



REGIONE TOSCANA

Giunta Regionale

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

DIGA DI LEVANE

PROGETTO DI SOPRALZO AI FINI DI LAMINAZIONE

PROGETTO DEFINITIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Marianna Bigiarini

GdL VIA

Coordinamento VIA

ENKI
INGEGNERIA

Ing. Andrea Mazzetti
Ing. Stefano Perilli

Componente suolo e sottosuolo

SINERGIA

progettazione e consulenza ambientale srls
Geol. Luca Gardone
Geol. Emanuele Montini

Componente paesaggio

FRANCHI+ASSOCIATI

Landscape and urban design

Arch. Gianfranco Franchi
Arch. Chiara Tesi

Componente ambiente

AMBIENTA

Monitoraggi Ambientali

erse
environment

Dott. Filippo Ferrantini

Componente acustica

Studio Poliedro
INGEGNERI ASSOCIATI

Ing. Massimiliano Galletti

Componente Flora, Fauna ed Ecosistemi

Biologo Marco Lucchesi

Studio Idraulico e idrologico

Settore Genio Civile Valdarno
Superiore
Ing. Michele Catella

Archeologia

Dott. Hermann Salvadori

CUP PROGETTO
D97B15000170003

OGGETTO ELABORATO

SIA 05

RELAZIONE TECNICA MONITORAGGIO ACQUE INTERNE

redatto	controllato	approvato	scala	emissione/revisione
MA	MA	MA	-	01
----	----	----	----	----
----	----	----	----	----
----	----	----	----	----

ELABORATO

SIA_05

relazione tecnica

Monitoraggio Acque Interne

oggetto: CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE INTERNE MEDIANTE APPLICAZIONE DEGLI INDICI STAR_ICMi E CARAVAGGIO IN AREE INTERESSATE DALLE LAVORAZIONI PER IL SOVRALZO DELLA DIGA DI LEVANE – MONTEVARCHI (FIUME ARNO)

proponente: Ambienta s.r.l.
v. Leopardi n. 31/C 52025 Montevarchi (AR)

sito: Comune: Montevarchi (AR), Terranuova Bracciolini (AR)
Località: Diga di Levane

attività: relazione tecnica: monitoraggio della qualità del corso d'acqua lungo le aree potenzialmente interferite dalle lavorazioni sul fiume Arno, comuni di Montevarchi (AR) e Terranuova Bracciolini (AR), mediante applicazione del sistema MacrOper e derivazione dell'indice STAR_ICMi (E.Q.B.: macroinvertebrati), e CARAVAGGIO (caratterizzazione degli habitat fluviali).

REV.	DATA	DESCRIZIONE/MODIFICHE	REDATTO	VERIFICATO
0	13/09/2022	Prima emissione	dott. Giacomo Grasseschi dott. Daniel Fontana	dott. Filippo Ferrantini

dott. Giacomo Grasseschi
n. AA_062637 Sez. A Ord. Nazionale Biologi

dott. Daniel Fontana.
n. AA_092009 Sez. A Ord. Nazionale Biologi

dott. Filippo Ferrantini Ph.D.
n. AA_066949 Sez. A Ord. Nazionale Biologi



INDICE

Sezione 1: Introduzione	3
Sezione 2: Attività e Tempistiche	3
Sezione 3: Materiali e Metodi	4
3.1: Sistema MacrOper e derivazione dell'indice STAR_ICMi	4
3.2: <i>Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydromorpholoGical cOndition</i> (CARAVAGGIO)	7
Sezione 4: Schede di Restituzione Dati.....	12
Sezione 5: Sintesi delle conclusioni analitiche.....	52
5.1: Stazioni Valle.....	52
5.2: Stazioni Monte.....	55
Bibliografia.....	59

Sezione 1: Introduzione

La presente sezione definisce le premesse metodologiche, le finalità e le tempistiche relative al monitoraggio della qualità delle acque superficiali del fiume Arno, potenzialmente interferite dalle lavorazioni relative al sovrizzo della diga di Levane sul territorio comunale di Montevarchi (AR) e Terranuova Bracciolini (AR), mediante applicazione del sistema MacrOper e derivazione dell'indice STAR_ICMi (elemento di qualità biologica indagato: macroinvertebrati bentonici), e applicazione del metodo CARAVAGGIO (caratterizzazione degli habitat fluviali). Si rimanda alla successiva sezione per la definizione delle modalità di rilevamento applicate.

Sezione 2: Attività e Tempistiche

Il monitoraggio in oggetto si è svolto in due sessioni: il 08/08/2022, per quanto riguarda i campionamenti necessari alla derivazione degli indici CARAVAGGIO e STAR_ICMi nel tratto di fiume guadabile a valle della diga; il 07/09/2022, per quanto riguarda il campionamento necessario alla derivazione dell'indice STAR_ICMi nel tratto di fiume non guadabile a monte della diga.

Il monitoraggio della componente “Acque Interne” per l'impianto in oggetto si è articolata nelle seguenti fasi:

- individuazione dei punti di monitoraggio presso le aree del fiume Arno potenzialmente interferite dalle lavorazioni; i punti sono stati preventivamente concordati con la committenza;
- esecuzione dei rilievi di campo e posizionamento dei substrati artificiali per la derivazione dell'indice STAR_ICMi nel tratto di fiume non guadabile;
- compilazione *in situ* delle schede di campo relative alle componenti indagate;
- (in laboratorio) preparazione ed analisi dei campioni biologici prelevati in campo (macroinvertebrati e materiale fotografico);
- elaborazione dei dati e redazione del *report* finale.

Le stazioni monitorate vengono indicate come LEV01V e LEV02V (per il tratto a valle della diga) e LEV01M e LEV02M (per il tratto a monte della diga: nell'applicazione del metodo CARAVAGGIO le due stazioni di valle e di monte sono rientrate rispettivamente nel transetto CAR Valle e CAR Monte), come concordato con la committenza.

Per la stazione, il piano analitico ha previsto:

- osservazione e caratterizzazione di massima del punto di rilievo;
- campionamento multi-habitat proporzionale come da metodica di cui alla relativa sezione (MacrOper);
- *sorting* e classificazione *in situ* del macrobenthos sino al rango tassonomico richiesto per la derivazione dell'indice STAR_ICMi;
- esecuzione dei transetti di rilevamento per la derivazione dell'indice CARAVAGGIO;
- (in laboratorio) calcolo delle metriche che compongono l'Indice STAR_ICMi mediante il programma MacrOper (versione 1.0.5), in licenza al tecnico responsabile dell'analisi dott. Filippo Ferrantini, AA_066949 Sez. A O.N.B, e determinazione del valore dell'indice riferito ai siti campionati;
- (in laboratorio) calcolo delle metriche che compongono l'Indice CARAVAGGIO mediante il programma CARAVAGGIOsoft ver.2.0, in licenza al tecnico responsabile dell'analisi dott. Giacomo Grasseschi, AA_062637 Sez. A O.N.B, e determinazione del valore dell'indice riferito ai siti campionati.

Le attività in oggetto sono state effettuate integralmente per tutte le stazioni in epigrafe.

Il campionamento dei macroinvertebrati bentonici è stato condotto in conformità alle metodiche dichiarate.

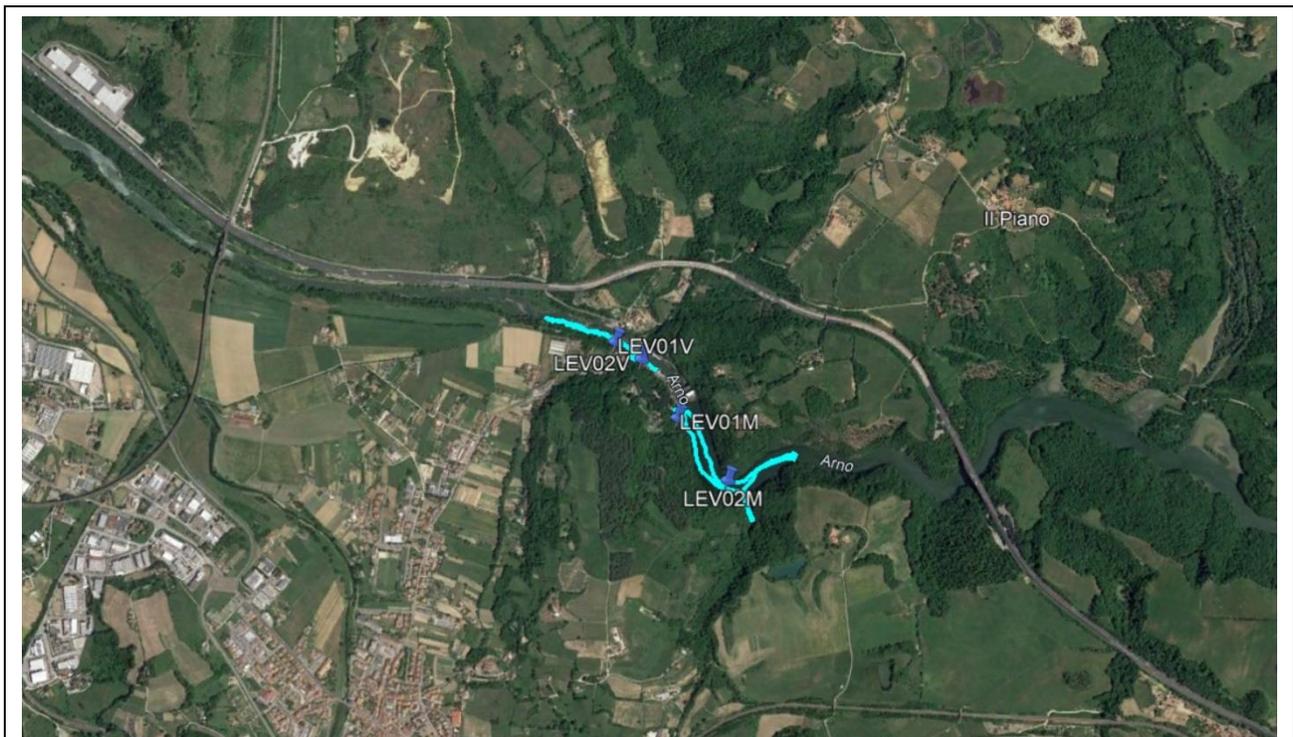


Figura 2.1: inquadramento territoriale dei punti di monitoraggio e dei transetti all'interno dei territori comunali di Montevarchi e Terranuova Bracciolini, provincia di Arezzo, per i quali il fiume rappresenta il limite dei rispettivi confini.

Sezione 3: Materiali e Metodi

Nella presente sezione sono esposti sinteticamente i dettagli metodologici relativi a ciascuna delle procedure di monitoraggio applicate nel presente studio.

3.1: Sistema MacrOper e derivazione dell'indice STAR_ICMi

Campionamento multi-habitat proporzionale

Il sistema di classificazione, denominato MacrOper, consente di derivare una classe di qualità per gli organismi macrobentonici, utile per la definizione dello Stato Ecologico. Il sistema MacrOper combina le informazioni relative ai seguenti elementi fondamentali:

- sistema tipologico nazionale (secondo il D.M. 131/2008);
- limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo;
- valori numerici di riferimento tipo specifici per sei metriche selezionate;
- calcolo dell'indice STAR_ICMi.

Inoltre, la corretta attribuzione ad una classe di qualità richiede che il campionamento della fauna macrobentonica sia effettuato secondo una tecnica multi-habitat proporzionale.

In sintesi, il sistema di classificazione MacrOper consente di ottenere:

- la classificazione di un corpo idrico fluviale secondo le richieste della normativa comunitaria in materia di acque (Direttiva 2000/60/CE, *Water Framework Directive* o WFD) ed il relativo recepimento nazionale;

- una classificazione direttamente confrontabile con quelle degli altri Paesi europei.
- la derivazione di informazioni aggiuntive relative alla comunità macrobentonica).

Nel presente lavoro, la metodologia di campionamento utilizzata è quella elaborata da Buffagni *et al.* (2007). Il prelievo quantitativo di macroinvertebrati viene effettuato su una superficie nota in maniera proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato.

Il campionamento prevede l'individuazione, nel tratto di corso d'acqua monitorato, della sequenza *riffle/pool* riconoscibile dalla presenza di due aree contigue con caratteristiche di turbolenza, profondità, granulometria del substrato e carattere deposizionale/erosionale diversi. L'area di *pool* è caratterizzata da minor turbolenza e substrato costituito principalmente da materiale meno grossolano rispetto all'area di *riffle*; si presenta spesso come un'area relativamente profonda. L'area di *riffle* è caratterizzata da turbolenza più elevata rispetto all'area di *pool* e da una granulometria del substrato di dimensioni maggiori rispetto alla *pool*, dalla minor profondità e dalla minor presenza di depositi di detrito organico (Buffagni *et al.* 2007).

In relazione al tipo fluviale, il campione biologico deve essere raccolto nella sola area di *pool* o nella sola area di *riffle*. Qualora fosse impossibile individuare la sequenza *riffle/pool*, il campionamento viene effettuato in un tratto definito generico.

Lo strumento utilizzato per il campionamento è un retino immanicato modificato. La superficie di campionamento è di 0,1m². Ogni campione prelevato è costituito da 10 repliche distribuite proporzionalmente tra i microhabitat e le tipologie di flusso, con una superficie totale di campionamento di 1m².

Le seguenti tabella riportano in sintesi le diverse tipologie di microhabitat e di tipologie di flusso campionabili.

Microhabitat minerali			Microhabitat biotici		
Microhabitat	Codice	Descrizione	Microhabitat	Codice	Descrizione
limo/argilla <6µm	ARG	Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine	alghe	AL	alghe unicellulari o pluricellulari
sabbia 6µm-2mm	SAB	Sabbia fine e grossolana	macrofite sommerse	SO	Parti sommerse di muschi e piante acquatiche (es. Fam. <i>Characeae</i>)
ghiaia 0,2-2cm	GHI	Ghiaia e sabbia molto grossolana	macrofite emergenti	EM	Parti emergenti di elofite quali <i>Typha</i> spp., <i>Carex</i> spp., <i>Phragmites</i> spp.
microlithal 2-6cm	MIC	Pietre piccole	parti vive di piante terrestri	TP	Parti sommerse di piante non necessariamente acquatiche (es. apparato radicale sommerso di piante riparie)
mesolithal 6-20cm	MES	Pietre di medie dimensioni	xylal/legno	XY	Rami, legno morto, radici
macrolithal 20-40cm	MAC	Pietre grossolane	CPOM	CP	Materiale organico grossolano, foglie, rametti
megalithal >40cm	MGL	Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie	FPOM	FP	Materiale organico fine
artificiale	ART	Calcestruzzo e tutti i substrati solidi non granulari immessi artificialmente nel fiume	film batterici, funghi e sapropel	BA	Biofilm di microrganismi aggregati o sedimenti a forte carico organico

igropetrico	IGR	Sottile strato d'acqua su substrato solido, spesso ricoperto da muschi			
-------------	-----	--	--	--	--

Tabella 3.1: lista e descrizione dei microhabitat minerali (Buffagni *et al.*2007)

Tipi di flusso		
Tipo di flusso	Codice	Descrizione
Asciutto/ <i>No flow</i>	DR	Assenza di acqua
Non percettibile/ <i>No perceptible flow</i>	NP	Assenza di movimento dell'acqua
Liscio/ <i>Smooth</i>	SM	Flusso laminare, con superficie dell'acqua priva di turbolenze
Incrispato/ <i>Rippled</i>	RP	La superficie dell'acqua mostra delle piccole increspature simmetriche, generalmente non più alte di un centimetro
<i>Unbroken standing waves</i>	UW	La superficie dell'acqua appare disturbata. Il fronte dell'onda non è rotto, anche se a volte le creste mostrano la presenza di schiuma bianca
<i>Broken standing waves</i>	BW	L'acqua sembra scorrere verso monte, contro corrente. Perché le onde possano essere definite "rotte" è necessario che ad esse siano associate creste bianche e disordinate
<i>Chute</i>	CH	L'acqua scorre aderente al substrato
<i>Upwelling</i>	UP	Questo flusso è caratterizzato da acqua che sembra in ebollizione con "bolle" che arrivano in superficie da porzioni più profonde di fiume
Flusso caotico/ <i>Chaotic flow*</i>	CF	È un misto dei flussi più veloci in cui nessuno è predominante
Cascata/ <i>Free fall*</i>	FF	L'acqua cade verticalmente, ed è visibilmente separata dal substrato sottostante

Tabella 3.2: lista dei tipi di flusso (Buffagni *et al.*2007). * i flussi caotico e cascata sono raramente dovrebbero essere evitati durante la raccolta di campioni biologici per attività di monitoraggio.

Per i fiumi non guadabili viene impiegato un metodo di tipo habitat-specifico che prevede la raccolta quantitativa di organismi bentonici che colonizzano substrati artificiali a lamelle, opportunamente posizionati nel sito in esame. In questo caso, il livello di identificazione richiesto, per tutti i tipi di monitoraggio della WFD, date le caratteristiche della tecnica di raccolta e il numero limitato di *taxa* rinvenibili, corrisponde a quello già in uso per l'Indice Biotico Esteso (IBE), con lievi approfondimenti per gli efemerotteri.

Calcolo dell'indice STAR_ICMi

L'indice STAR_ICMi (*STANDARDISATION OF RIVER CLASSIFICATIONS_INTERCALIBRATION COMMON METRIC INDEX*) consente di derivare una classe di qualità utilizzando gli organismi macrobentonici come indicatore, definendo lo stato ecologico della stazione in esame in conformità con quanto richiesto dalla Direttiva Acque (2000/60/CE). Le principali differenze rispetto ad altri indici basati ugualmente sul macrobenthos sono:

- il campionamento replicato in base alla rappresentatività delle diverse tipologie di microhabitat presenti;
- il conteggio di ogni unità sistematica rilevata in sostituzione della determinazione per presenza/assenza;
- il calcolo dell'indice derivato da sei metriche indipendenti opportunamente ponderate.

L'indice consente di derivare la classe di qualità ecologica della sezione in esame, declinata in cinque principali classi di qualità complessiva, corrispondenti ad altrettanti giudizi di qualità ecologica (elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo).

Nel caso di campionamento di fiumi non guadabili mediante posa di substrati artificiali, l'indice calcolato prende il nome di ISA (Indice Multimetrico Substrati Artificiali). Tale indice rappresenta la somma pesata dello STAR_ICMi [x 0.6] e del MTSeqr [MTS osservato/MTS riferimento] [x 0.4], quest'ultima derivante dalla metrica metrica MTS (*Mayfly Total Score*). Quest'ultima metrica calcola, per ogni stazione, la somma dei punteggi corrispondenti alle OU (Unità Operazionali, un livello che nella maggior parte dei casi corrisponde ai generi ricompresi nell'ordine Ephemeroptera, su cui è basata la tecnica) rinvenute: i punteggi assegnati per ciascuna OU variano da 1 per i *taxa* relativamente tolleranti o la cui presenza viene ritenuta probabile nelle più svariate condizioni ambientali, a 3 per le OU alle quali non è stato riconosciuto un particolare valore come indicatore (anche per problemi di ciclo biologico, ecologia, distribuzione, etc.), sino a 5 per le OU ritenute in grado, con la loro presenza, di indicare una condizione di relativa qualità dell'ambiente fluviale (da diversi punti di vista, ma in particolare in termini di habitat). Il punteggio è successivamente diviso per il valore atteso in condizioni di riferimento (DM 260/2010), e si ottiene così il rapporto di qualità ecologica (EQR) per questa metrica. Tuttavia, se il numero di famiglie di macroinvertebrati è inferiore a 4 al sito/campione è attribuito direttamente lo stato "cattivo" (con due asterischi), se tale numero è compreso tra 4 e 5 al sito/campione è attribuito direttamente lo stato "scarso" (con un asterisco).

Il calcolo delle metriche che compongono l'Indice STAR_ICMi (o ISA) è stato eseguito mediante il programma MacrOper (versione 1.0.5), in licenza al tecnico responsabile dell'analisi dott. Filippo Ferrantini, AA_066949 Sez. A O.N.B. In conformità con quanto sopra, in caso di utilizzo di substrati artificiali, l'algoritmo del software MacrOper.ICM prevede una variazione ai normali calcoli statistici, applicando in automatico un giudizio di cattivo se presenti meno di 4 famiglie, e un giudizio cattivo se presenti meno di 6 famiglie. I risultati delle singole indagini eseguite per le diverse stazioni (monte/valle) sulla medesima sezione sono stati posti a diretto confronto al fine di fornire un quadro unitario della qualità complessiva che sia facilmente confrontabile nelle fasi successive del monitoraggio.

3.2: *Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydromorphoGical cOndition* (CARAVAGGIO)

Il metodo CARAVAGGIO

Per la caratterizzazione idromorfologica e di habitat dei tratti fluviali è stato applicato il Metodo CARAVAGGIO (*Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydro-morphoGical cOndition*) che viene effettuato simultaneamente alla raccolta dei macroinvertebrati. Si tratta di un protocollo di raccolta dati che è stato sviluppato a partire da quello inglese, il *River Habitat Survey* (RHS) con l'obiettivo di fornire uno strumento utile ai fini della gestione fluviale e della conservazione degli habitat. Esso consente di ricavare differenti informazioni idonee per caratterizzare gli habitat fluviali secondo quanto richiesto dalla Direttiva Quadro sulle Acque (*Water Frame Directive*, WFD), prestandosi quindi come strumento efficace per la classificazione dello stato idromorfologico dei corpi idrici. Rispetto al metodo inglese, il CARAVAGGIO è comprensivo di alcuni adattamenti nella struttura del protocollo di rilevamento e di integrazioni riguardanti la descrizione delle caratteristiche di deposito/erosione, le dimensioni dell'alveo e delle sponde, l'estensione della vegetazione riparia, la pendenza delle sponde e la posizione dell'acqua nel canale.

Il metodo prevede la raccolta delle caratteristiche abiotiche (circa 1500 informazioni) lungo un tratto che si estende per 500m sull'asse longitudinale del fiume indagato. Quest'ultimo viene considerato idealmente distinto in tre zone principali: alveo, sponde e area perifluviale. Le informazioni relative alle tre zone fluviali vengono rilevate in una prima fase in corrispondenza di 10 transetti (*spot-checks*) situati a 50 metri di distanza l'uno dall'altro. In ogni *spot-check* si

registrano caratteristiche relative al canale (substrati, tipi di flusso, tipi di vegetazione, larghezza del canale principale e/o secondario, modificazioni dell'alveo), agli attributi fisici delle sponde (estensione, modifiche della sponda, caratteristiche di erosione/deposito) e all'uso del territorio alla sommità della sponda (naturale, agricolo o urbano). Alcune di queste vengono osservate nel transetto come informazioni puntuali (su una superficie di 1m di lato) mentre altre come informazioni areali (su una superficie di lato 10m).

Il metodo prevede, in seconda fase, la rilevazione complessiva delle caratteristiche lungo l'intero tratto fluviale considerato (*sweep-up*). In questa sezione possono essere determinate, ad esempio, l'uso del suolo in 50m dalla sommità della sponda e sulla sponda, il profilo delle sponde, la copertura arborea e le caratteristiche ad esse associate come l'ombreggiatura dell'alveo e la vegetazione arborea sulle sponde. Nello *sweep-up* il metodo prevede che venga osservata l'estensione per le variabili sopra citate e registrata su scheda come "presente" (se è presente per meno del 33% dell'intera lunghezza del tratto), "estensivo" (se è presente per almeno il 33%) e "whole" (se presente per l'intera lunghezza del tratto). Tutte le caratteristiche vengono registrate in una scheda di campo con l'ausilio di una chiave applicativa divisa in sezioni (dalla A alla R) e comprensiva di tutte le informazioni che devono essere osservate.

Tutte le informazioni raccolte possono essere archiviate nel *software* CARAVAGGIOsoft, il quale consente il calcolo di indicatori che sintetizzano le informazioni raccolte. Attraverso il *software* è possibile calcolare alcuni descrittori, derivati dai dati raccolti mediante il metodo CARAVAGGIO:

- HMS (*Habitat Modification Score*)
- HQA (*Habitat Quality Assessment*)
- LUlcara (*Land Use Index CARAVAGGIO*)
- IQH (Indice di Qualità dell'Habitat)
- LRD (*Lentic-lotic River Descriptor*)

HMS

L'*Habitat Modification Score* è un indice che consente la quantificazione delle alterazioni morfologiche di un fiume dovute alla presenza di elementi artificiali (ad esempio rinforzi e rizezionamenti del canale e delle sponde, opere trasversali). Il suo valore deriva dalla somma dei punteggi (da 1 a 10) attribuiti alle diverse caratteristiche di alterazione in relazione al grado di impatto che si suppone possano determinare sugli habitat. Punteggi elevati corrispondono ad impatti maggiori. Siti che non presentano alcuna forma di alterazione avranno quindi punteggio uguale a 0. La somma dei punteggi restituisce un valore che corrisponde al valore di HMS per quel tratto fluviale. A valori elevati di HMS corrispondono alterazioni morfologiche severe. L'indice HMS è indipendente dal tipo fluviale, per cui può essere utilizzato per descrivere e confrontare l'artificializzazione della struttura fisica di corsi d'acqua di tipo diverso.

EQR HMS	Range di punteggio HMS	Range in 100-HMS	Stato di qualità
≥0,94	0-6	94-100	Elevato
≥0,82	7-18	82-93	Buono
≥0,58	19-42	58-81	Moderato
≥0,28	43-72	28-57	Scarso
<0,28	≥73	≤27	Cattivo

Tabella 3.3: classi di qualità secondo l'indice HMS.

HQA

L'*Habitat Quality Assessment* è un indice che permette di misurare la diversificazione e la naturalità di un sito fluviale in termini di habitat. E' ottenuto dalla somma dei punteggi dati alle singole caratteristiche rilevate nel canale e nelle sponde (ad esempio il numero dei tipi di flusso, la diversificazione dei substrati, la struttura della fascia riparia). Elevati valori dell'indice corrispondono quindi ad una maggiore naturalità del fiume e diversificazione degli habitat, pur considerando che anche in condizioni naturali si possono registrare bassi valori dell'HQA (ad esempio in siti con portata limitata).

Punteggio HQA	Livello di diversificazione dell'habitat
≥64	Estremamente diversificato
51-63	Molto diversificato
38-50	Mediamente diversificato
25-37	Scarsamente diversificato
≤24	Molto poco diversificato

Tabella 3.4: livello di diversificazione degli habitat fluviali secondo il valore di HQA.

Qualora si voglia utilizzare l'indice HQA per esprimere dei giudizi sullo stato degli habitat, bisogna rapportarsi ai diversi tipi di corso d'acqua esistenti sul territorio nazionale, poiché la diversificazione di habitat attesa non è la medesima per tutti i fiumi. Al momento sono stati definiti differenti limiti di classe per 6 diversi macrotipi fluviali: Alpi, Appennino, Appennino poco diversificato, Fiumi temporanei mediterranei, Piccoli fiumi di pianura e Altri fiumi.

EQR HQA	Punteggio HQA	Stato di qualità
≥0,84	≥47	Elevato
≥0,63	38-46	Buono
≥0,42	29-37	Moderato
≥0,21	20-28	Scarso
<0,21	≤19	Cattivo

Tabella 3.5: classi di qualità dell'indice HQA per le Alpi

EQR HQA	Punteggio HQA	Stato di qualità
≥0,91	≥59	Elevato
≥0,68	47-58	Buono
≥0,45	35-46	Moderato
≥0,23	23-34	Scarso
<0,23	≤22	Cattivo

Tabella 3.6: classi di qualità dell'indice HQA per l'Appennino

EQR HQA	Punteggio HQA	Stato di qualità
---------	---------------	------------------

≥0,88	≥47	Elevato
≥0,66	38-46	Buono
≥0,44	29-37	Moderato
≥0,22	20-28	Scarso
<0,22	≤19	Cattivo

Tabella 3.7: classi di qualità dell'indice HQA per l'Appennino poco diversificato

EQR HQA	Punteggio HQA	Stato di qualità
≥0,66	≥42	Elevato
≥0,49	34-41	Buono
≥0,32	26-33	Moderato
≥0,15	18-25	Scarso
<0,15	≤17	Cattivo

Tabella 3.8: classi di qualità dell'indice HQA per fiumi mediterranei temporanei

EQR HQA	Punteggio HQA	Stato di qualità
≥0,69	≥42	Elevato
≥0,51	34-41	Buono
≥0,33	26-33	Moderato
≥0,16	18-25	Scarso
<0,16	≤17	Cattivo

Tabella 3.9: classi di qualità dell'indice HQA per piccoli fiumi di pianura

EQR HQA	Punteggio HQA	Stato di qualità
≥0,78	≥47	Elevato
≥0,59	38-46	Buono
≥0,39	29-37	Moderato
≥0,20	20-28	Scarso
<0,20	≤19	Cattivo

Tabella 3.10: classi di qualità dell'indice HQA per altri fiumi

LUlcara

L'indice consente di quantificare gli usi del territorio a livello di tratto fluviale, presupposto fondamentale nell'implementazione della WFD che richiede vengano identificati gli impatti o le pressioni antropiche che insistono sui corpi idrici, legati principalmente all'utilizzo del suolo di tipo urbano ed agricolo. Alcune delle caratteristiche registrate

con il CARAVAGGIO riguardano informazioni legate all'uso del suolo. Per il calcolo l'indice considera caratteristiche registrate a livello di *spot-check* e *sweep-up*; nel primo caso si considerano le caratteristiche a 5 m dalla sommità della sponda e le caratteristiche della sponda stessa (estensione, altezza), mentre nel secondo caso si considera l'uso del suolo sulla sponda ed entro i 50 m dalla sua sommità e la presenza di linee di aratura dei campi trasversali al corpo idrico. Gli usi del territorio sono di tipo Agricolo, Urbano o Naturale e ad ognuno viene attribuito un punteggio.

L'indice originariamente prevede un'attribuzione dei punti in funzione del grado di impatto che si presuppone gli usi abbiano sulle comunità biologiche. Quindi valori crescenti vengono assegnati ad usi più impattanti. L'indice considera 4 componenti differenziate per sponda destra e sinistra:

- LUIsc: l'uso del suolo nei 5 m dalla sommità a livello di *spot-check*;
- LUItop: è il risultato della somma delle caratteristiche rilevate, a livello di *sweep-up*, nei 50 m della sommità delle sponde;
- LUIface: è relativo agli usi del territorio rilevati sulla sponda a livello di *sweep-up*;
- LUIbank: questa componente è relativa ai profili della riva registrati a livello di *sweep-up*, considerando arginature (addossate o arretrate).

Il valore finale dell'indice LUIcara si ottiene dalla somma di queste componenti opportunamente ponderate. L'indice può assumere valori da 0 a 39,2. Valori uguali allo zero indicano un uso del suolo totalmente naturale mentre quelli prossimi a 39,2 evidenziano una totale artificializzazione delle sponde e dell'alveo del sito, inserito in contesti urbano o industriale.

EQR LUIcara	Range di punteggio LUIcara	Stato di qualità
≥0,95	0-2	Elevato
≥0,81	2,01-7,5	Buono
≥0,62	7,51-15	Moderato
≥0,23	15,01-30	Scarso
<0,23	≥30	Cattivo

Tabella 3.111: classi di qualità dell'indice LUIcara

IQH

Gli indici HMS, HQA e LUIcara, opportunamente mediati, definiscono l'IQH. Tale indice consente la classificazione dello stato di qualità degli habitat assumendo valori tra 1 e 0, dove ad elevati valori corrispondono migliori condizioni di habitat. Esso è previsto obbligatoriamente dal D.M., 260/2010 per la validazione dei siti di riferimento, mediante il quale si richiede la discriminazione tra lo stato elevato e non elevato per due macrocategorie di tipi fluviali.

EQR IQH	Stato di qualità
≥0,81	Elevato
≥0,61	Buono
≥0,41	Moderato
≥0,21	Scarso
<21	Cattivo

Tabella 3.122: livello di diversificazione degli habitat fluviali secondo il valore di IQH per fiumi temporanei e per fiumi di pianura piccoli e molto piccoli.

EQR IQH	Stato di qualità
≥0,90	Elevato
≥0,67	Buono
≥0,44	Moderato
≥0,21	Scarso
<21	Cattivo

Tabella 3.13: livello di diversificazione degli habitat fluviali secondo il valore di IQH per tutti gli altri macrotipi fluviali.

LRD

Il descrittore LRD consente la quantificazione del carattere lentico-lotico degli habitat acquatici. Per il calcolo vengono considerate una serie di caratteristiche degli habitat fluviali registrate sia a livello di *spot-check* che a livello di *sweep-up*, nel canale primario e secondario del tratto di fiume investigato. Queste sono relative alla presenza e diversità dei tipi di flusso, di substrato, alla vegetazione presente in alveo, al detrito organico e alle strutture artificiali, tutte raccolte con il metodo CARAVAGGIO. Ad ognuna delle caratteristiche viene attribuito un punteggio negativo o positivo sulla base dell'informazione che racchiude, di tipo lotico nel primo caso e lentico nel secondo. Le caratteristiche di tipo naturale vengono calcolate separatamente dalle artificiali e distinte per il canale primario e secondario. Il descrittore assume valori che possono variare da -75, identificando zone estremamente lotiche, a +100, zone estremamente lentiche.

Classe	Valore	Nome
1+	<-50	Estremamente lotico
1	<-30	Molto lotico
2	<-10	Lotico
3	<10	Intermedio
4	<30	Lentico
5	<50	Molto lentico
5+	≥50	Estremamente lentico

Tabella 3.14: classi del descrittore LRD.

Sezione 4: Schede di Restituzione Dati

La seguente sezione comprende le schede di restituzione dei dati analitici derivati da ciascuna delle stazioni monitorate. I singoli protocolli analitici sono trattati separatamente: le conclusioni complessive sono riportate all'apposita sezione, al termine del presente documento.

Stazione di Rilevamento	Levane Valle (LEV01V, LEV02V, CAR Valle)
Componente Ambientale	Fiume collinare

Localizzazione/Caratterizzazione dell'Areale di Monitoraggio

Sito di Monitoraggio	Fiume Arno
Comune di Appartenenza	Comuni di Montevarchi e Terranuova Bracciolini, provincia di Arezzo
Elementi Antropico-Insediativi	Diga di Levane, ponte stradale, insediamenti sparsi

Descrizione del Sito

Il sito in oggetto (Levane Valle) si colloca lungo il corso del fiume Arno (241Km con un bacino di 8228km²) subito a valle della diga di Levane. Il tratto indagato appare fortemente modificato nelle immediate vicinanze della diga, con sponde e briglie in cemento, mentre risulta più naturaliforme, con sponde caratterizzate da una formazione arboreo-arbustiva relativamente continuativa, man mano che ci si allontana da questa. L'alveo si presenta grosso modo rettilineo, caratterizzato da una successione di elementi idromorfologici (*riffle-pool*) non sempre ben identificabili e substrato principalmente sassoso con presenza di elementi rocciosi di dimensioni medio-grandi. A monte del ponte di via Arno si innesta l'affluente torrente Caprenne. La vegetazione in alveo è caratterizzata principalmente da macrofite galleggianti sia radicate che liberamente flottanti, nonché da alghe filamentose. Il territorio circostante è destinato prevalentemente ad uso agricolo, con presenza di piccoli insediamenti soprattutto a monte della sponda sinistra. Il sito è facilmente raggiungibile da via Arno e poi via dell'Acquaborra.



Sito Levane Valle – Aspetto del sito, vista verso monte. Si può notare la diga sullo sfondo e come le sponde siano state rinforzate in cemento nel tratto di valle più prossimo allo sbarramento.



Sito Levane Valle – A sinistra: ortofoto dell'area indagata, in cui si può notare la fascia vegetata perifluviale immersa in una matrice agricolo-forestale e parzialmente urbanizzata. A destra: ingrandimento maggiore, in cui si vede più chiaramente la sezione dell'alveo e i punti del monitoraggio dei macroinvertebrati (in blu) e il transetto battuto per il CARAVAGGIO (in azzurro). La freccia indica il senso di scorrimento della corrente.

Indagine: STAR_ICMi	Corpo idrico	Fiume Arno
	Bacino fluviale di riferimento	Arno
Localizzazione della stazione	Codice stazione	<u>LEV01V</u>
	Ambiente	Fiume collinare
	Coordinate	43°30'44.71"N
		11°37'49.18"E
	Regione	Toscana
Comune	Montevarchi	
Parametri ambientali	Lunghezza corpo idrico	241Km
	Distanza dalla sorgente	75-150Km
	Superficie bacino	8228Km ²
	Corpi idrici recettori	Mar Tirreno
	Quota s.l.m.	143m
	Condizioni meteo al momento del rilievo	Coperto



Sito Levane Valle – Inquadramento territoriale del punto di monitoraggio campionato per la derivazione dell'indice STAR_ICMi. La freccia indica il verso di deflusso osservabile al momento del rilievo. Il punto di campionamento si colloca nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento di Ponte dell'Acquaborra.

Parametri di campo	Campionamento								
	Letto del fiume:	visibile	<input type="checkbox"/>	in parte	<input checked="" type="checkbox"/>	poco o nulla	<input type="checkbox"/>		
	Sequenza riffle/pool	riconoscibile	<input checked="" type="checkbox"/>	in parte	<input type="checkbox"/>	per niente	<input type="checkbox"/>		
	Raccolta 10 repliche	riffle	<input type="checkbox"/>	pool	<input checked="" type="checkbox"/>	generico	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>
	Raccolta 4 repliche	riffle	<input type="checkbox"/>	pool	<input type="checkbox"/>	generico	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>
	Tipo di retino	retino immanicato		Area	1m ²	<input type="checkbox"/>	0,5m ²	<input checked="" type="checkbox"/>	

	Altri protocolli biol.	EPI-D/ICMi_D	<input type="checkbox"/>	IBMR	<input type="checkbox"/>	(N)ISECI	<input type="checkbox"/>
	Indagini di supporto	LIM/SECA	<input type="checkbox"/>	IFF/IQM	<input type="checkbox"/>	altro	X
	Parametri chimico-fisici (08/08/2022)	O ₂	mg/l	5,57	Temp.	°C	27,02
		O ₂	%DO	71,1%	Cond.	µs/cm	443
pH		/	7,47	C/ass	µs/cm A	460	
Campionamento multi-habitat proporzionale	Microhabitat minerali - numero di repliche e tipo di flusso						
	limo-argilla <6µ	/		macrolithal 20-40cm	3	RP	
	sabbia 6µm-12mm	/		megalithal >40cm	2	RP	
	ghiaia >0,2-2cm	/		artificiale	/		
	microlithal 2-6cm	1	RP	igropetrico	/		
	mesolithal 6-20cm	2	RP				
	Microhabitat biotici - numero di repliche e tipo di flusso						
	alghe	/		xylal/legno	/		
	macrofite sommerse	1	RP	CPOM	/		
	macrofite emergenti	1	RP	FPOM	/		
parti vive di piante terrestri	/		film batterici, funghi, sapropel	/			
Descrizione del corpo idrico	<p>Il corpo idrico in esame consiste nel tratto del fiume Arno ricompreso fra lo sbarramento della diga di Levane (a monte) e l'attraversamento carrabile del ponte dell'Acquaborra (a valle); nel dettaglio, il punto di campionamento (LEV01) è posizionato nel tratto immediatamente a monte di quest'ultimo. Il fiume, nella zona di indagine (Valdarno superiore), presenta decorso ritrale e aspetto torrentizio, anche in ragione della portata ridotta a causa della presenza della diga; l'alveo appare comunque naturaliforme e relativamente diversificato a livello morfologico. Il tratto monitorato presenta una sezione molto larga, con vegetazione spondale arborea piuttosto continua ma di limitato spessore, fascia erbacea igrofila ridotta e substrato minerale presente in varie pezzature, con conseguenti frequenti variazioni della profondità lungo la sezione (la profondità media è comunque inferiore al metro). Nel tratto campionato i microhabitat minerali si presentano costantemente ricoperti di limo e materiale biotico (feltri algali e alghe filamentose, alternati a ciuffi di macrofite acquatiche anche piuttosto estese).</p> <p>La larghezza dell'alveo bagnato al momento del rilievo è di circa 35m, a fronte di una larghezza stimata dell'alveo di piena di circa 70m. Il campionamento è stato effettuato in stagione di magra: si sottolinea tuttavia come la portata per il tratto in questione sia condizionata dal regime di rilascio della diga a monte.</p> <p>La velocità della corrente è risultata media, con flusso laminare e limitata turbolenza nei tratti presso gli affioramenti rocciosi di maggiori dimensioni; è possibile individuare una sequenza <i>riffle-pool</i>, sebbene ad andamento non regolare e determinata soprattutto dai frequenti cambi di profondità dell'alveo, anche nella medesima sezione.</p> <p>L'altezza media dell'acqua nel punto di prelievo è risultata di 60cm, a fronte di una altezza massima lungo il transetto superiore al metro: come detto, tali differenze sono da ascrivere all'irregolarità del substrato lungo la sezione.</p> <p>La vegetazione acquatica è caratterizzata prevalentemente da macrofite sommerse ed emergenti; uno spesso strato perfitico, accompagnato da limo, ricopre la maggior parte dei substrati litici.</p> <p>La vegetazione riparia lungo il tratto monitorato consiste in vegetazione arboreo-arbustiva a prevalente carattere igrofilo, formante una fascia perfluviale continua ma poco ampia a causa dell'antropizzazione delle aree a monte. Lo strato erbaceo è quasi assente, a causa dell'elevato ombreggiamento lungo le parti alberate: sono presenti alcune essenze igrofile, accompagnate da altre maggiormente opportuniste, nelle parti in secca dell'alveo.</p> <p>In destra idrografica, la sponda è seguita dopo la fascia di vegetazione ripariale dai nuclei abitativi in loc. Valle d'Inferno, i quali risultano separati dal contesto fluviale da un muraglione di contenimento, lungo il quale sono visibili alcune aperture di scarico di natura non identificata. Oltre questi è presente il tracciato della strada comunale di Nave dell'Inferno.</p> <p>In sinistra idrografica, la sponda, naturale, è seguita, dopo la fascia di vegetazione ripariale, da nuclei abitati sparsi e dall'area boscata presso la località di Levane.</p>						



Sito Levane Valle – Panoramica del sito di campionamento verso valle: è visibile il ponte Acquaborra a valle del sito di prelievo. La sezione, piuttosto estesa, si caratterizza per un substrato minerale a granulometria eterogenea parzialmente colonizzato da macrofite acquatiche.



Sito Levane Valle – Panoramica del sito di campionamento verso monte: sullo sfondo si notano le strutture della diga di Levane. È possibile osservare l'andamento irregolare dell'alveo, che si restringe progressivamente verso monte, dove il flusso diventa maggiormente caotico a causa della maggiore eterogeneità del substrato.



Sito Levane Valle – Dettaglio del substrato. A sinistra: substrato minerale ricoperto di limo e abbondantemente colonizzato da perifiton. A destra: la medesima condizione si riscontra lungo l'intera sezione (qui ripresa durante le operazioni di campionamento)

Derivazione Indice STAR_ICMi

abbondanza per famiglie (n. individui per tutte le repliche)												
BAETIDAE	BYTHINIDAE	CHIRONOMIDAE	COENAGRIONIDAE	DUGESIIDAE	GAMMARIDAE	HALIPTIDAE	HYDRACARINA	HYDROPSYCHIDAE	HYDROPTILIDAE	LYMNAEIDAE	NEMERTINI	PHYSIDAE
30	2	23	1	4	7	1	12	32	5	4	1	1
sito di riferimento												
caratterizzazione standard						valori metriche						
HER	11					ASPT	6,906					
area	Toscana					Log10(SelePTD+1)	2,410					
sorgente	75-150km					1-GOLD	0,770					
codice tipo	11SS3					Nfam_TOT	35					
macrotipo	IC: R-M4					Nfam_EPT	14					
riferimento	C_28					H'fam	2,834					
						STAR-ICMi	0,994					
calcolo dell'indice												
giudizio	elevato	buono	sufficiente	scarso	cattivo							
intervallo	1÷0,940	0,940÷0,700	0,700÷0,470	0,470÷0,240	0,240÷0							
valore (MacrOper 1.0.5)				0,367								

<p>Giudizio sintetico</p>	
<p>Note alla procedura</p>	<p>I rilievi sono stati effettuati durante la stagione estiva. Le repliche campionarie sono state allocate lungo l'intera sezione dell'alveo. Il campionamento è stato effettuato conformemente alla procedura in ogni sua parte.</p> <p><u>Nota:</u> relativamente alla classificazione della stazione, questa coincide quasi perfettamente con la stazione id. MAS-105 ("Arno – Ponte Acquaborra") prevista dal piano di Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali Interne (ARPAT). La banca dati MAS (SIRA) individua per la stazione MAS-105 il riferimento M3 11SS5N, inusuale per i fiumi della idroecoregione in predicato (nessun fiume presenta tale tipizzazione ai sensi della Delibera G.R. n. 939/2009 relativa alla classificazione dei corpi idrici regionali: il tratto superiore dell'Arno ricade nella tipologia 11SS3N). Inoltre, la medesima banca dati (SIRA) non riporta alcuna classificazione dello stato ecologico della stazione MAS-105 relativamente al parametro in esame (STAR_ICMi - EQB: macroinvertebrati bentonici), limitandosi a riportare lo stato ecologico di "buono" ottenuto nel 2009. Pertanto, non essendo comunque possibile garantire la confrontabilità del dato con le caratterizzazioni già effettuate dall'Agenzia Regionale per la stazione in esame, nel presente lavoro è utilizzato come <i>standard</i> il riferimento riportato in delibera regionale relativamente al Valdarno aretino (11SS3) anziché quello della banca dati MAS.</p>
<p>Commenti alle misure</p>	<p>Il tratto di fiume campionato presenta alveo naturale, caratterizzato da substrato minerale ciottoloso variamente colonizzato da macrofite emergenti e sommerse: si segnala la presenza di limo e di un consistente feltro algale su gran parte di tali substrati. La profondità è variabile lungo la sezione in relazione alla difformità del substrato minerale, comunque piuttosto alta (circa mezzo metro in media); la corrente è di media intensità. Le sponde sono vegetate, tuttavia la larghezza della sezione impedisce l'ombreggiamento della parte centrale. L'acqua appare relativamente trasparente, benché la presenza di particelle di limo in sospensione non ne renda sempre visibile il fondo. Nel complesso, le condizioni ambientali riscontrate risultano adeguate ad ospitare gran parte dei <i>taxa</i> a sensibilità medio-alta, con la possibile eccezione dei gruppi specializzati per contesti ritrali di ruscello o torrente quali alcuni plecoteri.</p>
<p>Sito Levane Valle – A sinistra e a destra: dettaglio della procedura di campionamento lungo la sezione in indagine.</p>	



Sito Levane Valle – A sinistra: allestimento della stazione per l'analisi sul campo dei macroinvertebrati bentonici. A destra: dettaglio della larva di un odonato appartenente al genere *Ischnura* (fam. Cordulegasteridae). La presenza di tale gruppo è favorita dalle macrofite in alveo.



Sito Levane Valle – Dettaglio del popolamento macrobentonico. A sinistra: larve di tricottero idropsichide (a sinistra, in basso) assieme ad una ninfa di efemerottero appartenente al genere *Cloeon* (fam. Baetidae); la sensibilità ecologica di entrambi i *taxa* risulta media. A destra: un nemertino (al centro) reperito durante l'analisi.

Indagine: STAR_ICMi	Corpo idrico	Fiume Arno
	Bacino fluviale di riferimento	Arno
Localizzazione della stazione	Codice stazione	<u>LEV02V</u>
	Ambiente	Fiume collinare
	Coordinate	43°30'42.51"N
		11°37'53.79"E
	Regione	Toscana
Comune	Montevarchi	
Parametri ambientali	Lunghezza corpo idrico	241Km
	Distanza dalla sorgente	75-150Km
	Superficie bacino	8228Km ²
	Corpi idrici recettori	Mar Tirreno
	Quota s.l.m.	143m
	Condizioni meteo al momento del rilievo	Coperto



Sito Levane Valle – Inquadramento territoriale del punto di monitoraggio campionato per la derivazione dell'indice STAR_ICMi. La freccia indica il verso di deflusso osservabile al momento del rilievo. Il punto di campionamento si colloca nel tratto a monte dell'attraversamento di Ponte dell'Acquaborra.

Parametri di campo	Campionamento								
	Letto del fiume:	visibile	<input type="checkbox"/>	in parte	<input checked="" type="checkbox"/>	poco o nulla	<input type="checkbox"/>		
	Sequenza riffle/pool	riconoscibile	<input type="checkbox"/>	in parte	<input type="checkbox"/>	per niente	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Raccolta 10 repliche	riffle	<input type="checkbox"/>	pool	<input checked="" type="checkbox"/>	generico	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>
	Raccolta 4 repliche	riffle	<input type="checkbox"/>	pool	<input type="checkbox"/>	generico	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>
Tipo di retino	retino immanicato		Area	1m ²	<input type="checkbox"/>	0,5m ²	<input checked="" type="checkbox"/>		

	Altri protocolli biol.	EPI-D/ICMi_D	<input type="checkbox"/>	IBMR	<input type="checkbox"/>	(N)ISECI	<input type="checkbox"/>
	Indagini di supporto	LIM/SECA	<input type="checkbox"/>	IFF/IQM	<input type="checkbox"/>	altro	X
	Parametri chimico-fisici (08/08/2022)	O ₂	mg/l	5,25	Temp.	°C	27,66
		O ₂	%DO	67,8%	Cond.	µs/cm	442
pH		/	7,20	C/ass	µs/cm A	464	

Campionamento multi-habitat proporzionale	Microhabitat minerali - numero di repliche e tipo di flusso					
	limo-argilla <6µ	/		macrolithal 20-40cm	/	
	sabbia 6µm-12mm	/		megalithal >40cm	5	RP
	ghiaia >0,2-2cm	/		artificiale	/	
	microlithal 2-6cm	/		igropetrico	/	
	mesolithal 6-20cm	/				
	Microhabitat biotici - numero di repliche e tipo di flusso					
	alghe	/		xylal/legno	/	
	macrofite sommerse	2	RP	CPOM	/	
	macrofite emergenti	1	RP	FPOM	/	
	parti vive di piante terrestri	2	RP	film batterici, funghi, sapropel	/	

Descrizione del corpo idrico	<p>Il corpo idrico in esame consiste nel tratto del fiume Arno ricompreso fra lo sbarramento della diga di Levane (a monte) e l'attraversamento carrabile del ponte dell'Acquaborra (a valle); nel dettaglio, il punto di campionamento (LEV02) è posizionato nel tratto ricompreso fra quest'ultimo e la diga. Il fiume, nella zona di indagine (Valdarno superiore), presenta decorso ritrale e aspetto torrentizio, anche in ragione della portata ridotta a causa della presenza della diga; l'alveo appare comunque naturaliforme e relativamente diversificato a livello morfologico. Il tratto monitorato presenta una sezione relativamente larga, con vegetazione spondale arborea piuttosto continua ma di limitato spessore, fascia erbacea igrofila ridotta e substrato minerale presente in varie pezzature, con conseguenti frequenti variazioni della profondità lungo la sezione (la profondità media è comunque inferiore al metro). Nel tratto campionato i microhabitat minerali si presentano costantemente ricoperti di limo e materiale biotico (feltri algali e alghe filamentose, alternati a ciuffi di macrofite acquatiche anche piuttosto estese).</p> <p>La larghezza dell'alveo bagnato al momento del rilievo è di circa 30m, a fronte di una larghezza stimata dell'alveo di piena di circa 70m. Il campionamento è stato effettuato in stagione di magra: si sottolinea tuttavia come la portata per il tratto in questione sia condizionata dal regime di rilascio della diga a monte.</p> <p>La velocità della corrente è risultata media nella parte centrale della sezione, mentre è scarsa o nulla presso la sponda destra, dove si ha un notevole accumulo di sedimento fine e biofilm organico. Non risulta possibile individuare una sequenza <i>riffle-pool</i> ben definita, sebbene i frequenti cambi di profondità dell'alveo determinino un discreto dinamismo.</p> <p>L'altezza media dell'acqua nel punto di prelievo è risultata di 65cm, a fronte di una altezza massima lungo il transetto superiore al metro: come detto, tali differenze sono da ascrivere all'irregolarità del substrato lungo la sezione.</p> <p>La vegetazione acquatica è caratterizzata prevalentemente da macrofite sommerse ed emergenti; uno spesso strato peritifto, accompagnato da limo, ricopre la maggior parte dei substrati litici.</p> <p>La vegetazione riparia lungo il tratto monitorato consiste in vegetazione arboreo-arbustiva a prevalente carattere igrofilo, formante una fascia perifluviale continua ma poco ampia a causa dell'antropizzazione delle aree a monte. Lo strato erbaceo è quasi assente, a causa dell'elevato ombreggiamento lungo le parti alberate: sono presenti alcune essenze igrofile, accompagnate da altre maggiormente opportuniste, nelle parti in secca dell'alveo.</p> <p>In destra idrografica, la sponda, artificializzata a scopo di protezione, è seguita, dopo la fascia di vegetazione ripariale, da nuclei abitati sparsi e dall'area boscata che decorre sul rilievo collinare a partire dall'abitato in loc. Valle dell'Inferno.</p> <p>In sinistra idrografica, la sponda, naturale, è seguita, dopo la fascia di vegetazione ripariale, da nuclei abitati sparsi e dall'area boscata presso la località di Levane.</p>
------------------------------	--



Sito Levane Valle – Panoramica del sito di campionamento ripresa dalla sponda sinistra: la sponda opposta è caratterizzata dalle opere spondali di rinforzo a protezione del nucleo abitato in loc. Valle dell'Inferno (a sinistra, in secondo piano).



Sito Levane Valle – Panoramica del sito di campionamento verso monte: sullo sfondo si notano le strutture della diga di Levane.



Sito Levane Valle – Panoramica del sito di campionamento verso valle: si nota il nucleo abitato in sponda destra e, a valle di questo, il ponte Acquaborra.



Sito Levane Valle – Dettaglio dell'alveo. A sinistra: il tratto fluviale campionato presenta alcune parti a basso idrodinamismo, caratterizzate da notevole profondità, in cui è possibile notare un forte accumulo di sedimenti e film perfitico consistente. A destra: dettaglio del medesimo tratto, parzialmente colonizzato da macrofite.



Sito Levane Valle – Dettaglio dell'alveo. A sinistra: substrato minerale ricoperto di limo e abbondantemente colonizzato da perifiton in un'area a basso idrodinamismo. A destra: la medesima condizione si riscontra lungo altri tratti della sezione in indagine.

Derivazione Indice STAR_ICMi

abbondanza per famiglie (n. individui per tutte le repliche)																
BAETIDAE	BYTHINIDAE	CAENIDAE	CHIRONOMIIDAE	COENAGRIONIDAE	DUGESIIDAE	GAMMARIDAE	GERRIDAE	GYRINIDAE	HALPLIIDAE	HYDRACARINA	HYDROPSYCHIDAE	HYDROPTILIDAE	LYMNAEIDAE	NEMERTINI	PALAEONIDAE	PHYSIDAE
5	6	6	38	9	10	10	2	2	1	68	2	4	7	1	1	12
sito di riferimento																
caratterizzazione standard						valori metriche										
HER	11					ASPT	6,906									
area	Toscana					Log10(SelEPTD+1)	2,410									
sorgente	75-150km					1-GOLD	0,770									
codice tipo	11SS3					Nfam_TOT	35									
macrotipo	IC: R-M4					Nfam_EPT	14									
riferimento	C_28					H'fam	2,834									

	<table border="1"> <tr> <td colspan="5"></td> <td style="background-color: #1a3d4d; color: white; text-align: center;">STAR-ICMi</td> <td style="text-align: center;">0,994</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center; background-color: #1a3d4d; color: white;">calcolo dell'indice</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0f7fa;">giudizio</td> <td style="background-color: #e0f7fa;"><i>elevato</i></td> <td style="background-color: #e0f7fa;"><i>buono</i></td> <td style="background-color: #e0f7fa;"><i>sufficiente</i></td> <td style="background-color: #e0f7fa;"><i>scarso</i></td> <td colspan="2" style="background-color: #e0f7fa;"><i>cattivo</i></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0f7fa;">intervallo</td> <td style="background-color: #e0f7fa;">1÷0,940</td> <td style="background-color: #e0f7fa;">0,940÷0,700</td> <td style="background-color: #e0f7fa;">0,700÷0,470</td> <td style="background-color: #e0f7fa;">0,470÷0,240</td> <td colspan="2" style="background-color: #e0f7fa;">0,240÷0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0f7fa;">valore (MacrOper 1.0.5)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,406</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						STAR-ICMi	0,994	calcolo dell'indice							giudizio	<i>elevato</i>	<i>buono</i>	<i>sufficiente</i>	<i>scarso</i>	<i>cattivo</i>		intervallo	1÷0,940	0,940÷0,700	0,700÷0,470	0,470÷0,240	0,240÷0		valore (MacrOper 1.0.5)				0,406		
					STAR-ICMi	0,994																														
calcolo dell'indice																																				
giudizio	<i>elevato</i>	<i>buono</i>	<i>sufficiente</i>	<i>scarso</i>	<i>cattivo</i>																															
intervallo	1÷0,940	0,940÷0,700	0,700÷0,470	0,470÷0,240	0,240÷0																															
valore (MacrOper 1.0.5)				0,406																																
<p><i>Giudizio sintetico</i></p>																																				
<p><i>Note alla procedura</i></p>	<p>I rilievi sono stati effettuati durante la stagione estiva. Le repliche campionarie sono state allocate lungo l'intera sezione dell'alveo. Il campionamento è stato effettuato conformemente alla procedura in ogni sua parte.</p> <p><u>Nota:</u> relativamente alla classificazione della stazione, questa coincide grosso modo con la stazione id. MAS-105 ("Arno – Ponte Acquaborra") prevista dal piano di Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali Interne (ARPAT). La banca dati MAS (SIRA) individua per la stazione MAS-105 il riferimento M3 11SS5N, inusuale per i fiumi della idroecoregione in predicato (nessun fiume presenta tale tipizzazione ai sensi della Delibera G.R. n. 939/2009 relativa alla classificazione dei corpi idrici regionali: il tratto superiore dell'Arno ricade nella tipologia 11SS3N). Inoltre, la medesima banca dati (SIRA) non riporta alcuna classificazione dello stato ecologico della stazione MAS-105 relativamente al parametro in esame (STAR_ICMi - EQB: macroinvertebrati bentonici), limitandosi a riportare lo stato ecologico di "buono" ottenuto nel 2009. Pertanto, non essendo comunque possibile garantire la confrontabilità del dato con le caratterizzazioni già effettuate dall'Agenzia Regionale per la stazione in esame, nel presente lavoro è utilizzato come <i>standard</i> il riferimento riportato in delibera regionale relativamente al Valdarno aretino (11SS3) anziché quello della banca dati MAS.</p>																																			
<p><i>Commenti alle misure</i></p>	<p>Il tratto di fiume campionato presenta alveo naturale, caratterizzato da substrato minerale ciottoloso variamente colonizzato da macrofite emergenti e sommerse: si segnala la presenza di limo e di un consistente feltro algale su gran parte di tali substrati, in particolare quelli interessati da un minore idrodinamismo e maggior profondità. La profondità media risulta variabile lungo la sezione in relazione alla difformità del substrato minerale, e comunque superiore al mezzo metro; la corrente è di media intensità. Le sponde sono vegetate, tuttavia la larghezza della sezione impedisce l'ombreggiamento della parte centrale. L'acqua appare relativamente trasparente ad eccezione delle aree a minor idrodinamismo localizzate in prevalenza lungo la sponda destra, dove la presenza di particelle di limo in sospensione non ne renda sempre visibile il fondo. Nel complesso, le condizioni ambientali riscontrate risultano adeguate ad ospitare gran parte dei <i>taxa</i> a sensibilità medio-alta, con la possibile eccezione dei gruppi specializzati per contesti rituali di ruscello o torrente quali alcuni plecoteri.</p>																																			



Sito Levane Valle – Dettaglio delle operazioni di campionamento lungo la sezione in esame: sono visibili, sullo sfondo, le abitazioni presso la sponda destra e il contrafforte che le separa dall'ambito fluviale.



Sito Levane Valle – A sinistra e a destra: dettaglio delle operazioni di campionamento; si nota la relativa torbidità dell'acqua, dovuta al sedimento fine che viene smosso durante l'azione di campionamento della replica (allocata su un substrato minerale grossolano).



Sito Levane Valle – A sinistra: allestimento della stazione per l'analisi sul campo dei macroinvertebrati bentonici. A destra: aspetto del campione durante l'analisi: si nota una discreta quantità di feltro algale e di limo, indice della colonizzazione del substrato litico.



Sito Levane Valle – Dettaglio del popolamento macrobentonico. A sinistra: coleottero aliplide. A destra: mollusco gasteropode polmonato del genere *Lymnaea* (fam. Lymnaeidae). I *taxa* a respirazione aerea possono essere frequenti anche in ambienti moderatamente disturbati.

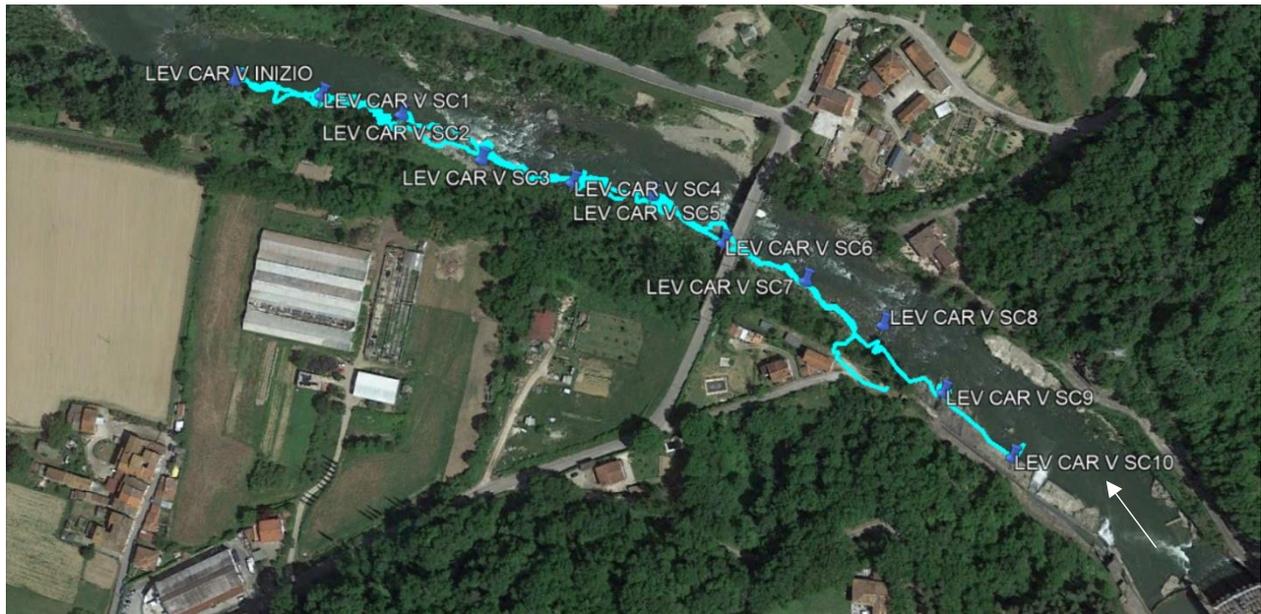


Sito Levane Valle – Dettaglio del popolamento macrobentonico. A sinistra: ninfa di efemerottero del genere *Caenis* (fam. Caenidae); questi insetti presentano una fase larvale acquatica, caratteristica di ambienti ad elevata sedimentazione, e risultano piuttosto tolleranti a disturbi di tipo idrogeologico. A destra: dettaglio della stessa.



Sito Levane Valle – Dettaglio delle possibili interferenze: il contrafforte sotteso al nucleo abitato localizzato in sponda destra a valle della diga. La struttura presenta gli sbocchi di diverse scoline di natura non identificata: è possibile che una parte della variabilità che attinge il popolamento di macroinvertebrati possa essere messa in relazione con la presenza di tali strutture presso il tratto campionato.

Indagine: CARAVAGGIO	Corpo idrico	Fiume Arno
	Bacino fluviale di riferimento	Arno
Rilievo parametri di campo	Codice stazione	<u>CAR Valle</u>
	Distanza tra gli Spot-checks	50m
	Lunghezza tratto monitorato	500m
	Quota s.l.m.	143m



Sito CAR Valle – Inquadramento territoriale del transetto di monitoraggio campionato per l’applicazione del metodo CARAVAGGIO, sono indicati il punto d’inizio e i dieci spot-checks indagati. La freccia indica il verso di deflusso osservabile al momento del rilievo.

1	Habitat Modification Score (HMS)			
	caratteristiche	valore	n° spot-check/ sponde/ caratteristiche	valore totale
Transetto (spotcheck) (sponda dx) (Sezione A_R)	Rinforzo del piede della sponda (con materiale naturale) – RE(N)	1	2	2
	Rinforzo della sommità della sponda – RT	1	3	3
	Risezionamento di rive e canale – RL	1	1	1
Transetto (spotcheck) (sponda sx) (Sezione A_L)	Rinforzo delle sponde – RI	2	2	4
	Rinforzo del piede della sponda – RE	1	1	1
Intero tratto (sweep-up) (Sezioni G, J, Q)	Tutta la sponda rinforzata	-	1	2
	Sponda rinforzata solo alla sommità o al piede	-	2	2
	Sponda risezionata	-	1	1
	Briglie	2	1	2
	Ponti	1	1	1
	Il sito è soggetto a regolazione del flusso	-	≥33%	2
			Totale HMS	21
			HMS_RQE	0,79
			Giudizio	Moderato

Entrambe le sponde del tratto analizzato mostrano modificazioni dovute ad opere di rinforzo in materiale naturale o in cemento nei transetti più vicini alla diga. Nel tratto analizzato sono presenti una briglia e un ponte, inoltre, tutto il sito è soggetto a regolazione del flusso dovuto alla presenza della diga a monte.

2	Habitat Quality Assesment (HQA)		
	caratteristiche	n° spot-check/ frequenza (P, E, W)	valore
Tipo di flusso (solo flussi primari) (Sezione F)	Liscio – SM	6	3
	Incrispato – RP	1	1
	Broken standing waves – BW	3	2
Tipo di substrato (solo substrati primari) (Sezione F)	Massi – BO	7	3
	Non visibile – NV	3	-
Caratteristiche naturali di deposito del canale (Sezione E)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-
Caratteristiche di erosione/deposito della sponda dx (Sezione E)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-
Caratteristiche di erosione/deposito della sponda sx (Sezione E)	Scarpata verticale stabile – SC	1	1
Barre di meandro (Sezione C1)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-
Struttura della sponda (sponda dx) (Sezione Ar)	Vegetazione di sponda semplice (S)	2	3
	Vegetazione di sponda complessa (C)	5	
Struttura della sponda (sponda sx) (Sezione Al)	Vegetazione di sponda semplice (S)	1	3
	Vegetazione di sponda complessa (C)	8	
	Vegetazione della sommità di sponda complessa (C)	1	1
Forma biologica macrofite/detrito organico nell'alveo bagnato e zone marginali (Sezione H)	Epatiche/muschi/licheni	1	1
	Canne/carici/giunchi, etc.	2	1
	A foglie galleggianti radicate	6	2
	A foglie galleggianti libere	3	2
Uso del suolo in 50m dalla sommità (sponda dx) (Sezione I)	Boschi di latifoglie anche secondari	P	1
Uso del suolo in 50m dalla sommità (sponda sx) (Sezione I)	Boschi di latifoglie anche secondari	P	1
Copertura arborea e caratteristiche associate (Sezione K)	Copertura arborea sponda dx	Continui	3
	Copertura arborea sponda sx	Semi-continui	3
	Rami sporgenti	P	1
	Detriti legnosi grossolani	<1%	1
Caratteristiche particolari (Sezione R)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-
		Totale HQA	33
		Livello diversificazione habitat	Scarsamente diversificato
		HQA_RQE	0,48
		Macrotipo di riferimento	Altri fiumi
		Giudizio	Moderato
<p>Il tratto analizzato mostra una discreta diversificazione idromorfologica con l'alternanza <i>riffle-pool</i> semplificata ma ancora distinguibile, questo porta ad identificare diversi tipi di flusso da liscio a caratterizzato da onde stazionarie rotte. Il substrato è formato principalmente da grandi pietre e massi, non sono presenti barre di meandro come anche fenomeni erosivi di rilievo, infatti, solo in un transetto è stata rilevata la presenza in sponda destra di una scarpata verticale stabile. La vegetazione spondale è risultata continua in sponda destra e semicontinua in sponda sinistra ma, per entrambe le sponde, per lo più ben strutturata con diversi tipi vegetazionali presenti insieme. L'alveo bagnato è caratterizzato dalla presenza di diversi <i>taxa</i> di macrofite tra cui, in particolare, quelle a foglie galleggianti, sia radicate che libere. Nei 50m dalla sommità di sponda, sia in destra che in sinistra idrografica, il territorio è occupato da una sottile striscia di bosco mesofilo a cui fanno seguito campi coltivati, strade e case sparse.</p>			

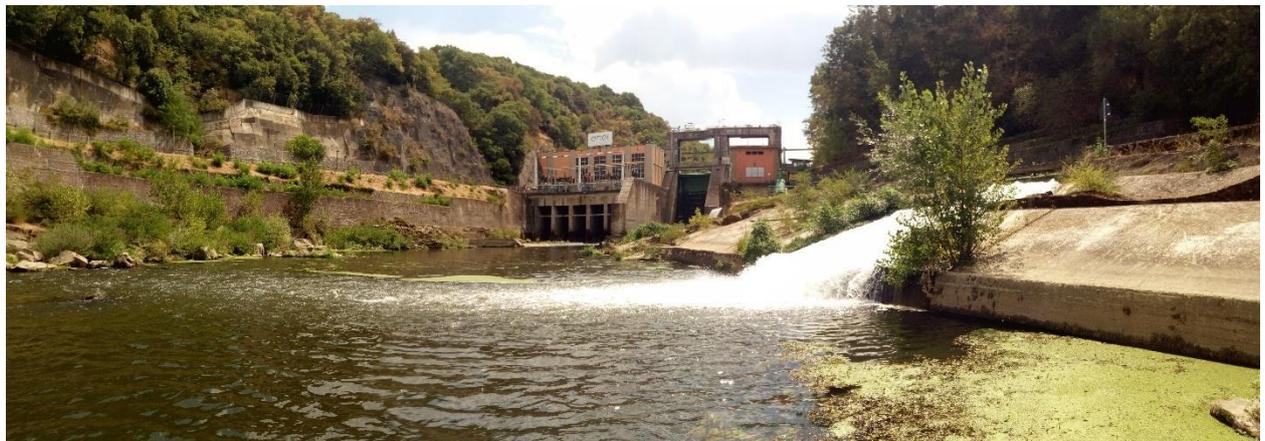
3		Land Use Index caravaggio (LUIcara)					
		caratteristiche	valore	n° spot-check/ frequenza (P, E, W)	valore totale		
LUIsc (spot-check)	Sponda dx (Sezione A _R)	Case sparse (sviluppo suburbano) – SU	3	2	0,6		
		Strada – RO	1	6	0,6		
		Parchi e giardini – PG	1	1	0,1		
		Uso artificiale della sponda – AU*	0	1	0		
		Estensione media della sponda (m)	12,3				
		Peso LUIsc dx	0,41				
		Totale LUIsc dx	0,53				
	Sponda sx (Sezione A _L)	Boschi di latifoglie – BL	0	1	0		
		Campi coltivati – TL	3	1	0,3		
		Case sparse (sviluppo suburbano) – SU	3	7	2,1		
		Uso artificiale della sponda – AU*	0	1	0		
		Estensione media della sponda (m)	9,5				
		Peso LUIsc sx	0,53				
		Totale LUIsc sx	1,26				
LUI _{top} (sommità)	Sponda dx (Sezioni I e A _R)	Boschi di latifoglie – BL	0	P	0		
		Campi coltivati (aratura perpendicolare) – TL	3,9	P	3,12		
		Case sparse (sviluppo suburbano) – SU	3	P	0,3		
		Strada – RO	1	E	0,15		
		Altezza media della sponda (m)	14,1				
		Peso LUI _{top} dx	0,57				
		Totale LUI_{top} dx	2,03				
	Sponda sx (Sezioni I e A _L)	Boschi di latifoglie – BL	0	P	0		
		Campi coltivati – TL	3	E	2,4		
		Zona industriale – IN	5	P	0,33		
		Case sparse (sviluppo suburbano) – SU	3	P	0,2		
		Altezza media della sponda (m)	11,4				
		Peso LUI _{top} sx	0,66				
		Totale LUI_{top} sx	1,93				
LUI _{face} (sponda)	Sponda dx (Sezioni I e A _R)	Boschi di latifoglie – BL	0	E	0		
		Arbusti e cespugli – SH	0	P	0		
		Erba alta/vegetazione sparsa – TH	0	P	0		
		Uso artificiale della sponda – AU*	0	P	0		
		Estensione media della sponda (m)	12,3				
		Larghezza totale del canale bagnato (m)	15				
		Peso LUI _{face} dx	1				
	Totale LUI_{face} dx	0					
	Sponda sx (Sezioni I e A _L)	Boschi di latifoglie – BL	0	E	0		
		Arbusti e cespugli – SH	0	P	0		
		Uso artificiale della sponda – AU*	0	P	0		
		Estensione media della sponda (m)	9,5				
		Larghezza totale del canale bagnato (m)	15				
		Peso LUI _{face} sx	1				
Totale LUI_{face} sx		0					
LUI _{bank} (arginature)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente				-	-	0
Totale LUI_{bank}				0			
				Totale LUIcara			5,75
				LUIcara_RQE			0,85
				Giudizio			Buono
Il tratto analizzato mostra una netta differenza nell'uso del suolo tra sponda e sommità di sponda, sia in sinistra che in destra idrografica. Infatti, le sponde appaiono naturaliformi con una copertura dovuta maggiormente alla presenza di boschi di latifoglie meso-igrofile; mentre, la sommità di sponda è occupata principalmente da strade (sponda destra) e da campi coltivati (sponda sinistra). Non sono presenti arginature.							
Note: * non specificato il punteggio in Demartini et al., 2010. Equiparati a rocce (RD) poiché la sponda è interamente costituita da materiale cementizio stabile.							

4		Lentic-lotic River Descriptor (LRD)										
		Spot-check	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flusso artificiale/naturale		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	A
Tipo di flusso primario		SM	SM	SM	BW	RP	SM	BW	BW	SM	SM	

Spot-checks (Sezioni F e H)	Tipo di flusso secondario	-	-	-	-	BW	BW	RP	SM	UW	-	
	Punteggio flusso	0	0	0	-2	-1,5	-1	-2,25	-2	-0,5	0	
	Substrato dell'alveo primario	NV*	NV*	NV*	BO	BO	BO	BO	BO	BO	BO	
	Substrato dell'alveo secondario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Punteggio substrato	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Profondità massima dell'acqua (m)	1,5	2	1,5	1	1	1	1,5	1	1,5	2	
	Punteggio profondità	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Vegetazione in alveo	FG(P)	FG(P)	FG(P)	EM(P)	-	CA(P)	CA(P)	FG(P) DO(P)	FG(P) DO(P)	FG(P) DO(P)	
	Punteggio vegetazione	1	1	1	-1	0	1	1	2	2	2	
	Punteggio totale spot-check (MH)	1	1	1	-3	-1,5	0	-1,25	0	1,5	2	
	Larghezza alveo bagnato (m)	14	14	10	8	8	12	9	10	15	15	
	LRDn (sc)	0,14	0,14	0,1	-0,24	-0,12	0	-0,11	0	0,23	-	
	LRDa (sc)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	
	LRDn (sc) totale										0,13	
LRD (a) totale										0,3		
Caratteristiche							Frequenza/estensione		Valore			
Sweep-up	Tipo di flusso	Liscio – SM						molto frequente		0		
		Increspato – RP						presente		-1		
		Unbroken standing wave – UW						presente		-2		
		Broken standing wave – BW						frequente		-6		
	Barre	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente					-		-			
	SWSn										-9	
	Caratteristiche artificiali	Briglia					intermedia		1			
	SWSa										1	
	Informazioni di carattere generale	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente					-		-			
	SWCa										0	
Caratteristiche di particolare interesse	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente					-		-				
SWCn										0		
LRDn										-8,87		
LRDa										1,3		
LRD totale										-7,57		
Classe										3		
Nome										Intermedio		
<p>Il flusso osservato nel tratto di rilevamento è apparso per la quasi totalità naturale con la sola eccezione di quello osservato nel transetto più prossimo alla diga dove il flusso appare modificato dalla presenza di una briglia. In alcuni tratti presentano un carattere maggiormente lenticico con flusso liscio o al massimo increspato e presenza di macrofite galleggianti e detrito organico, altri, al contrario, presentano caratteristiche più lotiche con flussi maggiormente mossi e scarsa ritenzione di detrito organico. Nel complesso le caratteristiche analizzate concorrono a descrivere il tratto analizzato come intermedio.</p> <p>*il calcolo dell'indice non prevede la non visibilità del fondo, il valore è stato equiparato al valore previsto per un substrato di massi, substrato rilevato per tutto il resto del tratto valutato.</p> <p>**legenda vegetazione e detrito in alveo: EM (epatiche/muschi/licheni), CA (canne/carici/giunchi, etc.), FG (macrofite a foglie galleggianti), DO (detrito organico).</p>												



Stazione CAR Valle – Vista dell'alveo e della sponda destra dell'Arno all'inizio del transetto di valle. Si nota l'abbondante copertura vegetazionale della sponda.



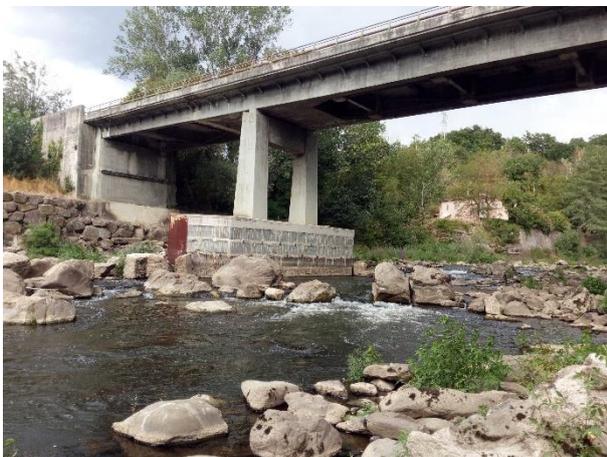
Stazione CAR Valle – Visione panoramica del fiume a valle della diga dall'ultimo *spot-check*. Si notano le sponde rinforzate in cemento.



Stazione CAR Valle – A sinistra: dettaglio delle sponde rinforzate in cemento presenti alla fine del transetto indagato, si nota, sullo sfondo la diga di Levane. A destra: dettaglio delle sponde naturaliformi con boschi di latifoglie meso-igrofile presenti in diverse zone del transetto.



Stazione CAR Valle – A sinistra: dettaglio delle macrofite a foglie galleggianti libere presenti nelle zone del transetto indagato caratterizzate da un minore idrodinamismo. A destra: dettaglio delle macrofite a foglie galleggianti presenti in diverse zone del transetto.



Stazione CAR Valle – A sinistra: dettaglio del ponte che attraversa il fiume in corrispondenza dello *spot-check* 4, si nota il rinforzo spondale in materiali naturali. A destra: dettaglio dei grossi blocchi di pietra depositati nell'alveo per quasi tutto il tratto monitorato.

Stazione di Rilevamento	Levane Monte (LEV01M, LEV02M, CAR Monte)
Componente Ambientale	Fiume collinare

Localizzazione/Caratterizzazione dell'Areale di Monitoraggio

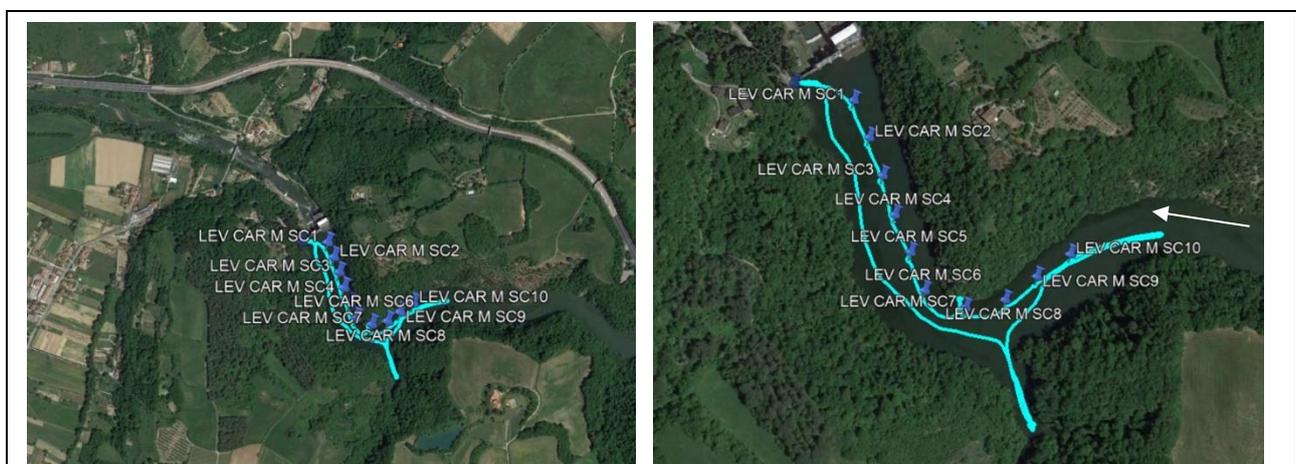
Sito di Monitoraggio	Fiume Arno
Comune di Appartenenza	Comuni di Montevarchi e Terranuova Bracciolini, provincia di Arezzo
Elementi Antropico-Insediativi	Diga di Levane

Descrizione del Sito

Il sito in oggetto (Levane Monte) si colloca lungo il corso del fiume Arno (241Km con un bacino di 8228km²) subito a monte della diga di Levane. Il tratto indagato appare fortemente modificato dalla presenza della diga assumendo un carattere francamente lentic con sponde quasi ovunque molto ripide e caratterizzate da una formazione arboreo-arbustiva meso-xerofila relativamente continuativa. L'alveo presenta un'ampia curva all'esterno della quale si innesta l'affluente Borro Ricavo ed è caratterizzato da una notevole profondità che rende necessario l'uso di una imbarcazione per potersi muovere nell'area di indagine. La vegetazione in alveo è caratterizzata principalmente da macrofite galleggianti liberamente flottanti. Il territorio circostante è destinato prevalentemente ad uso agricolo, con presenza di piccoli insediamenti soprattutto a monte della sponda sinistra. Il sito è raggiungibile unicamente attraverso le strutture della centrale idroelettrica ENEL Green Power di Levane.



Sito Levane Monte – Aspetto del sito, vista verso monte. Si può notare come le sponde siano caratterizzate dalla presenza di formazioni arboreo-arbustive ben strutturate e continue.



Sito Levane Monte – A sinistra: ortofoto dell'area indagata, in cui si può notare la fascia vegetata perifluviale immersa in una matrice agricolo-forestale e parzialmente urbanizzata. A destra: ingrandimento maggiore, in cui si vede più chiaramente la sezione dell'alveo, il transetto percorso (in azzurro) e gli spot-checks (in blu). La freccia indica il verso di scorrimento della corrente.

Indagine: STAR_ICMi	Corpo idrico	Fiume Arno
	Bacino fluviale di riferimento	Arno
Localizzazione della stazione	Codice stazione	<u>LEV01M</u>
	Ambiente	Invaso artificiale
	Coordinate	43°30'34.96"N
		11°38'0.14"E
	Regione	Toscana
Comune	Montevarchi	
Parametri ambientali	Lunghezza corpo idrico	241Km
	Distanza dalla sorgente	75-150Km
	Superficie bacino	8228Km ²
	Corpi idrici recettori	Mar Tirreno
	Quota s.l.m.	167m
	Condizioni meteo al momento del rilievo	Coperto



Sito Levane Monte – Inquadramento territoriale del punto di monitoraggio campionato per la derivazione dell'indice STAR_ICMi. La freccia indica il verso di deflusso osservabile al momento del rilievo. Il punto di campionamento si colloca nel tratto immediatamente a monte della diga di Levane (al centro).

Parametri di campo	Campionamento							
	Letto del fiume:	visibile	<input type="checkbox"/>	in parte	<input type="checkbox"/>	poco o nulla	X	
	Sequenza riffle/pool	riconoscibile	<input type="checkbox"/>	in parte	<input type="checkbox"/>	per niente	X	
	Raccolta 10 repliche	riffle	<input type="checkbox"/>	pool	X	generico	<input type="checkbox"/>	altro
Raccolta 4 repliche	riffle	<input type="checkbox"/>	pool	<input type="checkbox"/>	generico	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>

	Tipo di retino	retino immanicato		Area	1m ²	<input type="checkbox"/>	0,5m ²	<input type="checkbox"/>
	Altri protocolli biol.	EPI-D/ICMi_D	<input type="checkbox"/>	IBMR		<input type="checkbox"/>	(N)ISECI	<input type="checkbox"/>
	Indagini di supporto	LIM/SECA	<input type="checkbox"/>	IFF/IQM		<input type="checkbox"/>	altro	X
	Parametri chimico-fisici (07/09/2022)	O ₂	mg/l	8,45	Temp.	°C	25,85	
		O ₂	%DO	105,9	Cond.	µs/cm	563	
		pH	/	8,18	C/ass	µs/cm A	572	

<i>Campionamento multi-habitat proporzionale</i>	Microhabitat minerali - numero di repliche e tipo di flusso					
	limo-argilla <6µ	/		macrolithal 20-40cm	/	
	sabbia 6µm-12mm	/		megalithal >40cm	/	
	ghiaia >0,2-2cm	/		artificiale	10	NP
	microlithal 2-6cm	/		igropetrico	/	
	mesolithal 6-20cm	/				
	Microhabitat biotici - numero di repliche e tipo di flusso					
	alghe	/		xylal/legno	/	
	macrofite sommerse	/		CPOM	/	
	macrofite emergenti	/		FPOM	/	
	parti vive di piante terrestri	/		film batterici, funghi, sapropel	/	

<i>Descrizione del corpo idrico</i>	<p>Il corpo idrico in esame consiste nel tratto del fiume Arno a monte dello sbarramento della di diga di Levene, a causa del quale il fiume assume l'aspetto di un invaso artificiale di notevole profondità e larghezza rispetto alla normale sezione per questo tratto (Valdarno superiore); nel dettaglio, il punto di campionamento (LEV01) è posizionato lungo la sponda sinistra dell'invaso, circa 35m a monte della diga. La sezione presso il punto indagato degrada piuttosto rapidamente verso la massima profondità: il substrato appare omogeneo, di natura limosa, parzialmente colonizzato da macrofite (che si presentano anche flottanti) e alghe filamentose. La vegetazione spondale è costituita da alberature d'alto fusto, aggettanti in sponda destra, mentre in sponda sinistra sottendono una piccola spiaggia parzialmente colonizzata da essenze erbacee igrofile o mesofile.</p> <p>La larghezza dell'alveo bagnato al momento del rilievo risulta superiore ai 100m: la natura artificiale dello stesso preclude ulteriori possibilità di espansione. Il campionamento è stato effettuato in stagione di magra: si sottolinea tuttavia come la portata per il tratto in questione sia condizionata dal regime di rilascio della diga a valle.</p> <p>La velocità della corrente è risultata estremamente lenta, impercettibile presso le sponde, come atteso date le dimensioni del bacino e il rilascio limitato dalla diga.</p> <p>L'altezza media dell'acqua nel punto di prelievo non risulta misurabile: come detto, tale situazione risulta da ascrivere alla natura del sito (invaso artificiale).</p> <p>La vegetazione acquatica è caratterizzata prevalentemente da macrofite emergenti; uno spesso strato perifitico ricopre il substrato limoso nella prima parte della sezione, per poi scomparire all'aumentare della profondità.</p> <p>La vegetazione riparia lungo il tratto monitorato consiste in vegetazione arboreo-arbustiva a carattere igrofilo o mesofilo che colonizza le ripide sponde su entrambi i lati dell'invaso; la pronunciata acclività delle stesse non rende possibile la formazione di una fascia perifluviale ben strutturata, sebbene si rilevi la presenza di alberature e cespugliate igrofile nelle aree meno ripide. La formazione risulta in continuità funzionale con le aree boscate retrostanti.</p> <p>In destra idrografica, la sponda è seguita da un'area boscata relativamente continua, interrotta unicamente da insediamenti sparsi (perlopiù cascinali isolati) e terreni agricoli.</p> <p>In sinistra idrografica si riscontra la medesima situazione, con una prevalenza delle aree boscate e delle parcelle agricole sull'urbanizzazione, peraltro rada in tutta la zona.</p>
-------------------------------------	---



Sito Levane Monte – Panoramica dell’invaso ripreso dalla diga di Levane: il fiume assume un andamento decisamente lentico, caratterizzato da sezione estremamente ampia e notevole profondità. Il punto di campionamento LEV01M si colloca lungo la spiaggetta in sponda sinistra (sulla destra in secondo piano).



Sito Levane Monte – Panoramica del tratto fluviale a valle della diga: sono evidenti le opere di difesa spondale lungo la sponda destra.



Sito Levane Monte – Dettaglio del sito. A sinistra: la sponda destra, lungo la quale sono stati posizionati i substrati artificiali per il campionamento. A destra: dettaglio della sponda; si nota la passerella in legno utilizzata per l’installazione dei substrati.



Sito Levane Monte – Panoramica dell’invaso ripreso dalla sponda sinistra presso la struttura di aggancio dei substrati artificiali (al centro, a installazione avvenuta).



Sito Levane Monte – Panoramica dell’invaso ripreso dal medesimo punto di presa, verso monte.

Derivazione Indice STAR_ICMi

abbondanza per famiglie (n. individui per tutte le repliche)			
COENAGRIONIDAE	CHIRONOMIDAE	PHYSIDAE	TUBIFICIDAE
5	463	1	12
sito di riferimento			
caratterizzazione standard		valori metriche	
HER	11	ASPT	6,430
area	Toscana	Log10(SeIPTD+1)	1,980
sorgente	75-150km	1-GOLD	0,970
codice tipo	11SS3	Nfam_TOT	14

	macrotipo	IC: R-M4		Nfam_EPT	6	
	riferimento	C_28		H'fam	1,900	
					STAR-ICMi	1,000
					MTS	16,5
	calcolo dell'indice					
	giudizio	<i>elevato</i>	<i>buono</i>	<i>sufficiente</i>	<i>scarso</i>	<i>cattivo</i>
intervallo	1÷0,940	0,940÷0,700	0,700÷0,470	0,470÷0,240	0,240÷0	
valore (MacrOper 1.0.5)					0,054	
<i>Giudizio sintetico</i>						
<i>Note alla procedura</i>	<p>I rilievi sono stati effettuati durante la stagione estiva. Non essendo possibile raggiungere efficacemente i microhabitat campionabili in modo da ottenere un campionamento rappresentativo, è stata applicata la procedura prevista per i corpi idrici non guadabili (Buffagni <i>et al.</i>, 2007, in IRSA-CNR, <i>Notiziario dei Metodi Analitici</i> 2007, n.1). La procedura è stata correttamente implementata in ogni sua parte, e ha previsto l'installazione di n. 1 gruppo di 5 substrati artificiali (SA, portanti ciascuno n. 10 lamelle di faesite montate a diversa distanza tra di loro nei tre settori del substrato), utilizzando come appoggio un piccolo pontile in legno presso la sponda sinistra del tratto in indagine.</p> <p>Ai sensi della procedura adottata, al sito/campione è attribuito direttamente lo stato "scarso" (con un asterisco) dal momento che il numero di famiglie di macroinvertebrati è compreso tra 4 e 5.</p> <p><u>Nota:</u> relativamente alla classificazione della stazione, il sito di campionamento regionale più prossimo è rappresentato dalla stazione id. MAS-105 ("Arno – Ponte Acquaborra") prevista dal piano di Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali Interne (ARPAT), che si trova poco a valle rispetto alla diga (presso l'attraversamento carrabile di Ponte Acquaborra). La banca dati MAS (SIRA) individua per la stazione MAS-105 il riferimento M3 11SS5N, inusuale per i fiumi della idroecoregione in predicato (nessun fiume presenta tale tipizzazione ai sensi della Delibera G.R. n. 939/2009 relativa alla classificazione dei corpi idrici regionali: il tratto superiore dell'Arno ricade nella tipologia 11SS3N). Inoltre, la medesima banca dati (SIRA) non riporta alcuna classificazione dello stato ecologico della stazione MAS-105 relativamente al parametro in esame (STAR_ICMi - EQB: macroinvertebrati bentonici), limitandosi a riportare lo stato ecologico di "buono" ottenuto nel 2009. Pertanto, non essendo comunque possibile garantire la confrontabilità del dato con le caratterizzazioni già effettuate dall'Agenzia Regionale per la stazione in esame, nel presente lavoro è utilizzato come <i>standard</i> il riferimento relativo ai fiumi mediterranei molto grandi / non accessibili (M3 – campionamento su substrato artificiale) anziché quello della banca dati MAS. Si sottolinea come tale classificazione rispecchi lo stato dei luoghi al momento del rilievo, dato che ad oggi la presenza della diga determina la formazione di un invaso artificiale dalle caratteristiche del tutto anomale rispetto al naturale corso del fiume in questo tratto.</p>					
<i>Commenti alle misure</i>	<p>Il tratto di fiume campionato si presenta notevolmente modificato dalla presenza della diga, che ha determinato la formazione di un invaso artificiale di notevole ampiezza e profondità, fondamentalmente dissimile dall'assetto fluviale atteso per il contesto di riferimento (Valdarno superiore). Tali condizioni risultano di per sé ostative alla presenza della maggior parte dei taxa di macroinvertebrati considerati per la derivazione dell'indice STAR_ICMi, con la possibile eccezione di alcuni gruppi adattati a condizioni di basso idrodinamismo, assenza di substrati minerali accessibili e possibili episodi di anossia, quali ad esempio i ditteri chironomidi.</p>					



Sito Levane Monte – Dettaglio della procedura di campionamento. A sinistra: preparazione dei substrati artificiali (SA). A destra: messa in opera degli stessi, ancorati ad un piccolo pontile in legno lungo la sponda sinistra dell'invaso, circa 35m a monte della diga (sullo sfondo).



Sito Levane Monte – Dettaglio della procedura di campionamento. A sinistra: SA recuperati una volta trascorso il tempo di posa. A destra: dettaglio di una delle lamine in faesite, dove sono visibili i tubi di muco abitati dalle larve dei ditteri chironomidi; il *taxon* risulta atteso in simili condizioni ambientali.



Sito Levane Monte – Dettaglio della procedura di campionamento. A sinistra: aspetto del campione una volta terminato il risciacquo dei SA; si nota l'abbondante popolamento di larve di ditteri chironomidi (in questo caso caratterizzate dal forte colore rossastro, indice della presenza di emoglobina, adattamento che permette loro di sopravvivere in condizioni di microaerofilia, spesso conseguenti allo scarso idrodinamismo e alla forte sedimentazione). A destra: dettaglio di una larva di chironomide ancora parzialmente inserita nel caratteristico astuccio mucoso.

Indagine: STAR_ICMi	Corpo idrico	Fiume Arno
	Bacino fluviale di riferimento	Arno
Localizzazione della stazione	Codice stazione	<u>LEV02M</u>
	Ambiente	Fiume collinare
	Coordinate	43°30'42.51"N
		11°37'53.79"E
	Regione	Toscana
Comune	Terranuova Bracciolini	
Parametri ambientali	Lunghezza corpo idrico	241Km
	Distanza dalla sorgente	75-150Km
	Superficie bacino	8228Km ²
	Corpi idrici recettori	Mar Tirreno
	Quota s.l.m.	143m
	Condizioni meteo al momento del rilievo	Coperto



Sito Levane Monte – Inquadramento territoriale del punto di monitoraggio campionato per la derivazione dell'indice STAR_ICMi. La freccia indica il verso di deflusso osservabile al momento del rilievo. Il punto di campionamento si colloca nel tratto a monte della diga di Levane (in alto a sinistra). Il punto di campionamento risulta raggiungibile unicamente tramite imbarcazione, partendo dall'ormeggio posto in corrispondenza della diga.

Parametri di campo	Campionamento								
	Letto del fiume:	visibile	<input type="checkbox"/>	in parte	<input type="checkbox"/>	poco o nulla	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Sequenza riffle/pool	riconoscibile	<input type="checkbox"/>	in parte	<input type="checkbox"/>	per niente	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Raccolta 10 repliche	riffle	<input type="checkbox"/>	pool	<input checked="" type="checkbox"/>	generico	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>
	Raccolta 4 repliche	riffle	<input type="checkbox"/>	pool	<input type="checkbox"/>	generico	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>
	Tipo di retino	retino immanicato		Area	1m ²	<input type="checkbox"/>	0,5m ²	<input type="checkbox"/>	
	Altri protocolli biol.	EPI-D/ICMi_D	<input type="checkbox"/>	IBMR	<input type="checkbox"/>	(N)ISECI	<input type="checkbox"/>		

	Indagini di supporto	LIM/SECA	<input type="checkbox"/>	IFF/IQM	<input type="checkbox"/>	altro	X	
	Parametri chimico-fisici (08/08/2022)	O ₂	mg/l		11,43	Temp.	°C	24,97
		O ₂	%DO		141,0	Cond.	µs/cm	438
		pH	/		8,13	C/ass	µs/cm A	438
Campionamento multi-habitat proporzionale	Microhabitat minerali - numero di repliche e tipo di flusso							
	limo-argilla <6µ	/		macrolithal 20-40cm	/			
	sabbia 6µm-12mm	/		megalithal >40cm	/			
	ghiaia >0,2-2cm	/		artificiale	10		NP	
	microlithal 2-6cm	/		igropetrico	/			
	mesolithal 6-20cm	/						
	Microhabitat biotici - numero di repliche e tipo di flusso							
	alghe	/		xylal/legno	/			
	macrofite sommerse	/		CPOM	/			
	macrofite emergenti	/		FPOM	/			
	parti vive di piante terrestri	/		film batterici, funghi, sapropel	/			
	Descrizione del corpo idrico	<p>Il corpo idrico in esame consiste nel tratto del fiume Arno a monte dello sbarramento della di diga di Levane, a causa del quale il fiume assume l'aspetto di un vaso artificiale di notevole profondità e larghezza rispetto alla normale sezione per questo tratto (Valdarno superiore); nel dettaglio, il punto di campionamento (LEV01) è posizionato lungo la sponda destra dell'invaso, circa 350m a monte della diga, in un punto raggiungibile unicamente tramite imbarcazione. La sezione presso il punto indagato degrada piuttosto rapidamente verso la massima profondità: il substrato appare omogeneo, di natura limosa, parzialmente colonizzato da macrofite (che si presentano anche flottanti) e alghe filamentose. La vegetazione spondale è costituita da alberature d'alto fusto, qui aggettanti verso il battente d'acqua; non è presente una vera e propria fascia spondale erbacea igrofila.</p> <p>La larghezza dell'alveo bagnato al momento del rilievo risulta superiore ai 75m (il fiume forma una stretta ansa verso destra presso il punto di prelievo): la natura artificiale dello stesso preclude ulteriori possibilità di espansione. Il campionamento è stato effettuato in stagione di magra: si sottolinea tuttavia come la portata per il tratto in questione sia condizionata dal regime di rilascio della diga a valle.</p> <p>La velocità della corrente è risultata estremamente lenta, come atteso date le dimensioni del bacino e il rilascio limitato dalla diga.</p> <p>L'altezza media dell'acqua nel punto di prelievo non risulta misurabile: come detto, tale situazione risulta da ascrivere alla natura del sito (invaso artificiale).</p> <p>La vegetazione acquatica è caratterizzata prevalentemente da macrofite flottanti; uno spesso strato perifitico ricopre il substrato limoso nella prima parte della sezione, per poi scomparire all'aumentare della profondità.</p> <p>La vegetazione riparia lungo il tratto monitorato consiste in vegetazione arboreo-arbustiva a carattere igrofilo o mesofilo che colonizza le ripide sponde su entrambi i lati dell'invaso; la pronunciata acclività delle stesse non rende possibile la formazione di una fascia perifluviale ben strutturata, sebbene si rilevi la presenza di alberature e cespugliate igrofile nelle aree meno ripide. La formazione risulta in continuità funzionale con le aree boscate retrostanti.</p> <p>In destra idrografica, la sponda è seguita da un'area boscata relativamente continua, interrotta unicamente da insediamenti sparsi (perlopiù cascinali isolati) e terreni agricoli.</p> <p>In sinistra idrografica si riscontra la medesima situazione, con una prevalenza delle aree boscate e delle parcelle agricole sull'urbanizzazione, peraltro rada in tutta la zona.</p>						



Sito Levane Monte – Aspetto dell’invaso ripreso a monte della diga di Levane: il punto di campionamento si colloca a circa 350m dalla stessa, in sponda destra.



Sito Levane Monte – Panoramica del tratto a monte del bacino, ripresa dall’imbarcazione utilizzata per il campionamento.



Sito Levane Monte – Dettaglio dell’alveo. A sinistra e a destra: particolare delle sponde presso il tratto di monte dell’invaso; la natura artificiale dello stesso ha determinato la formazione di sponde particolarmente ripide e difficilmente colonizzabili da igrofite, mentre permangono in molti tratti le alberature mesofile che costituivano l’originale formazione boscata.

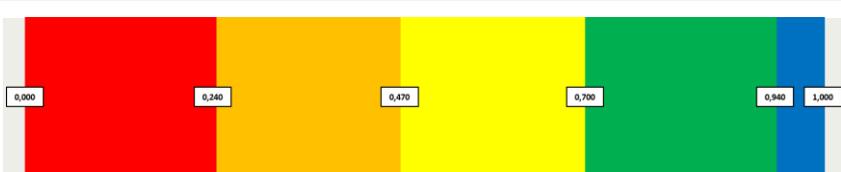


Sito Levane Monte – Dettaglio dell’alveo. A sinistra: agglomeramenti di macrofite in un’area a basso idrodinamismo. A destra: si nota l’elevata torbidità dell’acqua, data verosimilmente da forti concentrazioni di fitoplancton. Tali fenomeni, riscontrabili di frequente negli invasi artificiali, sono responsabili delle forti variazioni dei livelli di ossigeno disciolto in ambienti di questo tipo.

Derivazione Indice STAR_ICMi

abbondanza per famiglie (n. individui per tutte le repliche)					
BAETIDAE (OU: Cloron - 3)	CHIRONOMIDAE	COENAGRIONIDAE	GAMMARIDAE	TURBIDICIDAE	
1	444	4	1	5	
sito di riferimento					
caratterizzazione standard		valori metriche			
HER	11	ASPT	6,430		
area	Toscana	Log10(SeI EPTD+1)	1,980		
sorgente	75-150km	1-GOLD	0,970		
codice tipo	11SS3	Nfam_TOT	14		
macrotipo	IC: R-M4	Nfam_EPT	6		
riferimento	C_28	H'fam	1,900		
		STAR-ICMi	1,000		
		MTS	16,5		
calcolo dell'indice					
giudizio	elevato	buono	sufficiente	scarso	cattivo
intervallo	1÷0,940	0,940÷0,700	0,700÷0,470	0,470÷0,240	0,240÷0
valore (MacrOper 1.0.5)					0,182

Giudizio sintetico



<p><i>Note alla procedura</i></p>	<p>I rilievi sono stati effettuati durante la stagione estiva. Non essendo possibile raggiungere efficacemente i microhabitat campionabili in modo da ottenere un campionamento rappresentativo, è stata applicata la procedura prevista per i corpi idrici non guadabili (Buffagni <i>et al.</i>, 2007, in IRSA-CNR, <i>Notiziario dei Metodi Analitici</i> 2007, n.1). La procedura è stata correttamente implementata in ogni sua parte, e ha previsto l'installazione di n. 1 gruppo di 5 substrati artificiali (SA, portanti ciascuno n. 10 lamelle di faesite montate a diversa distanza tra di loro nei tre settori del substrato), collocati <i>in situ</i> tramite imbarcazione.</p> <p>Ai sensi della procedura adottata, al sito/campione è attribuito direttamente lo stato “scarso” (con un asterisco) dal momento che il numero di famiglie di macroinvertebrati è compreso tra 4 e 5.</p> <p><u>Nota:</u> relativamente alla classificazione della stazione, il sito di campionamento regionale più prossimo è rappresentato dalla stazione id. MAS-105 (“Arno – Ponte Acquaborra”) prevista dal piano di Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali Interne (ARPAT), che si trova poco a valle rispetto alla diga (presso l’attraversamento carrabile di Ponte Acquaborra). La banca dati MAS (SIRA) individua per la stazione MAS-105 il riferimento M3 11SS5N, inusuale per i fiumi della idroecoregione in predicato (nessun fiume presenta tale tipizzazione ai sensi della Delibera G.R. n. 939/2009 relativa alla classificazione dei corpi idrici regionali: il tratto superiore dell’Arno ricade nella tipologia 11SS3N). Inoltre, la medesima banca dati (SIRA) non riporta alcuna classificazione dello stato ecologico della stazione MAS-105 relativamente al parametro in esame (STAR_ICMi - EQB: macroinvertebrati bentonici), limitandosi a riportare lo stato ecologico di “buono” ottenuto nel 2009. Pertanto, non essendo comunque possibile garantire la confrontabilità del dato con le caratterizzazioni già effettuate dall’Agenzia Regionale per la stazione in esame, nel presente lavoro è utilizzato come <i>standard</i> il riferimento relativo ai fiumi mediterranei molto grandi / non accessibili (M3 – campionamento su substrato artificiale) anziché quello della banca dati MAS. Si sottolinea come tale classificazione rispecchi lo stato dei luoghi al momento del rilievo, dato che ad oggi la presenza della diga determina la formazione di un invaso artificiale dalle caratteristiche del tutto anomale rispetto al naturale corso del fiume in questo tratto.</p>
<p><i>Commenti alle misure</i></p>	<p>Il tratto di fiume campionato si presenta notevolmente modificato dalla presenza della diga, che ha determinato la formazione di un invaso artificiale di notevole ampiezza e profondità, fondamentalmente dissimile dall’assetto fluviale atteso per il contesto di riferimento (Valdarno superiore). Tali condizioni risultano di per sé ostative alla presenza della maggior parte dei taxa di macroinvertebrati considerati per la derivazione dell’indice STAR_ICMi, con la possibile eccezione di alcuni gruppi adattati a condizioni di basso idrodinamismo, assenza di substrati minerali accessibili e possibili episodi di anossia, quali ad esempio i ditteri chironomidi.</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Sito Levane Valle – A sinistra e a destra: dettaglio delle operazioni di campionamento, rispettivamente durante l’uscita per la posa dei SA (a sinistra) e il loro recupero una volta trascorso il tempo di posa previsto dalla metodica (a destra: nelle due occasioni sono stati impiegati due diversi natanti).</p>	

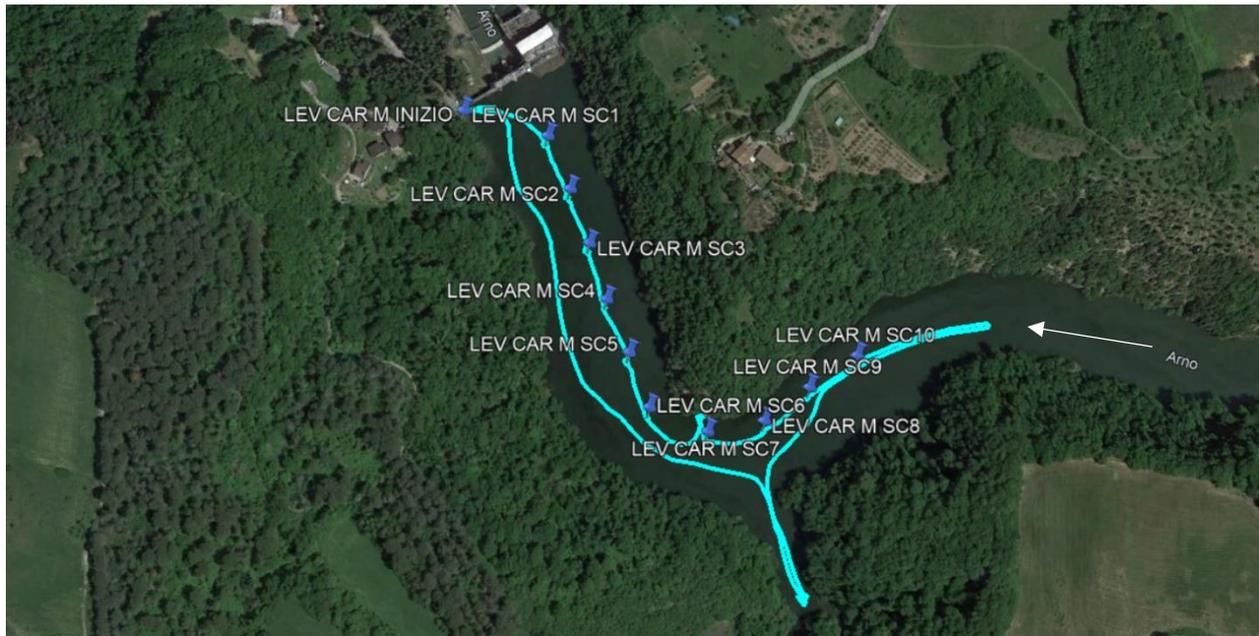


Sito Levane Valle – A sinistra: allestimento della stazione per l'analisi sul campo dei macroinvertebrati bentonici al termine dello smontaggio e del risciacquo delle lamelle dei SA. A destra: aspetto del campione durante l'analisi.



Sito Levane Valle – Dettaglio del popolamento macrobentonico: ninfa di efemerottero baetide appartenente al genere *Cloeon*, maggiormente tollerante rispetto alla media del *taxon* ed equiparabile ai tricoteri a livello di sensibilità ecologica. Si tratta dell'unico esemplare di efemerottero reperito nel corso dell'analisi: il popolamento è risultato dominato dal gruppo dei ditteri chironomidi, accompagnati da pochi esemplari appartenenti a *taxa* relativamente tolleranti.

Indagine: CARAVAGGIO	Corpo idrico	Fiume Arno
	Bacino fluviale di riferimento	Arno
Rilievo parametri di campo	Codice stazione	<u>CAR Monte</u>
	Distanza tra gli Spot-checks	50m
	Lunghezza tratto monitorato	500m
	Quota s.l.m.	167m



Sito CAR Monte – Inquadramento territoriale del transetto di monitoraggio campionato per l'applicazione del metodo CARAVAGGIO, sono indicati il punto d'inizio e i dieci spot-checks indagati. La freccia indica il verso di deflusso osservabile al momento del rilievo.

1	Habitat Modification Score (HMS)			
	caratteristiche	valore	n° spot-check/ sponde/ caratteristiche	valore totale
Transetto (spot-check) (sponda dx) (Sezione A _R)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-	-
Transetto (spot-check) (sponda sx) (Sezione A _L)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-	-
Intero tratto (sweep-up)	Sponda risezionata	-	1	1
	Il sito è soggetto a regolazione del flusso	-	≥33%	2
			Totale HMS	3
			HMS_RQE	0,97
			Giudizio	Elevato
<p>Le sponde del tratto analizzato non mostrano, in linea di massima, modificazioni dovute ad un intervento antropico diretto, eccezion fatta per un breve tratto in cui la sponda è stata risezionata all'inizio del transetto di monitoraggio. Inoltre, tutto il sito è soggetto a regolazione del flusso dovuto alla presenza della diga a valle.</p>				

2	Habitat Quality Assesment (HQA)		
	caratteristiche	n° spot-check/ frequenza (P, E, W)	valore
Tipo di flusso (solo flussi primari) (Sezione F)	Non percettibile – NP	10	3
Tipo di substrato (solo substrati primari) (Sezione F)	Non visibile – NV	10	1
Caratteristiche naturali di deposito del canale (Sezione E)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-
Caratteristiche di erosione/deposito della sponda dx (Sezione E)	Scarpata verticale stabile – SC	6	3
Caratteristiche di erosione/deposito della sponda sx (Sezione E)	Scarpata verticale stabile – SC	7	3
Barre di meandro (Sezione C1)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-
Struttura della sponda (sponda dx) (Sezione A _R)	Vegetazione di sponda semplice – S	10	3
	Vegetazione della sommità di sponda semplice – S	10	3
Struttura della sponda (sponda sx) (Sezione A _L)	Vegetazione di sponda semplice – S	9	3
	Vegetazione della sommità di sponda semplice – S	9	3
Forma biologica macrofite/ detrito organico nell'alveo bagnato e zone marginali (Sezione H)	A foglie galleggianti radicate	1	1
	A foglie galleggianti libere	10	2
Uso del suolo in 50m dalla sommità (sponda dx) (Sezione I)	Boschi di latifoglie anche secondari	W	2
Uso del suolo in 50m dalla sommità (sponda sx) (Sezione I)	Boschi di latifoglie anche secondari	W	2
Copertura arborea e caratteristiche associate (Sezione K)	Copertura arborea sponda dx	Semi-continui	3
	Copertura arborea sponda sx	Continui	3
	Rami sporgenti	E	1
	Detriti legnosi grossolani	P	1
Caratteristiche particolari (Sezione R)	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-
Totale HQA			37
Livello diversificazione habitat			Moderatamente diversificato
HQA_RQE			0,57
Macrotipo di riferimento			Altri fiumi
Giudizio			Buono
<p>Il tratto analizzato non mostra una diversificazione idromorfologica e ha un andamento francamente lentic che porta ad identificare un flusso non percettibile. Il substrato risulta non visibile a causa della grande profondità dell'alveo e della torbidità delle acque. Non sono presenti barre di meandro, mentre si osservano fenomeni erosivi di rilievo abbastanza frequenti in entrambe le sponde (con una leggera prevalenza in sponda sinistra), caratterizzati da scarpate verticali stabili. La vegetazione spondale è risultata semicontinua in sponda destra e continua in sponda sinistra; questa appare, per entrambe le sponde, per lo più semplice con pochi tipi vegetazionali presenti insieme. L'alveo bagnato è caratterizzato dalla presenza di alcuni <i>taxa</i> di macrofite tra cui, in particolare, quelle a foglie galleggianti libere. Nei 50m dalla sommità di sponda, sia in destra che in sinistra idrografica, il territorio è occupato da un bosco mesofilo.</p>			

3		Land Use Index caravaggio (LUIcara)			
		caratteristiche	valore	n° spot-check/ frequenza (P, E, W)	valore totale
LUIsc (spot-check)	Sponda dx (Sezione A _R)	Boschi di latifoglie – BL	0	10	0
		Estensione media della sponda (m)	12		
		Peso LUIsc dx	0,42		
		Totale LUIsc dx	0		
	Sponda sx (Sezione A _L)	Boschi di latifoglie – BL	0	10	0
		Estensione media della sponda (m)	11		
		Peso LUIsc sx	0,45		
		Totale LUIsc sx	0		
LUItop (sommità)	Sponda dx (Sezioni I e A _R)	Boschi di latifoglie – BL	0	W	0
		Altezza media della sponda (m)	11		
		Peso LUItop dx	0,67		
		Totale LUItop dx	0		
	Sponda sx (Sezioni I e A _L)	Boschi di latifoglie – BL	0	W	0
		Altezza media della sponda (m)	10		
		Peso LUItop sx	0,70		
		Totale LUItop sx	0		
LUIface (sponda)	Sponda dx (Sezioni I e A _R)	Boschi di latifoglie – BL	0	E	0
		Rocce, pietrisco – RD	0	P	0
		Estensione media della sponda (m)	12		
		Larghezza totale dell'alveo (m)	100		
		Peso LUIface dx	0		
		Totale LUIface dx	0		
	Sponda sx (Sezioni I e A _L)	Boschi di latifoglie – BL	0	E	0
		Rocce, pietrisco – RD	0	P	0
		Estensione media della sponda (m)	11		
		Larghezza totale dell'alveo (m)	100		
		Peso LUIface sx	0		
		Totale LUIface sx	0		
LUIbank (arginature)		Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente	-	-	0
		Totale LUIbank	0		
				Totale LUIcara	0
				LUIcara_RQE	1
				Giudizio	Elevato
<p>Il tratto analizzato mostra una certa uniformità nell'uso del suolo tra sponda e sommità di sponda, sia in sinistra che in destra idrografica. Infatti, le sponde e la sommità appaiono naturaliformi con una copertura di boschi di latifoglie mesofile. Le sponde si caratterizzano anche per la presenza di tratti con rocce affioranti. Non sono presenti arginature.</p>					

4		Lentic-lotic River Descriptor (LRD)									
		spotcheck	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flusso artificiale/naturale		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Spotchecks (Sezioni F e H)	Tipo di flusso primario	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	Tipo di flusso secondario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Punteggio flusso	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Substrato dell'alveo primario	NV*	NV*	NV*	NV*	NV*	NV*	NV*	NV*	NV*	NV*
	Substrato dell'alveo secondario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Punteggio substrato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Profondità massima dell'acqua (m)	>150	>150	>150	>150	>150	>150	>150	>150	>150	>150
	Punteggio profondità	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Vegetazione in alveo**	CA(E) FG(P)	FG(P)								
	Punteggio vegetazione	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Punteggio totale spotcheck (MH)	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Larghezza alveo bagnato (m)	100	100	85	90	100	95	70	80	80	80

	LRDa (sc)	7	5	4,25	4,5	5	4,75	3,5	4	4	4
		LRDa (sc) totale									46
	Caratteristiche						Frequenza/estensione			Valore	
Sweep-up	Tipo di flusso	Non percettibile – NP						molto frequente			10
	Barre	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente						-			-
								SWSn			10
	Caratteristiche artificiali	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente						-			-
								SWSa			0
	Informazioni di carattere generale	L'acqua è sbarrata da dighe e altro						>33%			7
								SWCa			7
	Caratteristiche di particolare interesse	Nessuna caratteristica valutata dall'indice presente						-			-
								SWCn			0
								LRDa			63
								LRD totale			63
								Classe			5+
								Nome			Estremamente lentico
<p>Il flusso osservato nel transetto di rilevamento è apparso totalmente non percettibile a causa della presenza della diga che ne regola l'andamento, per tale motivo le caratteristiche relative all'intero tratto sono state considerate artificiali. Tutte le caratteristiche analizzate concorrono a descrivere il tratto analizzato come estremamente lentico.</p> <p>*il calcolo dell'indice non prevede la non visibilità del fondo, il valore è stato equiparato al valore previsto per un substrato di sabbia e limo, substrato più probabile in situazioni ecologiche simili.</p> <p>**legenda vegetazione e detrito in alveo: EM (epatiche/muschi/licheni), CA (canne/carici/giunchi, etc.), FG (macrofite a foglie galleggianti), DO (detrito organico).</p>											



Stazione CAR Monte – Vista dell'alveo e della sponda sinistra dell'Arno nel tratto di monte. Si nota l'abbondante copertura vegetazionale che nel complesso garantisce un buon ombreggiamento lungo le sponde



Stazione CAR Monte – Visione panoramica della sezione a monte dell'area di intervento. Nel complesso l'area presenta sponde alte e ripide con una buona copertura vegetazionale, con popolamenti arboreo-arbustivi estesi dall'alveo sino alle zone agricole circostanti.



Stazione CAR Monte – A sinistra: dettaglio vegetazionale delle macrofite a foglie galleggianti libere presenti in tutto il transetto monitorato. A destra: dettaglio di un tratto della sponda destra prevalentemente rocciosa.



Stazione CAR Monte – A sinistra: dettaglio del flusso impercettibile che si osserva a monte della diga. A destra: dettaglio dello sbarramento a valle del tratto indagato, si notano le macrofite spondali che caratterizzano la sponda sinistra all'inizio del transetto.

Sezione 5: Sintesi delle conclusioni analitiche

La presente sezione sintetizza le conclusioni derivabili dall'applicazione degli indici in oggetto ai tratti fluviali interessati dal sovrizzo della diga di Levane.

5.1: Stazioni Valle

stazione	indice	valore (RQE)	classe di qualità	giudizio
LEV01V	STAR_ICMi	0,367	IV	Scarso
LEV02V	STAR_ICMi	0,406	IV	Scarso

stazione	indice	valore	valore (RQE)	giudizio
CAR Valle	HMS	21	0,79	Moderato
	HQA	32	0,48	Moderato
	LUIcara	5,75	0,85	Buono
	IQH	-	0,71	Buono
	indice	valore	classe	nome
	LRD	-7,57	3	Intermedio

Tabella 5.1. Raffronto sinottico dei valori degli indici calcolati per le stazioni in esame. L'indice LRD, non fornendo un giudizio di qualità ecologica, viene indicato a parte.

LEV01V - Indice STAR_ICMi

Per il tratto monitorato, l'indice restituisce un valore di **0,367**, corrispondente ad una classe di qualità **IV** ed un giudizio di stato ecologico **scarso**.

Il campionamento ha rilevato la presenza di un numero di *taxa* inferiore rispetto all'atteso (13 famiglie contro le 35 attese) e una bassa rappresentatività dei *taxa* maggiormente sensibili (3 famiglie fra efemerotteri, plecoteri e tricoteri contro le 14 attese). I soli efemerotteri rappresentati risultano essere quelli appartenenti alle famiglie a minori esigenze ecologiche rispetto alla media del *taxon* (fam. Baetidae, equiparabili ai tricoteri a livello di sensibilità ecologica), mentre fra i tricoteri sono presenti famiglie con larva a vita libera (Hydropsychidae) e con astuccio sericeo (Hydroptilidae), entrambe tuttavia poco numerose. Sono assenti i plecoteri. Risultano presenti diversi *taxa* maggiormente tolleranti, tuttavia scarsamente rappresentati: si tratta perlopiù di gruppi adattati a sopportare o evitare condizioni di forte stress idromorfologico (ditteri chironomidi, crostacei gammaridi, coleotteri volatori a respirazione aerea), o favoriti dall'elevata concentrazione di macrofite (molluschi gasteropodi, odonati in fase larvale), oltre ad altri organismi acquatici ubiquisti. Nessun *taxon* risulta nettamente dominante: il popolamento individuato appare invero piuttosto povero in termini di biomassa e numero di individui complessivo, e non risultano eccessivamente rappresentati i gruppi maggiormente opportunisti.

L'insieme individua un popolamento nel complesso poco diversificato e con struttura alterata rispetto ai valori attesi; privo della maggior parte degli elementi a sensibilità media o medio-alta con l'eccezione dei gruppi citati; non si ha tuttavia una netta dominanza da parte degli elementi maggiormente tolleranti. Il quadro rilevato si discosta pertanto dai valori attesi, ed è verosimilmente imputabile ad una condizione di frequente e prolungato stress idromorfologico, da ricollegarsi verosimilmente alla regimentazione delle portate che insiste sul tratto fluviale (in particolare, la riduzione dei volumi correnti che può determinare accumulo di sedimento fine e proliferazione della componente algale e del perifiton, a discapito di condizioni maggiormente lotiche e più vicine alla naturalità del tratto fluviale in esame). Si sottolinea come tali condizioni non subiranno verosimilmente variazioni significative in conseguenza dei lavori di sopralzo in progetto, essendo queste determinate dalla situazione già in essere al netto dell'intervento previsto.

Non è possibile comparare il dato con i precedenti monitoraggi in quanto si tratta della prima sessione di analisi per il sito in oggetto (agosto-settembre 2022); non risulta inoltre possibile comparare il dato con quelli forniti dal monitoraggio periodico da parte della competente agenzia regionale (ARPAT: Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali Interne) in quanto il parametro non viene determinato per la stazione più prossima al sito in esame, individuata nella stazione id. MAS-105 ("Arno - Ponte Acquaborra"), effettivamente collocata presso l'attraversamento carrabile di Ponte Acquaborra, in corrispondenza del sito campionato. Per tale stazione, la banca dati MAS (SIRA) non riporta alcuna classificazione dello stato ecologico relativamente al parametro in esame (STAR_ICMi - EQB: macroinvertebrati bentonici), limitandosi a riportare lo stato ecologico di "buono" ottenuto nel 2009. Rispetto alla seconda stazione individuata per la medesima sezione (Levane Valle, stazione LEV02V), a monte della presente e maggiormente vicina alla diga, il valore dell'indice risulta leggermente più basso in ragione del maggior numero di *taxa* individuati complessivamente per la stazione di monte, comprendente inoltre un'ulteriore famiglia di efemerotteri (comunque piuttosto tollerante e anch'essa paragonabile ai tricoteri a livello di sensibilità ecologica); la classe di qualità e il relativo giudizio restano peraltro i medesimi.

LEV02V - Indice STAR_ICMi

Per il tratto monitorato, l'indice restituisce un valore di **0,406**, corrispondente ad una classe di qualità **IV** ed un giudizio di stato ecologico **scarso**.

Il campionamento ha rilevato la presenza di un numero di *taxa* inferiore rispetto all'atteso (17 famiglie contro le 35 attese) e una bassa rappresentatività dei *taxa* maggiormente sensibili (4 famiglie fra efemerotteri, plecoteri e tricoteri contro le 14 attese). I soli efemerotteri rappresentati risultano essere quelli appartenenti alle famiglie a minori esigenze ecologiche rispetto alla media del *taxon* (fam. Baetidae e Caenidae, equiparabili ai tricoteri a livello di sensibilità ecologica), mentre fra i tricoteri sono presenti famiglie con larva a vita libera (Hydropsychidae) e con astuccio sericeo (Hydroptilidae), entrambe tuttavia poco numerose. Sono assenti i plecoteri. Risultano presenti diversi *taxa* maggiormente tolleranti, tuttavia scarsamente rappresentati: si tratta perlopiù di gruppi adattati a sopportare o evitare condizioni di forte stress idromorfologico (ditteri chironomidi, crostacei gammaridi, eterotteri e coleotteri volatori a respirazione aerea), o favoriti dall'elevata concentrazione di macrofite (molluschi gasteropodi, odonati in fase larvale), oltre ad altri organismi acquatici ubiquisti. Nessun *taxon* risulta nettamente dominante, benché i chironomidi siano molto ben rappresentati in confronto ai restanti *taxa*; in linea di massima, tuttavia, il popolamento individuato appare piuttosto povero in termini di biomassa e numero di individui complessivo.

L'insieme individua un popolamento nel complesso poco diversificato e con struttura alterata rispetto ai valori attesi; privo della maggior parte degli elementi a sensibilità media o medio-alta con l'eccezione dei gruppi citati; non si ha tuttavia una netta dominanza da parte degli elementi maggiormente tolleranti. Il quadro rilevato si discosta pertanto dai valori attesi, ed è verosimilmente imputabile ad una condizione di frequente e prolungato stress idromorfologico, da ricollegarsi verosimilmente alla regimentazione delle portate che insiste sul tratto fluviale (in particolare, la riduzione dei

volumi correnti che può determinare accumulo di sedimento fine e proliferazione della componente algale e del perifiton, a discapito di condizioni maggiormente lotiche e più vicine alla naturalità del tratto fluviale in esame). Si sottolinea come tali condizioni non subiranno verosimilmente variazioni significative in conseguenza dei lavori di soprizzo in progetto, essendo queste determinate dalla situazione già in essere al netto dell'intervento previsto.

Non è possibile comparare il dato con i precedenti monitoraggi in quanto si tratta della prima sessione di analisi per il sito in oggetto (agosto-settembre 2022); non risulta inoltre possibile comparare il dato con quelli forniti dal monitoraggio periodico da parte della competente agenzia regionale (ARPAT: Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali Interne) in quanto il parametro non viene determinato per la stazione più prossima al sito in esame, individuata nella stazione id. MAS-105 ("Arno - Ponte Acquaborra"), effettivamente collocata presso l'attraversamento carrabile di Ponte Acquaborra, poco più a valle rispetto al sito campionato. Per tale stazione, la banca dati MAS (SIRA) non riporta alcuna classificazione dello stato ecologico relativamente al parametro in esame (STAR_ICMi - EQB: macroinvertebrati bentonici), limitandosi a riportare lo stato ecologico di "buono" ottenuto nel 2009. Rispetto alla seconda stazione individuata per la medesima sezione (Levano Valle, stazione LEV01V), a valle della presente e più lontana rispetto alla diga, il valore dell'indice risulta leggermente più alto in ragione del minor numero di *taxa* individuati complessivamente per la stazione di valle, per la quale sono risultati assenti gli efemerotteri cenidi (comunque piuttosto tolleranti e paragonabili ai tricoteri a livello di sensibilità ecologica), mentre il popolamento riscontrato appare sostanzialmente paragonabile a livello di struttura e di nicchie ecologiche espresse; la classe di qualità e il relativo giudizio restano peraltro i medesimi.

CAR Valle – Metodo CARAVAGGIO

Per il sito in esame è stato monitorato per un tratto pari a 500m percorrendo principalmente la sponda sinistra. Tutti i caratteri valutati dalla metodica sono stati rilevati secondo quanto prescritto dalla procedura.

L'Indice per il Valore di Modificazione dell'Habitat (HMS) calcolato restituisce il giudizio di **moderato** con un valore di **21**. Il risultato deriva principalmente dalle alterazioni che le sponde presentano nel tratto più prossimo alla diga. Altri fattori di alterazione sono la briglia in cemento armato presente nell'ultimo transetto e il ponte presente nel sesto transetto.

L'Indice per la Valutazione della Qualità degli Habitat (HQA) calcolato restituisce il giudizio di **moderato** con un valore di **32**. I fattori che incidono maggiormente sulla diversificazione degli habitat sono le varie tipologie di flusso riscontrate, la struttura della vegetazione spondale e in alveo che favorisce la creazione di ambienti peculiari. L'omogeneità del substrato e la semplificazione della sommità delle sponde, d'altro canto, deprimono il valore dell'indice, determinando quindi un risultato intermedio.

L'Indice di Uso del Suolo (LUIcara) calcolato restituisce il giudizio di **buono** con un valore di **5,75**. La mancanza di arginature e la presenza di ambienti naturali ben strutturati sulla sponda concorrono al raggiungimento di un giudizio positivo. Al contrario, l'uso del suolo prevalentemente agricolo o suburbano osservato nei 50m della sommità di sponda tende ad abbassare il valore, nonostante la mitigazione dovuta all'ampia estensione della sponda.

L'Indice di Qualità dell'Habitat (IQH), ricavato dalla media dei precedenti indici, restituisce il giudizio di **buono** con un valore di RQE pari a **0,71**. Il risultato appare in linea con quanto osservato sul campo dove appare evidente come il corso d'acqua, relativamente naturaliforme, sia circondato da aree largamente antropizzate che, giocoforza, ne riducono la qualità ecologica.

L'Indice per la Descrizione del Carattere Lentico-lotico (LRD) del corso d'acqua ha restituito un valore di **-7,57** corrispondente alla classe **3 "intermedio"**. Il risultato, che dipende principalmente dal tipo di flusso e di substrato

osservati, dalla profondità del corso d'acqua e dalla presenza di macrofite, evidenzia come, nel tratto analizzato, il fiume non assuma un carattere ben definito (lotico o lentic) ma alterni, in modo abbastanza equilibrato, queste due caratteristiche; in particolare, mentre i primi due descrittori osservati tenderebbero a delineare un carattere più lentic, gli altri spostano i valori verso il carattere lotico.

Non è possibile confrontare il risultato di questa campagna (agosto 2022) con altre precedenti in quanto si tratta del primo monitoraggio svolto con questa metodologia su questo tratto fluviale. Relativamente alle caratterizzazioni per il fiume Arno, la stazione di riferimento, codice MAS-105 "Arno – Ponte Acquaborra", aggiornata al 2009, non utilizza il metodo CARAVAGGIO per definire lo stato di qualità degli habitat fluviali, pertanto il dato rilevato non è direttamente confrontabile, benché il giudizio ottenuto di "buono" sia in linea con il giudizio dello stato ecologico riportato per la stazione di riferimento.

Rispetto al tratto indagato a monte della diga, si osserva come questo sia caratterizzato da condizioni morfologiche ed ecologiche assai diverse da quello di valle, causate in massima parte dalla presenza dello sbarramento artificiale, nonostante che entrambi i tratti ottengano il medesimo giudizio IQH.

5.2: Stazioni Monte

stazione	indice	valore (RQE)	classe di qualità	giudizio
LEV01M	ISA	0,054	IV	Scarso*
LEV02M	ISA	0,182	IV	Scarso*

stazione	indice	valore	valore (RQE)	giudizio
CAR Monte	HMS	3	0,97	Elevato
	HQA	37	0,57	Buono
	LUIcara	0	1	Elevato
	IQH	-	0,85	Buono
	indice	valore	classe	nome
	LRD	63	1+	Estremamente lentic

Tabella 5.2. Raffronto sinottico dei valori degli indici calcolati per le stazioni in esame. L'indice LRD, non fornendo un giudizio di qualità ecologica viene indicato a parte. Per la derivazione dell'indice ISA a partire dai valori di STAR_ICMi e MSTeqr e l'interpretazione dei relativi risultati si rimanda alla sezione seguente.

LEV01M - Indice STAR_ICMi

Per il tratto monitorato, l'indice restituisce un valore di **0,054**, corrispondente ad una classe di qualità **IV** ed un giudizio di stato ecologico **scarso**. Si sottolinea come l'indice applicato, l'Indice Multimetrico Substrati Artificiali (ISA), rappresenti la somma pesata dello STAR_ICMi e del MTSeqr; tuttavia, qualora il numero di famiglie di macroinvertebrati per il sito/campione considerato (come nel presente caso) risulti compreso tra 4 e 5, viene attribuito direttamente lo stato ecologico "scarso" (evidenziando l'attribuzione con un asterisco).

Il campionamento ha rilevato la presenza di un numero di *taxa* molto inferiore rispetto all'atteso (4 famiglie contro le 35 attese) e l'assenza dei *taxa* maggiormente sensibili (nessuna famiglia fra efemerotteri, plecoteri e tricoteri contro

le 14 attese). I soli *taxa* rappresentati risultano essere quelli appartenenti a gruppi francamente tolleranti (ditteri chironomidi, molluschi gasteropodi, oligocheti tubificidi); fanno parziale eccezione alcune larve di odonato del genere *Ischnura* (fam. Coenagrionidae), senz'altro favorite dalla prossimità dei substrati artificiali alla superficie dell'acqua. Il gruppo dei chironomidi è risultato nettamente dominante sia in termini di biomassa che di numero di individui: i restanti *taxa* risultano estremamente sottorappresentati (solitamente meno di dieci individui).

L'insieme individua un popolamento nel complesso poco diversificato e con struttura molto alterata rispetto ai valori attesi; privo degli elementi a sensibilità media o medio-alta e dominato dagli elementi maggiormente tolleranti. Il quadro rilevato si discosta pertanto dai valori attesi: occorre tuttavia sottolineare che la profonda modificazione indotta all'asta fluviale con la creazione della diga e la successiva formazione dell'invaso non corrisponde alla condizione di riferimento per lo *standard* considerato, ed è pertanto difficilmente valutabile alla luce del metodo analitico in esame. La condizione di vaso penalizza difatti le specie reofile e legate a substrati minerali ben ossigenati e facilmente accessibili, mentre favorisce i gruppi maggiormente opportunisti e capaci di far fronte alle modificazioni idromorfologiche indotte (in particolare la forte sedimentazione, il basso idrodinamismo e le profonde variazioni nei livelli di ossigeno disciolto). Si sottolinea come tali condizioni non subiranno verosimilmente variazioni significative in conseguenza dei lavori di soprizzo in progetto, essendo queste determinate dalla situazione già in essere al netto dell'intervento previsto.

Non è possibile comparare il dato con i precedenti monitoraggi in quanto si tratta della prima sessione di analisi per il sito in oggetto (agosto-settembre 2022); non risulta inoltre possibile comparare il dato con quelli forniti dal monitoraggio periodico da parte della competente agenzia regionale (ARPAT: Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali Interne) in quanto il parametro non viene determinato per la stazione più prossima al sito in esame, individuata nella stazione id. MAS-105 ("Arno - Ponte Acquaborra"), effettivamente collocata presso l'attraversamento carrabile di Ponte Acquaborra, a valle della diga. Per tale stazione, la banca dati MAS (SIRA) non riporta alcuna classificazione dello stato ecologico relativamente al parametro in esame (STAR_ICMi - EQB: macroinvertebrati bentonici), limitandosi a riportare lo stato ecologico di "buono" ottenuto nel 2009. Rispetto alla seconda stazione individuata per la medesima sezione (Levane Monte, stazione LEV02M), a monte della presente e più lontana rispetto alla diga (comunque all'interno dell'invaso generato da questa), il valore dell'indice risulta leggermente più basso in ragione del maggior numero di *taxa* individuati complessivamente per la stazione di monte, comprendente inoltre una OU di efemerotteri (comunque piuttosto tollerante, rappresentata inoltre da un unico individuo); la classe di qualità e il relativo giudizio restano peraltro i medesimi.

LEV02M - Indice STAR_ICMi

Per il tratto monitorato, l'indice restituisce un valore di **0,182**, corrispondente ad una classe di qualità **IV** ed un giudizio di stato ecologico **scarso**. Si sottolinea come l'indice applicato, l'Indice Multimetrico Substrati Artificiali (ISA), rappresenti la somma pesata dello STAR_ICMi e del MTSeqr; tuttavia, qualora il numero di famiglie di macroinvertebrati per il sito/campione considerato (come nel presente caso) risulti compreso tra 4 e 5, viene attribuito direttamente lo stato ecologico "scarso" (evidenziando l'attribuzione con un asterisco).

Il campionamento ha rilevato la presenza di un numero di *taxa* molto inferiore rispetto all'atteso (5 famiglie contro le 35 attese) e l'assenza dei *taxa* maggiormente sensibili (un'unica famiglia fra efemerotteri, plecoteri e tricoteri contro le 14 attese). Gli efemerotteri sono rappresentati da un unico individuo appartenente al genere *Cloeon* (fam. Baetidae, Unità Operazionale *Cloeon* - 3), tollerante ed equiparabili ai tricoteri a livello di sensibilità ecologica. I soli altri *taxa* rappresentati risultano essere quelli appartenenti a gruppi francamente tolleranti (ditteri chironomidi, crostacei gammaridi, oligocheti tubificidi); fanno parziale eccezione alcune larve di odonato del genere *Ischnura* (fam. Coenagrionidae), senz'altro favorite dalla prossimità dei substrati artificiali alla superficie dell'acqua. Il gruppo dei

chironomidi è risultato nettamente dominante sia in termini di biomassa che di numero di individui: i restanti *taxa* risultano estremamente sottorappresentati (meno di dieci individui, spesso da un solo esemplare).

L'insieme individua un popolamento nel complesso poco diversificato e con struttura molto alterata rispetto ai valori attesi; privo degli elementi a sensibilità media o medio-alta e dominato dagli elementi maggiormente tolleranti. Il quadro rilevato si discosta pertanto dai valori attesi: occorre tuttavia sottolineare che la profonda modificazione indotta all'asta fluviale con la creazione della diga e la successiva formazione dell'invaso non corrisponde alla condizione di riferimento per lo *standard* considerato, ed è pertanto difficilmente valutabile alla luce del metodo analitico in esame. La condizione di vaso penalizza difatti le specie reofile e legate a substrati minerali ben ossigenati e facilmente accessibili, mentre favorisce i gruppi maggiormente opportunisti e capaci di far fronte alle modificazioni idromorfologiche indotte (in particolare la forte sedimentazione, il basso idrodinamismo e le profonde variazioni nei livelli di ossigeno disciolto). Si sottolinea come tali condizioni non subiranno verosimilmente variazioni significative in conseguenza dei lavori di soprizzo in progetto, essendo queste determinate dalla situazione già in essere al netto dell'intervento previsto.

Non è possibile comparare il dato con i precedenti monitoraggi in quanto si tratta della prima sessione di analisi per il sito in oggetto (agosto-settembre 2022); non risulta inoltre possibile comparare il dato con quelli forniti dal monitoraggio periodico da parte della competente agenzia regionale (ARPAT: Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali Interne) in quanto il parametro non viene determinato per la stazione più prossima al sito in esame, individuata nella stazione id. MAS-105 ("Arno - Ponte Acquaborra"), effettivamente collocata presso l'attraversamento carrabile di Ponte Acquaborra, a valle della diga. Per tale stazione, la banca dati MAS (SIRA) non riporta alcuna classificazione dello stato ecologico relativamente al parametro in esame (STAR_ICMi - EQB: macroinvertebrati bentonici), limitandosi a riportare lo stato ecologico di "buono" ottenuto nel 2009. Rispetto alla seconda stazione individuata per la medesima sezione (Levano Monte, stazione LEV01M), a valle della presente e più vicina alla diga, il valore dell'indice risulta leggermente più alto in ragione del minor numero di *taxa* individuati complessivamente per la stazione di valle, per la quale manca inoltre qualsiasi OU di efemerotteri (qui comunque rappresentati da un unico individuo); la classe di qualità e il relativo giudizio restano peraltro i medesimi.

CAR Monte – Metodo CARAVAGGIO

Per il sito in esame è stato monitorato per un tratto paria a 500m utilizzando un'imbarcazione a motore poiché tutto il tratto risultava non guadabile. Tutti i caratteri valutati dalla metodica sono stati rilevati secondo quanto prescritto dalla procedura.

L'Indice per il Valore di Modificazione dell'Habitat (HMS) calcolato restituisce il giudizio di **elevato** con un valore di **3**. Il risultato è dovuto principalmente alla quasi totale mancanza di alterazioni spondali dovute ad interventi antropici diretti, eccezion fatta per un breve tratto in cui la sponda è stata rifezionata all'inizio del transetto di monitoraggio. L'unico fattore di alterazione significativo è la diga presente subito a valle del tratto indagato che regola completamente il flusso del fiume.

L'Indice per la Valutazione della Qualità degli Habitat (HQA) calcolato restituisce il giudizio di **buono** con un valore di **37**. I fattori che incidono maggiormente sulla diversificazione degli habitat sono le scarpate verticali stabili e la struttura continua o semicontinua della vegetazione spondale che, unita a quella in alveo, favorisce la creazione di ambienti peculiari. La mancanza di barre di meandro o di depositi naturali in alveo, d'altro canto, deprime il valore dell'indice, determinando quindi un risultato buono.

L'Indice di Uso del Suolo (LUIcara) calcolato restituisce il giudizio di **elevato** con un valore di **0**. La presenza di ambienti naturali (boschi di latifoglie mesofile) ben strutturati sulla sponda e nei 50m della sommità di sponda, unite alla mancanza di arginature, concorrono al raggiungimento di un giudizio positivo.

L'Indice di Qualità dell'Habitat (IQH), ricavato dalla media dei precedenti indici, restituisce il giudizio di **buono** con un valore di RQE pari a **0,85**. Il risultato appare in linea con quanto osservato sul campo dove appare evidente come il corso d'acqua, circondato da aree relativamente naturaliformi (i boschi che formano una fascia tampone tra l'agroecosistema e il fiume), sia largamente influenzato dalla diga posta immediatamente a valle del tratto monitorato che, modificando significativamente il flusso delle acque e l'aspetto dell'alveo, ne riducono la qualità ecologica.

L'Indice per la Descrizione del Carattere Lentico-lotico (LRD) del corso d'acqua ha restituito un valore di **63** corrispondente alla classe **5+ "estremamente lentico"**. Il flusso osservato nel transetto di rilevamento è apparso totalmente non percettibile a causa della presenza della diga che ne regola l'andamento, per tale motivo le caratteristiche relative all'intero tratto sono state considerate artificiali. Il risultato evidenzia come, nel tratto analizzato, il fiume assuma un carattere marcatamente lentico con tutti i descrittori osservati (i.e. il flusso risultato impercettibile, il substrato non visibile, la profondità molto elevata e la presenza di macrofite flottanti) che concorrono ad aumentare il valore dell'indice.

Non è possibile confrontare il risultato di questa campagna (agosto 2022) con altre precedenti in quanto si tratta del primo monitoraggio svolto con questa metodologia su questo tratto fluviale. Relativamente alle caratterizzazioni per il fiume Arno, la stazione di riferimento, codice MAS-105 "Arno – Ponte Acquaborra", aggiornata al 2009, non utilizza il metodo CARAVAGGIO per definire lo stato di qualità degli habitat fluviali, pertanto il dato rilevato non è direttamente confrontabile, benché il giudizio ottenuto di "buono" sia in linea con il giudizio dello stato ecologico riportato per la stazione di riferimento.

Rispetto al tratto indagato a valle della diga (che ottiene il medesimo giudizio IQH), si osserva come questo sia caratterizzato da condizioni morfologiche ed ecologiche assai diverse da quello di monte, infatti, il fiume a valle dello sbarramento può assumere nuovamente la sua conformazione originaria anche se rimane sempre soggetto alla gestione del flusso operata dalla diga.

Bibliografia

Buffagni A., Kemp J.L., 2002. Looking beyond the shores of the United Kingdom: addenda for the application of River Habitat Survey in South European rivers. *Journal of Limnology*, 61: 199-214.

Buffagni A., Armanini D.G., Erba S., 2009. Does the lentic-lotic character of rivers affect invertebrate metrics used in the assessment of ecological quality? *Journal of Limnology*, 68: 92- 105.

Buffagni A., Erba S., Armanini D.G., Demartini D., Somaré S., 2004. Aspetti idromorfologici e carattere lenticolotico dei fiumi mediterranei: River Habitat Survey e descrittore LRD. Estratto da: *Classificazione ecologica e carattere lenticolotico in fiumi mediterranei. Quaderno dell'Istituto di Ricerca sulle Acque*, 122, Roma (IRSA), 41-63

Buffagni A., Erba S., Ciampittiello M., 2005. Il rilevamento idromorfologico e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva europea sulle acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo CARAVAGGIO. *Notiziario dei Metodi Analitici IRSA*, 12:32-46.

Buffagni A., Erba S., 2010. Habitat e classificazione idromorfologica. In: Buffagni A., Erba S., & Demartini D., Deliverable Pd3. Indicazioni generali e protocolli di campo per l'acquisizione di informazioni biologiche e di habitat. Parte A: fiumi. Project INHABIT – LIFE08 ENV/IT/000413. pp. 21-26. www.life-inhabit.it.

Buffagni A., Erba S., Armanini D.G., 2010. The lentic-lotic character of Mediterranean rivers and its importance to aquatic invertebrate communities. *Aquatic Sciences*, 72: 45-60.

Buffagni A., Demartini D., Terranova L., 2013. Manuale di applicazione del metodo CARAVAGGIO - Guida al rilevamento e alla descrizione degli habitat fluviali. *Monografie dell'Istituto di Ricerca Sulle Acque del C.N.R.*, Roma, 1/i, 301 pp.

Buffagni A., Moruzzi E., Belfiore C., Bordin F., Cambiagli M., Erba S., Galbiati L., Pagnotta R. 2007. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte D. Metodo di campionamento per i fiumi non guadabili. In: IRSA-CNR. *Notiziario dei metodi analitici. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD)*. ISSN:1125-2464.

Cazzola M., Casula R., Bottino A., Demartini D., Tenchini R., Coni M., Pintus M., Botta P., Giordano L., Nicola A., Erba S., Buffagni A., 2012. Deliverable D1d1. Rapporto tecnico – Risultati dell'attività di classificazione nelle aree studiate. *Classificazione dei siti e corpi idrici fluviali nelle aree investigate dal progetto INHABIT*. Project INHABIT – LIFE08 ENV/IT/000413. 53 pp. www.life-inhabit.it.

Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S. 1999. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. 2 voll. Trento, Provincia Autonoma di Trento.

Consiglio d'Europa. 2000. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*. UN: Official Journal of the European Communities, 22/12/2000, L 327/1.

Demartini D., Erba S., Armanini D.G., Di Pasquale D., Buffagni A., 2010. Uso del territorio e metodo CARAVAGGIO: il descrittore LUlcar (Land Use Index). In: **Buffagni A., Erba S., Demartini D.**, Deliverable Pd3. Indicazioni

generali e protocolli di campo per l'acquisizione di informazioni biologiche e di habitat. Parte A: fiumi. Project INHABIT – LIFE08 ENV/IT/000413. pp. 43-54. www.life-inhabit.it.

Erba S., Demartini D., Buffagni A., 2010. Metodo CARAVAGGIO e indici Habitat Modification Score (HMS) e Habitat Quality Assessment (HQA): elementi per la classificazione idromorfologica dei fiumi. In: Buffagni A., Erba S., & Demartini D., Deliverable Pd3. Indicazioni generali e protocolli di campo per l'acquisizione di informazioni biologiche e di habitat. Parte A: fiumi. Project INHABIT – LIFE08 ENV/IT/000413. pp. 27-43. www.lifeinhabit.it.

Erba S., Pace G., Demartini D., Di Pasquale D., Dörflinger G., Buffagni A., 2015. Land use at the reach scale as a major determinant for benthic invertebrate community in Mediterranean rivers of Cyprus. *Ecological Indicators*, 48: 477-491.

Franceschini S., Gandolfi B., Martino A., Tonna D. 2015. Relazione sintetica del monitoraggio e valutazione dei macroinvertebrati bentonici. LIFE RINaSCE

IRSA-CNR. 2007. *Notiziario dei Metodi Analitici n. 1 Marzo 2007 - Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD)*. Buffagni A, Erba S. (curatori sez. A); Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi M. (curatori sez. B); Erba S., Buffagni A., Alber R., Belfiore C., Bielli E., Armanini D.G., Cazzola M., Cuomo S., Demartini D. (curatori sez. C); Buffagni A., Erba S. (curatori sez. Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/EC: l'indice STAR_ICMi). Roma: IRSA-CNR, ISSN 1125-2464

IRSA-CNR. *MacrOper.ICM software*. Versione 1.0.5. Buffagni A., Belfiore C. (curatori). Life Inhabit: <http://www.life-inhabit.it/cnr-irsa-activities/it/download/software/macropicmsoft> , accessed on 2020/02/05.

ISPRA-SNPA. 2017. *Nuovo indice dello stato ecologico delle comunità ittiche (NISECI)*. Macchio S., Rossi G.L., Rossi G., De Bonis S., Balzamo S., Martone C. (autori). ISPRA: Manuali e Linee Guida 159/2017 ISBN 978-88-448-0841-9

ISPRA-SNPA. 2014. *Metodi Biologici per le acque superficiali interne. Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013. Doc. n.38/13CF*. Balzamo S., Martone C. (curatori). ISPRA: Manuali e Linee Guida 111/2014 ISBN 978-88-448-0651

Istituto Superiore di Sanità. 2009. *Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomiche*. Mancini L., Sollazzo C. (autori). Rapporti ISTISAN 09/19, 32 pp.

Provincia Autonoma di Trento-APPA. 1988. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Sansoni G. (curatore). P.F. Ghetti (prefazione). Trento, Provincia Autonoma di Trento: ISBN 88-86602-29-4

Raven P.J., Fox P.J.A., Everard M., Holmes N.T.H., Dawson F.H., 1997. River Habitat Survey: a new system for classifying rivers according to their habitat quality. In: Boon P, Howell D (eds) *Freshwater Quality: defining the Indefinable?* HMSO, Edinburgh, pp. 215-234.

Raven P.J., Holmes T.H., Dawson F.J.H., Fox P.J.A., Everard M., Fozzard I.R., Rouen K.J., 1998. River Habitat Survey, the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man. River Habitat Survey No. 2, May 1998. The Environment Agency, Bristol, 86 pp.

Regione Toscana. 2016. Piano di Tutela delle Acque della Toscana



Repubblica Italiana. 2006. *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale.* Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006, Supplemento Ordinario n. 96.

Università di Napoli Federico II - Dipartimento di Zoologia. 2004. *Carta ittica della Provincia di Avellino.* Bianco P.G., Picariello O., Belfiore C.

Università di Napoli Federico II-Scuola Politecnica e delle Scienze di Base-Dipartimento di Biologia-HydroSynergy. 2019. *Applicazione NISECI monitoraggio acqua interne superficiali Regione Campania 2017-2018.*