successivamente combinate in un semplice indice multimetrico, con esplicita finalità di classificare i corpi idrici fluviali per l'applicazione della WFD, in particolare nell'ambito del monitoraggio operativo.

La derivazione dei valori corretti delle metriche biologiche e la conseguente classificazione richiedono:

- che il campione biologico sia raccolto secondo una procedura standard;
- informazioni sull'abbondanza dei taxa bentonici raccolti;
- identificazione dei taxa a livello di Famiglia, o di Famiglia/Unità Operazionali (Efemerotteri) per i fiumi campionati con substrati artificiali;
- liste faunistiche in formato testo;
- attribuzione tipologica del corpo idrico in esame.

5.3 Campionamento

Per tutti gli habitat non molto profondi (ca. $<0,5$ m) il campionamento è effettuato mediante retino Surber. L'area di campionamento sottesa per unità è di $0,05$ o $0,1$ m². In accordo con il tipo fluviale di appartenenza del sito la superficie totale di campionamento è $0,5$ m² o 1 m² (i.e. 10 unità x $0,05$ o 10 unità x $0,1$). Nel caso di substrati a profondità $>0,5$ m si utilizzerà un retino immanicato cui sarà stata applicata un'intelaiatura che possa delimitare l'area di campionamento. La dimensione delle maglie della rete è in entrambi i casi (Surber o immanicato) 500 µm.

Il fiume oggetto del campionamento appartiene alla Idro Ecoregione della Sardegna con codice Cod_HER21 per la quale è necessario campionare una superficie totale di $0,5$ m² e nella zona di pool. Il tipo fluviale relativo al corso d'acqua monitorato in base al quale sono stati eseguiti i calcoli per la determinazione dell'indice STAR_ICMi con il software Macroper è M5 "Mediterraneo", "Corsi d'acqua temporanei".

Il sito campionato deve essere rappresentativo di un tratto più ampio del fiume in esame i.e., se possibile, dell'intero corpo idrico sensu WFD. Il campionamento inizia nel punto più a valle dell'area oggetto d'indagine e prosegue verso monte, in modo da non disturbare gli habitat che via via vengono campionati. Nel caso di utilizzo della rete Surber, la tecnica di campionamento prevede l'utilizzo delle mani (sempre con l'ausilio di guanti di adeguata lunghezza) per il disturbo del substrato e la rimozione degli organismi. Nel caso di uso di retino immanicato, si può procedere al campionamento sia utilizzando i piedi per smuovere il fondo sia utilizzando le mani. L'effettuazione del

campionamento rimuovendo il substrato con le mani è da preferire rispetto al campionamento utilizzando i piedi.

Nonostante il campionamento sia costituito dal totale delle unità di campionamento raccolte, per facilità di smistamento degli animali, si suggerisce di tenere separate le repliche caratterizzate da presenza di detrito vegetale e le repliche effettuate su substrati fini (e.g. argilla, sabbia) dal resto delle repliche. In ogni caso, si suggerisce di svuotare la rete ogni tre/quattro repliche prima di procedere al campionamento delle repliche successive. Se il campionamento è effettuato con obiettivi particolari (e.g. approfondimenti del monitoraggio di sorveglianza o investigativo), i macroinvertebrati raccolti nelle singole unità di campionamento potranno essere tenuti separati, specialmente se raccolti in aree diverse del fiume (i.e. pool vs riffle).

5.3.1 Pool e Riffle

La procedura di campionamento prevede un'analisi della struttura in habitat del sito. Il primo livello di analisi richiede, dove atteso, il riconoscimento della sequenza *riffle/pool*. Per gli scopi del monitoraggio operativo il campione biologico è solitamente raccolto in una sola delle due aree, in casi particolari si procede alla raccolta in entrambe le aree. La scelta se campionare l'area di *riffle* o *pool* dipende dal tipo fluviale di appartenenza del sito in esame.

La sequenza *riffle/pool* si riconosce per essere costituita da due aree contigue che presentano caratteristiche di turbolenza, profondità, granulometria del substrato e carattere deposizionale/erosionale comparativamente diverso. L'area di *pool* presenta minor turbolenza e substrato a granulometria più fine rispetto all'area di *riffle* e, di norma, prevalente carattere deposizionale: nel complesso può essere considerata un'area lenticia, senza con questo intendere un'area dove la velocità di corrente sia nulla. L'area di *riffle* si presenta invece come caratterizzata da un prevalente carattere erosionale, da una minor profondità e da una turbolenza più elevata rispetto alla *pool*: nel complesso si può considerare come un'area lotica. La chiave del riconoscimento di tale sequenza è la comparazione fra due aree adiacenti che presentano caratteristiche di flusso differenti.

In determinati tipi fluviali risulta in taluni casi difficile riconoscere la sequenza *riffle/pool*. Questo è vero ad esempio nei torrenti montani in area alpina, in cui è possibile riconoscere una sequenza 'a salti' che spesso comprende tra un salto e l'altro delle aree di pool, o nei piccoli fiumi di pianura con scarse variazioni di portata (e.g. di origine sorgiva) caratterizzati da substrato uniforme e uniforme tipologia di flusso. Nel caso non sia possibile riconoscere la sequenza *riffle/pool* nel tipo fluviale nel

quale si sta operando, si dovrà procedere alla quantificazione della presenza dei vari habitat indipendentemente da *riffle* e *pool*, avendo semplicemente cura di scegliere un tratto rappresentativo. In quest'ultimo caso si parlerà di campionamento generico.

5.3.2 Microhabitat

La fase successiva del campionamento all'individuazione della sequenza *riffle/pool* è rappresentata dal riconoscimento e dalla quantificazione dei microhabitat presenti nel sito. I microhabitat sono contenuti in una lista standard che definisce substrati minerali, catalogati in base alla granulometria del substrato dominante, e substrati biotici, che comprendono varie categorie di substrato quali per esempio macrofite acquatiche, detrito fogliare, parti vive di piante terrestri e alghe. La stima della composizione in microhabitat è effettuata separatamente nei mesohabitat, i.e. nella sola area di *pool* o in quella di *riffle*. Per ogni area si effettua una stima dei microhabitat presenti, a step del 10% e si raccolgono in totale 10 unità di campionamento. Ciascun 10% corrisponderà pertanto ad una unità di campionamento. Eventuali microhabitat presenti con percentuale inferiore al 10% devono essere registrati come presenti. Per la definizione delle percentuali di occorrenza dei microhabitat, il substrato minerale e quello biotico devono essere considerati come un unico *layer*. La somma di tutti gli habitat registrati (minerali e biotici) deve dare 100%.

Se il substrato minerale è ricoperto totalmente o quasi da formazioni biotiche o da un sottile strato di materiale fine inorganico o organico, ciò deve essere segnalato sulla scheda di campo (nell'apposito riquadro). In tal caso si procederà all'allocazione delle unità di campionamento in relazione all'occorrenza dei microhabitat minerali sottostanti.

Per quanto riguarda i substrati biotici, in relazione al tipo fluviale alcuni di essi possono risultare poco rappresentativi o non rinvenibili con costanza. Si tratta cioè di habitat che, qualora inclusi nel campionamento, determinerebbero un incremento della variabilità associata al campione raccolto, rendendolo meno rappresentativo.

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Microhabitat	Dimensioni (minerali)*	Code (IT)	Description	
Mineral microhabitats	Limo/Argilla	<6 µ	ARG	Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine che rende le particelle che lo compongono adesive, compattando il sedimento, fino a comporre talvolta una superficie solida.
	Sabbia	6 µ - 2 mm	SAB	Sabbia fine e grossolana.
	Ghiaia	0.2 - 2 cm	GHI	Ghiaia e sabbia grossolana (con predominanza di ghiaia).
	Microlithal	2 - 6 cm	MIC	Pietre piccole.
	Mesolithal	6 - 20 cm	MES	Pietre di medie dimensioni.
	Macrolithal	20 - 40 cm	MAC	Pietre grossolane della dimensione massima di un pallone da rugby.
	Megalithal	>40 cm	MGL	Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie.
	Artificiale	(e.g. cemento)	ART	Cemento e tutti i substrati immessi artificialmente nel fiume.
	Igropetrico		IGR	Sottile strato d'acqua su substrato solido generalmente ricoperto di muschi.
*(le dimensioni indicate si riferiscono all'asse intermedio)				
Biotic microhabitats	Alge		AL	Principalmente alghe filamentose; anche diatomee o altre alghe in grado di formare spessi feltri periferici.
	Macrofite sommerse		SO	Macrofite acquatiche sommerse. Sono da includere nella categoria anche muschi, Characeae etc.
	Macrofite emergenti		EM	Macrofite emergenti radicate in alveo (e.g. <i>Typha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i> etc.).
	Parti vive di piante terrestri		TP	Radici fluitanti di vegetazione riparia (e.g. radici di ontani).
	Xylal		XY	Materiale legnoso grossolano e.g. rami, legno morto, radici (diametro pari almeno a 10cm).
	CPOM		CP	Deposito di materiale organico particellato grossolano (foglie, rametti).
	FPOM		FP	Deposito di materiale organico particellato fine.
	Film batterici		BA	Funghi e sapropel (e.g. <i>Sphaerotilus</i> , <i>Leptomitus</i>), solfobatteri (e.g. <i>Beggiatoa</i> , <i>Thiotrix</i>).

Fig. 5 - Lista completa dei microhabitat relativi al campionamento del macrobenthos (fonte. Life Inhabit IRSA-CNR)

5.3.3 Macroinvertebrati

Il Macrobenthos o macroinvertebrati bentonici rappresentano una comunità biologica che vive sul fondo dei fiumi; tale comunità è costituita da organismi generalmente più grandi di un millimetro, appartenenti a differenti gruppi sistematici: larve di insetti acquatici, molluschi, irudinei (sanguisughe), planarie, oligocheti (vermi) e crostacei.

Questi organismi effettuano solo piccoli spostamenti per alimentarsi o compiere il proprio ciclo vitale e vivono almeno una parte della loro vita sui substrati disponibili del corso d'acqua, adottando una varietà di accorgimenti per resistere alla corrente. I macroinvertebrati vengono utilizzati come indicatori o spie dell'inquinamento perché i differenti gruppi sistematici hanno una diversa sensibilità alle alterazioni dell'ambiente (inquinamento chimico, sbalzi di temperatura o di portata). I Plecotteri ad esempio vivono solo in ambienti privi di inquinamento.

5.3.4 Liste tassonomiche

La taxa list utilizzata nel Sistema di classificazione MacrOper, e quindi alla base del calcolo dell'indice STAR_ICMi, è stata ottenuta partendo dalle liste tassonomiche prodotte nel corso dei progetti AQEM (www.aqem.de) e STAR (www.eu-star.at). Essa è stata successivamente aggiornata confrontandola con la lista proposta dal progetto Fauna Europaea (www.faunaeur.org) e si è così ottenuta una taxa list che contava circa 330 famiglie. La lista è stata quindi adattata alla realtà italiana, considerando le informazioni fornite da alcune Agenzie e quanto riportato nella check list della fauna d'Italia. La taxa list comprende oggi 171 taxa, la maggior parte dei quali a livello di famiglia (tranne alcune eccezioni e.g. Hydracarina, Nemertini).

6. INDAGINI BIOLOGICHE

- OSSERVAZIONE DEI MICROHABITAT: Nello specifico, gli operatori prima di procedere al campionamento hanno effettuato una classificazione visiva del sito andando a definire le percentuali relative ai microhabitat formati da macrofite acquatiche emerse e sommerse e la composizione del sedimento definendo su base percentuale la composizione granulometrica (sabbia, limo, argilla).
- CALCOLO DELLE PERCENTUALI PER DETERMINARE LE ALIQUOTE DI PRELIEVO
- FASE ATTIVA DI CAMPIONAMENTO: Gli operatori successivamente sono entrati in acqua, muniti di stivaloni da pescatore e con un apposito retino hanno catturato gli organismi che si trovano sul fondo del fiume o nascosti sotto i sassi: è necessario campionare una superficie complessiva di 0,5 metri quadrati costituita da varie repliche sui diversi microhabitat presenti nell'alveo (massi, ciottoli, ghiaia etc.). Si puliscono i sassi e si smuove il fondo per permettere agli organismi di entrare nel retino che è stato posizionato immediatamente a valle. Gli organismi così catturati vengono riversati in una bacinella e vengono classificati con l'aiuto di apposite chiavi di determinazione; successivamente viene eseguita una stima della loro abbondanza. Una parte rappresentativa degli organismi catturati viene conservata in alcool a 70° e portata in laboratorio per una conferma dell'analisi svolta in campo.

7. INDAGINI CHIMICO-FISICHE-MICROBIOLOGICHE

7.1 Campionamento

Contestualmente al monitoraggio biologico, sono stati prelevati due campioni per la valutazione della qualità chimico-fisico-microbiologica delle acque superficiali. I parametri previsti dal PMA sono stati determinati utilizzando metodiche ufficiali, come indicato nei certificati di analisi allegati alla presente relazione.

Le diverse aliquote che hanno formato i campioni prelevati a monte e a valle dell'infrastruttura, sono state raccolte utilizzando contenitori di vetro scuro per la determinazione delle sostanze organiche non volatili, contenitori in vetro con tappo a tenuta riempiti fino al colmo per la determinazione delle sostanze volatili (vials 40 ml con tappo in silicone/teflon), contenitori in polietilene per la determinazione delle sostanze inorganiche. Per la determinazione dei metalli l'aliquota è stata filtrata con filtro 0,45 μm e acidificata con acido nitrico ($\text{pH} < 2$). L'aliquota destinata alle analisi microbiologiche è stata prelevata con contenitore sterile. Le aliquote dei campioni sono state conservate in frigorifero portatile ($T < 4\text{ }^{\circ}\text{C}$) per il trasferimento in laboratorio. I campioni sono stati contrassegnati in modo univoco e in fase di accettazione presso il laboratorio sono stati etichettati in modo anonimo e avviati alle successive fasi di analisi.

7.2 Misure in campo

Sui campioni d'acqua prelevati nelle due Stazioni sono state eseguite le analisi chimico-fisiche e microbiologiche che riguardano alcuni parametri di base che servono a fornire informazioni sulle caratteristiche di qualità riferite alla pressione antropica, rappresentata quindi prevalentemente da reflui delle attività umane.

I parametri utilizzati sono: pH, Conducibilità, Percentuale di saturazione d'ossigeno, Potenziale redox, Temperatura. Per la misura di questi parametri è stata utilizzata una sonda multiparametrica (HACH HQ40d a immersione completa).

8. RISULTATI

8.1 Analisi comunità macrobentonica (Indice STAR ICMi)

Come specificato inizialmente i risultati qui esposti fanno riferimento alla campagna di monitoraggio effettuate il 20 marzo 2023 in condizione idrologica di piena del fiume *Riu Matta Giuanna*. Per migliorare la rappresentatività della campagna di monitoraggio è stata fatta una stima di quella che può essere la portata del fiume nelle sue diverse condizioni idrogeologiche (Vedi Figg. 6a e b.).

Le Stazioni selezionate (monte e valle) sono localizzate in tratti idromorfologicamente simili e rappresentativi della tipologia fluviale di riferimento, in corrispondenza di tratti in cui il substrato appare eterogeneo. Le Stazioni sul fiume *Riu Matta Giuanna* sono localizzate in tratti fluviali in cui non insistono artificializzazioni dell'alveo che possano influenzare significativamente la composizione granulometrica del substrato.

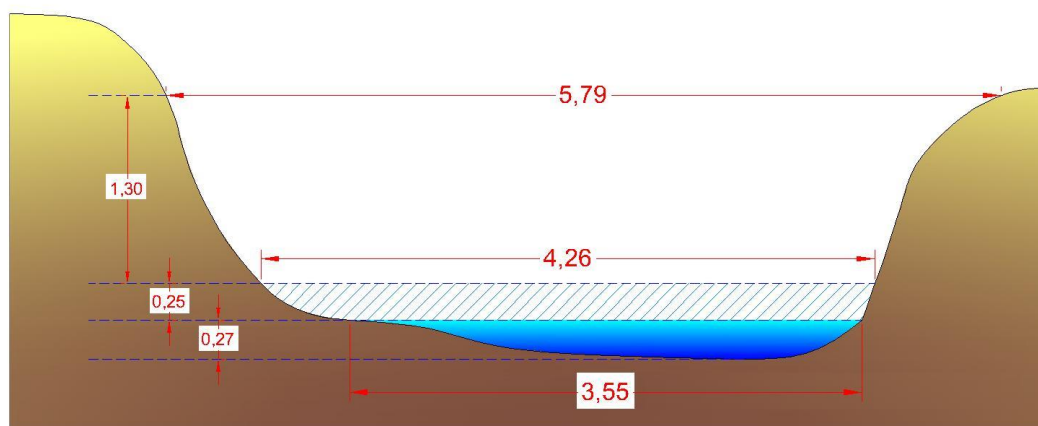


Fig. 6a - Stima della portata

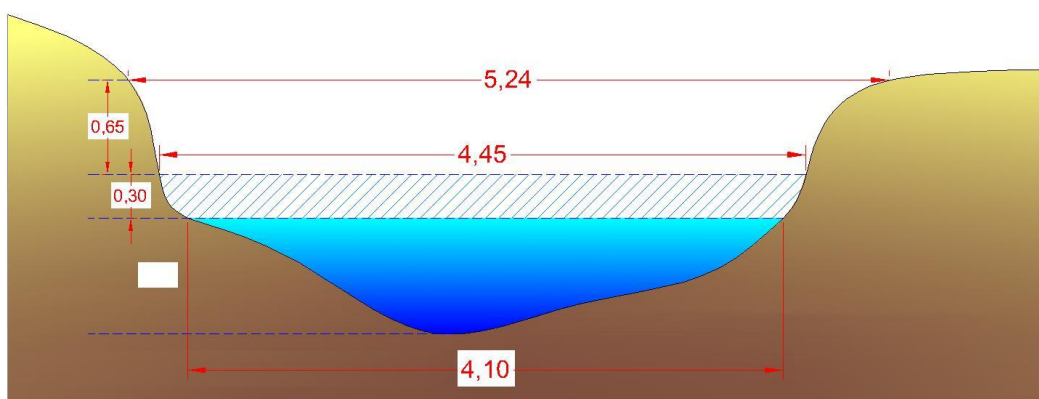


Fig. 6b - Stima della portata

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Vista la stagionalità l'alveo ha mostrato una portata media di 0,067 m³/s, mentre la corrente ha una velocità media di circa 0,107 m/s a monte e 0,037 m/s a valle, risultando quindi molto lenta in entrambe le Stazioni e di conseguenza la turbolenza è quasi impercettibile.

Nel campionamento estivo il microhabitat dominante nella stazione a monte risulta quello delle macrofite emergenti (EM) e macrofite sommerse (SO) con una percentuale del 60%, mentre per quanto riguarda il substrato si è evidenziata una presenza di limo/argilla (ARG) del 20% e del 10% di sabbia (SAB) e 10% (GHI). La componente più fine, Microlithal e sabbia sono presenti nelle aree a minor velocità di corrente.

Nel campionamento primaverile il microhabitat dominante nella stazione a monte risulta quello delle macrofite emergenti (EM) con il 40% e macrofite sommerse (SO) con il 5% e un 5% di alghe, mentre per quanto riguarda il substrato si è evidenziata una presenza di limo/argilla (ARG) del 20% e del 20% di sabbia (SAB) e 10% (GHI). La componente più fine, Microlithal e sabbia sono presenti nelle aree a minor velocità di corrente.

La situazione nel punto di campionamento a valle è risultato pressoché simile.

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Nelle successive tabelle si riportano gli elenchi delle Unità Sistematiche rinvenute nelle due Stazioni di monitoraggio durante i campionamenti del 2022 e 2023

UNITÀ SISTEMATICHE	MONTE	VALLE
NOTONECTIDAE	4	15
BAETIDAE	100	0
CAENIDAE	20	0
CHIRONOMIDAE	400	500
DUGESIIDAE	20	11
ELMIDAE	30	0
ERPOBDELLIDAE	4	3
GAMMARIDAE	5	10
GYRINIDAE	20	40
HYDROPHILIDAE	40	0
HYDROPSYCHIDAE	25	0
CALOPTERYGIDAE	100	0
LESTIDAE	100	16
AESCHINIDAE	0	1
LUMBRICIDAE	5	0
PHYSIDAE	30	95
SIMULIIDAE	120	0
TIPULIDAE	7	2

Tab. 1 Unità sistematiche e calcolo indice STAR_ICMi nelle Stazioni monte e valle del cantiere sul fiume “Riu Matta Giuanna” nel campionamento del mese di Luglio 2022

UNITÀ SISTEMATICHE	MONTE	VALLE
NOTONECTIDAE	4	0
LIMONIDAE	32	0
CAENIDAE	16	0
CHIRONOMIDAE	60	40
DYTISCIDAE	0	2
EPHEMERELLIDAE	14	42
LESTIDAE	10	0
LUMBRICIDAE	0	4
PHYSIDAE	0	4
TIPULIDAE	0	4
VALVATIDAE	2	0
CALOPTERYGIDAE	10	0

Tab. 2 Unità sistematiche (in 1m²) e calcolo indice STAR_ICMi nelle Stazioni monte e valle del cantiere sul fiume “Riu Matta Giuanna” nel campionamento del mese di Marzo 2023

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i dati relativi all'applicazione del MacrOper nelle 2 Stazioni oggetto di monitoraggio per i monitoraggi 2022 e 2023.

Stazione	Indice MacrOper. ICM	Classe Stato Ecologico
IDRO_01 (Monte)	0,427	4-SCARSO
IDRO_02 (Valle)	0,289	4-SCARSO

**Tab. 3: Risultati relativi all'applicazione del MacrOper nelle Stazioni sul fiume "Riu Matta Giuanna"
Luglio 2022**

Stazione	Indice MacrOper. ICM	Classe Stato Ecologico
IDRO_01 (Monte)	0,471	4-SCARSO
IDRO_02 (Valle)	0,322	4-SCARSO

**Tab. 4: Risultati relativi all'applicazione del MacrOper nelle Stazioni sul fiume "Riu Matta Giuanna"
Marzo 2023**

Nel campionamento effettuato a luglio 2022, la comunità macrobentonica è risultata poco strutturata e poco diversificata, entrambe le Stazioni rientrano nella classe ICMI = 4, corrispondente ad un giudizio di qualità scarso. Per quanto il valore di classe sia per entrambi i punti 4- SCARSO, a valle si evidenzia un indice più basso rispetto a monte.

Tale valore è stato confermato anche nel campionamento effettuato a primavera 2023. In tale campionamento si è addirittura registrato un numero inferiore di famiglie (12 contro le 17 del periodo estivo) e ciascuna famiglia con un'abbondanza di gran lunga inferiore al campionamento precedente (luglio 2022).

Il fiume, nei due diversi periodi di campionamento, ha ottenuto la medesima classe di stato ecologico; ciò porta a concludere che il suo stato ecologico non subisca variazioni durante l'arco delle stagionalità.

Valore deducibile dal fatto che a monte il numero di individui e famiglie risulta leggermente superiore rispetto a valle.

Il fiume evidenzia una diminuzione della qualità biologica legata anche alla presenza nell'alveo di oggetti estranei quali plastiche, componenti ferrosi e rifiuti di varia natura.

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI



8.2 Analisi chimico-fisiche-microbiologiche

Sui campioni d'acqua prelevati nelle 2 stazioni sono state eseguite le analisi chimico-fisiche e microbiologiche per la definizione del LIMeco e che riguardano alcuni parametri di base che servono a fornire informazioni sulle caratteristiche di qualità riferite alla pressione antropica, rappresentata quindi prevalentemente da reflui delle attività umane.

Risultati luglio 2022

I risultati analitici dei parametri utilizzati e definiti nel PMA vengono di seguito riportati:

Parametro	U.M.	SQA-CMA	Valore rilevato a monte	Valore rilevato a valle
Temperatura aria	°C	-	30,1	28,4
Temperatura acqua	°C	-	25,6	19,3
Conducibilità elettrica specifica	µS/cm	-	1356	1375
pH	-	-	7,64	7,73
Ossigeno disciolto	mg/l	-	6,35	5,94
Solidi sospesi totali	mg/l	-		
Alcalinità	mg/l	-		
Azoto ammoniacale (come N)	mg/l	-	0,166	0,054
Nitriti	mg/l	0,5**	0,323	0,204
Nitrati (come N)	mg/l	-	5,63	4,49
Fosforo totale	µg/l	-	12310	10545
Cloruri	mg/l	-	277,0	284,4
Fluoruri	mg/l	1,5**	0,123	0,124
Solfati	mg/l	-	41,1	40,0
Arsenico	µg/l	10**	3,09	3,37
Cadmio	µg/l	0,9	< 0,5	< 0,5
Piombo	µg/l	14	< 1	< 1
Mercurio	µg/l	0,07	0,5539	0,4058
Nichel	µg/l	34	2,47	2,60
Rame	µg/l	-	< 5	< 5
Zinco	µg/l	-	15,32	25,81
Cromo totale	µg/l	7**	< 5	< 5
Cromo VI	µg/l	-	-	-
Stagno	µg/l	-	< 10	< 10
Ferro	µg/l	-	56,15	43,74
Manganese	µg/l	-	103,23	33,92
Sodio	mg/l	-	212,4	222,4
Calcio	mg/l	-	38,07	45,04
Potassio	mg/l	-	18,45	19,43
Magnesio	mg/l	-	9,39	10,61
COD	mg/l O ₂	-	25,1	30,2
BOD5	mg/l O ₂	-	8,4	10,6
Idrocarburi Totali	mg/l	-	< 0,1	< 0,1
Benzene	µg/l	50	< 0,5	< 0,5

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Toluene	µg/l	5	< 0,5	< 0,5
Etilbenzene	µg/l	-	< 0,5	< 0,5
Xileni	µg/l	5**	< 0,5	< 0,5
Naftalene	µg/l	130	< 0,02	< 0,02
Fluorantene	µg/l	0,12	< 0,02	< 0,02
Benzo(a)pirene	µg/l	0,27	< 0,02	< 0,02
Benzo(b)fluorantene	µg/l	0,017	< 0,02	< 0,02
Benzo(k)fluorantene	µg/l	0,017	< 0,02	< 0,02
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	0,0082	< 0,02	< 0,02
Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/l	NA	< 0,02	< 0,02
Tetracloroetilene	µg/l	10*	< 0,1	< 0,1
Tricloroetano	µg/l	-	< 0,1	< 0,1
Tricloroetilene	µg/l	10*	< 0,1	< 0,1
Triclorometano	µg/l	2,5*	< 0,1	< 0,1
1,2 Dicloroetano	µg/l	10*	< 0,1	< 0,1
Diclorometano	µg/l	20*	< 0,1	< 0,1
Tetracloruro di carbonio	µg/l	12*	< 0,1	< 0,1
Escherichia coli	MPN/100 ml	-	510	630

*Valori SQA-MA - Si ritiene che i valori SQA-MA tutelino dai picchi di inquinamento di breve termine, in scarichi continui, perché sono sensibilmente inferiori ai valori derivati in base alla tossicità acuta

**Valori SQA-MA - Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua per alcune delle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità (Tab. 1/B e TAB 2/B, Allegati alla Parte III del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.)

Tab. 5 - Risultati delle analisi chimiche, fisiche e microbiologiche (monitoraggio Luglio 2022)

Con i 2 campioni a disposizione, secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., è stato calcolato l'indice LIMeco in conformità con le nuove metodologie d'indagine previsti.

La procedura di calcolo dell'indice LIMeco prevede l'attribuzione di un punteggio alla concentrazione di ogni parametro sulla base della tabella 4.1.2/a del D.M. 260/2010 e il calcolo del LIMeco di ciascun campionamento come media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri. Infine l'attribuzione della classe di qualità al sito avviene secondo i limiti previsti dalla tabella 4.1.2/b del D.M. 260/2010. La qualità, espressa in cinque classi, può variare da Elevato a Cattivo.

In base ai valori ottenuti dalle analisi chimico-fisiche e microbiologiche, si conferma lo stato ecologico del fiume, rimarcando il fatto che sia inquinato e in forte sofferenza.

	Sat. O2	N-NH4	N-NO3	P tot.	Media	LIMeco
IDRO_01	1	0,125	0	0	0,2812	Scarso
IDRO_02	1	0,250	0,125	0	0,3438	Sufficiente

Tab. 6 - Punteggi di cui alla Tab. 4.1.2/a – Allegati alla Parte III del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. (monitoraggio Luglio 2022)

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Risultati marzo 2023

I risultati analitici dei parametri utilizzati e definiti nel PMA vengono di seguito riportati:

Parametro	U.M.	SQA-CMA	Valore rilevato a monte	Valore rilevato a valle
Temperatura aria	°C	-	-	-
Temperatura acqua	°C	-	15,1	13,0
Conducibilità elettrica specifica	µS/cm	-	864	849
pH	-	-	8,54	7,97
Ossigeno disciolto	%-SAT	-	12,1	10,2
Solidi sospesi totali	mg/l	-	3,80	
Alcalinità (come CaCO ₃)	mg/l	-	121	116
Azoto ammoniacale (come N)	mg/l	-	< 0,04	< 0,04
Nitriti	mg/l	0,5**	0,27	0,26
Nitrati (come N)	mg/l	-	1,49	1,53
Fosforo totale	µg/l	-	439	426
Cloruri	mg/l	-	123	112
Fluoruri	mg/l	1,5**	0,17	0,18
Solfati	mg/l	-	42,0	37,9
Arsenico	µg/l	10**	1,71	1,81
Cadmio	µg/l	0,9	0,153	< 0,1
Piombo	µg/l	14	< 0,5	< 0,5
Mercurio	µg/l	0,07	< 0,05	< 0,05
Nichel	µg/l	34	0,91	1,12
Rame	µg/l	-	< 10	< 10
Zinco	µg/l	-	< 10	11,2
Cromo totale	µg/l	7**	2,00	< 1
Stagno	µg/l	-	< 5	< 5
Ferro	µg/l	-	34,7	35,4
Manganese	µg/l	-	68,6	57,0
Sodio	mg/l	-	80,0	73,0
Calcio	mg/l	-	57,8	59,0
Potassio	mg/l	-	7,3	6,1
Magnesio	mg/l	-	8,7	8,6
COD	mg/l O ₂	-	9,5	9,9
BOD5	mg/l O ₂	-	3,0	3,3
Idrocarburi Totali	mg/l	-	< 0,1	< 0,1
Benzene	µg/l	50	< 0,1	< 0,1
Toluene	µg/l	5	< 0,1	< 0,1
Etilbenzene	µg/l	-	< 0,1	< 0,1
Xileni	µg/l	5**	< 0,1	< 0,1
Naftalene	µg/l	130	< 0,01	< 0,01
Fluorantene	µg/l	0,12	0,00267	< 0,002
Benzo(a)pirene	µg/l	0,27	0,000150	0,000180
Benzo(b)fluorantene	µg/l	0,017	0,00057	0,00053
Benzo(k)fluorantene	µg/l	0,017	0,000180	0,000130
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	0,0082	0,00047	0,00034
Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/l	NA	0,000250	0,00028
Tetracloroetilene	µg/l	10*	< 0,1	< 0,1

MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE-OPERAM – ACQUE SUPERFICIALI

Tricloroetano	µg/l	-	< 0,1	< 0,1
Tricloroetilene	µg/l	10*	< 0,1	< 0,1
Triclorometano	µg/l	2,5*	< 0,1	< 0,1
1,2 Dicloroetano	µg/l	10*	< 0,1	< 0,1
Diclorometano	µg/l	20*	< 0,1	< 0,1
Tetracloruro di carbonio	µg/l	12*	< 0,1	< 0,1
Escherichia coli	MPN/100 ml	-	181	279

*Valori SQA-MA - Si ritiene che i valori SQA-MA tutelino dai picchi di inquinamento di breve termine, in scarichi continui, perché sono sensibilmente inferiori ai valori derivati in base alla tossicità acuta

**Valori SQA-MA - Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua per alcune delle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità (Tab. 1/B e TAB 2/B, Allegati alla Parte III del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.)

Tab. 7 - Risultati delle analisi chimiche, fisiche e microbiologiche (monitoraggio Marzo 2023)

In base ai valori ottenuti dalle analisi chimico-fisiche e microbiologiche, si conferma lo stato ecologico del fiume, rimarcando il fatto che sia inquinato e in sofferenza.

	Sat. O2	N-NH4	N-NO3	P tot.	Media	LIMeco
IDRO_01	0	1	0,25	0	0,3125	Scarso
IDRO_02	0	1	0,25	0	0,3125	Scarso

Tab. 8 - Punteggi di cui alla Tab. 4.1.2/a – Allegati alla Parte III del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. (monitoraggio Marzo 2023)

9. ALLEGATI

- Rapporti di analisi del laboratorio Studiambiente Multianalitica Srl – ACCREDIA n. 1955L
- Rapporti di analisi del laboratorio Idrogeolab Srl – ACCREDIA n. 0431L (determinazione degli IPA)

In fede,

dott. Giuseppe Porcheddu



A circular professional stamp from the Ordine Nazionale dei Biologi Albo Professionale. The stamp contains the text: "DOTTORE GIUSEPPE PORCHEDDU N. 038880". A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.

dott.ssa Elisabetta Bachis



A circular professional stamp from the Ordine Nazionale dei Biologi Albo Professionale. The stamp contains the text: "DOTTORE ELISABETTA BACHIS N. 055799 SEZ. A". A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.