

PROVINCIA DI BOLOGNA
Settore Lavori Pubblici
Servizio Progettazione Costruzioni Stradali

Caratterizzazione ecologica del Torrente Samoggia, del Rio Cassola e del Rio Martignone nei tratti interessati dal completamento della variante generale alla S.P. 569 e realizzazione delle varianti alla S.P. n° 27 "Valle del Samoggia" e n° 78 "Castelfranco-Montevoglio" nei Comuni di Bazzano e Crespellano

Fase Ante-operam



Relazione definitiva del novembre 2011
a cura di:
Dott. Prof. Gianpaolo Salmoiraghi



Gianpaolo Salmoiraghi, via A. Toscanini, 10 40136 BOLOGNA

Biologo Libero Professionista Iscritto all'Albo Nazionale Biologi (Sezione A, n. 063892)
P. IVA: 03083861207 C.F.: SLMGPL51E01A9440

Professore incaricato di Ecologia *Alma Mater Studiorum* - Università di Bologna.

Tel +39 +51 2094176; Fax +39 +51 209428 Cell. 3358448864; E-mail: gian.salmoiraghi@unibo.it

Caratterizzazione ecologica del Torrente Samoggia, del Rio Cassola e del Rio Martignone nei tratti interessati dal completamento della variante generale alla S.P. 569 e realizzazione delle varianti alla S.P. n° 27 “Valle del Samoggia” e n° 78 “Castelfranco-Montevoglio” nei Comuni di Bazzano e Crespellano

Fase Ante-operam

a cura di Gianpaolo Salmoiraghi¹

Indice

1	Premessa	2
2	Stazioni di campionamento e di rilevamento	3
3	Riferimenti sintetici relativi alla metodologia adottata	8
4	Risultati conseguiti	10
4.1	Indice di Naturalità della vegetazione (Indice IVN)	10
4.1.1	Area vasta	10
4.1.2	Torrente Samoggia, area locale e fascia tampone	13
4.1.3	Rio Martignone	15
4.1.4	Rio Cassola	16
4.2	Funzionalità fluviale (Indice I.F.F.)	18
4.3	Indici della capacità tampone (B.S.I.) e valenza naturalistica (W.S.I.)	20
4.4	Qualità dell'habitat acquatico (Indice Q.H.E.I.)	22
4.5	Qualità biologica dell'ambiente acquatico	23
5	Sintesi ed indicazione delle interferenze e/o impatti	25
5.1	Sintesi	25
5.1.1	Torrente Samoggia	25
5.1.2	Rio Martignone	25
5.1.3	Rio Cassola	26
5.2	Impatti temporanei prevedibili in fase di cantiere	26
5.3	Impatti permanenti prevedibili per l'opera in esercizio	27
6	Bibliografia (comprensiva dei metodi riportati nell'Appendice B)	28
	APPENDICE A: Schede Tecniche dei Risultati	32
	APPENDICE B: Specifiche dei metodi impiegati	36
	Indice di naturalità della vegetazione (IVN)	36
	Indice Funzionale Fluviale (I.F.F.)	37
	Indici della capacità tampone (B.S.I.) e della valenza naturalistica (W.S.I.)	38
	Indice di Qualità dell'Habitat (QHEI)	40
	Indice Biotico Esteso (I.B.E.)	43
	Analisi dei Livelli Trofico Funzionali del Macrozoobenthos	44
	Indici di Diversità	45

¹ Biologo libero professionista, iscritto all'Albo Nazionale Biologi - Sezione A n: 063892
Professore incaricato di Ecologia dall'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.
Tel. + 390512094176 Cell. +39 3558448864 E. mail: gian.salmoiraghi@unibo.it
<http://www.dipartimentobiologia.it/research/rusalmoiraghi.asp>

1 Premessa

E' stata analizzata la qualità complessiva dell'ambiente fluviale dei corsi d'acqua: Torrente Samoggia (in due distinti tratti), del Rio Martignone e del Rio Cassola.

Per la valutazione della qualità si sono adottati diversi approcci conoscitivi, contemplati nelle più recenti normative nazionali (D. Lgs. 152/99 e s.m. e D.Lgs.152/06 e d.a.) e direttive europee (EU 60/2000 e s.m.) i cui metodi sono stati standardizzati da Agenzie di controllo dell'ambiente (APAT, ARPA ed EPA), Enti di ricerca (CNR e IRSA) ed Associazioni specialistiche come quella degli Analisti Ambientali.

Le indagini sono state condotte per la caratterizzazione ante-operam del T. Samoggia, del Rio Martignone e del Rio Cassola in corrispondenza delle sezioni di cantierizzazione per il completamento della variante generale alla S.P. 569 e realizzazione delle varianti alla S.P. n° 27 "Valle del Samoggia" e n° 78 "Castelfranco-Monteveglio". Per conoscere la qualità ambientale, comprensiva dello stato di fatto di acque, alveo, rive, territorio circostante al fine di riconosce sia gli ambiti di pregio, degni di essere tutelati, sia le condizioni più alterate per le quali sarebbero necessari interventi di recupero

I metodi di monitoraggio applicati, oltre a definire lo stato di fatto degli ambienti fluviali, consentono di utilizzare i risultati per:

- scegliere la localizzazione ottimale, quella a minor impatto, dei cantieri;
- suggerire gli interventi di restauro ambientale più idonei a migliorare la condizione riscontrata;
- valutare i benefici ottenibili dalle singole e specifiche misure di recupero.

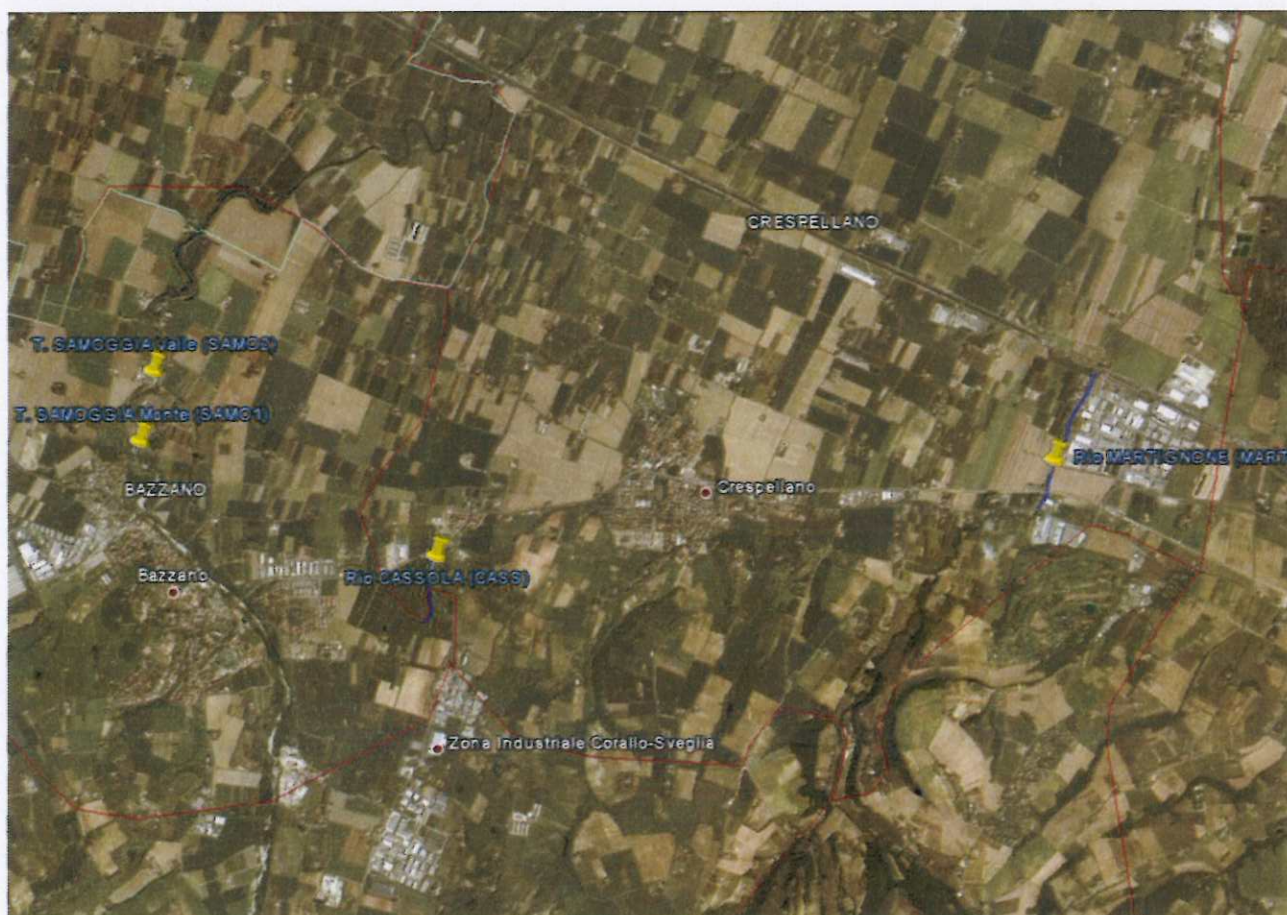
2 Stazioni di campionamento e di rilevamento

I sopralluoghi per rilevare le condizioni degli alvei, delle rive e dell'ambiente fluviale sono stati eseguiti il 3 agosto e il 9 novembre 2011; il campionamento di fauna macrobentonica è stato compiuto il 9 novembre 2011.

Gli ambiti monitorati sono stati georeferenziati con coordinate Gauss-Boaga mediante navigatore portatile eTrex della GARMIN Corporation ed identificati con lo specifico ed univoco codice indicato nella successiva tabella.

Code	Corso d'acqua	Sottobacino	Bacino	Comune in Sx e Dx idrog.	N	E
SAMO1	T. Samoggia	T. Samoggia	F. Reno	Bazzano	44° 30' 48,2"	11° 4' 50,1"
SAMO2	T. Samoggia	T. Samoggia	F. Reno	Bazzano	44° 30' 53,6"	11° 4' 54,5"
MART	Rio Martignone	T. Samoggia	F. Reno	Crespellano	44° 30' 46,3"	11° 9' 46,5"
CASS	Rio Cassola	Marciapesce	T. Samoggia	Crespellano	44° 30' 21,7"	11° 6' 23,7"

Le ricerche sono state condotte nelle sezioni/tratti/aree, indicati nella seguente mappa e rappresentati nelle successive immagini fotografiche riprese nei due diversi momenti idrologici.



Staz. SAMO1. T. Samoggia a monte del futuro attraversamento (3 agosto 2011).



Staz. SAMO1. T. Samoggia a monte del futuro attraversamento (9 novembre 2011).



Staz. SAMO2. T. Samoggia a valle del futuro attraversamento (3 agosto 2011).



Staz. SAMO2. T. Samoggia a valle del futuro attraversamento (9 novembre 2011).



Staz. MART. Rio Martignone (3 agosto 2011).



Staz. MART. Rio Martignone (9 novembre 2011).



Staz. CASS. Rio Cassola (3 agosto 2011).



Staz. CASS. Rio Cassola (9 novembre 2011).



3 Riferimenti sintetici relativi alla metodologia adottata

Indici biologici-ecologici

Il corridoio fluviale, comprendente: lo stato del territorio di pertinenza fluviale, la vegetazione perifluviale, l'alveo, le rive, le limitrofe pressioni antropiche sono le principali categorie di aspetti che sono stati valutati con i seguenti indici biologici-ecologici:

- **IVN** (Indice di Naturalità della vegetazione) di Pizzolotto e Brandmayr (1996) che permette di quantificare, in base alla vegetazione presente, il grado di naturalità complessiva del territorio limitrofo al corso d'acqua;
- **I.F.F.** (Indice di Funzionalità Fluviale) per l'identificazione ponderata dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come una sinergia di fattori sia biotici sia abiotici presenti nell'ecosistema fluviale (APAT, 2007);
- **B.S.I.** (Buffer Strip Index o Indice della capacità tampone) che fornisce la misura della capacità delle rive di filtrare, metabolizzare e bioaccumulare gli elementi ed i composti veicolati sia dalle acque fluviali sia dalle acque di dilavamento superficiale e subsuperficiale (Braioni e Penna, 1998; Braioni et al. 2008);
- **W.S.I.** (Wild State Index o Indice della valenza naturalistica) valuta lo stato di naturalità degli alvei e delle rive e riflette la loro potenzialità nel sostenere un relativo livello di biodiversità (Braioni e Penna, 1998; Braioni et al. 2008);
- **Q.H.E.I.** (Qualitative Habitat Evaluation Index o Indice di Valutazione della Qualità dell'Habitat) messo a punto dall'EPA (EPA, 1989, Somerville & Pruitt 2004, EPA, 2006) ed ampiamente utilizzato negli USA per valutare l'idoneità dei tratti fluviali per la fauna ittica (Somerville & Pruitt 2004).

Indici relativi alla Fauna macrobentonica

Le comunità di invertebrati bentonici sono un indispensabile nodo nelle reti trofiche degli ecosistemi fluviali. Gli organismi bentonici sono direttamente subordinati alle condizioni dell'ambiente acquatico e per questo hanno una grande valenza ed utilità nel biomonitoraggio, strutturale e funzionale, dei corsi d'acqua. Gli Indici applicati alla fauna macrobentonica sono i seguenti:

- **IBE (Indice Biotico Esteso)** tramite il quale si identifica la classe di qualità biologica dei corsi d'acqua (D.Lgs. 152/99.) utilizzando le comunità dei macroinvertebrati bentonici (Ghetti, 1997, APAT, 2003: met. 9010);
- **Indici Trofico-Funzionali:** relativi al ruolo trofico degli invertebrati bentonici che sono condizionati dalla disponibilità di cibo e, quindi, dalla tipologia dell'habitat acquatico (Merritt & Cummins, 1988; Shackelford, 1988);
- **Indici di Diversità (H', H max, J e D)** applicati alla densità relativa e alla varietà tassonomica degli invertebrati che compongono le comunità bentoniche (Washington, 1982; Krebs, 1989).

I singoli metodi impiegati sono tutti riportati, in dettaglio, nell'appendice B.

Gli indici utilizzati hanno specifici modelli di calcolo. Tramite il software RI.PA1 (Braioni et al., 2008) sono stati elaborati i dati ottenuti con gli indici che esprimono la capacità tampone (B.S.I.) e la valenza naturalistica (W.S.I.). Con specifici fogli di calcolo in Excel si sono calcolati gli indici di diversità e di diversificazione trofica delle comunità macrozoobentoniche, l'indice della funzionalità fluviale (I.F.F.), l'indice di qualità del habitat acquatico (QHEI) e l'indice di naturalezza (IVN).

Quasi tutti i metodi di analisi giungono alla definizione di cinque principali classi di qualità complessiva che sono: Ottimo, Buono, Mediocre, Scadente, Pessimo e forniscono precise indicazioni circa gli elementi considerati che costituiscono, per il minor punteggio specifico, una condizione critica per la qualità complessiva.

I risultati delle singole indagini, pur essendo dati estremamente dissimili, sono stati posti a diretto confronto, in unica pagina di consultazione specifica per i tratti esaminati. Si sono realizzate le schede ambientali, riportate in appendice, che contengono tutti i risultati conseguiti con le indagini condotte ed evidenziano, in modo estremamente sintetico, le condizioni positive e negative riscontrate.

Questo modo di procedere è motivato sia dall'esigenza di fornire un quadro unitario della qualità complessiva attuale sia di mettere in risalto le condizioni che potranno successivamente essere monitorate.

4 Risultati conseguiti

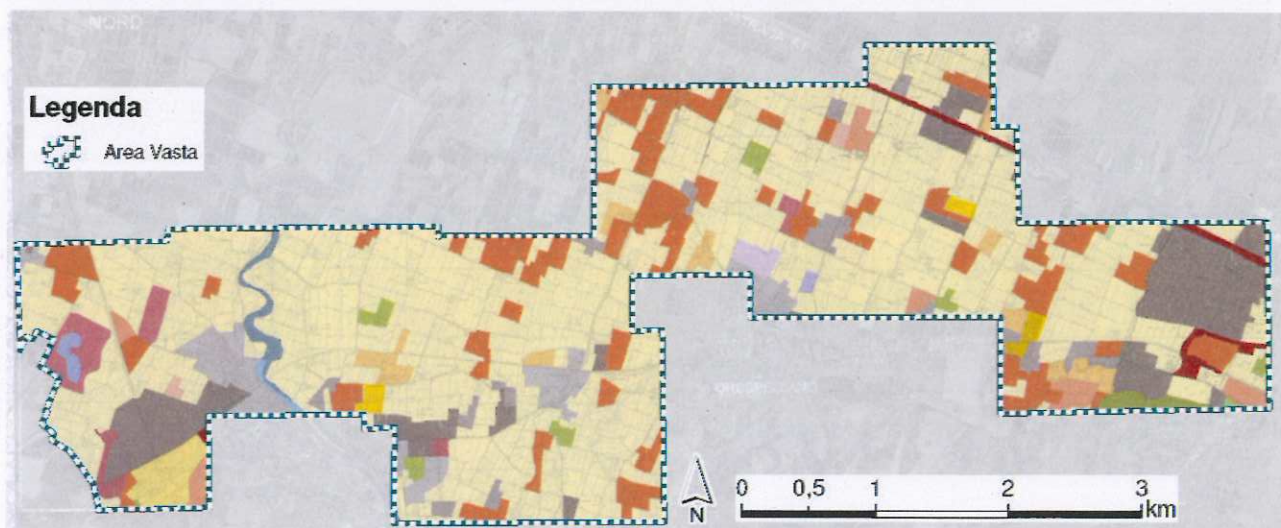
4.1 Indice di Naturalità della vegetazione (Indice IVN)

4.1.1 Area vasta


























Per avere una visione d'insieme, indispensabile a valutare la condizione dei singoli ambienti fluviali esaminati, si è calcolato l'Indice di Naturalità relativo all'area vasta che, tracciata sul quadro d'unione del progetto, ricopre le aree indicate nella seguente mappa.



Si tratta di una superficie che complessivamente ammonta a 16,69 km² il cui uso del suolo (Regione Emilia-Romagna, 2011) è costituito dalle seguenti coperture:



Legenda
Uso del Suolo 2008 ed. 2011 Regione Emilia Romagna

	1111 Ec Tessuto residenziale compatto e denso		2220 Cf Frutteti
	1112 Er Tessuto residenziale rado		2410 Zt Colture temporanee associate a colture permanenti
	1120 Ed Tessuto residenziale discontinuo		2420 Zo Sistemi colturali e particellari complessi
	1211 Ia Insedimenti produttivi		3112 Bq Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni
	1221 Rs Reti stradali		3231 Tn Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione
	1331 Qc Cantieri e scavi		3232 Ta Rimboschimenti recenti
	1332 Qs Suoli rimaneggiati e artefatti		5111 Af Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa
	1411 Vp Parchi e ville		5112 Av Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante
	1422 Vs Aree sportive		5123 Ax Bacini artificiali
	1424 Vq Campi da golf		
	1430 Vm Cimiteri		
	2110 Sn Seminativi non irrigui		
	2121 Se Seminativi semplici irrigui		
	2122 Sv Vivai		
	2123 So Colture orticole		
	2210 Cv Vigneti		

Le singole coperture, con relativa valenza vegetazionale, hanno le seguenti cumulate dimensioni:

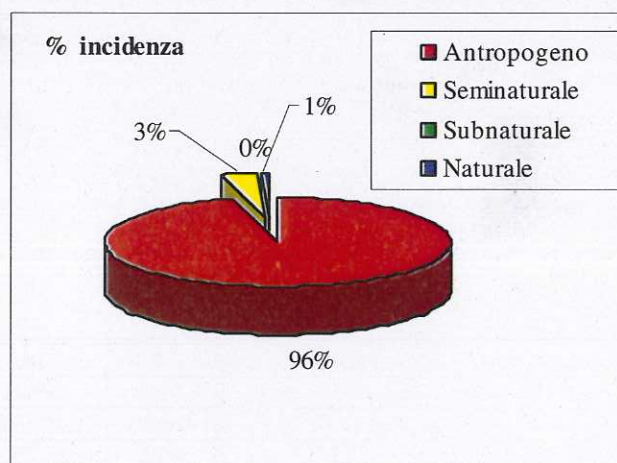
Codice	Tipologie	Valenza	Area (m ²)	%
Af	Alvei di fiumi o torrenti con vegetazione scarsa	10a	22698,1	0,14
Av	Alvei di fiumi o torrenti con vegetazione abbondante	10c	107315,8	0,64
Ax	Bacini artificiali	7	39976,0	0,24
Bq	Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni	9	2986,7	0,02
Cf	Frutteti	3	1999325,7	11,98
Cv	Vigneti	4	268630,8	1,61
Ec	Tessuto residenziale compatto e denso	0	5,7	0,00
Ed	Tessuto residenziale discontinuo	1	350366,2	2,10
Er	Tessuto residenziale rado	4	608451,5	3,65
Ia	Insedimenti produttivi	0	1482980,8	8,89
Qc	Cantieri e scavi	0	71508,4	0,43
Qs	Suoli rimaneggiati e artefatti	3	234919,9	1,41
Rs	Reti stradali	0	175915,4	1,05
Se	Seminativi semplici irrigui	1	10321053,4	61,84
Sn	Seminativi non irrigui	2	190877,5	1,14
So	Colture orticole	3	47459,4	0,28
Sv	Vivai	3	62593,1	0,38
Ta	Rimboschimenti recenti	6	8821,1	0,05
Tn	Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione	6	9096,9	0,05
Vm	Cimiteri	0	17008,1	0,10
Vp	Parchi e ville	7	152150,8	0,91
Vq	Campi da golf	1	83014,2	0,50
Vs	Aree sportive	1	56168,9	0,34
Zo	Sistemi colturali e particellari complessi	5	340325,2	2,04
Zt	Colture temporanee associate a colture permanenti	3	36230,7	0,22

Le aree destinate al seminativo semplice irriguo (codice "se") ammontano complessivamente al 61,8% dell'area vasta quindi costituiscono il tematismo più esteso e fortemente dominante rispetto a tutti gli altri.

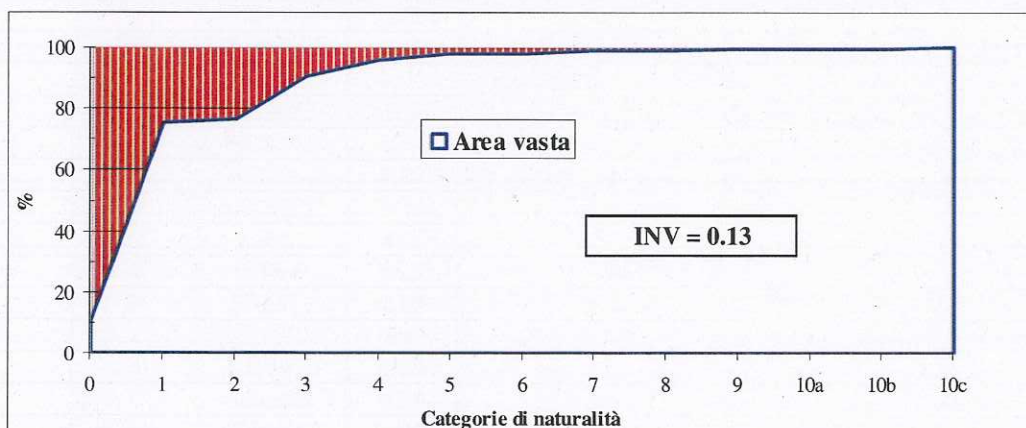
Gli ambiti edificati (compatti e discontinui), gli insediamenti produttivi, gli scavi e i cantieri e la rete stradale, tutti tematismi prettamente antropici con valenza vegetazionale nulla, occupano complessivamente il 12,6% del suolo dell'area vasta e, per contro, le parti del territorio che hanno una elevata valenza naturalistica (alvei dei corsi d'acqua e boschi) sono complessivamente solo 0,8% della superficie complessiva.

Quindi si possono considerare quasi del tutto assenti le coperture definibili naturali come risulta dalla seguente tabella e relativo grafico.

	Antropogena	Seminaturale	Subnaturale	Naturale
%	93,9	3,3	0,0	0,8

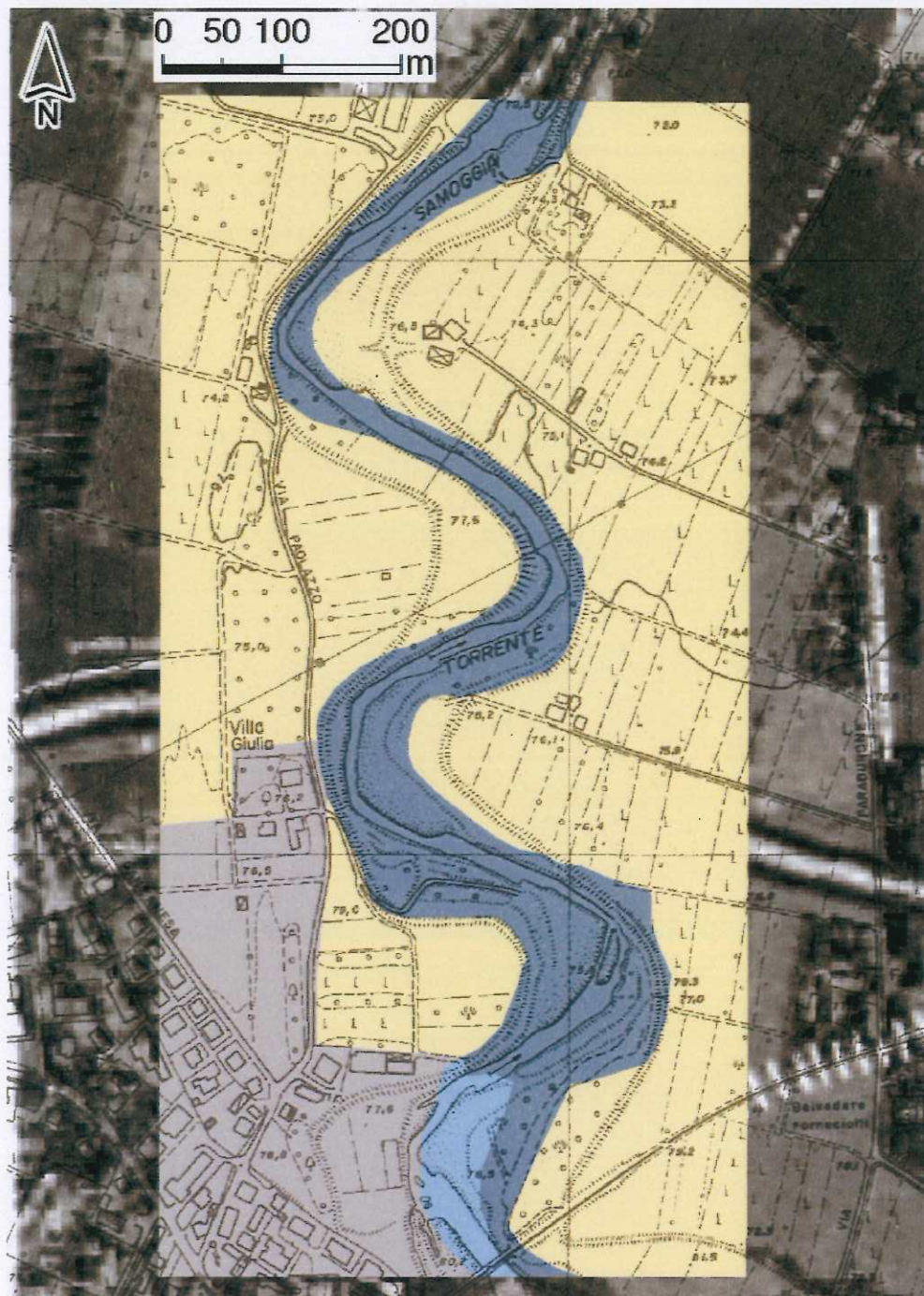


La situazione complessiva è stata sintetizzata con il calcolo dell'indice di naturalità della vegetazione (IVN) che può variare da 0 (naturalità nulla) a 1 (naturalità massima) e, per il territorio dell'area vasta presa in esame, risulta di 0,13. Valore particolarmente basso, proprio di ambiti fortemente antropizzati come mostra il seguente grafico.



4.1.2 Torrente Samoggia, area locale e fascia tampone

La naturalezza del Torrente Samoggia è stata calcolata sia per un'area locale di 0,5 km² con profilo geometrico (500*1000m) che per la fascia tampone che si sviluppa al suo interno, lungo il Torrente Samoggia ed ha una estensione di 0,14 km². La seguente immagine rappresenta entrambi gli ambiti territoriali considerati.



Le aree prese in esame, comprendenti gli ambienti che saranno impattati per il completamento della variante generale alla S.P. 569 e la realizzazione delle varianti alla S.P. n° 27 "Valle del

Samoggia” e n° 78 “Castelfranco-Monteveglio”, mostrano le seguenti tipologie ed estensioni cumulate di coperture del suolo:

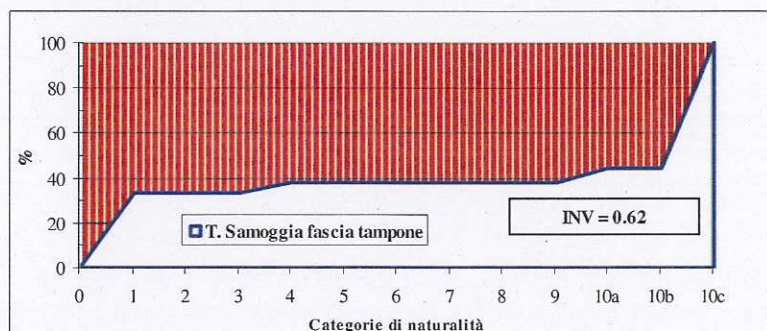
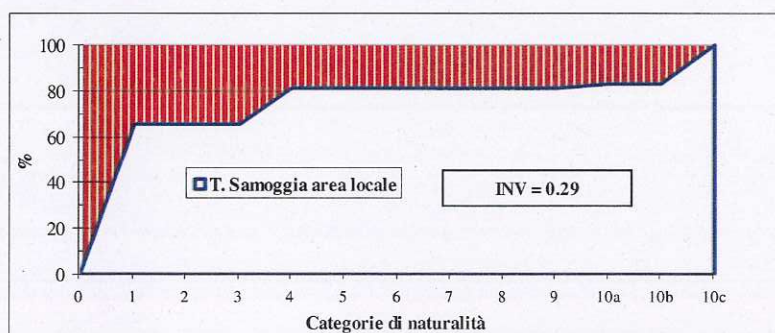
Codice	Tipologie nell'area locale 500*1000m (0,5 km ²)	Valenza	Area (m ²)	%
Af	Alvei di fiumi o torrenti con vegetazione scarsa	10a	9000,3	1,80
Av	Alvei di fiumi o torrenti con vegetazione abbondante	10c	86040,6	17,21
Er	Tessuto residenziale rado	4	76747,7	15,35
Ia	Insedimenti produttivi	0	22,9	0,00
Se	Seminativi semplici irrigui	1	328188,5	65,64

Codice	Tipologie nella fascia tampone (0,14 km ²)	Valenza	Area (m ²)	%
Af	Alvei di fiumi o torrenti con vegetazione scarsa	10a	8826,6	6,24
Av	Alvei di fiumi o torrenti con vegetazione abbondante	10c	78804,3	55,74
Er	Tessuto residenziale rado	4	6540,7	4,63
Se	Seminativi semplici irrigui	1	47212,4	33,39

Risultano molto evidenti le differenze riguardanti l'incidenza dei seminativi irrigui semplici nell'area locale e, per contro l'estensione degli Alvei di fiumi o torrenti con vegetazione abbondante che predomina nella fascia tampone. Le percentuali di copertura delle quattro categorie di vegetazione evidenziano le due dissimili condizioni:

		Antropogena	Seminaturale	Subnaturale	Naturale
Area locale (0,5 km ²)	%	81,0	0,0	0,0	19,0
Fascia tampone (0,14 km ²)	%	38,0	0,0	0,0	62,0

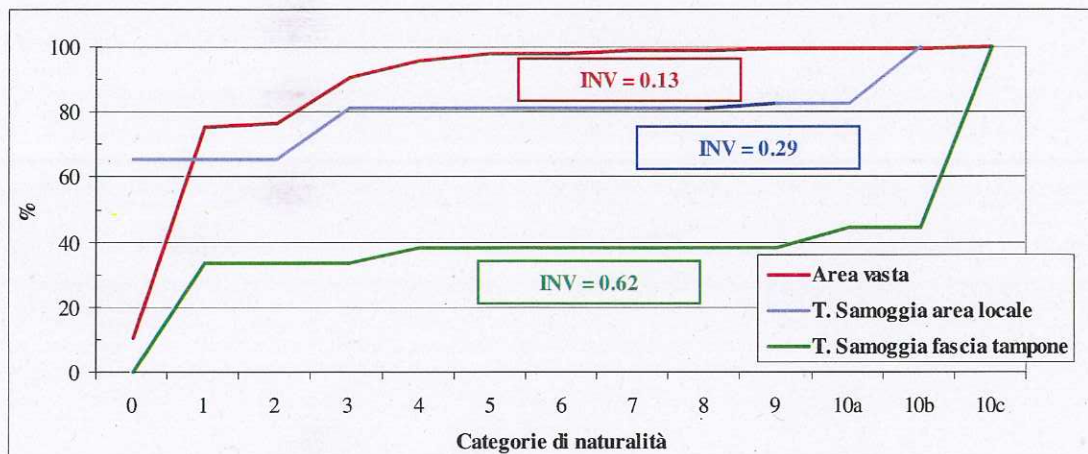
Il calcolo dell'Indice IVN porta ai risultati rappresentati graficamente:



Nel caso dell'area locale l'Indice IVN è di 0,29, valenza giudicabile “Bassa” a causa della dominanza di coperture antropogene, ma all'interno di essa la fascia tampone ha un Indice IVN di

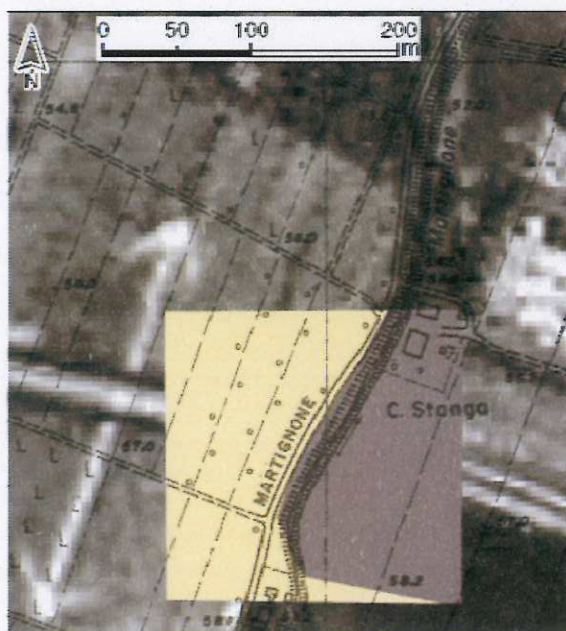
0,62 che è da considerare di “Media” naturalezza e, rispetto ai limiti prestabili che variano da 0,4 a 0,7, si pone verso l’estremo superiore.

Rispetto alla condizione dell’area vasta che ha un valore dell’Indice IVN di 0,13, l’area locale ha grado di naturalezza di poco superiore al doppio mentre la fascia tampone costituisce, per l’intero territorio considerato un elemento di particolare pregio, come appare evidente dal confronto grafico sottostante.



4.1.3 Rio Martignone

L’analisi del grado di naturalezza del Rio Martignone è stata eseguita su un territorio di 200*200 metri adiacente al corso d’acqua. La seguente immagine rappresenta l’ambito territoriale di 0,04 km² preso in esame.



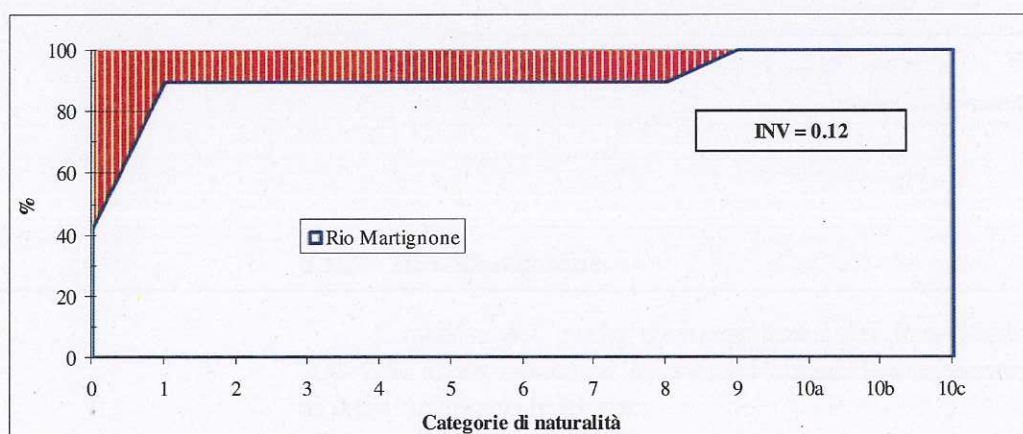
Le coperture sono rappresentate dalle seguenti tipologie fra le quali si deve rilevare che l'alveo e la fascia riparia del Rio Martignone sono i soli ambiti di pregio.

Codice	Tipologia	Valenza	Area (m ²)	%
Aer	Alvei di fiumi o torrenti con vegetazione erbacea	9	4000,0	10,05
Ia	Insedimenti produttivi	0	16626,8	41,77
Se	Seminativi semplici irrigui	1	19179,9	48,18

La ripartizione nelle tre categoria vegetazionali non si discosta, per la limitatezza delle tipologie, dalla precedente visione:

	Antropogena	Seminaturale	Subnaturale	Naturale
%	90,0	0,0	10,0	0,0

L'indice IVN è di 0,12, di poco inferiore al valore che riguarda l'intera area vasta.



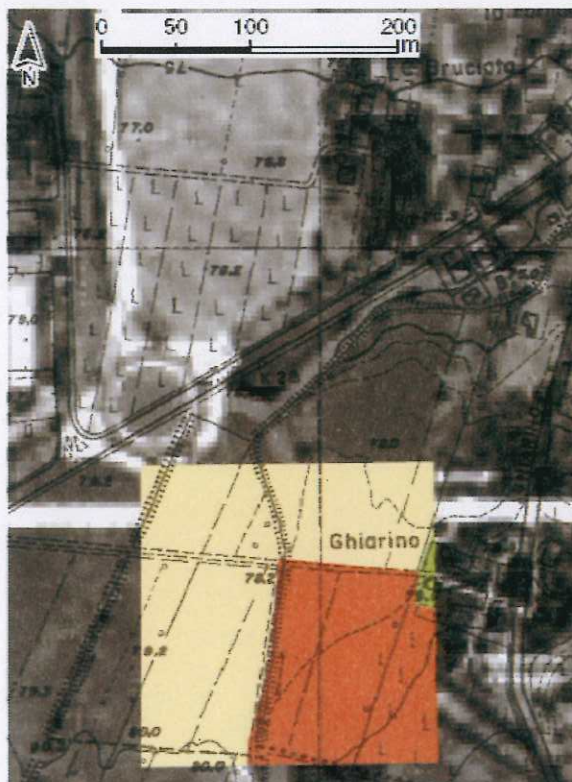
4.1.4 Rio Cassola

L'analisi del grado di naturalezza del Rio Cassola è stata eseguita su un territorio di 200*200 metri adiacente al corso d'acqua.

Le coperture sono rappresentate dalle seguenti tipologie fra le quali si deve rilevare che l'alveo e la fascia riparia del Rio Cassola sono i soli ambiti di pregio.

Codice	Tipologia	Valenza	Area (m ²)	%
Afil	Alvei di fiumi o torrenti con filari	10a	2000,0	5,01
Cf	Frutteti	4	15031,7	37,67
Se	Seminativi semplici irrigui	1	22385,8	56,10
Vp	Parchi e ville	7	486,9	1,22

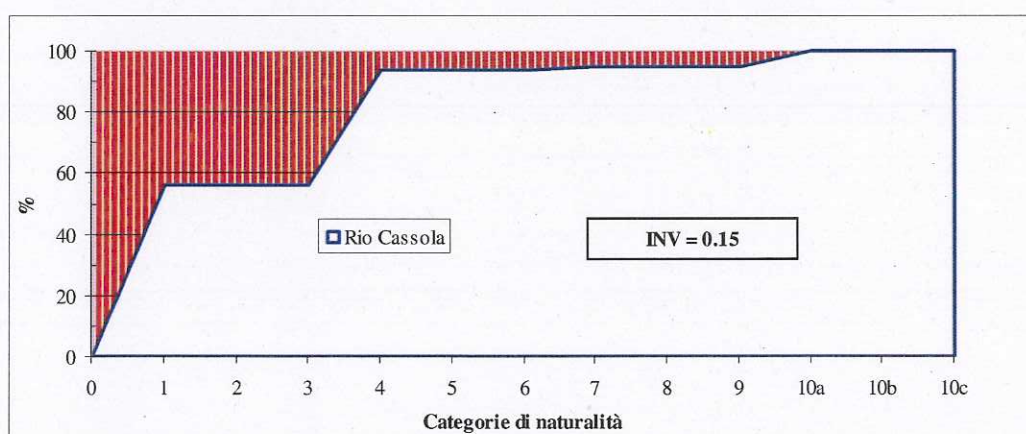
La seguente immagine rappresenta l'ambito territoriale di 0,04 km² preso in esame.



La ripartizione nelle quattro categoria vegetazionali non si discosta, per la limitatezza delle tipologie, dalla precedente visione:

	Antropogena	Seminaturale	Subnaturale	Naturale
%	93,8	1,2	5,0	0,0

L'indice IVN è di 0,15, leggermente superiore al valore che è stato rilevato per l'intera area vasta interessata dai previsti lavori



4.2 Funzionalità fluviale (Indice I.F.F.)

L'analisi dell'integrità e funzionalità è stata effettuata tramite l'utilizzo dell'Indice Funzionale Fluviale (I.F.F.) che ha evidenziato le situazioni illustrate, in dettaglio, nella seguente tabella:

	SAMO1		SAMO2		MART		CASS	
	Sx	Dx	Sx	Dx	Sx	Dx	Sx	Dx
Stato del territorio circostante	5	5	5	5	5	5	20	20
Vegetazione perifluviale primaria	40	40	40	40	1	1	10	10
Ampiezza della vegetazione	5	15	15	15	1	1	5	5
Continuità della vegetazione	10	15	15	15	1	1	5	5
Condizioni idriche	5	5	5	5	1	1	5	5
Efficienza di esondazione	15	15	15	15	25	25	15	15
Substrato e strutture di ritenzione	5	5	5	5	1	1	5	5
Erosione	20	20	20	20	20	20	20	20
Sezione trasversale	15	15	15	15	1	1	5	5
Idoneità ittica	5	5	5	5	1	1	5	5
Idromorfologia	5	5	5	5	1	1	5	5
Componente vegetale acquatica	5	5	5	5	15	15	10	10
Detrito	15	15	15	15	10	10	10	10
Comunità macrobentonica	5	5	5	5	1	1	1	1
Somma dei punteggi	155	170	170	170	84	84	121	121
Classe di qualità	III	III	III	III	IV	IV	III	III

La funzionalità fluviale non è molto diversificata fra le stazioni e i tratti analizzati:

- per entrambe le stazioni e per entrambe le sponde del T. Samoggia si ha una III classe,
- analoga condizione, ma con punteggio complessivo decisamente inferiore, si è rilevata nel Rio Cassola;
- il Rio Martignone ha una funzionalità fluviale inferiore rispetto alle altri corsi d'acqua (IV classe).

Più sinteticamente, la funzionalità fluviale complessiva degli otto tratti esaminati, espressa solo con la relativa classe è la seguente:

	SINISTRA		DESTRA	
	Score	Classe	Score	Classe
SAMO1	155	III	170	III
SAMO2	170	III	170	III
MART	84	IV	84	IV
CASS	121	III	121	III

Il metodo di calcolo dell'I.F.F. permette di esprimere in forma numerica: da 0 (situazione estremamente negativa) a 1 (condizione ottimale), il grado di qualità dei singoli aspetti presi in considerazione per il calcolo dell'Indice I.F.F. Con questa supplementare informazione si dispone di una matrice indicativa delle condizioni critiche più rilevanti, quelle che, qualora siano fattibili ed utili, potrebbero essere prese in considerazione per eventuali interventi idonei/coerenti da eseguirsi per il restauro ambientale al fine di ottenere un netto e sicuro beneficio rispetto alla attuale funzionalità fluviale.

Gli aspetti maggiormente critici sono indicati per ordine crescente di criticità, per singolo tratto esaminato e relativa sponda, nei seguenti riquadri tabellati:

Novembre 2011	Dott. Prof. Gianpaolo Salmoiraghi Via. A. Toscanini, 10 – 40136 Bologna (BO) - tel. +39 3358448864 gian.salmoiraghi@unibo.it P.IVA: 03083861207	Pag. 18 di 45
---------------	--	---------------

<i>SAMO1: sponda sinistra</i>	<i>SAMO1: sponda destra</i>
Stato del territorio circostante	Stato del territorio circostante
Substrato e strutture di ritenzione	Substrato e strutture di ritenzione
Idoneità ittica	Idoneità ittica
Condizioni idriche	Condizioni idriche
Idromorfologia	Idromorfologia
Ampiezza della vegetazione	Componente vegetale acquatica
Componente vegetale acquatica	Comunità macrobentonica
Comunità macrobentonica	Stato del territorio circostante

<i>SAMO2: sponda sinistra</i>	<i>SAMO2: sponda destra</i>
Stato del territorio circostante	Stato del territorio circostante
Substrato e strutture di ritenzione	Substrato e strutture di ritenzione
Idoneità ittica	Idoneità ittica
Condizioni idriche	Condizioni idriche
Idromorfologia	Idromorfologia
Componente vegetale acquatica	Componente vegetale acquatica
Comunità macrobentonica	Comunità macrobentonica

<i>MART: sponda sinistra</i>	<i>MART: sponda destra</i>
Vegetazione perifluviale primaria	Vegetazione perifluviale primaria
Substrato e strutture di ritenzione	Substrato e strutture di ritenzione
Idoneità ittica	Idoneità ittica
Condizioni idriche	Condizioni idriche
Sezione trasversale	Sezione trasversale
Idromorfologia	Idromorfologia
Ampiezza della vegetazione	Ampiezza della vegetazione
Continuità della vegetazione	Continuità della vegetazione
Comunità macrobentonica	Comunità macrobentonica
Stato del territorio circostante	Stato del territorio circostante

<i>CASS: sponda sinistra</i>	<i>CASS: sponda destra</i>
Comunità macrobentonica	Comunità macrobentonica
Substrato e strutture di ritenzione	Substrato e strutture di ritenzione
Idoneità ittica	Idoneità ittica
Vegetazione perifluviale primaria	Vegetazione perifluviale primaria
Condizioni idriche	Condizioni idriche
Sezione trasversale	Sezione trasversale
Idromorfologia	Idromorfologia
Ampiezza della vegetazione	Ampiezza della vegetazione
Continuità della vegetazione	Continuità della vegetazione

4.3 Indici della capacità tampone (B.S.I.) e valenza naturalistica (W.S.I.)

L'informazione sintetica acquisita con l'applicazione degli Indici B.S.I. e W.S.I. è riportata nella successiva tabella:

	Indice B.S.I.		Indice W.S.I.	
	Sinistra	Destra	Sinistra	Destra
SAMO1	III	III	III	II
SAMO2	III	III	III	III
MART	IV	IV	IV	III
CASS	III	IV	III	III

La capacità tampone (Indice B.S.I.) di entrambe le sponde del Rio Martignone è inferiore (IV classe) a quella del T. Samoggia che è di III classe per ambedue i tratti e le rive.

Il Rio Cassola ha sponde con dissimile capacità tampone: la sponda sinistra è di III classe e quella destra di IV classe.

Il T. Samoggia nella stazione a monte (SAMO1) in sponda destra ha una valenza naturalistica (Indice W.S.I.) di II classe e questa è la migliore condizione rilevata per gli otto tratti esaminati. Lo stesso Samoggia è da considerare di III classe per la valenza naturalistica delle altre zone esaminate, condizione identica a quella riscontrata nel Rio Cassola e nella sponda destra del Rio Martignone. La minore valenza naturalistica (IV classe dell'Indice W.S.I.) appartiene alla riva sinistra del Rio Martignone.

I Sub-indici, che il modello di calcolo permette di elaborare, forniscono una supplementare informazione, indicativa della condizione di alcuni specifici ambiti. Sono i Sub-indici che consentono di identificare i fattori più critici, quelli che condizionano negativamente l'ambiente ripario complessivo e nel caso del B.S.I., la classe di qualità, dei singoli Sub-Indici con minore valenza è la seguente:

	B.S.I.: sponda sinistra				B.S.I.: sponda destra			
	A	B	E	F	A	B	E	F
SAMO1	I	III	V	V	I	III	V	V
SAMO2	II	III	V	V	I	III	V	V
MART	IV	III	V	IV	IV	III	V	IV
CASS	II	IV	III	V	II	IV	V	V

I Sub-indici di V Classe di qualità più critici, sono:

il **Sub-indice E** che è alterato per la presenza di coltivazioni agrarie con i relativi impatti dovuti, a seconda dei casi, dalla tipologia, distanza, estensione ed eventuale irrigazione

il **Sub-indice F** che è alterato per la presenza di opere idrauliche e/o immissioni e/o escavazioni e/o strade asfaltate o meno.

I Sub-indici di IV Classe di qualità più critici, sono:

il **Sub-indice A** che è relativo alla vegetazione arborea ed è condizionato dalla limitata copertura, altezza, estensione, localizzazione degli alberi;

il **Sub-indice B** che è relativo alla condizione dei terreni ripari e della loro pendenza, tessitura, vegetazione arbustiva, erbacea ed acquatica;

Per quanto riguarda la valenza naturalistica (Indice W.S.I.), la condizione qualitativa dei Sub-indici è presentata nella seguente tabella:

	<i>W.S.I.: sponda sinistra</i>				<i>W.S.I.: sponda destra</i>				
	B	C	E	F	B	C	E	F	H
SAMO1	I	II	IV	V	I	II	III	IV	III
SAMO2	II	III	IV	V	I	III	IV	IV	IV
MART	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	III
CASS	II	IV	III	IV	II	IV	IV	IV	III

I Sub-Indici critici di IV e V classe sono causati da:

Sub-indice B: vegetazione arborea riparia

Sub-indice C: vegetazione arbustiva ed erbacea riparia

Sub-indice E: coltivazioni agrarie

Sub-indice F: costruzioni ed altre cause di disturbo

Sub-indice H: opere idrauliche

4.4 Qualità dell'habitat acquatico (Indice Q.H.E.I)

Con l'Indice QHEI si è ottenuto un quadro unitario di confronto della qualità degli alvei rilevati nei corsi d'acqua analizzati.

	Punteggio	Classe	Giudizio
SAMO1	58	III	Mediocre
SAMO2	54	III	Mediocre
MART	30	V	Pessimo
CASS	44	III	Mediocre

Con l'applicazione di questo indice biologico-ecologico si è in grado di individuare, oltre ad altri numerosi importanti aspetti morfo-eco-fisiografici, anche il grado di sinuosità e l'abbondanza di zone idonee al rifugio della fauna ittica. I dati relativi a queste due importanti condizioni sono i seguenti:

	Sinuosità	Rifugi fauna ittica
SAMO1	Moderata	Scarsa (5 - 25 %)
SAMO2	Bassa	Scarsa (5 - 25 %)
MART	Moderata	Assente (< 5 %)
CASS	Bassa	Scarsa (5 - 25 %)

I fattori che hanno la maggiore criticità e riducono, più degli altri elementi esaminati, il valore complessivo dell'indice Q.H.E.I. sono l'elevata monotonia del substrato, la quantità di limo, la mancanza di diversificazione delle profondità e la mancanza o limitata disponibilità di aree rifugio per la fauna ittica.

4.5 Qualità biologica dell'ambiente acquatico

Il numero di unità sistematiche (U.S.), il valore dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) e la relativa classe di qualità (C.Q.) con giudizio sintetico sono, per specifico tratto e sezione esaminata, i seguenti:

	U.S.	I.B.E.	C.Q.	Giudizio
SAMO1	7	6	III	Ambiente alterato
SAMO2	7	6	III	Ambiente alterato
MART	4	2	V	Ambiente fortemente degradato
CASS	4	2	V	Ambiente fortemente degradato

La mediocre (T. Samoggia) o pessima (Rio Martignone e Rio Cassola) condizione delle comunità macrozoobentoniche potrebbe essere stata causata dal prolungato periodi di siccità estiva.

Il giudizio sintetico scaturisce dalla composizione tassonomica delle comunità macrozoobentoniche che è risultata, per abbondanza relativa delle unità sistematiche, espressa con le seguenti cifre arabe o simboli:

1 o I = abbondanza uguale o di poco superiore al Numero Minimo di Presenze (N.M.P.)

2 o L = abbondanza uguale o di poco superiore al doppio del N.M.P.

3 o H = abbondanza sicuramente superiore al triplo del N.M.P.

* = in numero non sufficiente per essere considerato.

		N.M.P.	SAMO1	SAMO2	MART	CASS
EPHEMEROPTERA	<i>Baetis</i>	8	I	I		
	<i>Cloeon</i>	6	I	I		
COLEOPTERA	Elmidae (adulti)	3	I	I		
DIPTERA	Ceratopogonidae	2		I		
	Chironomidae	8	L	L	L	I
	Limoniidae	2			I	
	Simuliidae	8	L	L	I	H
OLIGOCHAETA	Lumbriculidae	1	I			L
	Tubificidae	1	L	H	H	H

I dati caratteristici dell'abbondanza relativa e della varietà riferiti sia alla composizione trofico funzionale delle comunità di invertebrati sia all'incidenza delle Unità Sistematiche più sensibili (EPT taxa che identificano le larve di Plecotteri, Efemerotteri e Tricotteri) sono riportati nelle seguenti tabelle.

	SAMO1	SAMO2	MART	CASS
Abbondanza relativa	52	54	29	37
EPT taxa	14	14	0	0
EPT/Totale	0,27	0,26	0,00	0,00
Raccoglitori	36	36	19	13
Filtratori	16	16	8	24
Raschiatori	0	0	0	0
Trituratori	0	0	0	0
Predatori	0	2	2	0
T/R	0,00	0,00	0,00	0,00
T/(R+F)	0,00	0,00	0,00	0,00
T/S				
P/(Totale-P)		0,04	0,07	

	SAMO1	SAMO2	MART	CASS
Varietà	7	7	4	4
EPT taxa	2	2	0	0
EPT/Totale	0,29	0,29	0,00	0,00
Raccoglitori	6	5	2	3
Filtratori	1	1	1	1
Raschiatori	0	0	0	0
Trituratori	0	0	0	0
Predatori	0	1	1	0
T/R	0,00	0,00	0,00	0,00
T/(R+F)	0,00	0,00	0,00	0,00
T/S				
P/(Totale-P)		0,17	0,33	

Esse evidenziano che:

- gli invertebrati dotati di maggiore sensibilità (EPT taxa) non trovano nei rii Martignone e Cassola condizioni a loro idonee per cui sono risultati del tutto assenti, mentre nel T. Samoggia essi rappresentano, per abbondanza e varietà poco più di un quarto delle intere comunità macrobentoniche;
- gli invertebrati Raccoglitori, che si cibano di materiale organico di piccole dimensioni (FPOM con diametro inferiore a 1 mm) depositato sul sedimento, in zone a bassa velocità di corrente, sono il gruppo trofico funzionale più abbondante in tutti i corsi d'acqua analizzati con la sola eccezione del Rio Cassola in cui predominano, per abbondanza relativa, i Filtratori;
- gli invertebrati Trituratori, in grado di sminuzzare la sostanza organica di grosse dimensioni (CPOM con diametro superiore a 1 mm) e gli invertebrati Raschiatori, che assumono alimento raschiando il periphyton dalle superfici sommerse, sono risultati del tutto assenti;
- gli invertebrati Filtratori che si cibano di materiale organico di piccole dimensioni (FPOM) trasportato dalla corrente, sono sempre presenti in tutte le sezioni monitorate, sono i più abbondanti nel Rio Cassola, ma sono rappresentati da un'unica Unità Sistemática
- gli invertebrati Predati sono presenti solo nella sezione di valle del T. Samoggia (SAMO2) e nel Rio Martignone e, in questi ambienti hanno a disposizione una grande quantità di prede come si nota dal basso rapporto P/(Totale-P).

I valori degli indici di diversità sono riportati nella seguente tabella:

	SAMO1	SAMO2	MART	CASS
Indice diversità (H')	2,35	2,44	1,59	1,40
Diversità mass. (H max)	2,81	2,81	2,00	2,00
Indice omogeneità (J)	0,84	0,87	0,80	0,70
Indice ricchezza (D)	1,77	1,75	1,19	1,11

La diversità complessiva (Indice H') è da considerare "medio-bassa" in entrambe le sezioni del T. Samoggia e "bassa" nei rii Martignone e Cassola.

Rispetto alla Diversità massima (Hmax), quindi all'ipotetica e completa omogeneità dei popolamenti che compongono le comunità macrobentoniche, l'Indice di Omogeneità (J) varia dal 84 al 87% nel T. Samoggia ed è solo il 70% nel Rio Cassola e 80% nel Rio Martignone.

La ricchezza in specie (Indice D di Margalef) è da molto "bassa".

5 Sintesi ed indicazione delle interferenze e/o impatti

5.1 Sintesi

Il quadro che definisce le condizioni degli ambienti fluviali *ante operam* del T. Samoggia, del Rio Martignone e del Rio Cassola nelle aree di progetto per il completamento della variante generale alla S.P. 569 e realizzazione delle varianti alla S.P. n° 27 “Valle del Samoggia” e n° 78 “Castelfranco-Monteveglio” è particolarmente dettagliato e mette in netta evidenza i seguenti sintetici aspetti relativi ai singoli ambienti.

5.1.1 Torrente Samoggia

- il grado di naturalezza dell’area vasta è decisamente basso (IVN = 0,13) e il T. Samoggia rappresenta per l’area locale (IVN= 0,29) ma ancora di più per la fascia tampone (IVN = 0,62) una condizione di particolare pregio naturalistico e paesaggistico oltre ad essere, per la limitata naturalezza dell’area vasta, un valido asse e volano per la funzionalità del corridoio ecologico;
- la funzionalità fluviale è media (III classe) per entrambe le sponde dei due tratti analizzati e la condizione del territorio circostante è uno dei principali fattori di decremento funzionale;
- la capacità tampone (Indice B.S.I.) di entrambe le sponde dei due tratti è mediocre (III classe) a causa della presenza e relativa vicinanza di coltivazioni agrarie e di altre attività antropiche ed infrastrutture;
- per quanto riguarda la valenza naturalistica (Indice W.S.I.) appare evidente che tutto il T. Samoggia potrebbe essere migliore di quanto attualmente è risultato, infatti la riva destra della stazione a monte (SAMO1) è di II classe e anche le altre rive, ora di III classe, potrebbero facilmente raggiungere la stessa valenza;
- sono mediocri, in entrambe le stazioni monitorate, le condizioni dell’ambiente acquatico e la III classe di qualità dell’Indice Q.H.E.I. è prevalentemente indotto dalla mancanza di struttura in alveo, dall’omogeneità dei battenti idrici e dalla scarsa presenza di rifugi per la fauna ittica;
- la fauna macrobentonica fornisce, per le due sezioni esaminate, un identico giudizio “Ambiente alterato” (III classe di qualità dell’Indice I.B.E.), ma per varietà, abbondanza degli invertebrati bentonici più sensibili, diversità e struttura trofico-funzionale la stazione di valle (SAMO2) si può considerare leggermente migliore dell’altra;
- la limitata varietà ed articolazione trofico-funzionale delle comunità macrozoobentoniche potrebbe essere stata causata dal prolungato periodo di siccità estiva.

5.1.2 Rio Martignone

- l’attuale condizione del territorio circostante, per completa assenza di una fascia riparia, ha un grado di naturalezza molto basso (IVN = 0,12), inferiore a quello dell’area vasta (IVN = 0,13);
- la funzionalità fluviale è scadente (IV classe), inferiore rispetto a quella degli altri corsi d’acqua e le cause del degrado funzionale sono numerose e gravi (assenza di vegetazione riparia, mancanza di substrati e strutture di ritenzione, aspetti idromorfometrici, stato del territorio limitrofo);
- per l’assenza di ambiti idonei a svolgere una adeguata funzione buffer, la capacità tampone (Indice B.S.I.) di entrambe le sponde è scadente (IV classe);

- la riva sinistra è quella a minore valenza naturalistica (IV classe dell'Indice W.S.I.) mentre la destra è di III classe e le cause sono ascrivibili all'assenza di vegetazione riparia, alla presenza di limitrofe coltivazioni ed alla rete viaria che si sviluppa in sinistra idrografica;
- la condizione del habitat acquatico è pessima (V classe) a causa di una spinta artificializzazione del profilo di deflusso oltre che per la quasi completa assenza di condizioni idonee alla vita acquatica in generale e alla fauna ittica in particolare;
- la comunità di macro invertebrati bentonici è estremamente ridotta in varietà e non sono assolutamente presenti organismi appartenenti ai gruppi più sensibili (EPT taxa) per cui il giudizio sintetico (Ambiente fortemente degradato) corrispondente alla V classe è molto significativo.

5.1.3 Rio Cassola

- l'analisi del grado di naturalezza del Rio Cassola ha evidenziato una situazione (IVN = 0,15) leggermente migliore rispetto a quella dell'area vasta e del Rio Martignone;
- per entrambe le sponde si ha una III classe della funzionalità fluviale, condizione analoga, seppure con un minor punteggio rispetto a quella del T. Samoggia;
- la capacità tampone è dissimile fra le due sponde: quella sinistra è di III classe e quella destra di IV classe e la vicinanza con gli ambiti agricoli è uno dei principali fattori di alterazione;
- la valenza naturalistica è mediocre (III classe) per entrambe le sponde e la condizione potrebbe facilmente migliorare incrementando il singolo filare arboreo, ora presente, con altra vegetazione anche arbustiva e con l'aumentare la distanza dalle coltivazioni agricole, ora adiacenti al corso d'acqua;
- l'ambiente acquatico è giudicabile, con l'Indice Q.H.E.I., mediocre e il punteggio complessivo, decisamente basso, è causato dall'omogeneità dei substrati e delle condizioni morfoidrologiche;
- la comunità di macro invertebrati bentonici è estremamente ridotta in varietà e non sono assolutamente presenti organismi appartenenti ai gruppi più sensibili (EPT taxa) per cui il giudizio sintetico (Ambiente fortemente degradato) corrispondente alla V classe è molto significativo.

5.2 Impatti temporanei prevedibili in fase di cantiere

In fase di cantiere si verificheranno temporanee alterazioni alle condizioni rilevate nell'attuale monitoraggio.

Si arrecherà una alterazione alla vegetazione riparia e questo peggioramento sarà sicuramente meno grave per il Rio Martignone e il Rio Cassola che attualmente hanno una copertura nulla o scarsa, per contro nel T. Samoggia gli effetti negativi saranno sicuramente più incisivi

La gravità degli impatti dipende, come sempre, dalle modalità di esecuzione delle opere e dalla gestione dei cantieri.

Le attività di cantiere in ambito ripario dovranno essere eseguite ponendo la massima attenzione alla immissione di acque meteoriche che, per il dilavamento dei suoli decorticati potrebbero apportare elevate quantità di solidi in sospensione all'ambiente fluviale. Si dovranno prevedere sistemi di rallentamento, deviazione e raccolta delle acque torbide originate dal dilavamento.

La scelta del periodo in cui eseguire le attività di cantiere in ambito ripario e retro ripario dipenderà dal momento stagionale in cui si ha minore nidificazione dell'avifauna.

Per le attività di cantiere in alveo o in tratti immediatamente adiacenti si dovrà porre la massima attenzione alla intensità (tempo*ampiezza) delle operazioni mantenendo sempre una accettabile torbidità alle acque fluenti ed i materiali in sospensione dovrebbero (salvo eventuali deroghe) essere contenuti all'interno di 60 mg/l..

Anche la momentanea deviazione di deflusso, necessaria per la realizzazione delle opere idrauliche, dovrà essere attentamente pianificata e realizzata in modo tale da non generare condizioni di eccessivo disturbo all'alveo sotteso. Si consiglia di eseguire i lavori in alveo nel periodo estivo quando per l'assenza di deflusso superficiale o la limitata portata gli impatti indotti dalle temporanee opere di deviazione delle acque possono essere evitati

5.3 Impatti permanenti prevedibili per l'opera in esercizio

Con il completamento della variante generale alla S.P. 569 e la realizzazione delle varianti alla S.P. n° 27 "Valle del Samoggia" e n° 78 "Castelfranco-Monteveglio" la condizione idrobiologica del Torrente Samoggia, del Rio Cassola e del Rio Martignone dovrebbe essere identica a quella rilevata nel monitoraggio *ante operam*.

Per conseguire questo obiettivo appare indispensabile impedire l'eventuale diretto afflusso delle acque meteoriche di dilavamento del manto stradale che potrebbero facilmente essere mitigate realizzando specifici ambiti tampone, come si prevede nella D.G.R. n. 1860 del 18/12/2006 oltre che nel PTA Regione Emilia-Romagna (2005).

Lo stato strutturale e funzionale dei tre corsi d'acqua analizzati otrebbe migliorare qualora si attuassero, per compensazione degli impatti temporanei, i seguenti interventi di restauro ambientale, ad opera ultimata:

- piantumazione di vegetazione arborea ed arbustiva nelle fasce riparie dei rii Martignone e Cassola;
- gestione ed interventi di straordinaria manutenzione della vegetazione riparia del T. Samoggia;
- implemento della struttura fisica ed ecomorfometrica degli alvei.

6 Bibliografia (comprensiva dei metodi riportati nell' Appendice B)



- A.P.A.T., 2007. *I.F.F. 2007 Indice di Funzionalità Fluviale, Nuova versione del metodo revisionata*. Manuale A.P.A:T./ 2007, Roma, pp. 336.
- Adami, V. Locascio A. e Salmoiraghi, G. 2006a. *Caratterizzazione dell'ambiente fluviale del F. Isarco ed analisi di impatto in relazione al progetto di realizzazione del tunnel del Brennero*. BBT, Innsbruck..
- Adami, V. Locascio A. e Salmoiraghi, G. 2006b. *Progetto della Centrale Idroelettrica di Kniepass: stato del F. Rienza e dei principali affluenti*. SEL Bolzano.
- APAT-IRSA CNR, 2003 - *Metodi analitici per le acque*. Volume Terzo. Sezione 9010, 29 (3): 1111-1153.
- Braioni M.G., Braioni A., Ghetti P.F., Salmoiraghi G., Siligardi M., 2005. Prime esperienze di applicazione della Direttiva CEE 60/2000: limiti e prospettive. *Biologia Ambientale*, 19 (1): 1-8.
- Braioni M.G., Braioni A., Locascio A., Salmoiraghi G., Villani MC. 2008b. *Predisposizione ed applicazione di un modello di valutazione integrata applicata al Sistema F. Alto Sarno - Solofrana - corridoio fluviale*. Autorità di Bacino del Sarno. n.7/2008.
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G. 2009b. Valutazione integrata delle complessità ecosistemiche, naturalistiche e paesaggistico-ambientali del sistema fiume – corridoio fluviale: stato dell'arte. *Valutazione Ambientale*, 15: 9-15.
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2005. *Valutazione integrata del sistema "Fiume – corridoio fluviale" mediante Indici ambientali e paesaggistici: i casi studio del sistema Adige e Cordevole. (monografia)*. Associazione Analisti Ambientali VQA n.2 - Studi: 1-166.
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2008a. *Gli Indici complessi W.S.I., B.S.I., E.L.I. Strumenti per il monitoraggio integrato e per il governo dei corridoi fluviali. Manuale di applicazione*. Associazione Analisti Ambientali VQA n.6 - Studi: 1-240.
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2008d. *Gli Indici complessi WSI, BSI, ELI. Strumenti per il monitoraggio integrato e per il governo dei corridoi fluviali. Manuale di applicazione*. QVA Strumenti e applicazioni n.6. Associazione Analisti Ambientali, Milano: 1-241(CD-ROM) ISBN 88-901887-6-1/208477
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2009a. *The restoration of the some stretches of the Sarno River (south Italy: from canalized environment to fluvial corridor. River Basin Management Plan*. In: *River Basin Management V* Edited by: C.A. Brebbia, Wessex Institute of Technology, UK (ISBN: 978-1-84564-198-6).
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., Villani MC. 2008c. Tutela e Fruizioni, un binomio possibile: il sistema F. Adige – corridoio fluviale nel Comune di Verona. *Accademia Nazionale dei Lincei*, 250: 277-286.
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi S., 2004. *Gli Indicatori dell'ecosistema e del paesaggio nella pianificazione del sistema Fiume Adige – corridoio fluviale e nella riqualificazione della Val Cordevole*. 15° Convegno Annuale A.A.A. "La valutazione ambientale in Italia: gli Indicatori (Milano 5 marzo 2004): 1-5.
- Braioni M.G., Braioni, A. & Salmoiraghi G. 2006. A model for the integrated management of river ecosystems. *Verh. Internat. Ver. Limnol.* 29 (4): 2115-2123.
- Braioni M.G., Salmoiraghi G., 2003. *Impiego di Indicatori Bio-ecologici per la coerente pianificazione degli interventi di Recupero delle condizioni qualitative e funzionali dei corsi d'acqua*. In: R. Rossi, F. De Bernardi, M.Groppi, L.G. Henziali. *Ingegneria Naturalistica dal progetto ai risultati*. CNR GNDCI n°2817 Edizioni CUSL Milano: 202-212




- Braioni, G. De Franceschi, P.F. & Montresor, A. 2001 – *Rive 5.0 Indici ambientali di valutazione della qualità delle rive: Wild State Index (W.S.I.) - Buffer Strip Index (B.S.I.)*. Software prodotto da Regione Veneto, Autorità di Bacino dell'Adige e MURST.
- Braioni, G. & Penna, G. 1998 - I nuovi Indici Ambientali sintetici di valutazione della qualità delle rive e delle aree riparie: Wild State Index, Buffer Strip Index, Environmental Landscape Indices: il metodo. *Bollettino C.I.S.B.A.* 6.
- Braioni, M.G. e Salmoiraghi, G. 1999. *Progetto per la realizzazione di ricerche e studi finalizzati alla conoscenza integrata della Qualità delle rive del Fiume Adige nella regione Veneto. Relazione conclusiva*. Autorità di Bacino Fiume Adige.
- C.N.R., 1977-1986. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. RUFFO S., (Editor), Collana del Progetto Finalizzato "Promozione della Qualità dell'Ambiente", C.N.R., ROMA.
- Campaioli S., Ghetti P.T., Minelli A. & Ruffo S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Volume I. APR & B (eds), Trento. p. 356.
- Campaioli S., Ghetti P.T., Minelli A. & Ruffo S., 1999. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Volume II. ARPA Trento (eds).
- Canciani L., Locascio A. e Salmoiraghi G. 2004. Contributo per aggiornare ed approfondire le conoscenze sulla conformazione e la qualità dell'alveo, delle rive e delle fasce di pertinenza fluviale. Supporto all'attività di pianificazione relativa alla redazione della variante di adeguamento del vigente Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio.
- Canciani, L., Armellini, E., Cavazza, C., Ghermandi, G., Lenzi, D., Locascio' A. e Salmoiraghi, G. 2006. Processo di realizzazione di un piano di gestione integrata del corridoio fluviale del Torrente Senio. *Biologi Italiani*, 36 (10): 69-81.
- Decreto Legislativo 152. 1999. *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana n. 101/L, Roma
- Decreto Legislativo 152. 2006. *Norme in materia ambientale*.. Pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.
- Decreto Legislativo 258. 2000. *Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana n. 153/L, Roma.
- EC Directive 60/2000. *Framework for Community Action in the Field of Water Policy*. L.327, 2000.
- Environmental Protection Agency (EPA). 1986 - Preliminary requirements statement for rapid Bioassessment Protocols. *EA Engineering, Science and Technology, Inc.* 106 pp.
- Environmental Protection Agency (EPA). 1989. *Biological criteria for the protection of aquatic life: Volume III. Standardized biological field sampling and laboratory methods for assessing fish and macroinvertebrate communities*. Ohio Environmental Protection Agency, Columbus, OH.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2004, *Environmental Monitoring & Assessment Program, Symposium. The use of habitat assessment method in the derivation and assessment of tiered aquatic life uses in Midwest streams*. Edit by Edward T. Rankin, Center for Applied Bioassessment and Biocriteria



- Environmental Protection Agency (EPA). 2006. Methods for Assessing Habitat in Flowing Waters: Using the Qualitative Habitat Evaluation Index (QHEI). *State of Ohio, Division of Surface Water, Environmental Protection Agency.*
- Focardi, S., Baroni, D., Locascio, A e Salmoiraghi, G. 2007. *Stima del danno ambientale provocato dalla miniera di caolino al T. Rigualdo e al T. Farma.* Comune di Roccastrada (GR).
- Forman R.T.T. & Godron M. (1986). *Landscape Ecology.* Wiley, New York.
- Ghetti, P.F. & G. Salmoiraghi. 1994. The macroinvertebrate community and the changing Italian rivers. *Boll. Zool.*, 61: 409-414.
- Ghetti, P.F. (1997) - *Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti.* Provincia Autonoma di Trento. pp. 222.
- Kwang-Guk An, Seok Soon Park, Joung-Yi Shin. 2002; An evaluation of a river health using the index of biological integrity along with relations to chemical and habitat conditions. *Environment International* 28: 411 – 420.
- Locascio A. e Salmoiraghi, G. 2009. Analisi degli ambienti idrici superficiali per il progetto della Mini Centrale Idroelettrica sul Dardagna. Idroelettrica Alto Silla S.a.S.
- Margalef R., 1958 - Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3:37-71.
- Merrit, R.W. & C.W. Cummins 1988. *An introduction to the Aquatic Insects of North America.* Kendall/Hunt Dubuque, Iowa, USA.
- Petersen, R.C.Jr. 1992. The RCE: A Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology*, 27, 2: 295-306.
- Pizzolotto, R. e Brandmayr, P. - 1996. An index to evaluate landscape conservation state based on land-use pattern analysis and Geographic Information System techniques. *Coenoses*, 1:37-44.
- Regione Emilia-Romagna, 2005. Piano di Tutela delle Acque. Delibera dell'Assemblea legislativa n. 40 del 21. dicembre 2005.
- Regione Emilia-Romagna. 2006. *Linee guida di indirizzo per gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005.* D.G.R. 18 dicembre 2006, n. 1860.
- Salmoiraghi, G. 1996. *Il monitoraggio delle acque interne: lettura ed interpretazione delle comunità macrozoobentoniche.* Gli indicatori biotici nell'analisi della qualità ambientale dei corsi d'acqua del bacino idrografico del Fiume Reno: esperienze e prospettive. Autorità di bacino del Fiume Reno (Ed.): 25-43.
- Salmoiraghi, G. 2003. *Studio di Impatto Ambientale del collegamento idraulico F. Reno - T. Setta.* SPEA S.p.A.
- Salmoiraghi, G. 2005a. *Caratterizzazione dell'ambiente fluviale del T. Gadera ed analisi di impatto in relazione al progetto di realizzazione della Centrale Idroelettrica di Brunico.* Azienda Publi-servizi di Brunico di Brunico.
- Salmoiraghi, G. 2005b. *Caratterizzazione dell'ambiente fluviale del F. Isarco ed analisi di impatto in relazione al progetto di realizzazione della Centrale Idroelettrica di Fortezza.* SEL Bolzano.
- Salmoiraghi, G. 2005c. *Caratterizzazione dell'ambiente fluviale del T. Aurino ed analisi di impatto in relazione al progetto di adeguamento della Centrale Idroelettrica di Gisse.* Produzione ed Erogazione Energia Elettrica Valle Aurina s.r.l.
- Salmoiraghi, G. 2006. *Caratterizzazione idrobiologica del Fiume Lamone nei tratti che attraversano i Comuni di Marradi, Brisighella e Faenza.* Progetto INTERREGG III. CIRSA, Ravenna.
- Salmoiraghi, G. 2010a. *Caratterizzazione idrobiologica del Torrente Rovigo nel tratto interessato dall'attività estrattiva della Cava Castellina (loc. Tre Croci di S. Pellegrino, Comune di Firenzuola).* SERVIN, Ravenna

- Salmoiraghi, G. 2010b. *Operazioni di svasso del Lago di Ridracoli: relazione inerente il monitoraggio dell'ambiente fluviale e del macrozoobentos ante e post svasso*. Romagna Acque, Studio Verde, Forlì.
- Salmoiraghi, G. e Locascio A. 2005. *Contributo alla stesura dei Piani Ambientali relativi alle Centrali Idroelettriche Valburga, Pracomune, San Pancrazio, Lana, Lasa, Rio Pusteria Valles, Rio Pusteria Fundres, Bressanone, Ponte Gardena, Cardano, Molini di Tures, Lappago, Sarentino e San Antonio in Alto Adige*. SEL, Bolzano.
- Salmoiraghi, G. e Locascio A. 2009. *Derivazione sul Fosso del Poggio e spostamento della centrale idroelettrica: analisi di impatto per l'Ambiente Fluviale*. Nuove Energie, San Marino.
- Salmoiraghi, G. e Locascio, A. 2004. *Relazione inerente il sopralluogo eseguito il 5 aprile 2004 con annessa Memoria relativa ai Torrenti Rigualdo e Farma e, in generale, alle attività di estrazione del Caolino*. Comune di Roccastrada (GR).
- Salmoiraghi, G. e Marchesini, C. 2004. *Studio per la determinazione del deflusso minimo vitale nel bacino idrografico del Fiume Reno*. Autorità di Bacino Fiume Reno.
- Sansoni G. (1988): *Macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. APR & B (eds) - Trento 190 pp.
- Shackelford, B. 1988 - *Rapid Bioassessments of Lotic Macroinvertebrate Communities*. Biocriteria Development. Arkansas Department of Pollution Control and Ecology. 45 pp.
- Shannon C.E. & Weaver W., 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana.
- Siligardi, S. e B. Maioloni. 1993. L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini. Guida all'uso della scheda RCE-2. *Biologia Ambientale. C.I.S.B.A.*, VII, 30: 18-24.
- Somerville, D.E. and B.A. Pruitt. 2004. *Draft. Physical Stream Assessment: A Review of Selected Protocols*. Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Office of Wetlands, Oceans, and Watersheds, Wetlands Division (Order No. 3W -0503-NATX). Washington, D.C. 207 pp.
- Tachet M., Bournard M. & Richoux P., 1980. *Introduction à l'étude des macroinvertebrates des eaux douces. (Systematique élémentaire et aperçus écologique)*, 155 pp.
- Washington H.G. 1982. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystem. *Water Res.* 18 (6):653-694.


APPENDICE A: Schede Tecniche dei Risultati



Torrente Samoggia			
Caratterizzazione idrobiologica			
Codice Stazione	SAM01		
Corso d'acqua	T. Samoggia		
Sottobacino	T. Samoggia		
Bacino	F. Reno		
Località			
Data rilevamento habitat	03/08/2011 e 9/11/11		
Data campionamenti	09/11/2011		
Provincia	BO		
Comune in Dx	Bazzano		
Comune in Sx	Bazzano		
Coordinate	N 44° 30' 48,2" E 11° 4' 50,1"		
Quota CTR (m s.l.m.)	74		
Indice Naturalità Vegetazione (I.V.N.)		Territorio	
Superficie complessiva analizzata (m ²)	500000	Antropogena	81,0%
I.V.N. Territorio	0,29	Seminaturale	0,0%
I.V.N. Buffer Zone	0,62	Subnaturale	0,0%
	Giudizio	Naturale	19,0%
		Buffer Zone	38,0%
			0,0%
			0,0%
			62,0%
Indice Funzionale Fluviale (I.F.F.)			
Sponda Sx		Sponda Dx	
Valore complessivo	155	Valore complessivo	170
Classe di qualità	III	Classe di qualità	III
		Sx Stato del territorio circostante	
		Dx Stato del territorio circostante	
Indice CapacitàTampone (B.S.I.)			
Sponda Sx		Sponda Dx	
Classe di qualità	III	Classe di qualità	III
SubIndici	A III B III C III	SubIndici	A III B III C III
	D III E V F V		D III E V F V
		Sx Coltivazioni agrarie (tipologia, distanza, estensione, irrigazione)	
		Dx Coltivazioni agrarie (tipologia, distanza, estensione, irrigazione)	
Indice Valenza Naturalistica (W.S.I.)			
Sponda Sx		Sponda Dx	
Classe di qualità	III	Classe di qualità	II
SubIndici	A III B III C III D III	SubIndici	A III B III C III D III
	E IV F V G III H III		E III F IV G III H III
		Sx Costruzioni edili e altre cause di disturbo	
		Dx Costruzioni edili e altre cause di disturbo	
Indice Habitat Acquatico (QHEI)			
Valore complessivo	58	Sinuosità	Moderata
Classe di qualità	III	Rifugi fauna ittica	Scarsa (5 - 25 %)
		Limitata varietà del substrato	
		Quantità di limo	
		Profondità dei riffle	
Macroinvertebrati			
n. Unità Sistematiche	7	Abbondanza relativa	52
Valore Indice I.B.E.	6	Abbond. EPT taxa	14
Classe di qualità	III	Abbond. EPT/totale	0,3
Varietà (n)	7	Indice di diversità (H')	2,3
Var. EPT taxa	2	Indice Evenness (J)	0,8
Varietà EPT/totale	0,3	Indice Ricchezza (D)	1,8
		Abbondanza relativa	Varietà
		Raccoglitori (%)	69
		Filtratori (%)	31
		Raschiatori (%)	
		Trituratori (%)	
		Predatori (%)	
			Giudizio sintetico
			Ambiente alterato

Torrente Samoggia							
Caratterizzazione idrobiologica							
Codice Stazione	SAM02						
Corso d'acqua	T. Samoggia						
Sottobacino	T. Samoggia						
Bacino	F. Reno						
Località							
Data rilevamento habitat	03/08/2011 e 9/11/11						
Data campionamenti	09/11/2011						
Provincia	BO						
Comune in Dx	Bazzano						
Comune in Sx	Bazzano						
Coordinate	N 44° 30' 53,6" E 11° 4' 54,5"	 					
Quota CTR (m s.l.m.)	70						
Indice Naturalità Vegetazione (I.V.N.)							
Superficie complessiva analizzata (m ²)	500000	Antropogena	81,0%	Territorio	81,0%	Buffer Zone	38,0%
I.V.N. Territorio	0,2929	Seminaturale	0,0%		0,0%		0,0%
I.V.N. Buffer Zone	0,6211	Subnaturale	0,0%		0,0%		0,0%
		Naturale	19,0%		19,0%		62,0%
Indice Funzionale Fluviale (I.F.F.)				Condizioni più critiche			
Valore complessivo 170		Sponda Sx 170		Sx		Stato del territorio circostante	
Classe di qualità III		Sponda Dx 170		Dx		Stato del territorio circostante	
Indice Capacità Tampone (B.S.I.)				Condizioni più critiche			
Classe di qualità III		Sponda Sx III		Sx		Coltivazioni agrarie (tipologia, distanza, estensione, irrigazione)	
Subindici A III B III C III		Sponda Dx III		Dx		Coltivazioni agrarie (tipologia, distanza, estensione, irrigazione)	
D III E IV F IV		A III B III C III					
D III E IV F IV		D III E IV F IV					
Indice Valenza Naturalistica (W.S.I.)				Condizioni più critiche			
Classe di qualità III		Sponda Sx III		Sx		Costruzioni edili e altre cause di disturbo	
Subindici A III B III C III D III		Sponda Dx III		Dx		Coltivazioni agrarie (tipologia, distanza, estensione, irrigazione), uso delle golene	
E IV F IV G III H III		A III B III C III D III					
E IV F IV G III H III		E IV F IV G III H III					
Indice Habitat Acquatico (QHEI)				Condizioni più critiche			
Valore complessivo 54		Sinuosità Bassa		Limitata varietà del substrato			
Classe di qualità III		Rifugi fauna ittica Scarsa (5 - 25 %)		Quantità di limo			
				Profondità dei rifile			
Macroinvertebrati				Giudizio sintetico			
n. Unità Sistematiche	7	Abbondanza relativa	54	Abbondanza relativa	67	Varietà	71
Valore Indice I.B.E.	6	Abbond. EPT taxa	14	Raccoglitori (%)	30		14
Classe di qualità	III	Abbond. EPT/ctotale	0,3	Filtratori (%)			
Varietà (n)	7	Indice di diversità (H')	2,4	Faschiatori (%)			
Var. EPT taxa	2	Indice Evenness (J)	0,9	Trituratori (%)			
Varietà EPT/ctotale	0,3	Indice Ricchezza (D)	1,8	Predatori (%)	4		14
							Ambiente alterato

Rio Martignone			
<i>Caratterizzazione idrobiologica</i>			
Codice Stazione	MART		
Corso d'acqua	Rio Martignone		
Sottobacino	T. Samoggia		
Bacino	F. Reno		
Località			
Data rilevamento habitat	03/08/2011 e 9/11/11		
Data campionamenti	09/11/2011		
Provincia	BO		
Comune in Dx	Crespellano		
Comune in Sx	Crespellano		
Coordinate	N 44°30'46,3" E 11°9'46,5"		
Quota CTR (m s.l.m.)	55		
			
Indice Naturalità Vegetazione (I.V.N.)		Territorio	
Superficie complessiva analizzata (m ²)	39607	Antropogena	89,8%
I.V.N. Territorio	0,12	Seminaturale	0,0%
Giudizio	Basso	Subnaturale	10,2%
		Naturale	0,0%
Indice Funzionale Fluviale (I.F.F.)			
Sponda Sx		Sponda Dx	
Valore complessivo	84	Valore complessivo	84
Classe di qualità	IV	Classe di qualità	IV
Sx		Dx	
Vegetazione presente nella fascia perifluviale		Vegetazione presente nella fascia perifluviale	
Indice Capacità Tampone (B.S.I.)			
Sponda Sx		Sponda Dx	
Classe di qualità	IV	Classe di qualità	IV
Subindici	A IV B III C III	Subindici	A IV B III C III
	D III E V F IV		D III E V F IV
Sx		Dx	
Coltivazioni agrarie (tipologia, distanza, estensione, irrigazione)		Coltivazioni agrarie (tipologia, distanza, estensione, irrigazione)	
Indice Valenza Naturalistica (W.S.I.)			
Sponda Sx		Sponda Dx	
Classe di qualità	IV	Classe di qualità	III
Subindici	A III B IV C IV D III	Subindici	A II B IV C IV D III
	E IV F IV G III H III		E IV F III G III H III
Sx		Dx	
Vegetazione arborea (copertura, altezza, estensione, localizzazione)		Vegetazione arborea (copertura, altezza, estensione, localizzazione)	
Indice Habitat Acquatico (QHE)			
Valore complessivo	30	Sinuosità	Moderata
Classe di qualità	V	Rifugi fauna ittica	Assente (< 5%)
		Quantità di limo	
		Assenza interstizi	
		Profondità omogenee	
Macroinvertebrati			
n. Unità Sistematiche	4	Abbondanza relativa	29
Valore Indice I.B.E.	2	Abbond. EPT taxa	
Classe di qualità	V	Abbond. EPT/totale	
Varietà (n)	4	Indice di diversità (H')	1,6
Var. EPT taxa		Indice Eveness (J)	0,8
Varietà EPT/totale		Indice Ricchezza (D)	1,2
		Abbondanza relativa	Varietà
		Raccoglitori (%)	66
		Filtratori (%)	28
		Raschiatori (%)	
		Trituratori (%)	
		Predatori (%)	7
			25
Giudizio sintetico			
Ambiente fortemente degradato			

Rio Cassola	
<i>Caratterizzazione idrobiologica</i>	
Codice Stazione	CASS
Corso d'acqua	Rio Cassola
Sottobacino	Marciapesce
Bacino	T. Samoggia
Località	
Data rilevamento habitat	03/08/2011 e 9/11/11
Data campionamenti	09/11/2011
Provincia	BO
Comune in Dx	Crespellano
Comune in Sx	Crespellano
Coordinate	N 44°30'21,7" E 11°6'23,7"
Quota CTR (m s.l.m.)	75



Indice Naturalità Vegetazione (I.V.N.)		Territorio	
Superficie complessiva analizzata (m ²)	39904	Antropogena	93,8%
I.V.N. Territorio	0,16	Seminaturale	1,2%
Giudizio	Basso	Subnaturale	0,0%
		Naturale	5,0%

Indice Funzionale Fluviale (I.F.F.)		Condizioni più critiche
Valore complessivo	Sponda Sx 121	Sx Substrato e strutture di intenzione
Classe di qualità	Sponda Dx 121	Dx Substrato e strutture di intenzione
	III	
	III	

Indice Capacità Tampone (B.S.I.)		Condizioni più critiche
Classe di qualità	Sponda Sx III	Sx Opere edili, idrauliche, immissioni, escavazioni o viabilità
Subindici	Sponda Dx IV	Dx Coltivazioni agrarie (tipologia, distanza, estensione, irrigazione)
	A II B IV C II	
	D III E III F V	
	A II B IV C II	
	D III E V F V	

Indice Valenza Naturalistica (W.S.I.)		Condizioni più critiche
Classe di qualità	Sponda Sx III	Sx Ripa: tessitura, vegetazione arbustiva, erbacea ed acquatica
Subindici	Sponda Dx III	Dx Ripa: tessitura, vegetazione arbustiva, erbacea ed acquatica
	A II B II C IV D III	
	E III F IV G III H III	
	A II B II C IV D III	
	E IV F IV G III H III	

Indice Habitat Acquatico (QHEI)		Condizioni più critiche
Valore complessivo	44	Limitata varietà del substrato
Classe di qualità	III	Assenza interstizi
Sinuosità	Bassa	Profondità omogenee
Rifugi fauna ittica	Scarsa (5 - 25 %)	

Macroinvertebrati			
n. Unità Sistematiche	4	Abbondanza relativa	37
Valore Indice I.B.E.	2	Abbond. EPT taxa	
Classe di qualità	V	Abbond. EPT/totale	
Varietà (n)	4	Indice di diversità (H')	1,4
Var. EPT taxa		Indice Eveness (J)	0,7
Varietà EPT/totale		Indice Ricchezza (D)	1,1

Giudizio sintetico	
Abbondanza relativa	75
Raccoglitori (%)	35
Filtratori (%)	65
Raschiatori (%)	25
Trituratori (%)	
Predatori (%)	
Ambiente fortemente degradato	

APPENDICE B: Specifiche dei metodi impiegati

Indice di naturalità della vegetazione (IVN)

L'Ecologia del paesaggio è particolarmente adatta ad essere impiegata nella pianificazione e gestione del territorio perché riconosce un'importanza fondamentale al contenuto, forma e dimensione spaziale delle specifiche aree (macchie o patches); aspetti che, a loro volta, sono direttamente condizionati dalle attività umane che avvengono nei sistemi territoriali (Forman & Godron, 1986).

I dati territoriali, relativi allo stato della copertura vegetale, sono stati elaborati con uno specifico indice di naturalità della vegetazione (IVN di Pizzolotto e Brandmayr, 1996) allo scopo di poter valutare e confrontare la loro naturalezza.

L'IVN associa la vegetazione presente ad una scala di valori ordinati in base al grado di modificazione antropica subita nel tempo. La scala di valori di naturalità si estende dalla classe "0" per le situazioni con influsso antropico massimo ed arriva alla classe "10c" per le condizioni più naturali.

I valori che identificano il grado di naturalezza possono essere raggruppati in quattro principali categorie: Vegetazione antropogena (da 0 a 4); Vegetazione seminaturale (da 5 a 7); Vegetazione subnaturale (da 8 a 9) e Vegetazione naturale (10a, 10b, 10c).

La procedura del calcolo di questo indice può essere così riassunta:

- specifici rilievi botanico-vegetazionali, eseguiti in campo e le informazioni ottenute sono confluite nella copertura di tipo vettoriale in ambiente GIS al fine di realizzare una carta relativa dell'uso del suolo aggiornata;
- le superfici occupate dai diversi tipi di vegetazione, derivati sia dalla carta della vegetazione sia da quella relativa all'uso del suolo, è stata espressa come valore percentuale sul totale della porzione di area oggetto di analisi;
- le tipologie di copertura sono state classificate in base alla specifica scala di naturalità;
- si è calcolata la percentuale cumulata, per singola classe di naturalità;
- indicando con x_i il valore percentuale cumulato dell'area ed n il numero di classi di naturalità, si è definito il valore di A , quale grado di antropizzazione del territorio, con la seguente formula:

$$A = \sum_{i=1}^n x_i - 100$$

Quanto più è elevato il valore che A assume, tanto maggiore risulta il contributo alla sommatoria da parte delle categorie o classi di vegetazione antropogena. Il massimo valore che A può raggiungere è:

$$A_{\max} = 100 (n-1)$$

L'indice IVN, che fornisce un'informazione sintetica sul grado di naturalezza del territorio, è il seguente:

$$IVN = 1 - (A/A_{\max})$$

Il valore di IVN, quindi, varia tra 0 e 1 e valori dell'indice prossimi all'unità denotano un territorio ad elevata naturalità. Al contrario, bassi valori dell'indice indicano un ambiente a forte antropizzazione.

L'indice IVN può essere interpretato considerando i seguenti tre principali range di valori:

Novembre 2011	Dott. Prof. Gianpaolo Salmoiraghi Via. A. Toscanini, 10 - 40136 Bologna (BO) - tel. +39 3358448864 gian.salmoiraghi@unibo.it P.IVA: 03083861207	Pag. 36 di 45
---------------	--	---------------

- $IVN \geq 0,70$: “Elevato” con Vegetazione ad elevata naturalità;
- $0,40 \leq IVN < 0,70$: “Medio” con Vegetazione subnaturale e seminaturale;
- $IVN < 0,40$: “Basso” con Vegetazione dominata da tipi antropogeni.

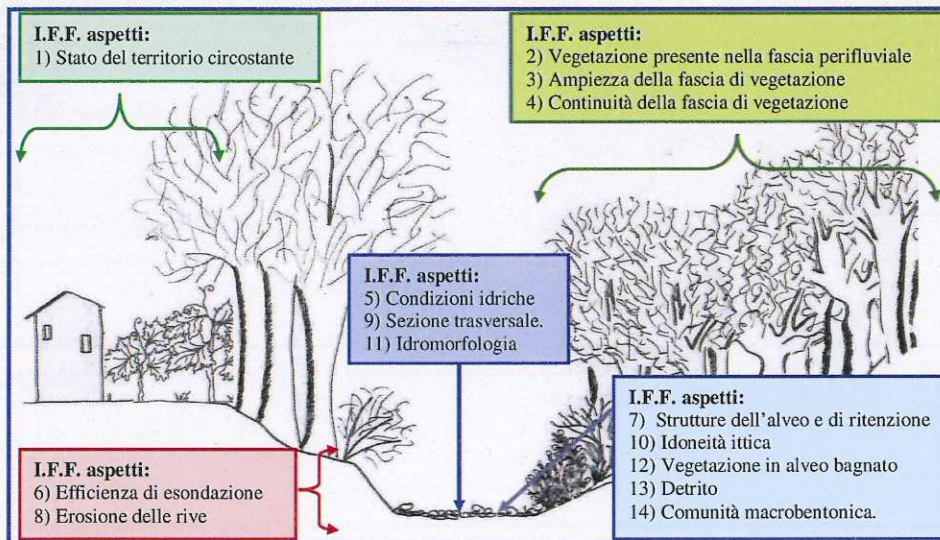
Indice Funzionale Fluviale (I.F.F.)

Il metodo deriva dall'indice di qualità Riparian, Channel and Environmental (RCE) proposto da Petersen (1992) e dalle successive modifiche (RCE-2) apportate da Siligardi e Maiolini (1993).

L'indice I.F.F. è stato “standardizzato” da A.N.P.A. (2000) ed ha subito una ulteriore modifica da parte di A.P.A.T. (2007).

Il metodo prevede la compilazione, in campo, di una scheda predefinita di aspetti da prendere in considerazione ed ad ogni riscontro corrisponde uno specifico valore.

Gli aspetti considerati nell'indice I.F.F. sono sintetizzati e schematizzati nella seguente figura:



Esiste una gradualità nella sequenza delle domande: le prime quattro riguardano la vegetazione delle rive e del territorio, in cui si mettono in luce le diverse tipologie strutturali degli elementi influenzanti l'ambiente fluviale, come per esempio l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale.

Le successive due domande si riferiscono alla struttura fisica e morfologica delle rive; sono motivate dall'importanza che esse rivestono per l'ambiente fluviale e per la conservazione delle caratteristiche idrauliche.

Le domande che vanno dal numero sette al numero undici si riferiscono soprattutto alla struttura dell'alveo bagnato, attraverso l'individuazione delle tipologie collegate con la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua e la sua potenziale colonizzazione da parte della fauna ittica (quesito 10 del modello). Infatti queste cinque domande sono state elaborate per facilitare la comprensione delle caratteristiche che influenzano la composizione biologica di determinati habitat e che, inoltre, possiedono la peculiarità di poter individuare nelle condizioni idromorfologiche e nella granulometria dei materiali depositati in alveo, nei tratti di deposito ed erosione, elementi caratterizzanti la morfologia statica e dinamica dell'ecosistema fluviale.

Le ultime tre domande si riferiscono alle caratteristiche biologiche come la struttura delle popolazioni di piante acquatiche e macrobenthos e alla consistenza del detrito, in quanto

considerato input energetico che può condizionare la strutturazione dei viventi, agendo sulla catena trofica dell'ecosistema.

La compilazione della scheda termina con il calcolo della somma dei punteggi corrispondenti alle risposte individuate, e quindi con la definizione di un punteggio complessivo che può variare da minimo di 14 ad un massimo di 300. Il punteggio finale è stato tradotto in cinque livelli di funzionalità, dal primo che indica la situazione migliore al quinto che indica la peggiore; sono evidenziate inoltre le possibili situazioni intermedie che garantiscono un passaggio da una classe alla successiva in modo graduale e non immediato, cosicché si tampona anche eventuali incertezze dell'operatore riguardo alle risposte. Ad ogni livello è stato poi associato un colore ai fini di una illustrazione cartografica ed una più agile lettura, mentre per i livelli intermedi si consiglia di usare una grafica a due colori. La lettura sintetica e cromatica è riportata nella seguente tabella:

PUNTEGGIO	LIVELLO DI FUNZIONALITA'	GIUDIZIO	COLORE
261 - 300	I	ottimo	blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	blu-verde
201 - 250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	verde-giallo
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	giallo-arancione
61 - 100	IV	scadente	arancione
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	arancione-rosso
14 - 50	V	pessimo	rosso

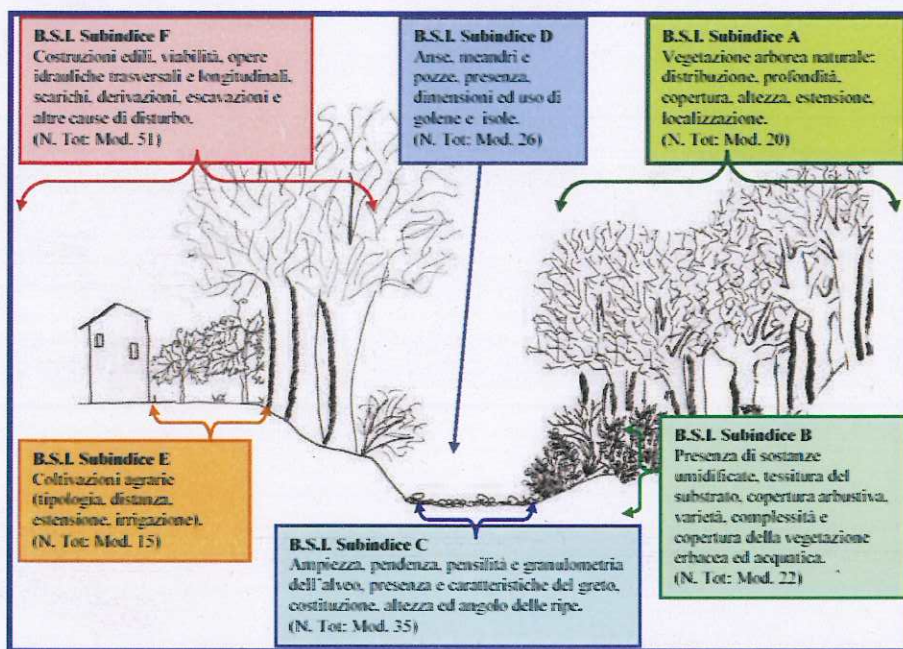
Indici della capacità tampone (B.S.I.) e della valenza naturalistica (W.S.I.)

Gli indici B.S.I e W.S.I la cui prima versione risale al 1998 (Braioni e Penna, 1998) sono stati applicati nella formulazione più recente (Braioni et al., 2008a).

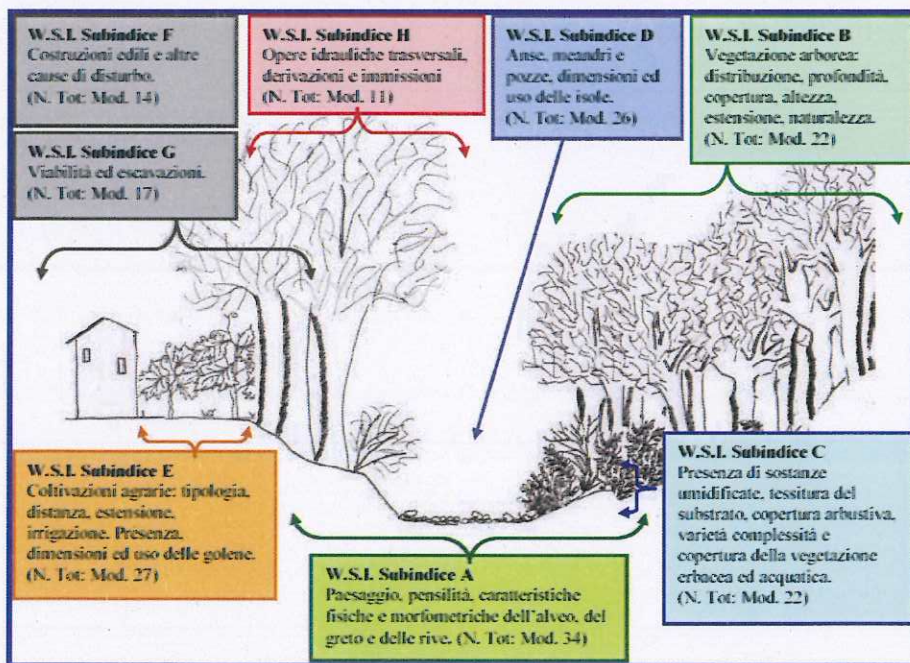
In campo si sono usate le schede di rilevamento dello stato delle molteplici condizioni che entrambi gli indici prendono in esame in un'area di rilevamento di 100 x 100 m.

Il B.S.I. è articolato in 6 Sub-Indici: A, B, C, D, E, F. Il Sub-Indice A comprende le modalità di stato della vegetazione arborea naturale con gli aspetti relativi alla distribuzione, profondità, ampiezza e copertura della vegetazione riparia. Il Sub-Indice B riunisce le possibili combinazioni, rinvenibili in tutte le tipologie fluviali, delle variabili: presenza di sostanze umiche sulla superficie della ripa, tessitura prevalente del substrato, copertura dello strato arbustivo, varietà, complessità e copertura della vegetazione non arborea e non arbustiva. Il Sub-indice C considera le condizioni morfologiche delle rive e dell'alveo: ampiezza, pendenza e granulometria dell'alveo, greto, costituzione delle ripe, altezza e angolo della ripa. Il Sub-Indice D raggruppa le modalità delle variabili: anse, meandri, pozze, golene, isole fluviali. Il Sub-indice E riguarda le: coltivazioni agrarie con relativa irrigazione. Con il Sub-indice F si rilevano diverse modalità degli usi antropici delle aree riparie quali: costruzioni edili, viabilità, opere idrauliche, scarichi ed escavazioni.

Nella seguente figura sono sintetizzati schematicamente gli aspetti considerati dall'Indice della valenza tampone (B.S.I.).



La figura successiva è una schematizzazione degli aspetti esaminati nei Sub indici che formano l'Indice W.S.I.



Le variabili considerate nella valutazione del Indice W.S.I. sono raggruppate in 8 Sub-Indici. Il Sub-Indice A comprende: il paesaggio e le caratteristiche fisiche dell'alveo, del greto e delle rive. I Sub-Indici B e C comprendono rispettivamente la vegetazione arborea e le altre componenti vegetazionali: vegetazione arbustiva, non arborea e non arbustiva, e le modalità della costituzione della riva. Il sub-Indice D comprende altri caratteri legati alla morfologia del corso d'acqua: isole, meandri, pozze. Il sub-Indice E riunisce le variabili legate agli aspetti: golena, coltivazioni agrarie e irrigazione. Il Sub-indice F è relativo alla presenza di costruzioni e diverse cause di disturbo legate

ad un uso improprio ed eccessivo delle aree riparie: incendi, discariche, intensa frequentazione turistica. Il Sub-indice G comprende le variabili legate alla viabilità e alle escavazioni.

Si sono elaborati i dati tramite il software RI.PA. 1.0 (Braioni et al., 2008) e il valore finale è stato tradotto nelle seguenti cinque classi di qualità:

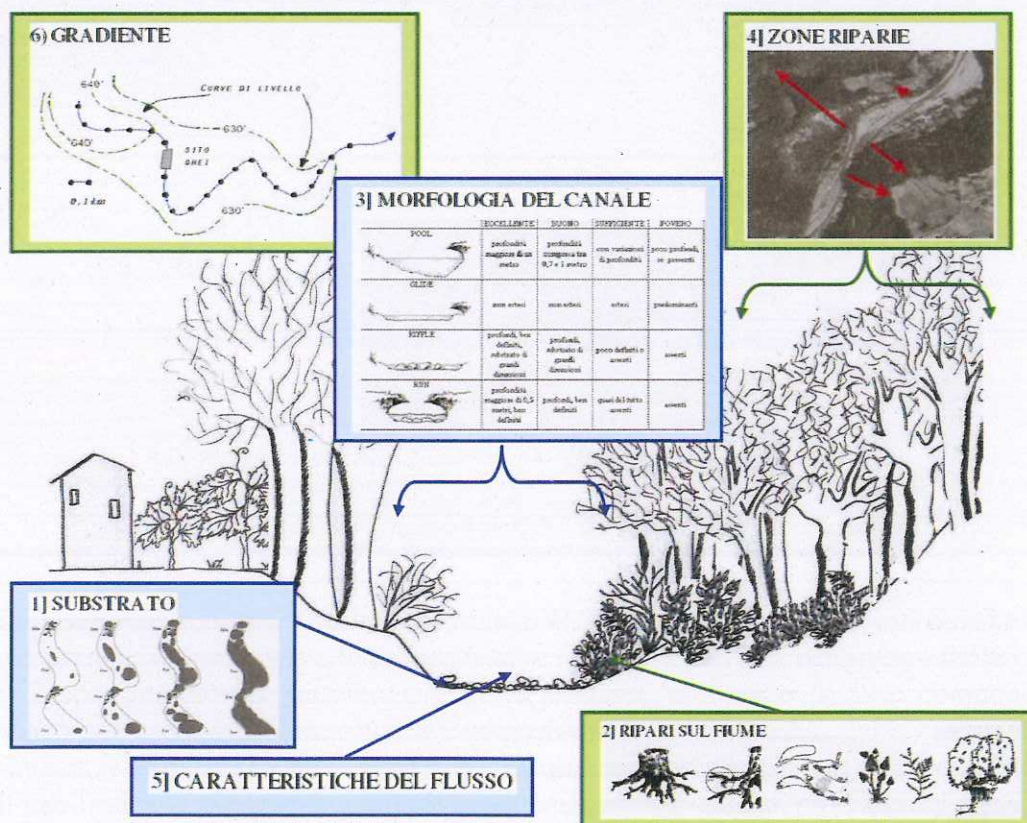
CLASSE	B.S.I.	W.S.I.	GIUDIZIO	COLORE
I	B.S.I. > 5	W.S.I. > 5	OTTIMO	BLU
II	2 < B.S.I. < 5	2 < W.S.I. < 5	BUONO	VERDE
III	-1 < B.S.I. < 2	-2 < W.S.I. < 2	MEDIOCRE	GIALLO
IV	-4 < B.S.I. < -1	-6 < W.S.I. < -2	SCADENTE	ARANCIO
V	B.S.I. < -4	W.S.I. < -6	PESSIMO	ROSSO

Gli indici B.S.I. e W.S.I. sono stati applicati in numerosi bacini idrografici e le potenzialità interpretative sono state riportate in numerose pubblicazioni scientifiche (Braioni et al., 2001, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008c, 2008d, 2009a e 2009b) o in studi finalizzati alla realizzazione dei piani di bacino (Braioni e Salmoiraghi, 1999; Braioni et al., 2008b, Canciani et al., 2004 e 2006).

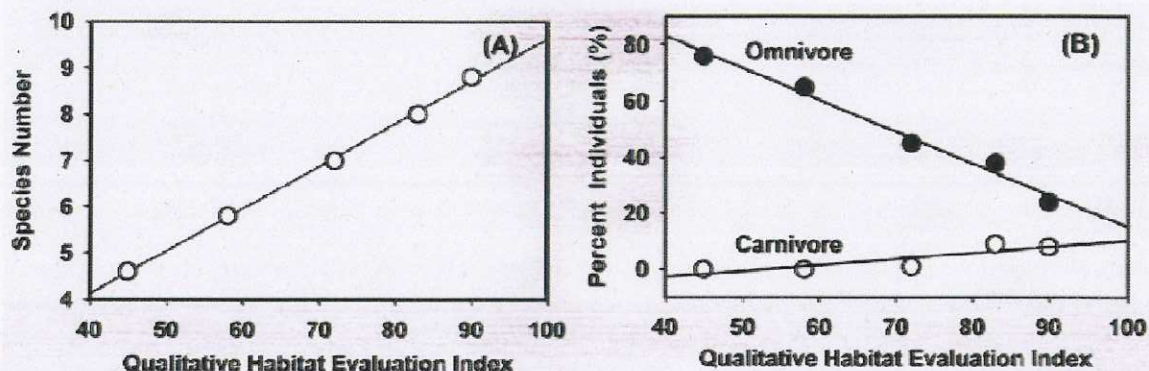
Indice di Qualità dell'Habitat (QHEI)

Il Q.H.E.I. (Qualitative Habitat Evaluation Index) o Indice di Valutazione della Qualità dell'Habitat (EPA, 1989, Somerville & Pruitt 2004, EPA, 2006) serve per "giudicare" lo stato di qualità degli habitat fluviali, in funzione delle caratteristiche fisiche rilevabili mediante specifica griglia da utilizzare in campo.

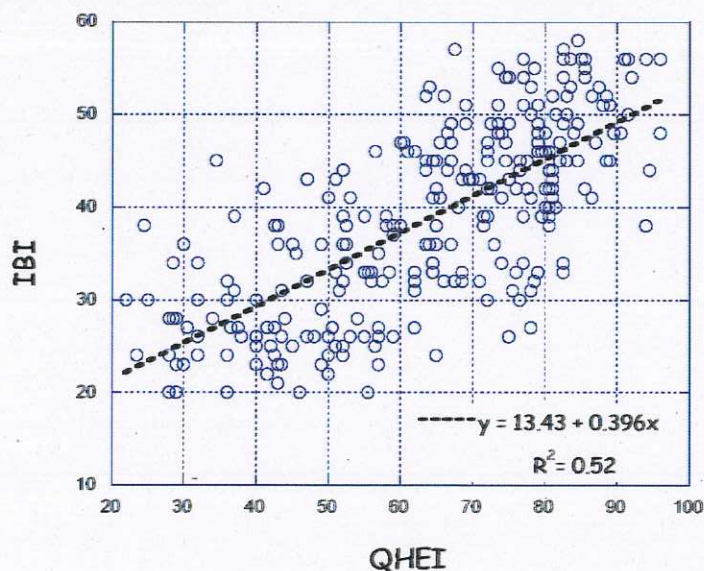
Il seguente schema rappresenta le componenti che l'Indice Q.H.E.I. prende in esame:



I tipi e la diversità degli habitat dipendono dalle condizioni geomorfologiche dei corsi d'acqua, che quindi influiscono anche sulle comunità biologiche come messo in evidenza dalle seguenti correlazioni tra il Q.H.E.I. e il numero di specie (A) e tra la composizione percentuale di carnivori ed onnivori (B) secondo Kwang-Guk et al. (2002).

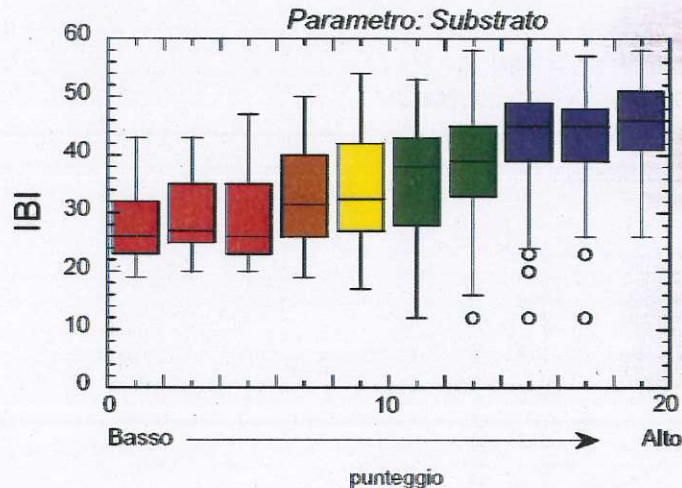


Il diagramma seguente (USEPA, 2004 modificato) mostra la stretta correlazione spaziale tra QHEI e IBI, Index of Biotic Integrity:



L'Indice Q.H.E.I. è uno strumento che permette di valutare queste relazioni funzionali attraverso la scomposizione dell'ambiente fluviale nelle sue componenti costitutive:

- **Substrato:** la sostanza, la base su cui, o per mezzo del quale, un certo organismo si stabilisce nel torrente. I tipi di substrato includono suolo, rocce, ciottoli, ghiaia grossa, ghiaia fine, sabbia, limo e detriti vegetali. Se si considera singolarmente il punteggio relativo al substrato, la correlazione è evidente:



- **Ripari sul fiume:** si intendono i vari tipi di elementi ambientali presenti in quantità sufficiente a fornire un habitat diversificato a supporto della fauna del torrente;
- **Morfologia:** vari tipi di elementi ambientali presenti in quantità sufficiente a fornire un habitat diversificato. Sono, infatti, le caratteristiche longitudinali del corso d'acqua (grado di sinuosità, sviluppo, presenza di canalizzazione e stabilità della riva) che mostrano lo stesso andamento del punteggio relativo al substrato;
- **Rive ed erosione delle sponde:** riferita alla qualità del territorio che fa da cuscinetto fra l'ambiente fiume e il territorio circostante;
- **Pool/glide e riffle/run:** le caratteristiche delle zone con acque lente e veloci;
- **Gradiente e dimensione del fiume:** questa misura classifica un sito esaminato con riguardo alla dimensione del fiume e al suo gradiente. Il punteggio è assegnato in base al confronto matriciale dei parametri larghezza e gradiente altitudinale.

Il contributo di ciascuna caratteristica geomorfologica, come evidenziato dalle correlazioni con parametri biologici, ha una differente influenza sulle comunità acquatiche.

Il valore complessivo dell'indice Q.H.E.I. si ricava dalla sommatoria dei punteggi attribuiti ai diversi parametri, quindi la qualità dell'habitat è individuata dai seguenti range di punteggi:

CLASSE	Bacino < 32 km ²	Bacino > 32 km ²	GIUDIZIO
I	100 > QHEI > 70	100 > QHEI > 75	Ottime
II	69 > QHEI > 55	74 > QHEI > 60	Buone
III	54 > QHEI > 43	59 > QHEI > 45	Mediocri
IV	42 > QHEI > 31	44 > QHEI > 31	Scadenti
V	30 > QHEI > 0	30 > QHEI > 0	Pessime

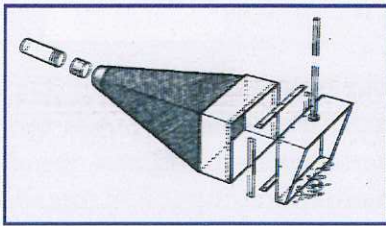
Alla stregua degli indici B.S.I. e W.S.I., anche l'indice Q.H.E.I. è stato applicato in numerosi bacini idrografici e le potenzialità interpretative sono state impiegate in studi finalizzati alla realizzazione dei piani di bacino (Canciani et al., 2004 e 2006; Salmoiraghi e Marchesini, 2004; Salmoiraghi e Locascio, 2005; Salmoiraghi, 2006), in vari studi di impatto ambientale (Adami et al., 2006a, 2006b; Salmoiraghi, 2003, 2005a, 2005b, 2005c; Locascio e Salmoiraghi, 2009; Salmoiraghi e Locascio, 2009), in Valutazioni Ambientali Strategiche e in numerosi monitoraggi finalizzati a definire gli effetti delle attività antropiche (Salmoiraghi e Locascio, 2004; Focardi et al., 2007, Salmoiraghi 2010a, 2010b).

Indice Biotico Esteso (I.B.E.)

Il metodo utilizzato per l'esecuzione dell'I.B.E. (Indice Biotico Esteso) è la formulazione più recente ed aggiornata (Ghetti 1997 e A.P.A.T., 2003).

Questa tecnica prevede l'analisi della comunità dei macroinvertebrati bentonici, organismi costantemente presenti nel corso d'acqua la cui taglia alla fine dello stadio larvale supera in genere la dimensione minima di 1 mm; ad essi appartengono i seguenti gruppi zoologici: Insetti (in particolare taxa appartenenti agli ordini dei Plecotteri, Efemerotteri, Coleotteri, Odonati, Eterotteri e Ditteri), Crostacei (Anfipodi, Isopodi e Decapodi), Molluschi (Gasteropodi e Bivalvi), Irudinei, Tricladi, Oligocheti ed altri gruppi più rari come Briozoi e Poriferi.

I campionamenti qualitativi di macroinvertebrati epibentonici sono stati effettuati mediante retino immanicato con dimensioni standard (25 x 20 cm) armato con rete a maglie di 375 µm di ampiezza. Pur essendo il campionatore di tipo qualitativo è stato possibile esprimere un valore di abbondanza relativa degli organismi campionati.



L'abbondanza relativa dei macroinvertebrati presenti nella stazione è stata espressa sulla base di una discretizzazione in tre classi numeriche (1; 2; 3) che moltiplicano il Numero Minimo di

Presenze (N.M.P.) indicato in APAT-IRSA CNR, 2003 (met. 9010). Questi valori di abbondanza relativa possono essere anche espressi con i seguenti simboli che assumono il significato di:

I (1) = abbondanza uguale o di poco superiore al Numero Minimo di Presenze (N.M.P.)

L (2) = abbondanza uguale o di poco superiore al doppio del N.M.P.

H (3) = abbondanza superiore al triplo del N.M.P.

Il confronto tra i vari campioni è reso possibile mediante l'applicazione in tutte le situazioni del medesimo sforzo di cattura e all'interno del singolo transetto, sono stati raccolti invertebrati bentonici da tutti i microhabitat presenti.

In campo si eseguita un primo prelievo ed una primaria determinazione degli invertebrati avvalendosi della sola lente di ingrandimento e delle chiavi dicotomiche più speditive (Sansoni, 1988 e Campaioli et al., 1994 e 1999).

In laboratorio gli invertebrati sono stati classificati, sino al livello richiesto con l'utilizzo dello stereo-microscopio ottico (10-50 ingrandimenti) e del microscopio ottico (50-400 ingrandimenti) che è stato utilizzato per l'analisi di particolari strutture anatomiche (come cerci, lamelle branchiali, palpi, antenne, mandibole). La classificazione degli organismi è stata compiuta avvalendosi delle chiavi tassonomiche di Tachet et al. (1980), delle Guide del CNR (1980-81-82-83).

Una volta ultimate le determinazioni tassonomiche e definita con precisione la struttura delle comunità dei macroinvertebrati bentonici si è proceduto al calcolo del valore di I.B.E. mediante l'utilizzo della tabella di calcolo dotata di 2 entrate di cui una orizzontale, determinata dalla qualità degli organismi rinvenuti, ed una verticale determinata invece dal numero totale di Unità Sistematiche presenti nel campione.

Gruppi Faunistici (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecoteri	più di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13*	14*
	una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13*
Efemeroteri	più di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri	più di una U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11	-
	una sola U.S.	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridi e/o Atiidi e/o Palemonidi	Tutte le U.S.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi e/o Nifhargidi	Tutte le U.S.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le U.S.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	Tutte le U.S.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	sopra assenti	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Il valore di indice biotico ricavato è stato quindi trasformato in classi di qualità sulla base dei valori di riferimento riportati in una seconda tabella che permette di ricondurre tutta la scala dei valori di I.B.E. (0 -13) entro 5 classi di qualità, ad ognuna delle quali viene assegnato un colore di riferimento che permette di riportare sinteticamente in cartografia tutti i risultati raccolti

Classi di Qualità	Valore di I.B.E.	Giudizio	Colore di riferimento
I	10-11-12	Ambiente non alterato in modo sensibile	azzurro
II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	verde
III	6-7	Ambiente alterato	giallo
IV	4-5	Ambiente molto alterato	arancione
V	1-2-3-...	Ambiente fortemente degradato	rosso

Analisi dei Livelli Trofico Funzionali del Macrozoobenthos

L'analisi del livello trofico-funzionale è importante in quanto evidenzia la capacità della comunità dei macroinvertebrati di autodepurare un corso d'acqua, chiarendo in definitiva il ruolo svolto dagli invertebrati nel processo complessivo di trasferimento della materia lungo un corso d'acqua, che è nel contempo quello di un consumo diretto (respirazione) e di una frantumazione del particolato in sostanze più facilmente assimilabili dalla componente batterica.

L'individuazione del ruolo trofico-funzionale di appartenenza dei singoli taxa è stato effettuato secondo le indicazioni fornite da Merritt e Cummins (1988). I ruoli trofico-funzionali sono stati riassunti nelle 5 tipologie principali riportate nella seguente tabella:

RUOLO TROFICO	TIPO DI NUTRIMENTO
TRITURATORI	Particolato grossolano di materiale organico (CPOM costituito da detrito vegetale)
RACCOGLITORI	Particelle fini di detrito organico (FPOM) depositato sul fondo
FILTRATORI	Detrito organica fine (FPOM) e ultrafine (UPOM) in sospensione nell'acqua
RASCHIATORI	Periphyton che ricopre i substrati immersi
PREDATORI	Prede vive o sangue di queste

Con i dati riguardanti la varietà e l'abbondanza dei gruppi trofico-funzionali si è eseguito il calcolo dei rapporti trofici seguendo le indicazioni proposte da Shackleford (1988) e dall'EPA (1986).

Indici di Diversità

La misura della diversità, data dalla funzione H' di Shannon e Weaver (1963) è stata calcolata e scomposta nei corrispondenti indici di ricchezza (H_{max}) e di omogeneità (J) (Krebs, 1989) e si è calcolato l'indice di ricchezza in specie (D) di Margalef (1958). Tutti questi indici sono consigliati da Washington (1982) per analizzare le comunità di invertebrati acquatici.

I valori della varietà, diversità ed abbondanza delle comunità macrozoobentoniche sono stati associati alle condizioni morfo-fisiografiche delle sezioni ed alle possibili e più probabili cause di alterazione e/o disturbo e/o stress secondo quanto indicato da Resh et al. (1988), Ghetti e Salmoiraghi (1994), Salmoiraghi (1996) e Braioni et al. (2004 e 2005).