

Bacino di Pavana – Attività di sorbonatura



Monitoraggio idromorfologico *Ante Operam*

Bacino di Pavana – Attività di sorbonatura

Monitoraggio idromorfologico *Ante Operam*

Novembre 2022

COORDINAMENTO EGP

Dott. Daniela Fasanaro

AUTORI GRAIA

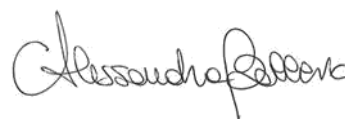
Dott. Gaetano Gentili



Dott. Matteo Moroni

G. R. A. I. A. s.r.l.
Via Repubblica, 1
21020 VARANO BORGHESI (VA)
Partita I.V.A. N° 10454870154

Dott.ssa Alessandra Ballerio



VIA REPUBBLICA 1
21020 VARANO BORGHESI (VA)
ITALIA



E-mail: info@graia.eu

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IDROMORFOLOGICO PREVISTE.....	5
3	TORRENTE LIMENTRA DI SAMBUCA - STAZIONE PAV-1 MONTE	7
3.1	HABITAT FLUVIALE - IQMM	8
4	TORRENTE LIMENTRA DI SAMBUCA - STAZIONE PAV-1.....	14
4.1	HABITAT FLUVIALE - IQMM	15
4.2	PEBBLE COUNT	20
4.3	SUBSTRATI.....	21
5	FIUME RENO - STAZIONE PAV-2 MONTE.....	24
5.1	HABITAT FLUVIALE - IQMM	25
6	FIUME RENO - STAZIONE PAV-2	30
6.1	HABITAT FLUVIALE - IQMM	31
6.2	PEBBLE COUNT	36
6.3	SUBSTRATI.....	37
7	FIUME RENO - STAZIONE PAV-3	40
7.1	HABITAT FLUVIALE - IQMM	41
7.2	SUBSTRATI.....	45
8	FIUME RENO - STAZIONE PAV-4 MONTE.....	48
8.1	HABITAT FLUVIALE - IQMM	49
9	FIUME RENO - STAZIONE PAV-4	54
9.1	HABITAT FLUVIALE - IQMM	55
10	FIUME RENO - STAZIONE PAV-5	61
10.1	HABITAT FLUVIALE - IQMM	62
11	RIFERIMENTI METODOLOGICI UTILIZZATI	67
11.1	RILEVAMENTO DELLE UNITÀ DI MESOHABITAT FLUVIALE (S.U.M. 2016).....	67
11.2	INDICE DI QUALITÀ MORFOLOGICA DI MONITORAGGIO (IQMM)	70
11.3	METODO PEBBLE COUNT	73
11.4	HABITAT FLUVIALE.....	74
12	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	75

1 PREMESSA

EGP Italia è il gestore dell'invaso di Pavana; il bacino, oltre a raccogliere le acque del bacino imbrifero del Torrente Limentra di Sambuca, riceve le acque derivate dalla presa sul Fiume Reno in località Molino del Pallone; tramite galleria di derivazione le acque vengono poi convogliate al serbatoio di Suviana.

EGP in collaborazione con GRAIA ha predisposto, ai sensi dell'art. 114 del Dlgs 152/02 e del DM 30 giugno 2004 il Programma di Sintesi (c.d. Piano Operativo) delle operazioni di svasso del bacino, trasmesso alla Regione Emilia Romagna con nota protocollata 41679 del 09/08/2022 e integrato con nota protocollata 49249 del 22/09/2022.

A seguito di approfondimenti che hanno coinvolto, oltre al Concessionario, anche gli Uffici della Regione Toscana, ed anche i tecnici di Arpa e di Arpat, il citato Piano Operativo è stato approvato con Determinazione Dirigenziale della Protezione Civile della Regione Emilia-Romagna n. 3524 del 03/10/2022, con prescrizioni. Nel presente report sono riportati i dati relativi al monitoraggio idromorfologico previsto per la fase ante operam.

Tali attività hanno lo scopo di evidenziare potenziali accumuli di sedimento delle previste attività di sorbonatura che potrebbero arrecare effetti alle comunità biologiche, con particolare riferimento alla comunità bentoniche ed a quelle ittiche.

Ai fini di monitorare tale possibile effetto e quindi mettere in atto conseguenti attività mitigative sono state eseguite attività a differenti livelli di approfondimento e scale spaziali.

I rilievi eseguiti sono stati previsti in modo comparativo, così da facilitare, in fase *post operam*, la loro ripetizione alle medesime condizioni così da rendere il più possibile preciso e dettagliato il confronto.

Nell'esecuzione delle attività è stato dato seguito a quanto previsto nei procedimenti autorizzativi e sono stati calibrati gli approfondimenti in funzione del potenziale rischio a cui i diversi tratti sono esposti, incrementando significativamente gli approfondimenti nei tratti più prossimi alla diga.

Il documento riporta:

- una sintesi schematica di tutte le attività eseguite;
- un capitolo per ogni stazione di indagine contenente i risultati raccolti;
- la descrizione dei metodi di indagine utilizzati.

2 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IDROMORFOLOGICO PREVISTE

Il monitoraggio idromorfologico ha previsto:

- Applicazione IQMm in tutte le stazioni,
- Marcatura dei substrati e caratterizzazione substrati di fondo con metodica “Pebble Count” nelle stazioni a valle del bacino più prossime alla diga.

Nel complesso i tratti oggetto di indagine, analogamente alle altre indagini ecologiche effettuate negli scorsi anni, sono:

- “PAV-1 monte” su torrente Limentra, poco a monte della diga, presso l'abitato di Taviano; questo tratto funge da “sito di riferimento” per gli effetti dello svaso per il torrente Limentra.
- “PAV-1” su torrente Limentra, poco a valle della diga.
- “PAV-2 monte” sul fiume Reno, circa 100 m a monte della confluenza del torrente Limentra di Sambuca; questo tratto funge da “sito di riferimento” per gli effetti dello svaso per il fiume Reno.
- “PAV-2” sul fiume Reno, meno di un chilometro a valle della confluenza del torrente Limentra di Sambuca.
- “PAV-3” sul fiume Reno, circa 6 chilometri più a valle della confluenza del torrente Limentra di Sambuca e appena a monte della confluenza del torrente Silla.
- “PAV-4 monte” circa 16 chilometri più a valle della confluenza del torrente Limentra di Sambuca e subito a monte dell'immissione del torrente Limentra di Treppio o Orientale, indagata anche da Arpa, dove vengono eseguite tutte le indagini come nelle altre stazioni.
- “PAV-4” sul fiume Reno, circa 16 chilometri più a valle della confluenza del torrente Limentra di Sambuca e subito a valle dell'immissione del torrente Limentra di Treppio o Orientale.
- “PAV-5” sul fiume Reno, circa 26 chilometri più a valle della confluenza del torrente Limentra di Sambuca e posto presso l'abitato di Vergato.

Nella Figura 2-1 si riporta una carta di inquadramento complessiva delle stazioni di monitoraggio; l'ubicazione di dettaglio è riportata nei capitoli che seguono.

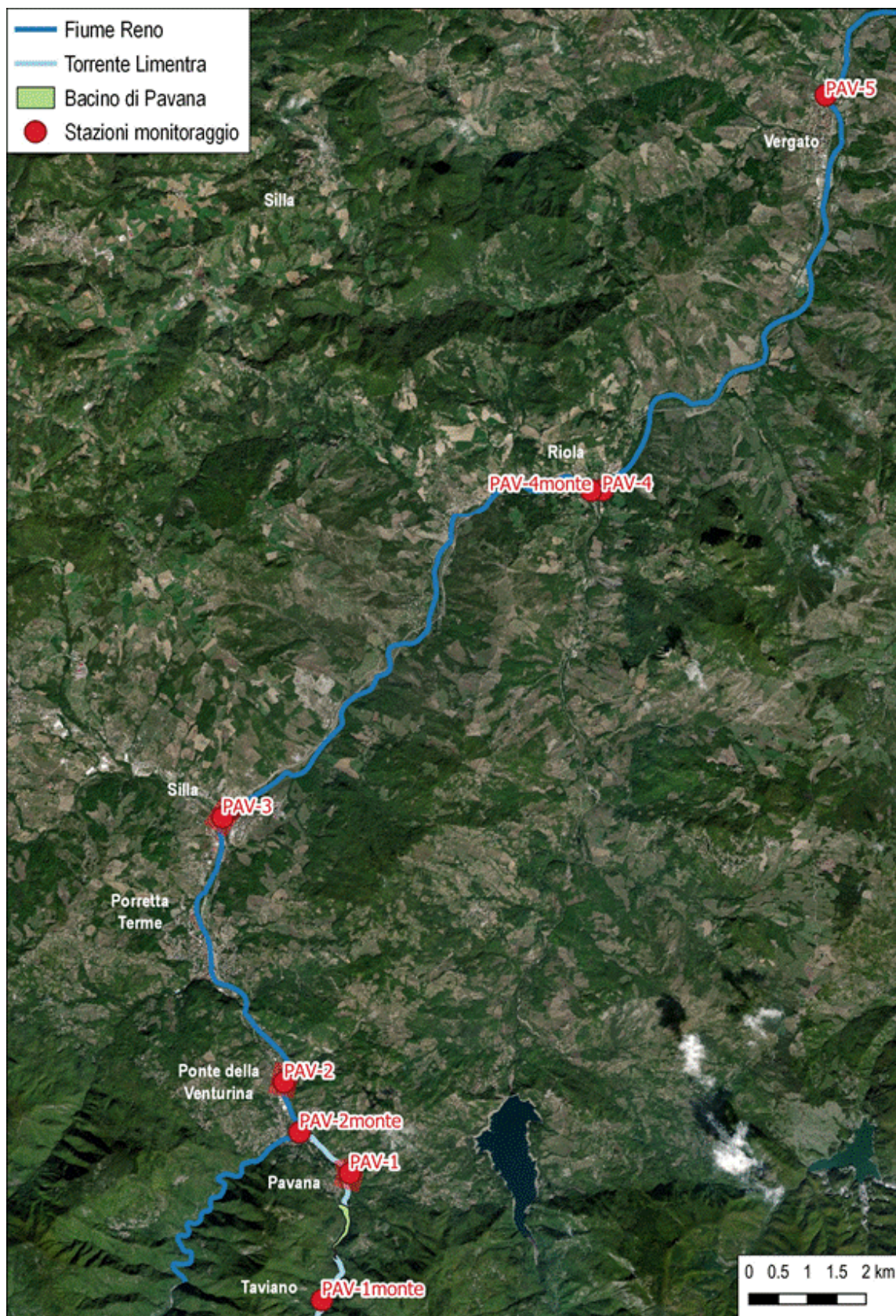


Figura 2-1: localizzazione delle stazioni di monitoraggio

3 TORRENTE LIMENTRA DI SAMBUCA - STAZIONE PAV-1 MONTE

Questo tratto di indagine (Figura 3-1) è posto a monte del bacino di Pavana presso l'abitato di Taviano e pertanto non è stato interessato dallo svaso; come detto viene indagato a scopo comparativo.



Figura 3-1: localizzazione della stazione di monitoraggio PAV-1 monte sul torrente Limentra di Sambuca

Nel paragrafo che segue sono riportati i risultati ottenuti relativamente al monitoraggio effettuato.

3.1 HABITAT FLUVIALE - IQMM

Per la definizione dell'indice di qualità morfologica è stato rilevato un tratto circa 1 km (Figura 3-2).

Il corso d'acqua appartiene ad un'unità fisiografica della zona definita "area montana". Il torrente Limentra di Sambuca in questa area, appartiene alla categoria dei "corsi d'acqua montani" con alveo "confinato", in quanto presenta una buona pendenza, substrato grossolano e mobilità laterale fortemente limitata sia dall'acclività dei versanti, sia dalla presenza di difese spondali a protezione della strada e degli abitati limitrofi.



Figura 3-2: tratto rilevato per applicazione IQMM

Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo semi-alluvionale (a fondo parzialmente "mobile"), in quanto vi sono elementi del substrato non mobilizzabili dalla corrente, fra i quali dominano ciottoli e massi con dimensioni eterogenee. Il corso d'acqua ha carattere torrentizio.

Durante i rilievi sono state riscontrate 2 briglie di consolidamento e 5 opere di attraversamento; queste opere incidono, con le difese spondali presenti, al grado di artificializzazione del corso d'acqua.

L'alveo è a "canale singolo" e la larghezza media dell'alveo bagnato al momento del rilievo è risultata pari a 8 m. Nel complesso, il tratto presenta una discreta integrità morfologica dell'alveo, con mesohabitat dominato da sequenze di "**rapid**" ben distribuite e alcune zone di "**pool**" profonde, idonee a creare ottimi rifugi per la fauna ittica. La porzione di monte del tratto indagato è caratterizzata da una pendenza minore e in questo modo si creano unità morfologiche caratterizzate da "**rifle**" veloci e a bassa profondità. In Figura 3-3 e in Figura 3-4 sono riportate alcune immagini del tratto.



Figura 3-3: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 3-4: immagini tratto rilevato per IQMm

La vegetazione svolge un ruolo importante; entrambe le sponde per buona parte del tratto sono costituite da formazioni funzionali, la cui continuità longitudinale e ampiezza risultano non omogenee per tutto il tratto. Il collegamento con i versanti è buono nella porzione alta della parte indagata, tuttavia, avvicinandosi all'abitato aumentano le difese spondali e queste incidono sulla continuità dei versanti e delle formazioni funzionali. Il materiale legnoso in alveo favorisce il crearsi di molteplici processi idraulici, geomorfologici ed ecologici.

Il “**clogging**” non è presente come il “**corazzamento**”, in quanto la disposizione dei clasti presenti è naturale ed eterogenea. Da evidenziare la presenza di lavori in alveo presso il ponte pedonale vicino al comune e la posta di Sambuca Pistoiese.

In Figura 3-5 sono riportate alcune immagini delle aree artificiali lungo il tratto.



Figura 3-5: difese spondali e attraversamenti

La presenza dell’abitato in corrispondenza di Sambuca influisce sul grado di artificializzazione del corso d’acqua. Le difese spondali e gli attraversamenti presenti incidono nel risultato dell’Indice IQMm.

Al momento del rilievo sono risultate evidenti attività in alveo per rimodellazione della sponda sx, con conseguente movimentazione dei substrati presenti (Figura 3-6).



Figura 3-6: rimodellazione sponda sx

Nella Tabella 3-1 sono riepilogati i punteggi attribuiti agli indicatori analizzati (funzionalità geomorfologica e artificialità).

Tabella 3-1: riepilogo punteggi per funzionalità ed artificialità valutati nel tratto

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA			
	Sigla	Indicatore	Punteggio
Continuità	F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	0,00
	F3m	Connessione tra versanti e corso d'acqua	6,00
Morfologia	F6m	Morfologia del fondo e pendenza della valle	1,73
	F9m	Variabilità della sezione	5,10
	F10m	Struttura del substrato	0,00
	F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0,00
Vegetazione fascia perifluviale	F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	1,26
	F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	4,91
ARTIFICIALITA'			
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	A1m	Opere di alterazione delle portate liquide monte	0,00
	A2m	Opere di alterazione delle portate solide monte	0,00
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	0,00
	A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	4,25
	A5m	Opere di attraversamento	2,50
Opere di alterazione della continuità laterale	A6m	Difese di sponda	11,20
	A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	0,00
Interventi di manutenzione e prelievo	A10m	Rimozione di sedimenti	0,00
	A11m	Rimozione di materiale legnoso	0,00
	A12m	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale	1,15

Il tratto in termini di qualità di morfologia fluviale (IQMm) è valutato in uno stato di qualità “BUONO” (Tabella 3-2). Lo stato del corso d'acqua è alterato dalle varie artificializzazioni lungo il tracciato fra cui attraversamenti,

muri di difesa e briglie; tuttavia, tale presenza incide in modo poco significativo sull'habitat acquatico dal punto di vista ecologico.

Tabella 3-2: riepilogo dei risultati dei sub-indici e dell'Indice IQMm

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
Verticali	Funzionalità	0,11	0,15
	Artificialità	0,11	0,62
Orizzontali	Continuità	0,10	0,30
	Longitudinale	0,03	0,26
	Laterale	0,07	0,04
	Morfologia	0,09	0,43
	Configurazione morfologica	0,04	0,06
	Configurazione sezione	0,04	0,16
	Substrato	0,00	0,20
	Vegetazione	0,04	0,05
IAMm = Indice di Alterazione Morfologica		0,22	
IQMm = Indice di Qualità Morfologica		0,78	
Classe di qualità (IQMm)		buono	

4 TORRENTE LIMENTRA DI SAMBUCA - STAZIONE PAV-1

La stazione di monitoraggio (Figura 4-1) sul torrente Limentra di Sambuca, denominata “PAV-1”, è posta circa 0,6 km a valle della diga, poco a monte del ponte in località Pontaccio.

In questo tratto sono state eseguite la maggior parte delle indagini chimico-fisiche del monitoraggio in corso d’opera, poichè per la vicinanza con la diga erano attesi i maggiori effetti dello svaso.

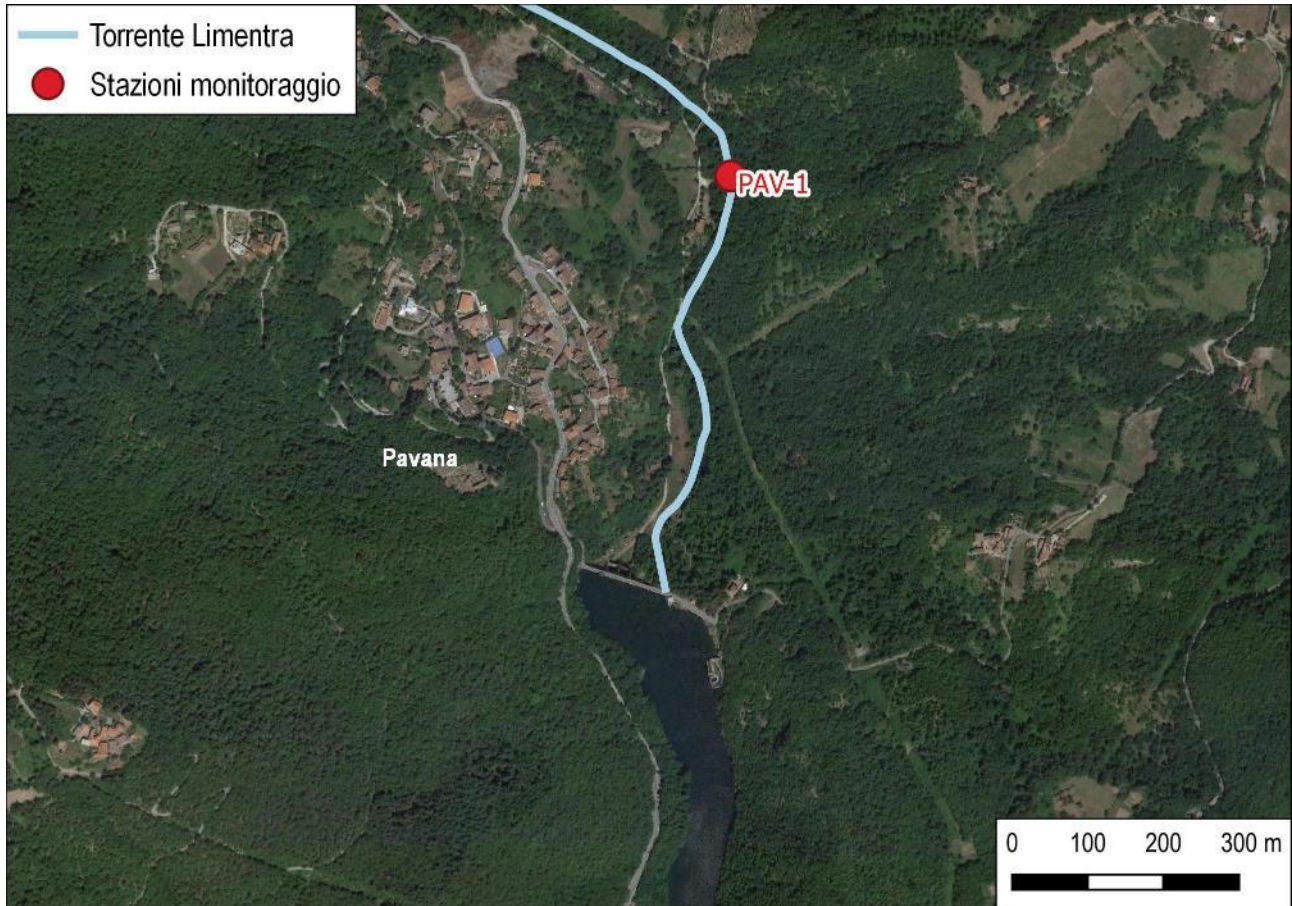


Figura 4-1: localizzazione della stazione di monitoraggio PAV 1 sul torrente Limentra di Sambuca

Nei paragrafi che seguono sono riportati i risultati ottenuti relativamente ai parametri oggetto di monitoraggio.

4.1 HABITAT FLUVIALE - IQMM

Per la definizione dell'indice di qualità morfologica è stato rilevato un tratto circa 1,5 km (Figura 4-2) compreso tra la diga di Pavana e la confluenza con il fiume Reno. Il corso d'acqua appartiene ad un'unità fisiografica al limite della zona definita "area montana". Il torrente Limentra appartiene alla categoria dei "torrenti montani" con alveo "confinato", in quanto presenta una buona pendenza, substrato grossolano e mobilità laterale fortemente limitata sia dall'acclività dei versanti (scorre in una valle a "V"), sia dalla presenza di difese spondali a protezione della strada e degli abitati limitrofi.

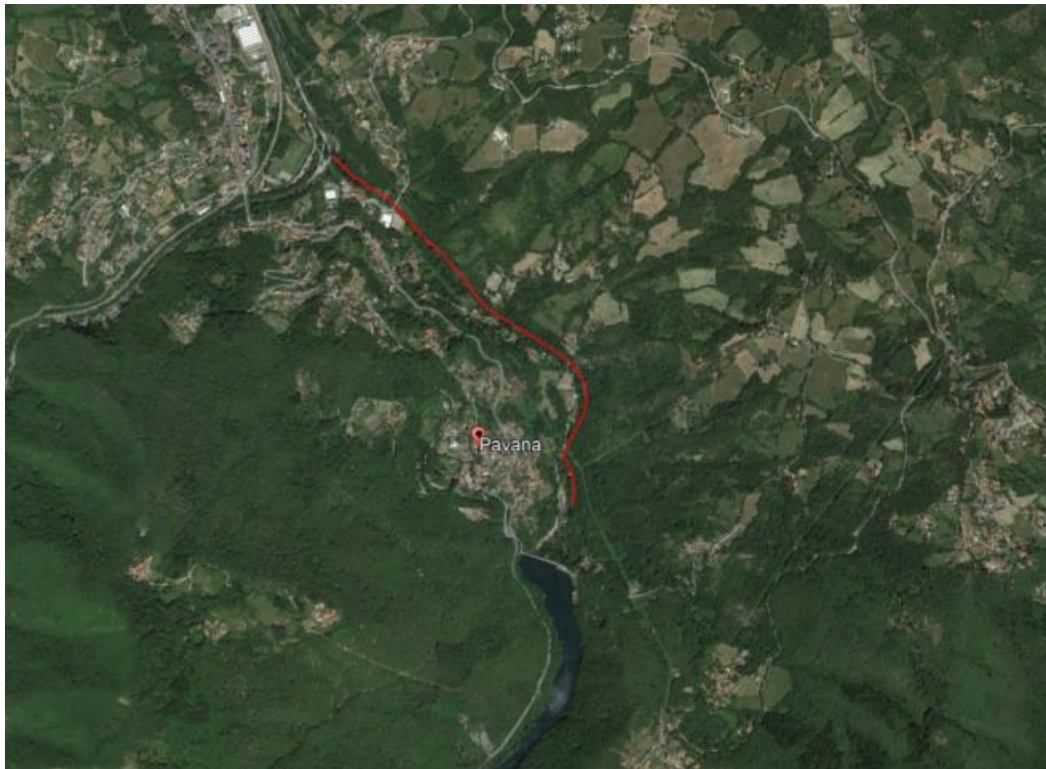


Figura 4-2: tratto rilevato per applicazione IQMM

Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo semi-alluvionale (a fondo parzialmente "mobile"), in quanto vi sono elementi del substrato non mobilizzabili dalla corrente, fra i quali dominano ciottoli con dimensioni eterogenee. Sono presenti, inoltre, zone a bassa pendenza in cui l'alveo si allarga e diminuisce la velocità di corrente, creando aree con depositi di materiali più fini. Per quanto concerne gli aspetti di artificialità sono state riscontrate 3 briglie di consolidamento durante i rilievi e 2 attraversamenti; queste opere incidono insieme alle difese spondali presenti al grado di artificializzazione del corso d'acqua.

L'alveo è a "canale singolo" e la larghezza media dell'alveo bagnato al momento del rilievo è risultata pari a 7 m. Nel complesso, il tratto presenta una discreta integrità morfologica dell'alveo, con mesohabitat dominato da sequenze di "**rapid**" e di "**rifle**" ben distribuite. A valle delle briglie presenti vi sono delle "**pool**", larghe e profonde, idonee a creare ottimi rifugi per la fauna ittica. In alcune aree sono presenti dei "**glide**" caratterizzati da una discreta profondità e bassa velocità. La presenza della diga influisce sull'apporto di materiale solido verso valle e regola le portate che non sono naturali nel corso d'acqua, in quanto sottoposte a deflusso minimo vitale (DMV). In Figura 4-3 e in Figura 4-4 sono riportate alcune immagini del tratto.



Figura 4-3: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 4-4: immagini tratto rilevato per IQMm

La vegetazione svolge un ruolo importante; tuttavia, solo la sponda destra orografica del torrente Limentra presenta un'estensione lineare, per la maggior parte continua, con formazioni funzionali lungo il tratto

analizzato, e anche l'ampiezza di esse raggiunge le diverse decine di metri. La sponda sinistra, invece, non ha la stessa funzionalità in quanto limitata dalle interruzioni delle difese spondali e dalla strada. L'ampiezza della fascia perfluviale rimane limitata.

In Figura 4-5 sono riportate alcune immagini delle aree artificiali lungo il tratto.



Figura 4-5: difese spondali e attraversamenti

In alveo è presente materiale legnoso di grosse dimensioni; questo elemento favorisce il crearsi di molteplici processi idraulici, geomorfologici ed ecologici. Nella porzione più alta del tratto indagato, in sponda destra, è stato riscontrato un taglio a raso della vegetazione, limitrofo alla sponda per una lunghezza complessiva di 170 m. Il “**clogging**” è presente ma non significativo, limitandosi solo ad alcune zone di acqua lenta e profonda nelle quali ci sono dei depositi di materiale più fine. Il “**corazzamento**” non è presente, la disposizione è naturale ed eterogenea dei ciottoli presenti, facilmente movibili da eventi di piena ordinari.

Nella Tabella 4-1 sono riepilogati i punteggi attribuiti agli indicatori analizzati (funzionalità geomorfologica e artificialità).

Tabella 4-1: riepilogo punteggi per funzionalità ed artificialità valutati nel tratto

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA			
	Sigla	Indicatore	Punteggio
Continuità	F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	6,00
	F3m	Connessione tra versanti e corso d'acqua	4,63
	F6m	Morfologia del fondo e pendenza della valle	1,17
Morfologia	F9m	Variabilità della sezione	5,40
	F10m	Struttura del substrato	3,50
	F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0,00
	F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale	2,94
Vegetazione fascia perfluviale	F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	5,23
ARTIFICIALITA'			
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	A1m	Opere di alterazione delle portate liquide monte	7,50
	A2m	Opere di alterazione delle portate solide monte	0,00
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	0,00
	A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	11,55
	A5m	Opere di attraversamento	2,50
Opere di alterazione della continuità laterale	A6m	Difese di sponda	5,62
	A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	0,00
	A10m	Rimozione di sedimenti	0,00
Interventi di manutenzione e prelievo	A11m	Rimozione di materiale legnoso	0,00
	A12m	Taglio della vegetazione in fascia perfluviale	1,55

Il tratto in termini di qualità di morfologia fluviale è valutato in uno stato di qualità “MODERATO” (Tabella 4-2).

Tabella 4-2: riepilogo dei risultati dei sub-indici e dell'Indice IQMm

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
Verticali	Funzionalità	0,17	0,09
	Artificialità	0,17	0,57
Orizzontali	Continuità	0,17	0,22
	Longitudinale	0,13	0,16
	Laterale	0,04	0,06
	Morfologia	0,11	0,40
	Configurazione morfologica	0,02	0,08
	Configurazione sezione	0,07	0,14
	Substrato	0,02	0,18
	Vegetazione	0,06	0,04
IAMm = Indice di Alterazione Morfologica		0,34	
IQMm = Indice di Qualità Morfologica		0,66	
Classe di qualità (IQMm)		Moderato	

Lo stato del corso d'acqua è alterato dalle varie artificializzazioni presenti lungo il tracciato. La presenza della diga a monte rappresenta un elemento di artificialità molto impattante dal punto di vista morfologico, ma dal punto di vista ecologico incide in modo poco significativo sull'habitat acquatico.

4.2 PEBBLE COUNT

Ai fini della caratterizzazione granulometrica dell'alveo fluviale in questo tratto è stato applicato il metodo Pebble Count la cui applicazione è descritta nel capitolo metodologico finale.

In termini operativi il tratto di indagine (lo stesso su cui da alcuni anni vengono eseguite le indagini biologiche) è caratterizzato attraverso 12 diversi transetti trasversali, tutti marcati così da poter ripetere precisamente il rilievo in fase *post operam*) nei quali stati effettuati complessivamente 189 valutazioni granulometriche del substrato di fondo. I risultati ottenuti sono riportati nelle figure che seguono.

In Figura 4-6 si riporta la frequenza di comparsa delle classi granulometriche, da cui è possibile osservare la dominanza in questo tratto dei massi e la presenza marginale delle classi più fini.

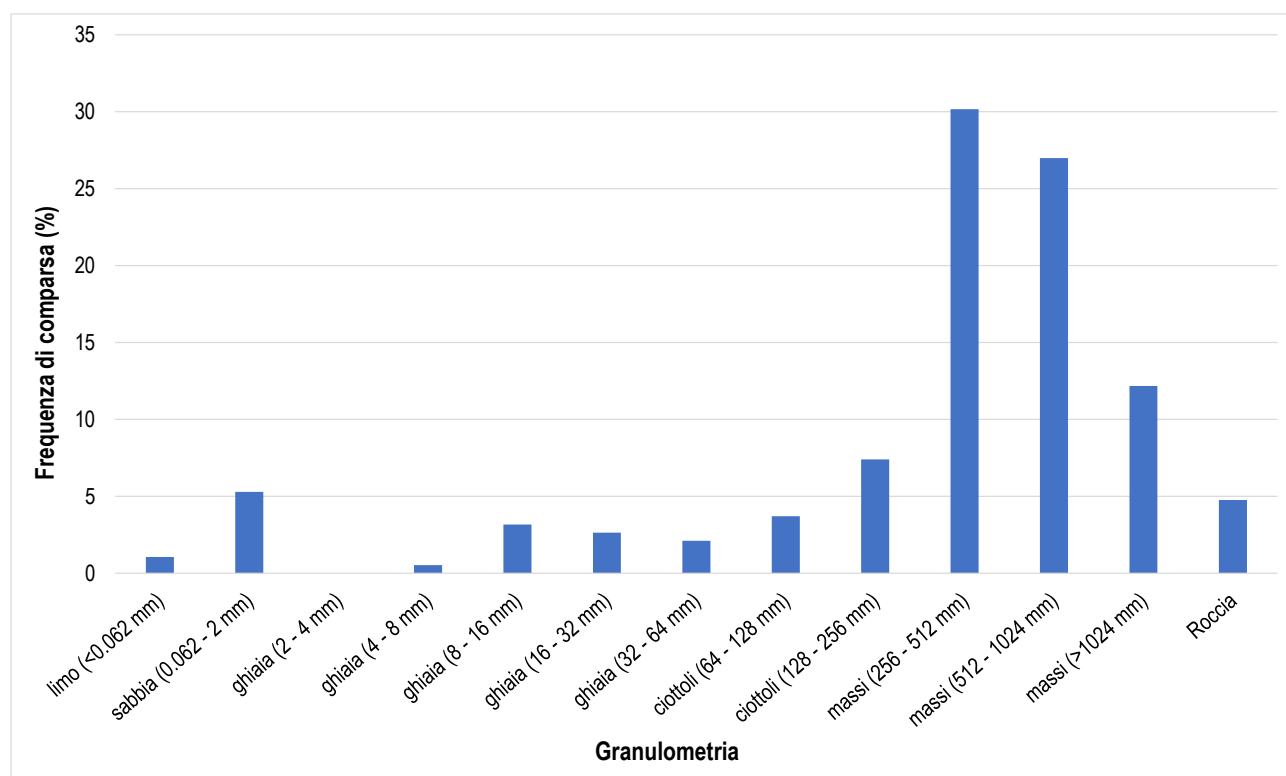


Figura 4-6: frequenza di comparsa delle classi granulometriche

In Figura 4-7 si riporta la frequenza di comparsa cumulata delle classi granulometriche.

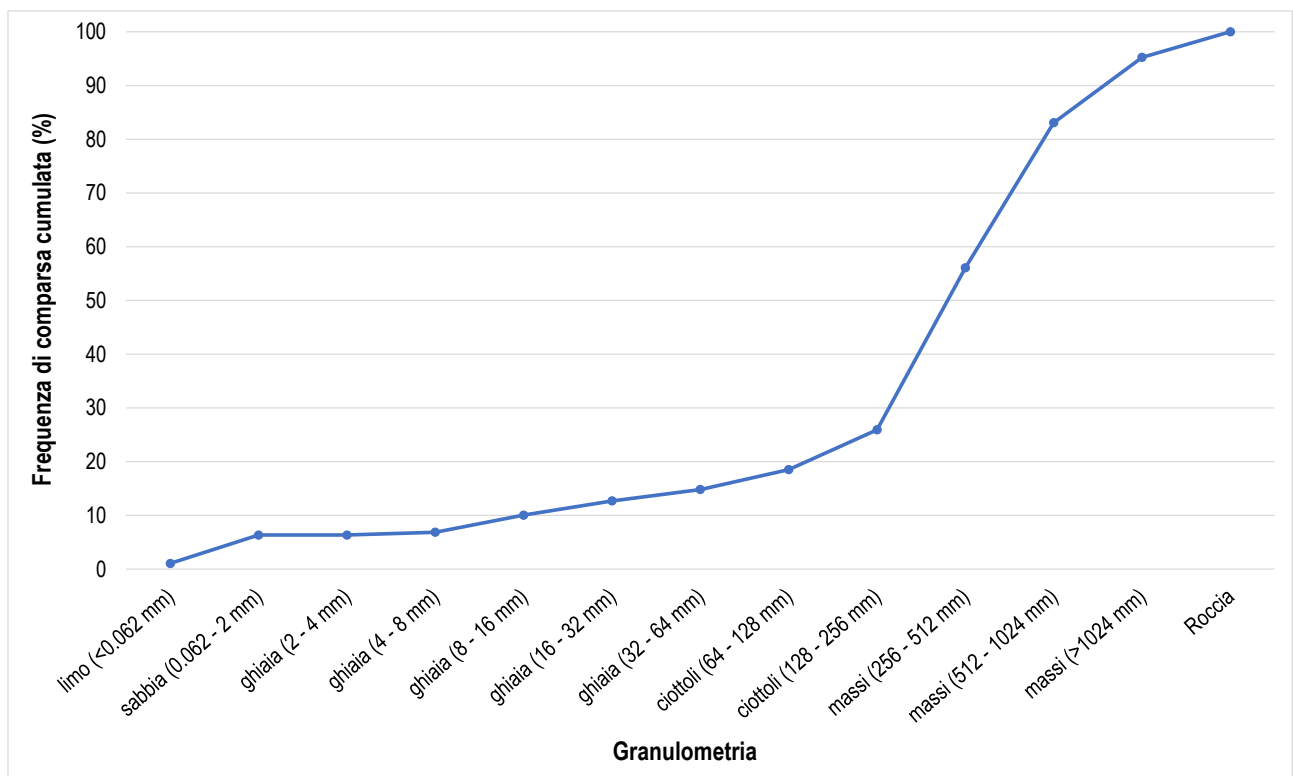


Figura 4-7: frequenza di comparsa cumulata delle classi granulometriche

La ripetizione in fase *post operam* di tali rilievi consentirà, come detto, di osservare e quantificare, congiuntamente alle attività descritte nel paragrafo che segue, eventuali depositi di sedimento originato dall'attività di sorbonatura.

4.3 SUBSTRATI

In piena analogia con lo scopo dell'attività precedente, sono stati anche individuati, marcati e fotografati alcuni substrati presenti in alveo. Tale attività sarà ripetuta dopo la sorbonatura e la loro comparazione consentirà di osservare eventuali variazioni nella composizione del fondo con particolare riferimento alla deposizione di sedimento.

Nelle immagini che seguono si riportano alcuni dei substrati marcati.



Figura 4-8: substrati marcati in PAV1



Figura 4-9: substrati marcati in PAV1

5 FIUME RENO - STAZIONE PAV-2 MONTE

Questo tratto (Figura 5-1) è posto circa 100 m a monte della confluenza con il torrente Limentra di Sambuca e pertanto non è stato interessato dallo svaso; analogamente al tratto denominato “PAV - 1 monte” viene indagato a scopo comparativo.



Figura 5-1: localizzazione della stazione di monitoraggio PAV-2 monte sul fiume Reno

Nel paragrafo che segue sono riportati i risultati ottenuti relativamente al monitoraggio effettuato.

5.1 HABITAT FLUVIALE - IQMM

Per la definizione dell'indice di qualità morfologica è stato rilevato un tratto circa 1,5 km (Figura 5-2) compreso tra la confluenza con il torrente Limentra di Sambuca e il ponte della ferrovia. Il corso d'acqua appartiene ad un'unità fisiografica della zona definita "area montana". Il fiume Reno in questa area viene definito come alto Reno, appartiene alla categoria dei "corsi d'acqua montani" con alveo "confinato", in quanto presenta una buona pendenza, substrato grossolano e mobilità laterale fortemente sia limitata dall'acclività dei versanti (scorre in una valle a "V"), sia dalla presenza di difese spondali a protezione della strada e degli abitati limitrofi.



Figura 5-2: tratto rilevato per applicazione IQMM

Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo semi-alluvionale (a fondo parzialmente "mobile"), in quanto vi sono elementi del substrato non mobilizzabili dalla corrente, fra cui dominano ciottoli e massi con dimensioni eterogenee. Il corso d'acqua ha carattere torrentizio. L'alveo è a "canale singolo" e la larghezza media dell'alveo bagnato al momento del rilievo è risultata pari a 12 m.

Nel complesso, il tratto presenta una discreta integrità morfologica dell'alveo, con mesohabitat dominato da sequenze di "**rapid**" ben distribuite e alcune zone di "**pool**" profonde, idonee a creare ottimi rifugi per la fauna ittica. La porzione di fiume Reno verso la confluenza con il torrente Limentra di Sambuca è caratterizzata da una pendenza minore e in questo modo si creano unità morfologiche caratterizzate da "**rifle**" veloci e a bassa profondità. La presenza dell'abitato, in corrispondenza del Ponte della Venturina, e del tracciato ferroviario in sponda sinistra orografica influiscono sul grado di artificializzazione del corso d'acqua, con l'aumento delle difese di sponda. La vegetazione svolge un ruolo importante; entrambe le sponde per buona parte del tratto sono costituite da formazioni funzionali, la cui continuità longitudinale e ampiezza risultano non omogenee per

tutto il tratto. Il collegamento con i versanti è buono nella porzione alta della parte indagata; tuttavia, avvicinandosi all'abitato aumentano le difese spondali e queste incidono sulla continuità dei versanti e delle formazioni funzionali.

Il materiale legnoso in alveo favorisce il crearsi di molteplici processi idraulici, geomorfologici ed ecologici.

Il “**clogging**” non è presente così come il “**corazzamento**”, in quanto la disposizione dei clasti presenti è naturale ed eterogenea. Da evidenziare la presenza di lavori in alveo presso l'area della briglia di trattenuta. In Figura 5-3 e in Figura 5-4 sono riportate alcune immagini del tratto.



Figura 5-3: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 5-4: immagini tratto rilevato per IQMm

In Figura 5-5 sono riportate alcune immagini delle aree artificiali lungo il tratto.



Figura 5-5: aree artificiali

Le difese spondali e gli attraversamenti presenti incidono sulla qualità morfologica del fiume Reno per questo tratto di indagine. Durante i rilievi sono state riscontrate 2 briglie di consolidamento, 1 briglia di trattenuta e 2 attraversamenti. Le briglie aperte o filtranti presentano aperture di varie forme e dimensioni nel corpo briglia, per garantire una capacità autopulente per le granulometrie minori in seguito ad un evento di piena. Lo scopo è di dosare il trasporto solido durante eventi di piena eccezionale, alterando solo in parte (frazioni grossolane) la continuità longitudinale del sedimento; tali briglie tendono a bloccare il materiale legnoso.

Le 2 briglie di consolidamento hanno il compito di non intercettare il trasporto solido, ma solo di ridurne l'intensità e mitigare la capacità erosiva della corrente attraverso una riduzione della pendenza dell'alveo; tali aspetti incidono sul risultato dell'Indice IQMm.

Nella Tabella 5-1 sono riepilogati i punteggi attribuiti agli indicatori analizzati (funzionalità geomorfologica e artificialità).

Tabella 5-1: riepilogo punteggi per funzionalità ed artificialità valutati nel tratto

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA			
	Sigla	Indicatore	Punteggio
Continuità	F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	0,00
	F3m	Connessione tra versanti e corso d'acqua	2,52
Morfologia	F6m	Morfologia del fondo e pendenza della valle	1,21
	F9m	Variabilità della sezione	4,41
	F10m	Struttura del substrato	0,00
	F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0,00
Vegetazione fascia perifluviale	F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	1,39
	F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	2,23
ARTIFICIALITA'			
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	A1m	Opere di alterazione delle portate liquide monte	0,00
	A2m	Opere di alterazione delle portate solide monte	0,00
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	0,00
	A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	9,15
	A5m	Opere di attraversamento	2,50
Opere di alterazione della continuità laterale	A6m	Difese di sponda	7,21
	A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	0,00
Interventi di manutenzione e prelievo	A10m	Rimozione di sedimenti	0,00
	A11m	Rimozione di materiale legnoso	0,00
	A12m	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale	0,00

Il tratto in termini di qualità di morfologia fluviale (IQMm) è valutato in uno stato di qualità “BUONO” (Tabella 5-2). Lo stato del corso d'acqua è alterato dalle varie artificializzazioni lungo il tracciato fra cui attraversamenti, massicciate e briglie, tuttavia, tale presenza incide in modo poco significativo sull'habitat acquatico dal punto di vista ecologico.

Tabella 5-2: riepilogo dei risultati dei sub-indici e dell'Indice IQMm

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
Verticali	Funzionalità	0,07	0,20
	Artificialità	0,11	0,62
Orizzontali	Continuità	0,08	0,31
	Longitudinale	0,04	0,24
	Laterale	0,04	0,07
	Morfologia	0,08	0,43
	Configurazione morfologica	0,03	0,08
	Configurazione sezione	0,05	0,15
	Substrato	0,00	0,20
	Vegetazione	0,02	0,07
IAMm = Indice di Alterazione Morfologica		0,18	
IQMm = Indice di Qualità Morfologica		0,82	
Classe di qualità (IQMm)		Buono	

6 FIUME RENO - STAZIONE PAV-2

La prima stazione di monitoraggio sul fiume Reno a valle della confluenza del torrente Limentra (0,9 km) è posta in prossimità della località Valdoppio (Figura 6-1), a circa 2 km dalla diga.

Rispetto al tratto PAV-1 più che la distanza è di rilievo la diluizione che le “acque pulite” del F. Reno determinano su quelle provenienti dalla diga.



Figura 6-1: localizzazione della stazione di monitoraggio PAV-2 sul fiume Reno

Nei paragrafi che seguono sono riportati i risultati ottenuti relativamente ai parametri oggetto di monitoraggio.

6.1 HABITAT FLUVIALE - IQMM

Per la definizione dell'indice di qualità morfologica è stato rilevato un tratto circa 4,5 km (Figura 6-2) compreso tra la confluenza con il torrente Limentra di Sambuca e il ponte della “Madonna”. Il corso d'acqua appartiene ad un'unità fisiografica della zona definita “area di pianura intermontana appenninica”. Il fiume Reno è classificato come corso d'acqua con alveo “semi-confinato”, in quanto presenta una scarsa pendenza, substrato grossolano con prevalenza di rocce tenere; la mobilità laterale è limitata da opere e da difese spondali per la maggior parte del tratto.



Figura 6-2: tratto rilevato per applicazione IQMm

Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo alluvionale (a fondo parzialmente “mobile”), in quanto vi sono elementi substrato mobilizzabili dalla corrente, fra cui dominano ciottoli e massi con dimensioni eterogenee. L'alveo è a “canale singolo” e la larghezza media dell'alveo bagnato al momento del rilievo è risultata pari a 16 m.

Le misure sono state effettuate in campo con telemetro Bushnell.

Nel complesso, il tratto presenta una discreta integrità morfologica dell'alveo, con mesohabitat dominato da sequenze di “riffle” e “glide” ben distribuite, poche aree con conformazione “pool”, idonee a creare ottimi rifugi per la fauna ittica. La porzione di fiume Reno verso la confluenza con il torrente Limentra di Sambuca è caratterizzata da una pendenza minore e un aumento dell'alveo di morbida-piena.

L'area vicino alla confluenza con il T. Limentra (Figura 6-3) ha subito di recente un rimodellamento delle sponde.



Figura 6-3: immagini tratto vicino alla confluenza con T. Limentra

La presenza dell'abitato in corrispondenza della Venturina influisce sul grado di artificializzazione del corso d'acqua, con un aumento delle difese di sponda su entrambi i lati. La sponda sinistra orografica è caratterizzata dalla presenza del tracciato ferroviario; infatti, a protezione di esso vi sono difese spondali per quasi tutto il tratto, mentre in sponda destra le difese sono a protezione della strada che porta alla località Cà di Dano. La

vegetazione in questo tratto di fiume Reno non è estesa e ampia come nei tratti a monte. L'estensione lineare non è omogenea, l'ampiezza è limitata raggiungendo un valore medio di circa 20 m. Le formazioni presenti sono parzialmente funzionali, tuttavia, garantiscono una buona stabilità alle sponde e contribuiscono all'apporto di materiale legnoso in alveo (Figura 6-4).



Figura 6-4: immagini tratto IQMm

La presenza di materiale legnoso in alveo favorisce molteplici processi idraulici, geomorfologici ed ecologici: in questo senso consente all'ecosistema acquatico di utilizzarlo come apporto di materiale organico e di rifugio.

Il “**clogging**” non è presente così come il “**corazzamento**” è scarso, in quanto la disposizione dei clasti presenti è per lo più naturale ed eterogenea e sono facilmente movibili in caso di piene ordinarie. Le difese spondali e gli attraversamenti presenti (Figura 6-5) incidono sulla qualità morfologica del fiume Reno per questo tratto di indagine. Durante i rilievi sono state riscontrate 1 briglia di consolidamento e 2 attraversamenti. La briglia di consolidamento è stata realizzata per non intercettare il trasporto solido, ma solo per ridurne l'intensità e mitigare la capacità erosiva della corrente attraverso una riduzione della pendenza dell'alveo.



Figura 6-5: difese spondali e attraversamenti

Nella Tabella 6-1 sono riepilogati i punteggi attribuiti agli indicatori analizzati (funzionalità geomorfologica e artificialità).

Tabella 6-1: riepilogo punteggi per funzionalità ed artificialità valutati nel tratto

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA			
	Sigla	Indicatore	Punteggio
Continuità	F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	0,00
	F2m	Presenza di piana inondabile	2,82
	F4m	Processi di arretramento delle sponde	2,50
	F5m	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	1,92
Morfologia	F7m	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	3,90
	F10m	Struttura del substrato	0,00
	F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0,00
Vegetazione fascia perfluviale	F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale	2,86
	F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	4,23
ARTIFICIALITA'			
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	A1m	Opere di alterazione delle portate liquide monte	4,50
	A2m	Opere di alterazione delle portate solide monte	0,00
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	0,00
	A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	4,00
	A5m	Opere di attraversamento	2,34
Opere di alterazione della continuità laterale	A6m	Difese di sponda	15,43
	A7m	Arginature	0,00
	A8m	Variazioni artificiali di tracciato	0,00
	A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	0,00
Interventi di manutenzione e prelievo	A10m	Rimozione di sedimenti	4,50
	A11m	Rimozione di materiale legnoso	0,00

Il tratto in termini di qualità di morfologia fluviale (IQMm) è valutato in uno stato di qualità “BUONO” (Tabella 6-2). Lo stato del corso d'acqua è alterato dalle varie artificializzazioni lungo il tracciato fra cui attraversamenti, massicciate e briglie, tuttavia, tale presenza incide in modo poco significativo sull'habitat acquatico dal punto di vista ecologico.

Tabella 6-2: riepilogo dei risultati dei sub-indici e dell'Indice IQMm

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
Verticali	Funzionalità	0,09	0,14
	Artificialità	0,16	0,60
Orizzontali	Continuità	0,12	0,38
	Longitudinale	0,05	0,21
	Laterale	0,08	0,18
	Morfologia	0,09	0,44
	Configurazione morfologica	0,06	0,05
	Configurazione sezione	0,02	0,13
	Substrato	0,01	0,17
	Vegetazione	0,04	0,01
IAMm = Indice di Alterazione Morfologica		0,26	
IQMm = Indice di Qualità Morfologica		0,74	
Classe di qualità (IQMm)		Buono	

6.2 PEBBLE COUNT

Come detto anche per la stazione PAV 1, ai fini della caratterizzazione granulometrica dell'alveo fluviale in questo tratto è stato applicato il metodo Pebble Count la cui applicazione è descritta nel capitolo metodologico finale.

In termini operativi il tratto di indagine (lo stesso su cui da alcuni anni vengono eseguite le indagini biologiche) è caratterizzato attraverso 11 diversi transeetti trasversali, tutti marcati così da poter ripetere precisamente il rilievo in fase *post operam*) nei quali stati effettuati complessivamente 337 valutazioni granulometriche del substrato di fondo. I risultati ottenuti sono riportati nelle figure che seguono.

In Figura 6-6 si riporta la frequenza di comparsa delle classi granulometriche, da cui è possibile osservare la dominanza in questo tratto dei massi e la presenza marginale delle classi più fini.

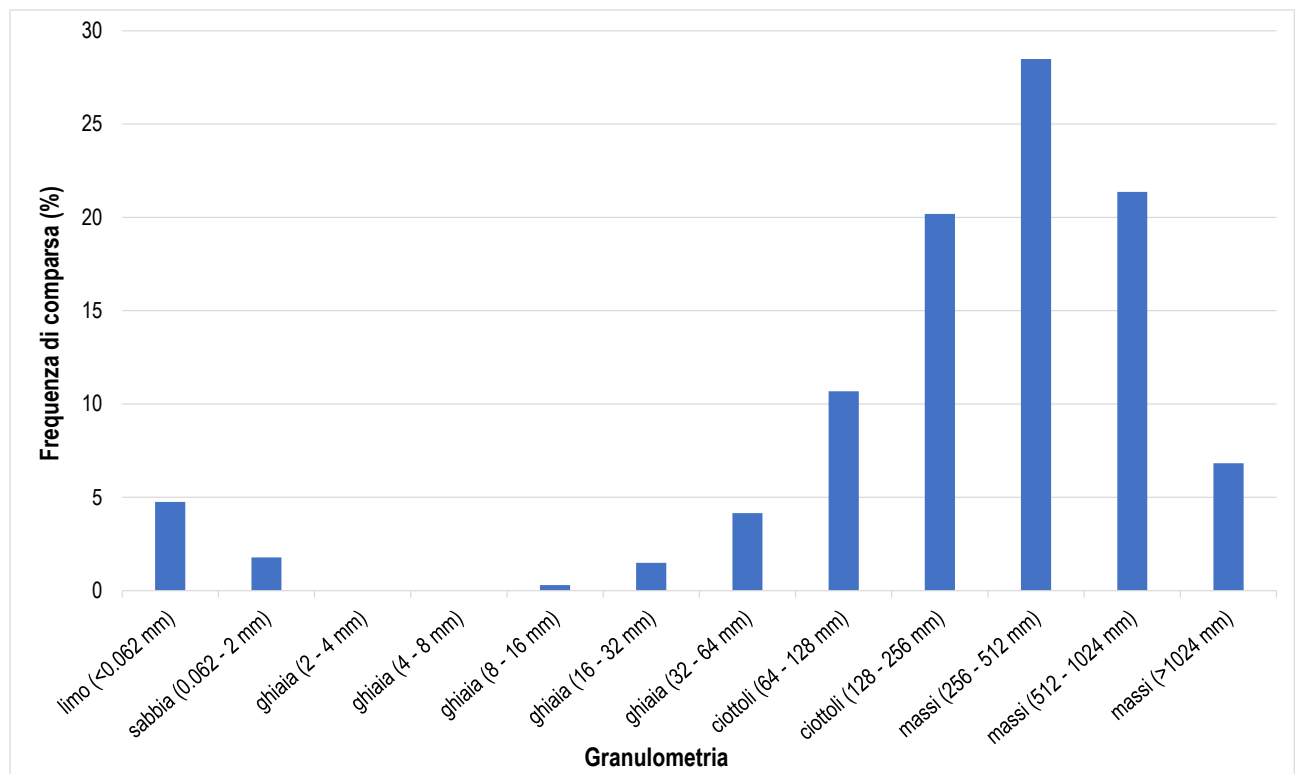


Figura 6-6: frequenza di comparsa delle classi granulometriche

In Figura 6-7 si riporta la frequenza di comparsa cumulata delle classi granulometriche.

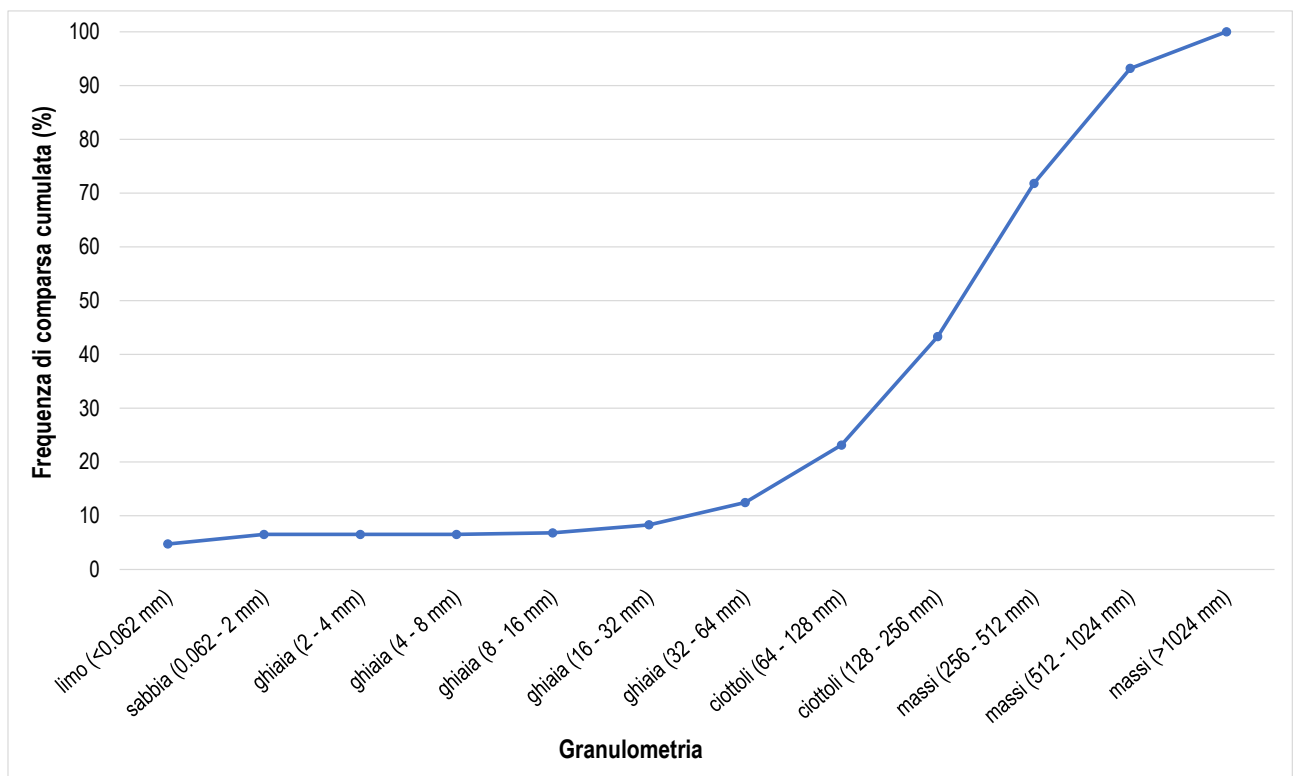


Figura 6-7: frequenza di comparsa cumulata delle classi granulometriche

La ripetizione in fase *post operam* di tali rilievi consentirà, come detto, di osservare e quantificare, congiuntamente alle attività descritte nel paragrafo che segue, eventuali depositi di sedimento originato dall'attività di sorbonatura.

6.3 SUBSTRATI

Anche in questo tratto sono stati anche individuati, marcati e fotografati alcuni substrati presenti in alveo. Tale attività sarà ripetuta dopo la sorbonatura e la loro comparazione consentirà di osservare eventuali variazioni nella composizione del fondo con particolare riferimento alla deposizione di sedimento.

Nelle immagini che seguono si riportano alcuni dei substrati marcati.



Figura 6-8: substrati marcati in PAV2



Figura 6-9: substrati marcati in PAV2

7 FIUME RENO - STAZIONE PAV-3

Terza stazione di monitoraggio sul fiume Reno, seconda influenzata dallo svaso, è posta subito a monte dell'immissione del torrente Silla (Figura 7-1), a 7,8 km dalla diga e 6,1 km a valle della confluenza del torrente Limentra.



Figura 7-1: localizzazione della stazione di monitoraggio PAV-3 sul fiume Reno

Nei paragrafi che seguono sono riportati i risultati ottenuti relativamente ai parametri oggetto di monitoraggio.

7.1 HABITAT FLUVIALE - IQMM

Per la definizione dell'indice di qualità morfologica è stato rilevato un tratto circa 1,1 km (Figura 7-2) compreso tra la confluenza con il torrente Silla e il viadotto della SS64, fino alla località Corvella.



Figura 7-2: tratto rilevato per applicazione IQMM

Il corso d'acqua appartiene ad un'unità fisiografica della zona definita "area di pianura intermontana appenninica". Il fiume Reno è classificato come corso d'acqua "con alveo "semi-confinato", in quanto presenta una scarsa pendenza, substrato grossolano con prevalenza di rocce tenere, la cui mobilità laterale è limitata da opere e da difese spondali per la maggior parte del tratto.

Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo alluvionale (a fondo "mobile"), in quanto vi sono elementi substrato mobilizzabili dalla corrente, fra cui dominano ciottoli e massi con dimensioni eterogenee. L'alveo è a "canale singolo" e la larghezza media dell'alveo bagnato al momento del rilievo è risultata pari a 23 m.

Nel complesso, il tratto presenta una scarsa integrità morfologica dell'alveo con mesohabitat dominato da sequenze di "**riffle**" e "**glide**" distribuite con irregolarità.

In questa area il fiume Reno è caratterizzato da una pendenza minore e un aumento dell'alveo di morbida-piena.

La presenza dell'abitato di Silla e delle aree industriali limitrofe incidono sul grado di artificializzazione del corso d'acqua, con un aumento delle difese di sponda su entrambi i lati.

La sponda destra orografica è caratterizzata dalla presenza del tracciato ferroviario; infatti, a protezione di esso vi sono massicciate che si estendono per quasi tutto il tratto e in sponda sinistra le difese invece sono a protezione della strada che collega Porretta Terme a Silla.

Vi sono barre laterali poco estese e con ampiezza limitata, la cui vegetazione perfluviale non è estesa e ampia come nei tratti a monte.

L'estensione lineare è abbastanza omogenea, l'ampiezza è limitata raggiungendo un valore medio di circa 8 m. Le formazioni presenti sono parzialmente funzionali, tuttavia, garantiscono un discreto apporto di materiale in alveo. La presenza dei piloni del viadotto della SS64 incide notevolmente sulla variabilità della sezione naturale e comporta un accumulo di materiale legnoso trasversale al flusso del corso d'acqua.

In Figura 7-3 e in Figura 7-4 sono riportate alcune immagini del tratto.



Figura 7-3: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 7-4: immagini tratto rilevato per IQMm

L'accumulo di materiale, sia a monte dei piloni che a valle, crea delle zone di forte alterazione con fenomeni di **“corazzamento”** e di erosione localizzata laddove non vi sono difese spondali; la disposizione dei clasti presenti non è naturale ed eterogenea. Il **“clogging”** è presente ma poco significativo.

La presenza di materiale legnoso favorisce molteplici processi idraulici, geomorfologici ed ecologici: in questo senso consente all'ecosistema acquatico di utilizzarlo come apporto di materiale organico e di rifugio.

In Figura 7-5 sono riportate alcune immagini delle aree artificiali lungo il tratto.



Figura 7-5: aree artificiali

Le difese spondali e gli attraversamenti presenti incidono nel risultato dell'Indice IQMm.

Nella Tabella 7-1 sono riepilogati i punteggi attribuiti agli indicatori analizzati (funzionalità geomorfologica e artificialità).

Tabella 7-1: riepilogo punteggi per funzionalità ed artificialità valutati nel tratto

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA			
	Sigla	Indicatore	Punteggio
Continuità	F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	0,00
	F2m	Presenza di piana inondabile	2,82
	F4m	Processi di arretramento delle sponde	3,50
	F5m	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	3,09
Morfologia	F7m	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	4,64
	F9m	Variabilità della sezione	5,19
	F10m	Struttura del substrato	3,50
	F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0,00
Vegetazione fascia perfluviale	F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale	3,33
	F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	4,28
ARTIFICIALITA'			
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	A1m	Opere di alterazione delle portate liquide monte	4,50
	A2m	Opere di alterazione delle portate solide monte	0,00
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	0,00
	A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	0,00
	A5m	Opere di attraversamento	2,50
Opere di alterazione della continuità laterale	A6m	Difese di sponda	15,82
	A7m	Arginature	0,00
	A8m	Variazioni artificiali di tracciato	3,30
	A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	0,00
Interventi di manutenzione e prelievo	A10m	Rimozione di sedimenti	4,50
	A11m	Rimozione di materiale legnoso	0,00

Il tratto in termini di qualità di morfologia fluviale (IQMm) è valutato in uno stato di qualità “MODERATO” (Tabella 3-2). Lo stato del corso d'acqua è alterato per la maggior parte del tratto per la presenza del viadotto della SS64. Tale opera incide in modo significativo sull'habitat acquatico dal punto di vista sia morfologico che ecologico.

Tabella 7-2: riepilogo dei risultati dei sub-indici e dell'Indice IQMm

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
Verticali	Funzionalità	0,15	0,11
	Artificialità	0,15	0,58
Orizzontali	Continuità	0,13	0,37
	Longitudinale	0,04	0,21
	Laterale	0,09	0,16
	Morfologia	0,15	0,31
	Configurazione morfologica	0,08	0,03
	Configurazione sezione	0,04	0,14
	Substrato	0,03	0,15
	Vegetazione	0,04	0,01
IAMm = Indice di Alterazione Morfologica		0,31	
IQMm = Indice di Qualità Morfologica		0,69	
Classe di qualità (IQMm)		moderato	

7.2 SUBSTRATI

Anche in questo tratto sono stati anche individuati, marcati e fotografati alcuni substrati presenti in alveo. Tale attività sarà ripetuta dopo la sorbonatura e la loro comparazione consentirà di osservare eventuali variazioni nella composizione del fondo con particolare riferimento alla deposizione di sedimento.

Nelle immagini che seguono si riportano alcuni dei substrati marcati.



Figura 7-6: substrati marcati in PAV3



Figura 7-7: substrati marcati in PAV3

8 FIUME RENO - STAZIONE PAV-4 MONTE

Questo tratto (Figura 8-1) è posto subito a monte dell'immissione del torrente Limentra di Treppio o Orientale, proveniente dalla diga di Suviana, ad una distanza complessiva di 17,7 km dalla diga e 16,0 km a valle della confluenza del torrente Limentra di Sambuca.

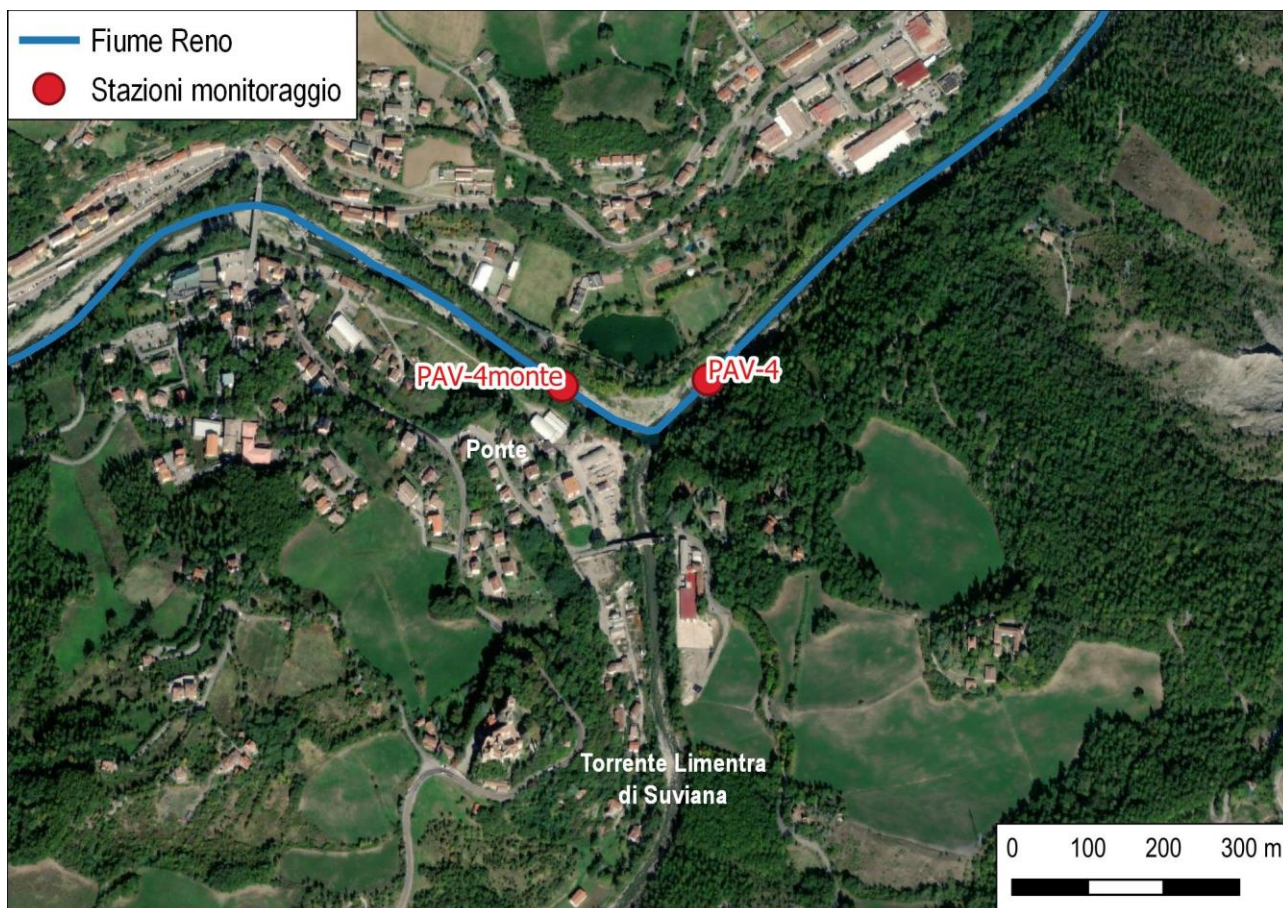


Figura 8-1: localizzazione della stazione di monitoraggio PAV-4 monte sul fiume Reno

Nel paragrafo che segue sono riportati i risultati ottenuti relativamente al monitoraggio effettuato.

8.1 HABITAT FLUVIALE - IQMM

Per la definizione dell'indice di qualità morfologica è stato rilevato un tratto circa 1,2 km (Figura 8-2) compreso tra il viadotto della SS64 e la confluenza con il torrente Limentra di Suviana vicino alla stazione in località Riola.



Figura 8-2: tratto rilevato per applicazione IQMm

Il corso d'acqua appartiene ad un'unità fisiografica della zona definita "area di pianura intermontana appenninica". Il corso d'acqua è definito "semi-confinato", in quanto presenta una scarsa pendenza, substrato grossolano eterogeneo, la cui mobilità laterale è limitata da opere e da difese spondali in entrambe le sponde. Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo alluvionale (a fondo "mobile"), in quanto vi sono elementi substrato mobilizzabili dalla corrente, fra cui dominano ciottoli e massi con dimensioni eterogenee.

L'alveo è a "canale singolo" e la larghezza media dell'alveo bagnato al momento del rilievo è risultata pari a 23 m.

Nel complesso, il tratto presenta una scarsa integrità morfologica dell'alveo con mesohabitat dominato da sequenze di "*riffle*" e "*glide*" distribuite con irregolarità. Le barre laterali sono ampie e abbastanza distribuite lungo il tratto e le zone a conformazione "*pool*" sono poche, limitate solo a piccole porzioni di alveo bagnato. La presenza dell'abitato di Riola e della stazione limitrofe al corso d'acqua incidono sul grado di artificializzazione con un aumento delle difese in entrambe le sponde.

La vegetazione spondale in questo tratto di fiume Reno è presente.

L'estensione lineare è abbastanza omogenea e l'ampiezza è limitata raggiungendo un valore medio di circa 10 m. Le formazioni presenti sono funzionali e garantiscono un apporto consistente di materiale in alveo. La

presenza del viadotto della SS64 e della ferrovia incidono notevolmente sulla variabilità della sezione naturale, comportando un accumulo di materiale legnoso trasversale al flusso del corso d'acqua.

In Figura 8-3 e in Figura 8-4 sono riportate alcune immagini del tratto.



Figura 8-3: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 8-4: immagini tratto rilevato per IQMm

Sono stati riscontrati lavori in alveo eseguiti di recente, in quanto la zona limitrofa al ponte di Riola è completamente modificata, come si può vedere in Figura 8-5.

Il “**corazzamento**” è presente nelle barre laterali e i fenomeni di erosione sono localizzati laddove non vi sono difese spondali. Il “**clogging**”, tuttavia, è localizzato a valle del ponte di Riola, ma non è diffuso in tutto il tratto. La presenza di materiale legnoso favorisce molteplici processi idraulici, geomorfologici ed ecologici: in questo senso consente all’ecosistema acquatico di utilizzarlo come apporto di materiale organico e di rifugio.



Figura 8-5: tratti con artificializzazioni

Le difese spondali sono per lo più concentrate in sponda sinistra e gli attraversamenti riscontrati a fine area di indagine incidono sul risultato finale dell'Indice IQMm.

Nella Tabella 8-1 sono riepilogati i punteggi attribuiti agli indicatori analizzati (funzionalità geomorfologica e artificialità).

Tabella 8-1: riepilogo punteggi per funzionalità ed artificialità valutati nel tratto

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA			
	Sigla	Indicatore	Punteggio
Continuità	F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	4,00
	F2m	Presenza di piana inondabile	2,50
	F4m	Processi di arretramento delle sponde	2,50
	F5m	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	2,64
Morfologia	F7m	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	4,47
	F9m	Variabilità della sezione	4,71
	F10m	Struttura del substrato	0,00
	F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0,00
Vegetazione fascia perifluviale	F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	2,98
	F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	2,31
ARTIFICIALITA'			
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	A1m	Opere di alterazione delle portate liquide monte	4,50
	A2m	Opere di alterazione delle portate solide monte	0,00
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	0,00
	A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	0,00
	A5m	Opere di attraversamento	2,50
Opere di alterazione della continuità laterale	A6m	Difese di sponda	4,78
	A7m	Arginature	8,30
	A8m	Variazioni artificiali di tracciato	3,02
	A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	4,14
Interventi di manutenzione e prelievo	A10m	Rimozione di sedimenti	4,50
	A11m	Rimozione di materiale legnoso	0,00

Il tratto in termini di qualità di morfologia fluviale (IQMm) è valutato in uno stato di qualità “BUONO” (Tabella 8-2). Dal punto di vista morfologico ed ecologico, il fiume presenta delle condizioni buone, tuttavia, siamo in un'area urbanizzata in cui la presenza di strade, ferrovia e abitati incidono sul valore finale dell'indice.

Tabella 8-2: riepilogo dei risultati dei sub-indici e dell'Indice IQMm

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
Verticali	Funzionalità	0,13	0,13
	Artificialità	0,16	0,58
Orizzontali	Continuità	0,15	0,34
	Longitudinale	0,06	0,19
	Laterale	0,06	0,15
	Morfologia	0,12	0,34
	Configurazione morfologica	0,05	0,06
	Configurazione sezione	0,05	0,13
	Substrato	0,02	0,15
	Vegetazione	0,03	0,02
IAMm = Indice di Alterazione Morfologica		0,29	
IQMm = Indice di Qualità Morfologica		0,71	
Classe di qualità (IQMm)		Buono	

9 FIUME RENO - STAZIONE PAV-4

Questo tratto (Figura 9-1) è posto subito a valle dell'immissione del torrente Limentra di Treppio o Orientale, proveniente dalla diga di Suviana, ad una distanza complessiva di 18,1 km dalla diga e 16,4 km a valle della confluenza del torrente Limentra di Sambuca.

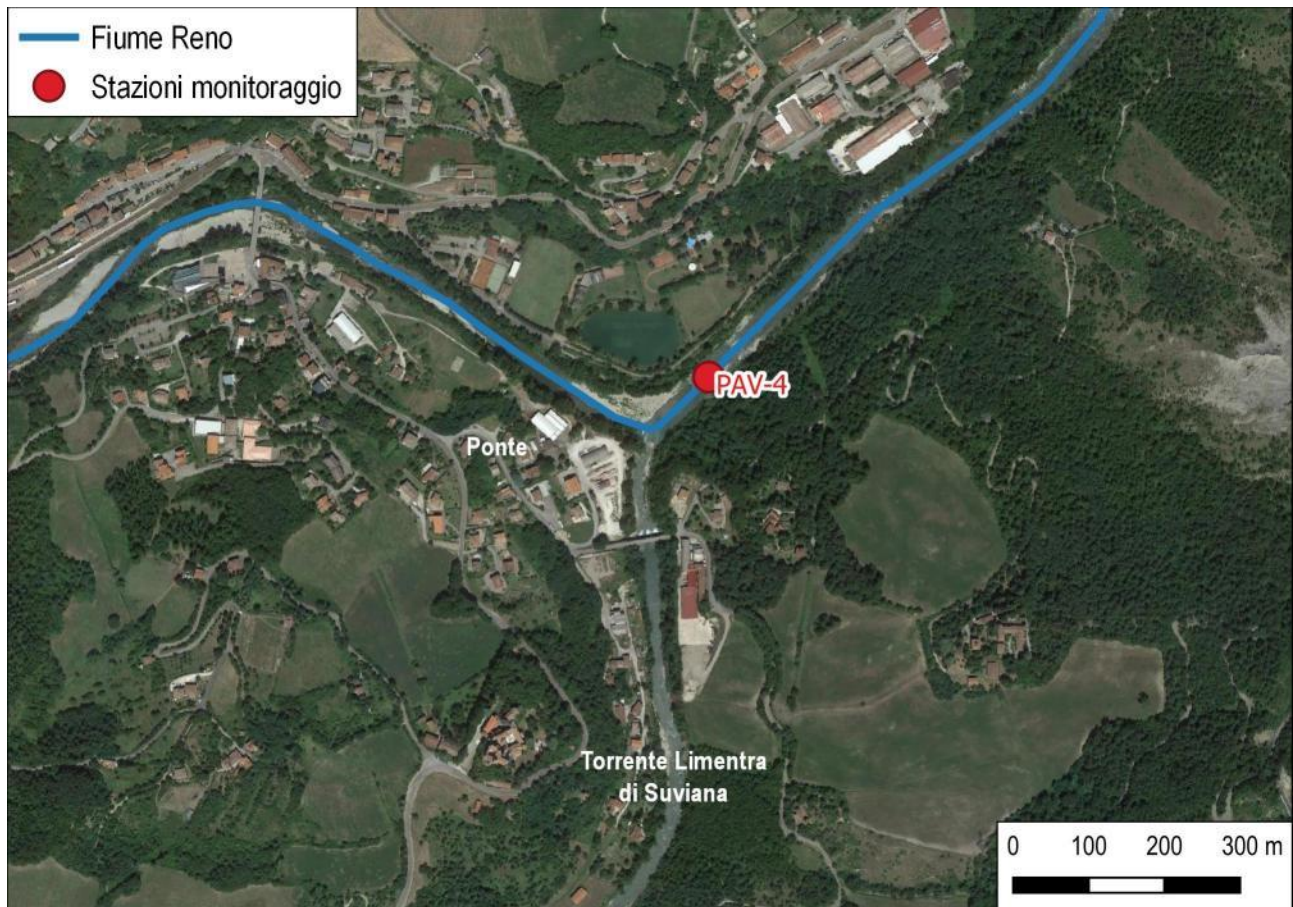


Figura 9-1: localizzazione della stazione di monitoraggio PAV-4 sul fiume Reno

Nel paragrafo che segue sono riportati i risultati ottenuti relativamente al monitoraggio effettuato.

9.1 HABITAT FLUVIALE - IQMM

Per la definizione dell'indice di qualità morfologica è stato rilevato un tratto circa 1,7 km (Figura 9-2) compreso tra la confluenza con il torrente Limentra di Suviana e il viadotto della SS64, vicino alla località Lissano.



Figura 9-2: tratto rilevato per applicazione IQMM

Il corso d'acqua appartiene ad un'unità fisiografica della zona definita "area di pianura intermontana appenninica". Il fiume Reno è classificato come corso d'acqua "con alveo "semi-confinato" in quanto presenta una scarsa pendenza, substrato grossolano con prevalenza di rocce tenere, la cui mobilità laterale è limitata da opere e da difese spondali soprattutto in sinistra orografica.

Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo alluvionale (a fondo "mobile"), in quanto vi sono elementi substrato mobilizzabili dalla corrente, fra cui dominano ciottoli e massi con dimensioni eterogenee. L'alveo è a "canale singolo" e la larghezza media dell'alveo bagnato al momento del rilievo è risultato pari a 30 m.

Nel complesso il tratto presenta una buona integrità morfologica dell'alveo, con mesohabitat dominato da sequenze di "*riffle*" e "*glide*" distribuite con regolarità. Le barre laterali sono presenti e abbastanza distribuite lungo il tratto, nonostante il corso d'acqua sia molto rettilineo. Vi sono alcune zone di deposito vicino alle sponde dove si accumula materiale più fine.

In Figura 9-3, in Figura 9-4 e in Figura 9-5 sono riportate alcune immagini del tratto.



Figura 9-3: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 9-4: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 9-5: immagini tratto rilevato per IQMm

Le zone a conformazione “*pool*” sono poche, limitate solo a piccole porzioni di alveo bagnato, una a monte della rampa presente e l'altra a valle dei massi di grosse dimensioni. In quest'area il fiume Reno è caratterizzato da una pendenza minore e un aumento dell'alveo di morbida-piena.

La presenza dell'abitato e delle aree industriali limitrofe incidono sul grado di artificializzazione del corso d'acqua, con un aumento delle difese di sponda in sinistra orografica. La sponda destra è per il 90 % naturale. La vegetazione in questo tratto di Reno è molto estesa e ampia soprattutto in destra orografica.

L'estensione lineare è abbastanza omogenea e l'ampiezza è limitata raggiungendo un valore medio di circa 10 m. Le formazioni presenti sono funzionali e garantiscono un apporto consistente di materiale in alveo. La presenza del viadotto della SS64 e della ferrovia incidono notevolmente sulla variabilità della sezione naturale, comportando un accumulo di materiale legnoso trasversale al flusso del corso d'acqua.

Il “**corazzamento**” è poco presente, limitato alle barre laterali; i fenomeni di erosione sono localizzati in destra orografica con segni evidenti di fenomeni di erosione recenti. Il “**clogging**” non è stato riscontrato.

La presenza di materiale legnoso favorisce molteplici processi idraulici, geomorfologici ed ecologici: in questo senso consente all'ecosistema acquatico di utilizzarlo come apporto di materiale organico e di rifugio.

Le difese spondali concentrate in sponda sinistra e gli attraversamenti riscontrati a fine area di indagine incidono sul risultato finale dell'Indice IQMm.

Nella Tabella 9-1 sono riepilogati i punteggi attribuiti agli indicatori analizzati (funzionalità geomorfologica e artificialità).

Tabella 9-1: riepilogo punteggi per funzionalità ed artificialità valutati nel tratto

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA			
	Sigla	Indicatore	Punteggio
Continuità	F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	4,00
	F2m	Presenza di piana inondabile	2,52
	F4m	Processi di arretramento delle sponde	0,00
	F5m	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	1,54
Morfologia	F7m	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	2,07
	F9m	Variabilità della sezione	5,06
	F10m	Struttura del substrato	3,50
	F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0,00
Vegetazione fascia perifluviale	F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	2,83
	F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	2,31
ARTIFICIALITA'			
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	A1m	Opere di alterazione delle portate liquide monte	4,50
	A2m	Opere di alterazione delle portate solide monte	0,00
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	0,00
	A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	0,00
	A5m	Opere di attraversamento	2,50
Opere di alterazione della continuità laterale	A6m	Difese di sponda	0,00
	A7m	Arginature	4,50
	A8m	Variazioni artificiali di tracciato	2,96
	A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	3,60
Interventi di manutenzione e prelievo	A10m	Rimozione di sedimenti	4,50
	A11m	Rimozione di materiale legnoso	0,00

Il tratto in termini di qualità di morfologia fluviale (IQMm) è valutato in uno stato di qualità “BUONO” (Tabella 9-2). Dal punto di vista morfologico ed ecologico il fiume presenta delle condizioni buone, riacquistando un grado di naturalità più alto rispetto ai tratti precedenti.

Tabella 9-2: riepilogo dei risultati dei sub-indici e dell'Indice IQMm

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
Verticali	Funzionalità	0,12	0,14
	Artificialità	0,11	0,62
Orizzontali	Continuità	0,10	0,39
	Longitudinale	0,06	0,19

	Bacino di Pavana – Attività di sorbonatura	Monitoraggio idromorfologico AO	pag. 60
			(nov-22)

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
	Laterale	0,04	0,20
	Morfologia	0,11	0,35
	Configurazione morfologica	0,03	0,08
	Configurazione sezione	0,05	0,13
	Substrato	0,04	0,14
	Vegetazione	0,03	0,02
IAMm = Indice di Alterazione Morfologica		0,23	
IQMm = Indice di Qualità Morfologica		0,77	
Classe di qualità (IQMm)		Buono	

10 FIUME RENO - STAZIONE PAV-5

La quinta ed ultima stazione di monitoraggio sul fiume Reno (Figura 10-1) è posta presso l'abitato di Vergato, a 27,5 km dalla diga e 25,8 km a valle della confluenza del torrente Limentra di Sambuca.



Figura 10-1: localizzazione della stazione di monitoraggio PAV-5 sul fiume Reno

Nel paragrafo che segue sono riportati i risultati ottenuti relativamente al monitoraggio effettuato.

10.1 HABITAT FLUVIALE - IQMM

Per la definizione dell'indice di qualità morfologica è stato rilevato un tratto circa 1,3 km (Figura 10-2) a monte del ponte della ferrovia.



Figura 10-2: tratto rilevato per applicazione IQMm

Il corso d'acqua appartiene ad un'unità fisiografica della zona definita "area di pianura intermontana appenninica". Il fiume Reno è classificato come corso d'acqua "con alveo "semi-confinato", in quanto presenta una scarsa pendenza, substrato grossolano con prevalenza di rocce tenere, la cui mobilità laterale è limitata da opere e da difese spondali maggiormente presenti in sinistra orografica, mentre la sponda destra risulta più naturale.

Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo alluvionale (a fondo "mobile"), in quanto vi sono elementi substrato mobilizzabili dalla corrente, fra cui ciottoli e massi con dimensioni eterogenee.

L'alveo è a "canale singolo" e la larghezza media dell'alveo bagnato al momento del rilievo è risultata pari a 29 m.

Nel complesso, il tratto presenta una discreta integrità morfologica dell'alveo con mesohabitat dominato da sequenze di "**riffle**" e "**glide**" distribuite con regolarità. Le barre laterali sono abbastanza distribuite lungo il tratto con buona estensione lineare e una discreta ampiezza.

Le zone di “**pool**” sono poche, limitate solo a piccole porzioni di alveo bagnato in corrispondenza dei ponti o immediatamente a valle delle rampe presenti.

In quest’area il fiume Reno è caratterizzato da una pendenza minore e un aumento dell’alveo di morbida-piena. La presenza dell’abitato incide sul grado di artificializzazione del corso d’acqua con un aumento delle difese di sponda in sinistra orografica.

In Figura 10-3, in Figura 10-4 e in Figura 10-5 sono riportate alcune immagini del tratto.



Figura 10-3: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 10-4: immagini tratto rilevato per IQMm



Figura 10-5: immagini tratto rilevato per IQMm

La vegetazione spondale in questo tratto di fiume Reno è presente, l'estensione lineare è abbastanza omogenea e l'ampiezza è limitata raggiungendo un valore medio di circa 10 m. Le formazioni presenti sono parzialmente funzionali, e garantiscono uno scarso apporto di materiale in alveo. La presenza del viadotto della strada e della ferrovia incidono notevolmente sulla variabilità della sezione naturale, comportando un accumulo di materiale legnoso trasversale al flusso del corso d'acqua. La presenza di materiale legnoso favorisce molteplici processi idraulici, geomorfologici ed ecologici: in questo senso consente all'ecosistema acquatico di utilizzarlo come apporto di materiale organico e di rifugio.

Il “**corazzamento**” è debole nelle barre laterali e il materiale è facilmente movibile da eventi di piena ordinari; i fenomeni di erosione sono localizzati laddove non vi sono difese spondali. Il “**clogging**”, tuttavia, è stato riscontrato solo in piccole aree con deposizione di materiale fine.

Nella Tabella 10-1 sono riepilogati i punteggi attribuiti agli indicatori analizzati (funzionalità geomorfologica e artificialità).

Tabella 10-1: riepilogo punteggi per funzionalità ed artificialità valutati nel tratto

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA			
	Sigla	Indicatore	Punteggio
Continuità	F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	4,00
	F2m	Presenza di piana inondabile	2,19
	F4m	Processi di arretramento delle sponde	2,50
	F5m	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	2,03
Morfologia	F7m	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	4,12
	F9m	Variabilità della sezione	4,34
	F10m	Struttura del substrato	0,00
	F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0,00
Vegetazione fascia perifluviale	F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	3,33
	F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	5,26
ARTIFICIALITA'			
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	A1m	Opere di alterazione delle portate liquide monte	4,50
	A2m	Opere di alterazione delle portate solide monte	0,00
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	0,00
	A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	0,00
	A5m	Opere di attraversamento	2,50
Opere di alterazione della continuità laterale	A6m	Difese di sponda	0,00
	A7m	Arginature	4,50
	A8m	Variazioni artificiali di tracciato	2,80
	A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	4,26
Interventi di manutenzione e prelievo	A10m	Rimozione di sedimenti	4,50
	A11m	Rimozione di materiale legnoso	0,00

Il tratto in termini di qualità di morfologia fluviale (IQMm) è valutato in uno stato di qualità “BUONO” (Tabella 10-2). Le difese spondali sono presenti su entrambe le sponde e vi sono 2 attraversamenti nell’area di indagine; questi fattori incidono sul risultato finale dell’Indice IQMm.

Tabella 10-2: riepilogo dei risultati dei sub-indici e dell’Indice IQMm

SUB-INDICI		Punteggio IAMm	Punteggio IQMm
Verticali	Funzionalità	0,14	0,12
	Artificialità	0,12	0,62
Orizzontali	Continuità	0,11	0,38
	Longitudinale	0,06	0,19
	Laterale	0,06	0,19
	Morfologia	0,10	0,36
	Configurazione morfologica	0,03	0,07
	Configurazione sezione	0,04	0,13
	Substrato	0,02	0,15
	Vegetazione	0,04	0,00
IAMm = Indice di Alterazione Morfologica		0,26	
IQMm = Indice di Qualità Morfologica		0,74	
Classe di qualità (IQMm)		Buono	

11 RIFERIMENTI METODOLOGICI UTILIZZATI

Nel presente capitolo sono descritte le metodologie di indagine utilizzate.

11.1 RILEVAMENTO DELLE UNITÀ DI MESOHABITAT FLUVIALE (S.U.M. 2016)

L'identificazione delle unità morfologiche avviene per osservazione diretta sul campo; eventuali misure di lunghezza e larghezza sono effettuate in campo mediante telemetro.

Si riporta un estratto delle tipologie di unità morfologiche previste dalla caratterizzazione di base secondo il SUM (Rinaldi et al, 2016).

11.1.1 UNITÀ MORFOLOGICA “RAPID”

Unità di alvei alluvionali caratterizzate da massi e ciottoli di grandi dimensioni parzialmente organizzati in linee irregolari orientate perpendicolarmente od obliquamente all'alveo, lunghe circa quanto la larghezza dell'alveo (transverse rib, si vedano le sub-unità). Gli elementi di dimensione maggiore sono visibili solamente in condizioni di portata medio-bassa, e risultano sommersi in condizioni di portata a piene rive. Le aree apparentemente simili a pozze visibili in condizioni di magra sono poco profonde e scarsamente sviluppate, pertanto non sono classificabili come unità morfologiche distinte. Rispetto alle unità cascade e alle unità step, nelle rapide i clasti di maggiori dimensioni sono sommersi in condizioni di portata a piene rive e pertanto vi è presenza di risalti idraulici ben formati (e quindi di spill resistance) solo per portate medio-basse.

Rispetto alle unità riffle, le rapide sono caratterizzate da sedimento più grossolano, che in alcuni casi forma delle linee trasversali o oblique (transverse rib). Inoltre, il flusso è più turbolento e caratterizzato da occasionali risalti idraulici e onde stazionarie frangenti (broken standing waves), soprattutto in condizioni di basse portate, che producono un flusso localmente molto aerato.

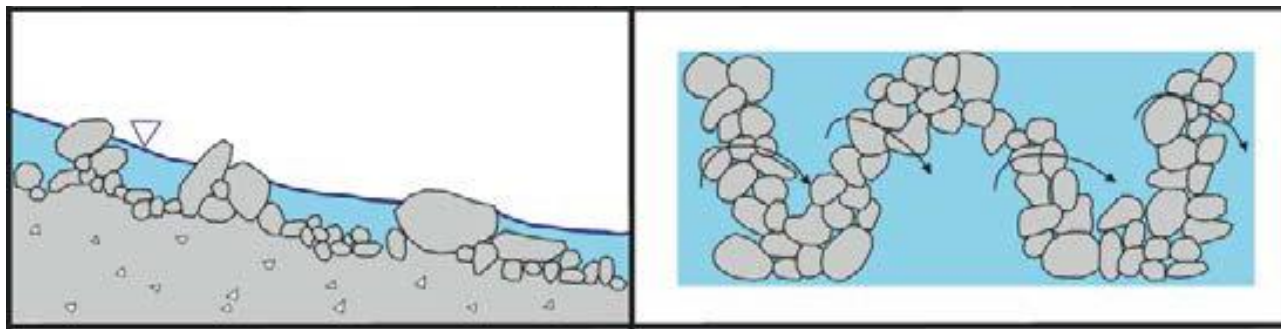


Figura 11.1: schematizzazione di una unità morfologica “rapid”; a sinistra profilo longitudinale, a destra vista planimetrica (tratto da Rinaldi et al, 2016)

11.1.2 UNITÀ MORFOLOGICA “RIFFLE”

Unità caratterizzate da flusso meno profondo e più veloce rispetto a unità contigue, composte da sedimento relativamente uniforme (ghiaia e piccoli ciottoli) che raramente emergono dall'acqua. Le differenze di profondità e velocità tra i riffle e le unità adiacenti (tipicamente pool e glide) diminuiscono con l'aumentare delle portate. I riffle si formano nei punti di inflessione tra le sponde in corsi d'acqua alluvionali di tipo sinuoso, dove l'alveo è dominato da una sequenza di barre alternate.

Rispetto alle rapid, le unità riffle sono caratterizzate da flusso meno turbolento e aerato e presentano onde stazionarie prevalentemente non frangenti (unbroken standing waves). Rispetto alle glide, i riffle sono caratterizzati da pendenze locali maggiori, che inducono un'accelerazione del flusso lungo l'unità producendo quindi un flusso di superficie increspato, spesso con onde stazionarie prevalentemente non frangenti (le onde diventano frangenti in riffle a pendenza e/o granulometria maggiore).

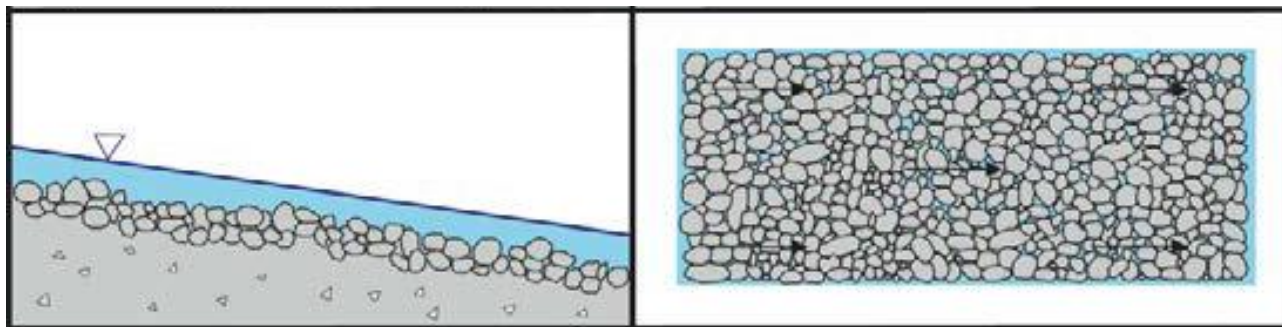


Figura 11.2: schematizzazione di una unità morfologica “riffle”; a sinistra profilo longitudinale, a destra vista planimetrica (tratto da Rinaldi et al, 2016)

11.1.3 UNITÀ MORFOLOGICA “STEP”

Sono unità sono tipiche dei corsi d'acqua ad elevata pendenza alluvionali, semi-alluvionali ed in roccia. Si tratta di salti (gradini) verticali o fortemente inclinati che occupano l'intera larghezza dell'alveo, formati da diversi tipi di materiale (roccia, sedimento, legno, o loro combinazione). Tali gradini sono approssimativamente più alti rispetto alla profondità del flusso in condizioni di piene rive valutate in corrispondenza del gradino stesso, ovvero non vengono sommersi almeno fino ad eventi di piena ordinaria. Gli step determinano accelerazione e convergenza del flusso, che comportano limitate fluttuazioni turbolente ed un pelo libero piuttosto regolare. Come già menzionato, gli step possono essere formati, oltre che da sedimento trasportato dalla corrente, da materiale legnoso (log step) od essere scavati nella roccia (rock step). Rispetto ai salti presenti anche nelle cascade, gli step occupano uniformemente l'intera sezione dell'alveo.

Rispetto alle rapid, il salto caratteristico delle unità step non viene sommerso in condizioni di portate a piene rive. Quando gli step sono alternati ad unità pool (morfologia a scala di tratto a gradinata o a step-pool), il flusso risulta caratterizzato da una tipica alternanza di getti liberi e risalti idraulici (il cosiddetto tumbling flow), dalle condizioni di magra fino ad eventi di piena.

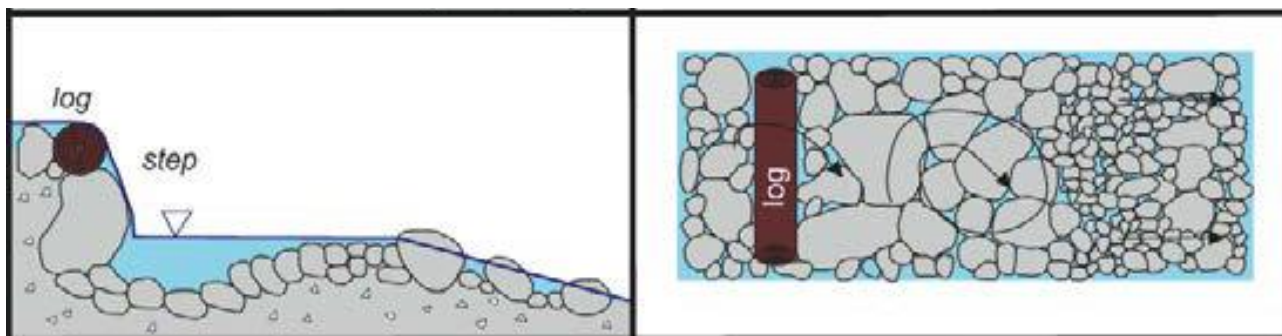


Figura 11.3: schematizzazione di una unità morfologica “step”; a sinistra profilo longitudinale, a destra vista planimetrica (tratto da Rinaldi et al, 2016)

11.1.4 UNITÀ MORFOLOGICA “GLIDE”

Si tratta di unità caratterizzate da un profilo longitudinale del fondo e del pelo libero piuttosto regolare. Il pelo libero può presentarsi leggermente increspato ma si presenta quasi parallelo al fondo dell'alveo (condizioni molto prossime a quelle di un flusso a moto uniforme) e visivamente poco turbolento ed aerato. In alvei ghiaiosi relativamente pendenti, queste unità presentano sedimento non uniforme, spesso corazzato, e negli alvei a maggiore pendenza possono anche essere presenti sedimenti molto grossolani (ciottoli e massi) che emergono però solo localmente dalla superficie dell'acqua. Comunque le glide sono anche comuni in corsi d'acqua ghiaiosi di bassa pendenza così come in corsi d'acqua a fondo sabbioso, dove sono tipicamente localizzate a valle di pool o a monte di riffle.

Rispetto ai riffle e alle rapid, le glide sono caratterizzate da pendenza locale minore e da un flusso più uniforme (assenza di onde stazionarie), eccetto che in prossimità di eventuali massi emersi. Rispetto alle pool, queste unità sono caratterizzate da fondo all'incirca parallelo alla superficie dell'acqua.

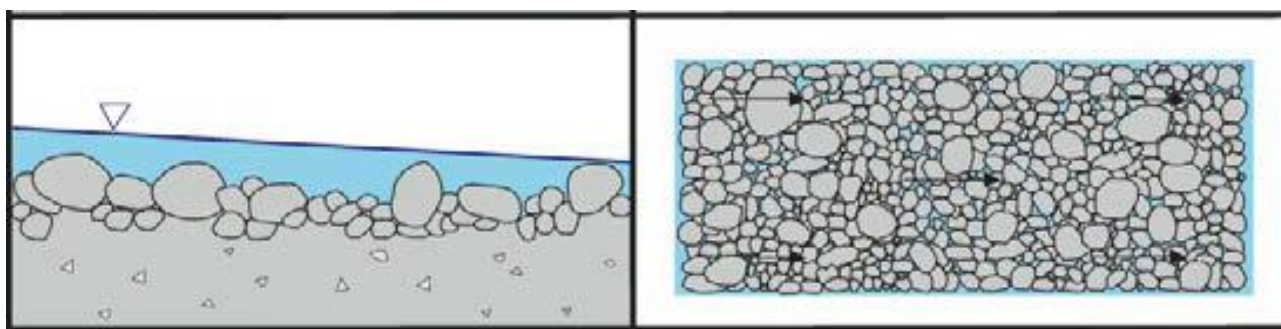


Figura 11.4: schematizzazione di una unità morfologica “glide”; a sinistra profilo longitudinale, a destra vista planimetrica (tratto da Rinaldi et al, 2016)

11.1.5 UNITÀ MORFOLOGICA “POOL”

Sono unità prevalentemente di origine erosiva che si presentano come depressioni topografiche del fondo dell'alveo con pendenza inversa nella porzione più a valle, ed occupano l'intera sezione trasversale. Sono caratterizzate da tiranti relativamente elevati e velocità ridotte, ma anche da caratteristiche idrodinamiche (fluttuazioni turbolente) complesse. Il sedimento spesso appare più fine rispetto alle unità adiacenti, nel caso in cui vi sia stata sedimentazione, altrimenti può essere anche molto grossolano. Le pool si alternano spesso a step o a riffle, rispettivamente in corsi d'acqua ad elevata pendenza in massi e ciottoli ed in alvei ghiaiosi, ma possono trovarsi anche in corsi d'acqua a fondo sabbioso associate ai meandri. Numerosi sono infatti i processi alla base della loro formazione, dando quindi origine a diversi sotto-tipi. Tutti i tipi di pools sono caratterizzati da una depressione topografica avente pendenza inversa nella porzione più a valle, che le rende abbastanza differenti da tutte le altre unità caratterizzate da bassa velocità (ad es., glides di bassa pendenza).

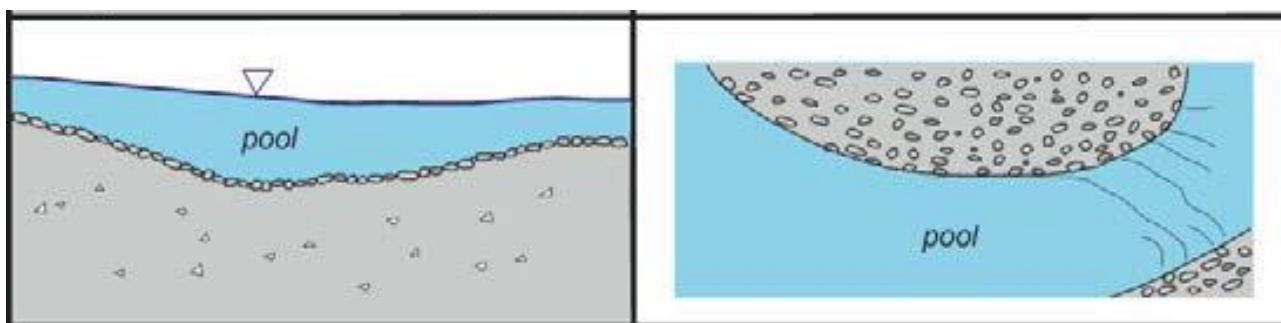


Figura 11.5: schematizzazione di una unità morfologica “pool”; a sinistra profilo longitudinale, a destra vista planimetrica (tratto da Rinaldi et al, 2016)

11.2 INDICE DI QUALITÀ MORFOLOGICA DI MONITORAGGIO (IQMm)

L'Indice di Qualità Morfologica (IQM) (Rinaldi et al, 2016) rappresenta uno degli strumenti operativi della metodologia IDRAIM “Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua”; tale indice è stato adottato in Italia attraverso il Decreto del Ministro dell'Ambiente n. 260/2010. In particolare l'IQMm è un metodo specifico per il monitoraggio delle condizioni morfologiche nel breve periodo e, differenza dell'IQM i cui parametri sono valutati in classi discrete, i suoi punteggi assumono valori continui, ottenendo così una sensibilità maggiore.

L'applicazione dell'IQMm si effettua sia tramite analisi GIS da telerilevamento, facendo uso di foto aeree e database cartografici, sia su rilievi di campo di tipo topografico, granulometrico e morfologico. L'impiego dei due approcci è in genere complementare, con una proporzione che dipende dal parametro da valutare e dalle dimensioni del corso d'acqua da esaminare.

Tabella 11.1: valutazione dello stato morfologico dei corsi d'acqua: suddivisione in categorie e aspetti trattati

Categorie morfologiche		Aspetti trattati: descrizione
(1) Continuità	A. Continuità longitudinale	Riguarda la capacità del corso d'acqua di garantire la continuità di portate solide anche attraverso la naturale occorrenza delle portate formative.
	B. Continuità laterale	Riguarda la continuità laterale dei processi fisici di esondazione (possibilità di esondare, presenza di piana inondabile) e di erosione (possibilità di muoversi lateralmente).
(2) Configurazione morfologica	Configurazione planimetrica e altimetrica longitudinale	Riguarda la morfologia planimetrica e l'assetto altimetrico (forma del profilo, pendenza). Comprende le variazioni del profilo (in termini di pendenza) in seguito a processi di incisione o sedimentazione.
(3) Configurazione della sezione	Configurazione della sezione (larghezza, profondità, ecc.)	Riguarda in maggior dettaglio la configurazione altimetrica in sezione trasversale. Comprende le variazioni di quota del fondo in seguito a processi di incisione o sedimentazione.
(4) Struttura e substrato alveo	Configurazione e struttura del letto	Riguarda la strutturazione del letto e le caratteristiche tessiturali, la continuità verticale tra flusso superficiale e iporreico.
(5) Vegetazione nella fascia perifluviale	Caratteristiche vegetazionali	Comprende gli aspetti legati all'ampiezza ed estensione lineare della vegetazione nella fascia perifluviale.

Ai fini dell'IQMm, vengono inclusi solo gli aspetti idrologici connessi a quelli morfologici, vale a dire le eventuali alterazioni delle portate formative. La valutazione dello stato morfologico è organizzata attraverso l'analisi di tre componenti:

1. Funzionalità geomorfologica: si basa sull'osservazione delle forme e dei processi del corso d'acqua nelle condizioni attuali e sul confronto con le forme e i processi attesi per la tipologia fluviale presente nel tratto in esame. In altri termini si valuta la funzionalità del corso d'acqua relativamente ai processi geomorfologici (l'assenza di determinate forme e processi tipici per una data tipologia può essere sintomo di condizioni morfologiche alterate).
2. Artificialità: si valutano la presenza, frequenza e continuità delle opere o interventi antropici che possano avere effetti sui vari aspetti morfologici considerati. Alcuni elementi artificiali hanno effetti molteplici su diversi aspetti: essi verranno ovviamente rilevati una sola volta ma verranno valutati per ogni singolo aspetto.
3. Variazioni morfologiche: questa analisi riguarda soprattutto gli alvei non confinati e parzialmente confinati e solo alcuni aspetti (principalmente le variazioni di configurazione morfologica plano-altimetrica). Vengono valutate le variazioni morfologiche rispetto a una situazione relativamente recente (scala temporale degli ultimi 50-60 anni) in modo da verificare se il corso d'acqua abbia subito alterazioni fisiche (ad es., incisione, restringimento) e stia ancora modificandosi a causa di perturbazioni antropiche non necessariamente attuali.

Le fasi di analisi della funzionalità, artificialità e variazioni morfologiche vengono effettuate attraverso l'ausilio di apposite schede di valutazione, ciascuna composta da più indicatori, che si differenziano in base al fatto che il corso d'acqua abbia un alveo confinato piuttosto che semiconfinato/non confinato e che sia grande (larghezza alveo > 30 m) o piccolo (< 30 m).

Di seguito sono riportate le schede suddivise per componente analizzata.

Tabella 11.2: scheda di valutazione della funzionalità geomorfologica

CATEGORIE	FUNZIONALITÀ GEOMORFOLOGICA		A	B	C
<i>Continuità</i>	<i>F1</i>	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	0	3	5
	<i>F2</i>	Presenza di piana inondabile	0	3	5
	<i>F3</i>	Connessione tra versanti e corso d'acqua	0	3	5
	<i>F4</i>	Processi di arretramento delle sponde	0	2	3
	<i>F5</i>	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	0	2	3
<i>Morfologia Configurazione morfologica</i>	<i>F6</i>	Morfologia del fondo e pendenza della valle	0	3	5
	<i>F7</i>	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	0	3	5
	<i>F8</i>	Presenza di forme tipiche di pianura	0	2	3
<i>Configurazione sezione</i>	<i>F9</i>	Variabilità della sezione	0	3	5
<i>Struttura e substrato alveo</i>	<i>F10</i>	Struttura del substrato	0	2	5 6
	<i>F11</i>	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0		3
<i>Vegetazione fascia perifluviale</i>	<i>F12</i>	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	0	2	3
	<i>F13</i>	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	0	3	5

Tabella 11.3: scheda di valutazione dell'artificialità

ARTIFICIALITÀ		A	B		C	
<i>Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte</i>						
A1	Opere di alterazione delle portate liquide	0	3		6	
A2	Opere di alterazione delle portate solide	0	3	6	9	12
<i>Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto</i>						
A3	Opere di alterazione delle portate liquide	0	3		6	
A4	Opere di alterazione delle portate solide	0	4		6	
A5	Opere di attraversamento	0	2		3	
<i>Opere di alterazione della continuità laterale</i>						
A6	Difese di sponda	0	3		6	
A7	Arginature	0	3		6	
<i>Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato</i>						
A8	Variazioni artificiali di tracciato	0	2		3	
A9	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	0	3		6	8
<i>Interventi di manutenzione e prelievo</i>						
A10	Rimozione di sedimenti	0	3		6	
A11	Rimozione di materiale legnoso	0	2		5	
A12	Taglio della vegetazione in fascia perfluviale	0	2		5	

Per la sua struttura in categorie, è possibile calcolare diversi sub-indici ovvero suddividere gli indici IAM e IQM nelle varie componenti. Ciò può essere utile ad esempio per meglio identificare quali siano le criticità e/o i pregi di un tratto..

Tabella 11.4: scheda di valutazione dell'artificialità

Sub-indice	
Verticali	Funzionalità
	Artificialità
Orizzontali	Continuità
	Longitudinale
	Laterale
	Morfologia
	Configurazione morfologica
	Configurazione sezione
	Substrato
	Vegetazione

Per quanto riguarda la valutazione finale, come già riportato nella Guida alle risposte, si definisce un Indice di Alterazione Morfologica (IAM) e un Indice di Qualità Morfologica $IQM=1-IAM$, con significato corrispondente all'EQR (Environmental Quality Ratio). Tale indice infatti assume valore pari a 1 nel caso di un corso d'acqua completamente inalterato (coincidente con condizione di riferimento) e pari a 0 per un corso d'acqua completamente alterato. Sulla base dei valori dell'IQM, sono state definite le classi di qualità morfologica secondo quanto specificato di seguito.

Tabella 11.5: classi di qualità morfologica in base all'IQMm

Punteggio IQM	Classe di qualità
$IQM < 0,3$	Cattivo
$0,3 \leq IQM < 0,5$	Scarso
$0,5 \leq IQM < 0,7$	Sufficiente
$0,7 \leq IQM < 0,85$	Buono
$0,85 \leq IQM < 1$	Elevato

11.3 METODO PEBBLE COUNT

Il metodo “Pebble count” si utilizza per la classificazione della granulometria del sedimento in corsi d’acqua a substrato grossolano e quindi ben si presta a valutazioni comparative di fenomeni naturali e/o artificiali che possono determinare modifiche di tale parametro. Esso prevede di individuare nel corso d’acqua da indagare uno o più tratti rappresentativi delle condizioni idromorfologiche locali e all’interno di tale porzione identificare per classi di diametro, con l’ausilio di un normografo, un minimo di 100 elementi del substrato fluviale. L’applicazione avviene muovendosi lungo transetti trasversali distribuiti omogeneamente nel tratto di indagine, che si estendono da un estremo all’altro delle sponde che delimitano l’alveo; ad ogni passo dell’operatore viene raccolto un elemento del fondo, in modo casuale. La misura delle dimensioni della particella di substrato raccolto si effettua lungo l’asse intermedio; per gli elementi di grandi dimensioni che non possono essere mossi o che non si riescono ad estrarre dall’alveo, si misura l’asse più corto tra i due visibili. In caso di presenza di differenti tipi di unità di mesohabitat, la procedura è applicata assegnando un adeguato numero di transetti a ciascuna tipologia tra quelle più rappresentative e guadabili.

I confini di inizio e fine dei percorsi per ciascun tratto di indagine sono stati marcati sulle rive, per rendere il più possibile ripetibile l’indagine in periodi successivi.

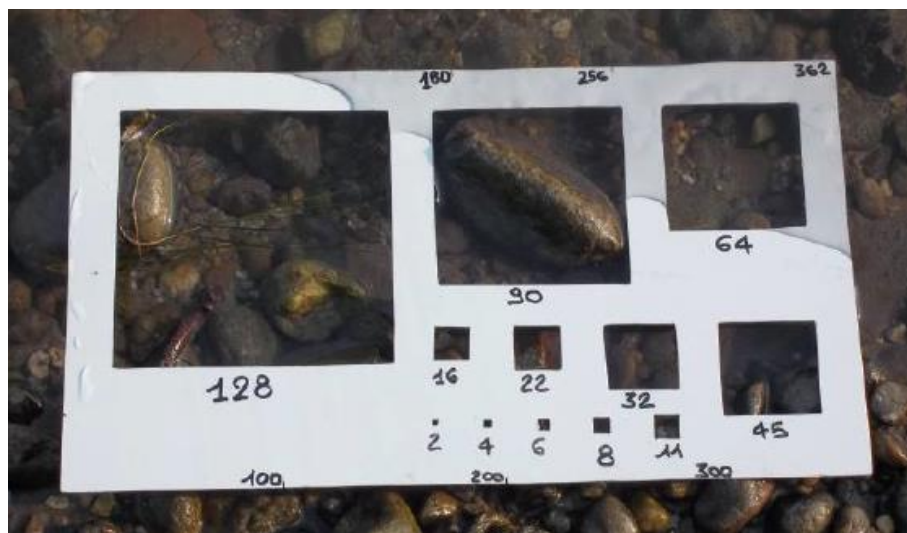


Figura 11.6: normografo per il pebble count

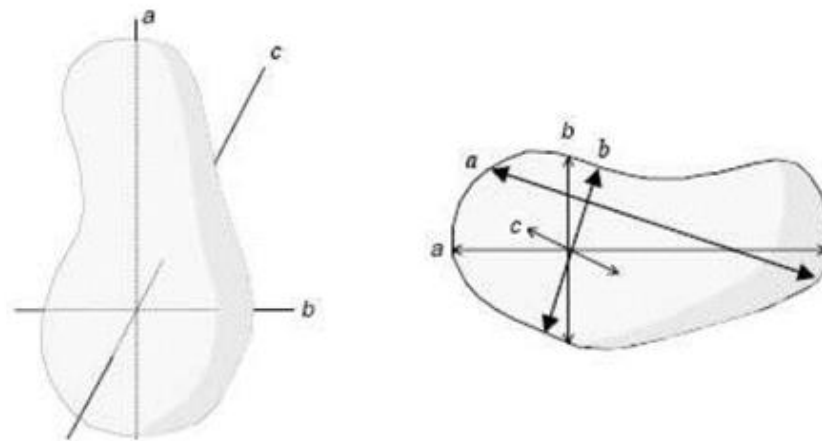


Figura 11.7: definizione degli assi per la misura di una particella di substrato; l'asse "b" intermedio è quello su cui effettuare la misura (Bunte & Abt, 2001)

11.4 HABITAT FLUVIALE

Lo studio dell'habitat fluviale prevede di individuare nel tratto di studio alcuni elementi morfologici caratteristici, marcarli con un colorante così da renderli chiaramente riconoscibili, e quindi con le stesse modalità ripetere, nei diversi momenti delle indagini, fotografie che possano documentare le dinamiche dei sedimenti. La tipologia di risultati ottenibili è illustrata nelle immagini che seguono.

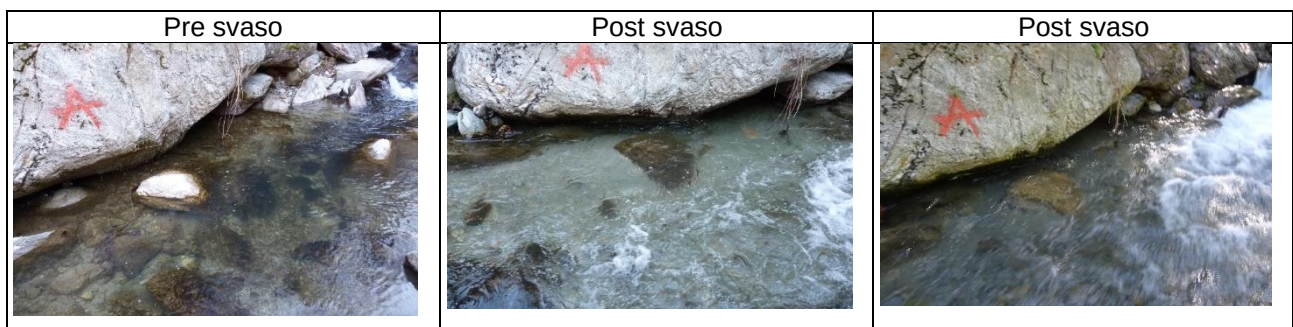


Figura 11.8: confronto fotografico dei substrati

	Bacino di Pavana – Attività di sorbonatura	Monitoraggio idromorfologico AO	pag. 75 (nov-22)
---	--	---------------------------------	---------------------

12 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Bevenger G.S. and King. R.M. 1995. *A Pebble Count Procedure for Assessing Watershed Cumulative Effects*. Res. Pap. RM-RP-319. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station

Bunte K. & Abt S. R., 2001. Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel- and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring. *Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-74*. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 428 p.

Doll, B.A., G.L. Grabow, K.R. Hall, J. Halley, W.A. Harman, G.D. Jennings and D.E. Wise, 2003. *Stream Restoration: A Natural Channel Design Handbook*. NC Stream Restoration Institute, NC State University. 128 pp

Harrelson C.C., Rawlins C.L. & Potyondy J.P., 1994. *Stream channel reference sites: an illustrates guide to field technique*. Gen. Tech. Rep. RM-245. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 61 pp.

ISPRA, 2016. IDRAIM Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua. Versione aggiornata 2016. Manuali e Linee Guida 131/2016.

Rinaldi M., Belletti B., Comiti F., Nardi L., Mao L., Bussetti M., 2016a. *Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM)*. Versione aggiornata 2016. ISPRA – Manuali e Linee Guida 132/2016. Roma, gennaio 2016.

Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetti M., 2016b. *IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua*. Versione aggiornata 2016 – ISPRA – Manuali e Linee Guida 131/2016. Roma, gennaio 2016.