

Implicazioni ambientali di opere in gabbioni e materassi in ambito fluviale

Dott. Ing. Paolo Di Pietro - Bologna

II MONITORAGGIO nelle opere di difesa del territorio
è importante per le definizioni di

INGEGNERIA NATURALISTICA
(Soil Bioengineering)

ASTM D653-02
Statuto AIPIN



Designation: D 653 – 02

Standard Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids

soil bioengineering, *n*—*in erosion control*, the applications of engineering practices and ecological principles to design and construct systems composed of plant materials, frequently in association with inert materials and manufactured products to repair past or prevent future soil erosion and shallow slope failures.

Statuto AIPIN (art. 1.3)

“ Vengono utilizzati i termini “Ingegneria” in quanto si utilizzano dati tecnici e scientifici a fini costruttivi, di consolidamento ed antierosivi; “Naturalistica” in quanto tali funzioni sono legate ad organismi viventi, in prevalenza piante di specie autoctone, con **finalità di ricostruzione di ecosistemi tendenti al naturale ed aumento della biodiversità** “

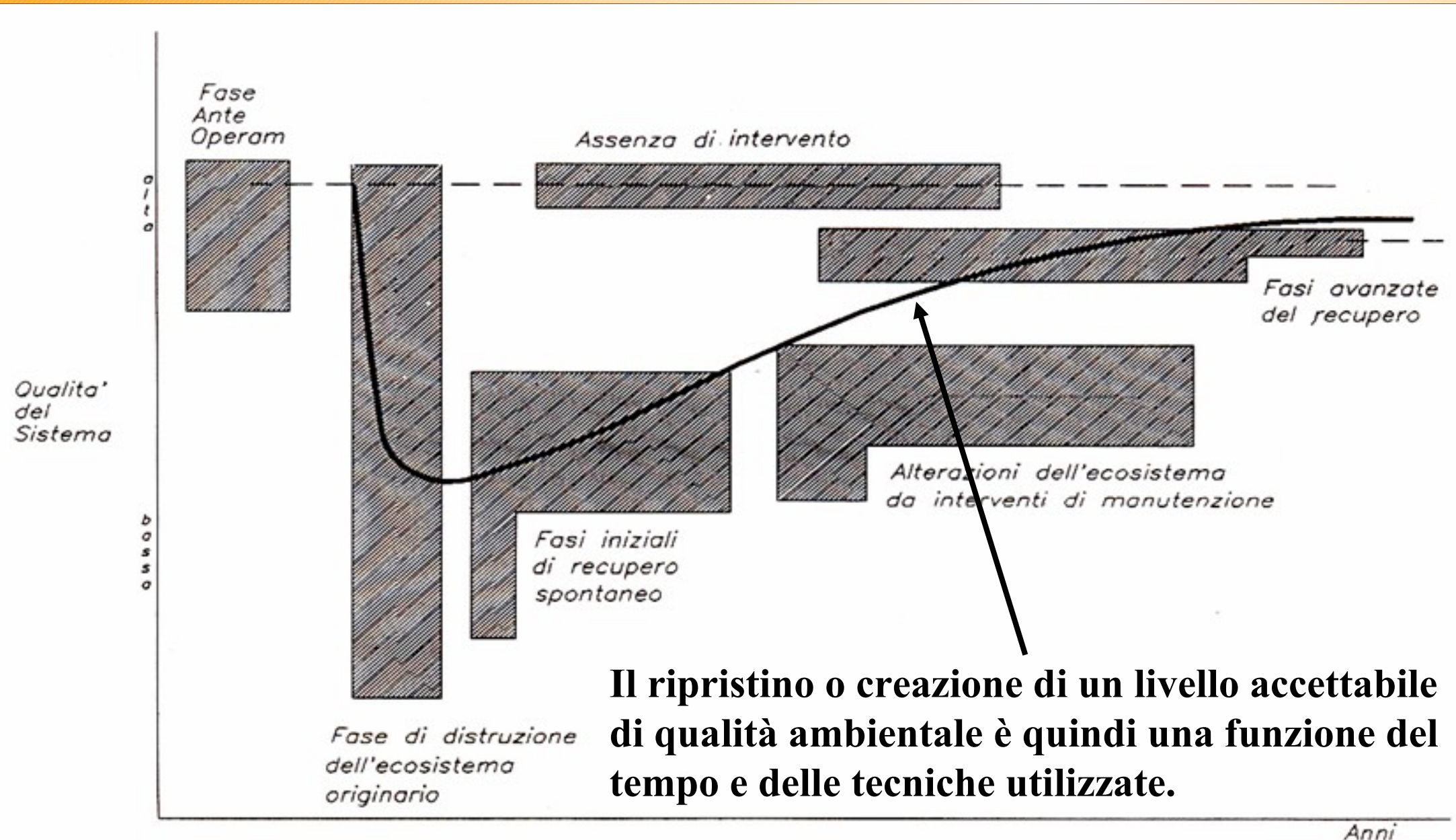
L'ingegneria naturalistica non può essere finalizzata solo a illustrare **tecniche da utilizzare** senza un'analisi della qualità ambientale **raggiungibile**.

Pertanto è fondamentale il **monitoraggio**, come strumento per capire l'incidenza degli interventi lungo corsi d'acqua sull'habitat fluviale secondo le finalità tecnico-naturalistiche.

La qualità ambientale di un intervento non si può solamente valutare in funzione “**del suo aspetto**”, ma deve essere valutata qualitativamente con la variazione dell'habitat fluviale.

E' proprio la **qualità dell'habitat fluviale** che deve essere il vero termine di paragone con il quale confrontarsi.

Ogni intervento in un corso d'acqua provoca una drastica riduzione della qualità ambientale



Si propongono due tipi (o famiglie) di rilievi.

- Monitoraggi singoli prevalentemente rivolti agli aspetti vegetazionali
- Monitoraggi ripetuti nel tempo con analisi della evoluzione: a) degli aspetti vegetazionali e faunistici e b), degli effettivi nuovi ecosistemi

Monitoraggi singoli a sfondo prevalentemente vegetazionale

Parametri di valutazione:

- Inquadramento idraulico e morfologico del sito
- Tipologia di opera
- Stato della vegetazione presente lungo la sponda

Esempi di monitoraggio singolo (Lazio):

- **Rio Inferno**
- **Torrente Mutino**

RIO INFERNO - Scheda tecnica 1

Altitudine	100 mslm
Pendenza alveo	1%
Dim medie trasp. Solido	d _{min} 3 cm, d _{med} 6 cm, d _{max} 18 cm
Geometria sezione progetto	Largh. 4.2m, alt. 0.75m Letto scorrimento largh.2, h 0.2m
Livello max piena	0.75m
Aspetti vegetazionali	Area agricola periurbana
Lineamenti geomorfologici	Vallecola alluvionale
Tipologie dell'intervento	Palificata viva spondale doppia h=1m
Dimensioni dell'intervento	Lunghezza 62m su entrambe le sponde
Esposizione sponde	E-W
Progettista	Cornelini, Crivelli, Palmeri
Soggetto realizzatore	Impresa Ruffolo, Roma
Periodo di intervento	Aprile 2000
Materiali impiegati	Diametro tronchi di pine nero 20-30 Scortecciatura: no Picchetti acciaio D=14mm

RIO INFERNO - Scheda tecnica 2

Specie Vegetali impiegate	Talee (Salix sp.pl.)
Piante radicate	No
No. Medio di talee nell'unica camera della palificata, a interasse 1.65m	6 talee / 135 cm
Diametro medio delle talee (cm)	2-7
Lunghezza media dei getti delle talee (m)	5-8
Percentuale attecchimento delle talee	95
Giudizio sullo stato delle talee (patologie, stress)	Ottimo
Piante spontanee presenti	Sporadici Arum italicum, rubus ulmifolius, Rumex sp. Nelle caemre della palificata; in alveo Carex pendula, Naturtium officinale, Urtica dioica
Osservazioni sui materiali (spanciamenti gabbioni, rotture reti, ruggine, marcescenza, tronchi, etc.)	Tronchi in buono stato non scortecciati

RIO INFERNO



TORRENTE MUTINO – Scheda Tecnica 1

Altitudine	350 mslm
Pendenza alveo	3.5%
Dim medie trasp. Solido	D _{med} 6-8 cm. Massi con d _{max} 40-60cm
Geometria sezione progetto	Largh. 19m, alt. 3m Letto scorrimento largh.2, h 0.2m
Livello max piena	3m
Aspetti vegetazionali	Area periurbana
Lineamenti geomorfologici	Alveo alluvionale
Tipologie dell'intervento	Gabbionate rinverdite
Dimensioni dell'intervento	In riva sx gabbionate rinverdite h=3.5m lungh. 70m
Esposizione sponde	Nord
Progettista	Dell'Onte, Sabatini, Cornellini, Sauli
Soggetto realizzatore	
Periodo di intervento	2000
Materiali impiegati	Reti zincate per gabbioni 8x12cm D2.5mm riempite con massi calcarei a spigoli vivi dimensioni 15-30 cm.

TORRENTE MUTINO – Scheda Tecnica 2

Specie Vegetali impiegate	Talee (Salix alba dominante e S. Purpurea)
Piante radicate	No
No. medio di talee per fila di gabbioni e per m	1 / 2 mq
Diametro medio delle talee (cm)	1-3
Lunghezza media dei getti delle talee (m)	2-4 getti / talea, L=3-5m, D=2-6m
Percentuale attecchimento delle talee	65
Giudizio sullo stato delle talee (patologie, stress)	Buono
Piante spontanee presenti	In alveo Petasites sp. Eupatorium cannabinum, Urtica dioica, etc.
Osservazioni sui materiali (spanciamenti gabbioni, rotture reti, ruggine, marcescenza, tronchi, etc.)	Assenza di ruggine e spanciamenti

TORRENTE MUTINO

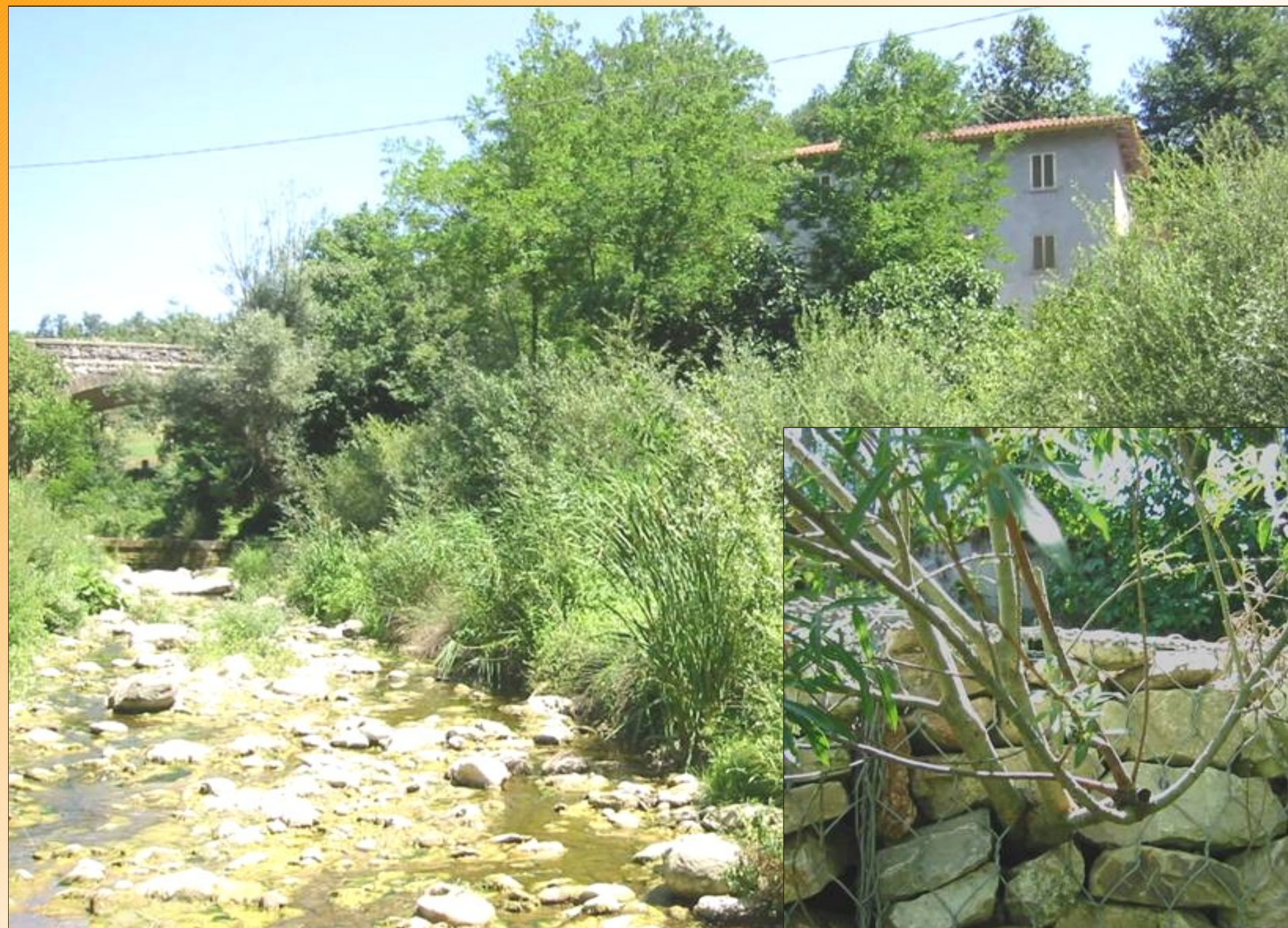
2000



2001

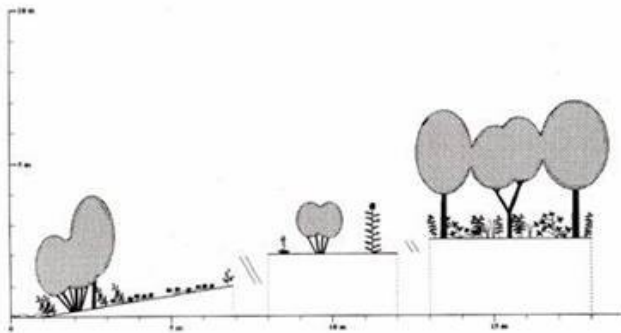


TORRENTE MUTINO



Monitoraggi ripetuti nel tempo con analisi evoluzioni del nuovo ecosistema

Con il patrocinio del Ministero dell'Ambiente



RICERCA SULLE IMPLICAZIONI AMBIENTALI DI OPERE IN GABBIONI E MATERASSI RENO IN AMBITO FLUVIALE

RELAZIONE

Direttore del Progetto:
Supervisore scientifico:
Ricercatori:

dr. V.N. Martino *geografo*
dr. S. Malcevschi *ecologo*
dr. T. Lago *idrobiologo*
dr. O. Locasciulli *zoologo*
dr. ing. M. Mazzetti di Pietralata *idrologo*
dr. A. Scotti *geologo*
dr. C. Seghetti *idrobiologo*
dr. F. Zavagno *botanico*

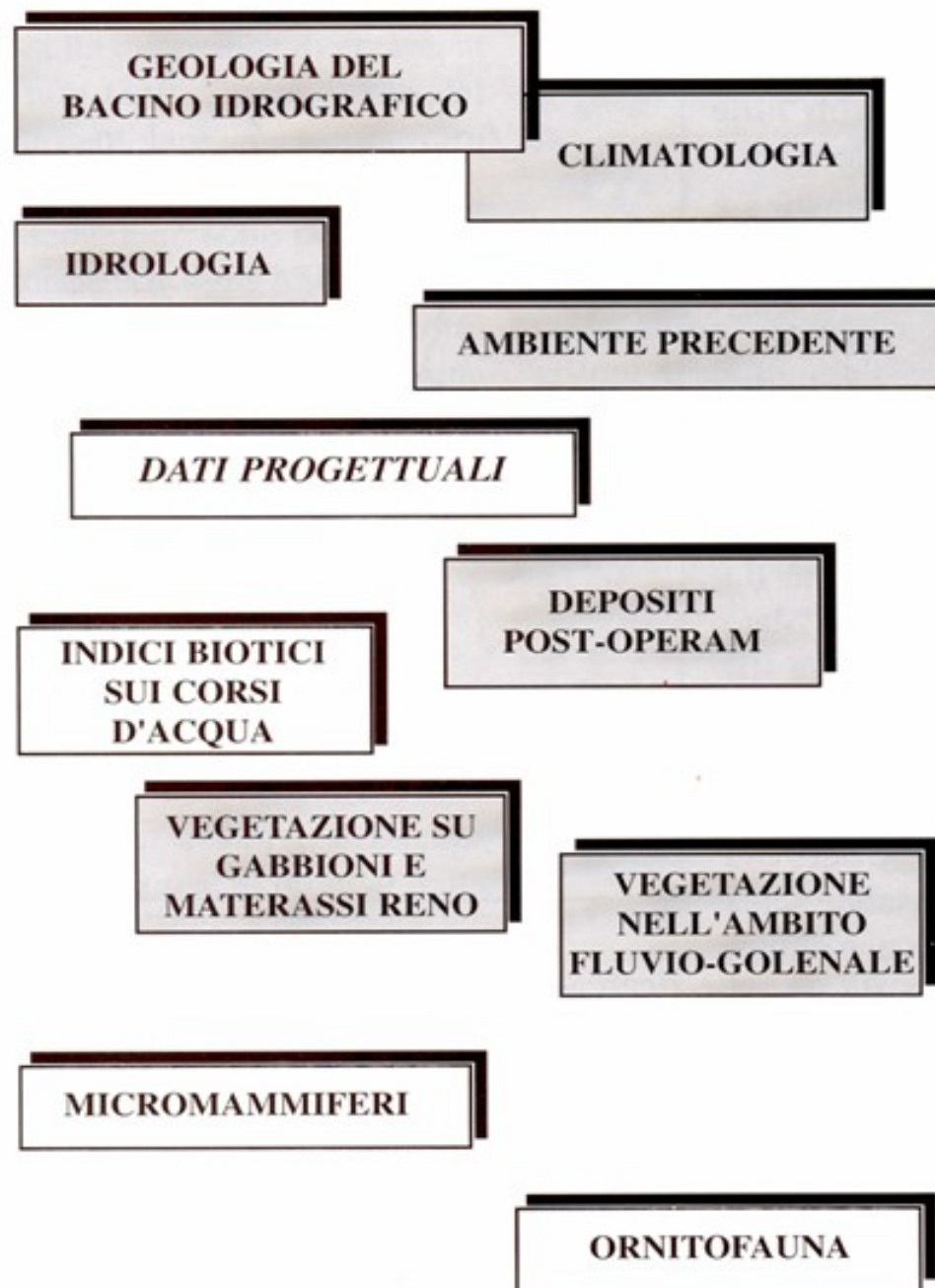
aprile 1993 - novembre 1994



Contenuto della ricerca

Team interdisciplinare

Analisi e valutazione
dei differenti elementi costitutivi



>>>> Analisi dei neo-ecosistemi sviluppatasi

>>>> Valutazione della qualità dei neo-ecosistemi

>>>> Indirizzi di possibile miglioramento della compatibilità ambientale

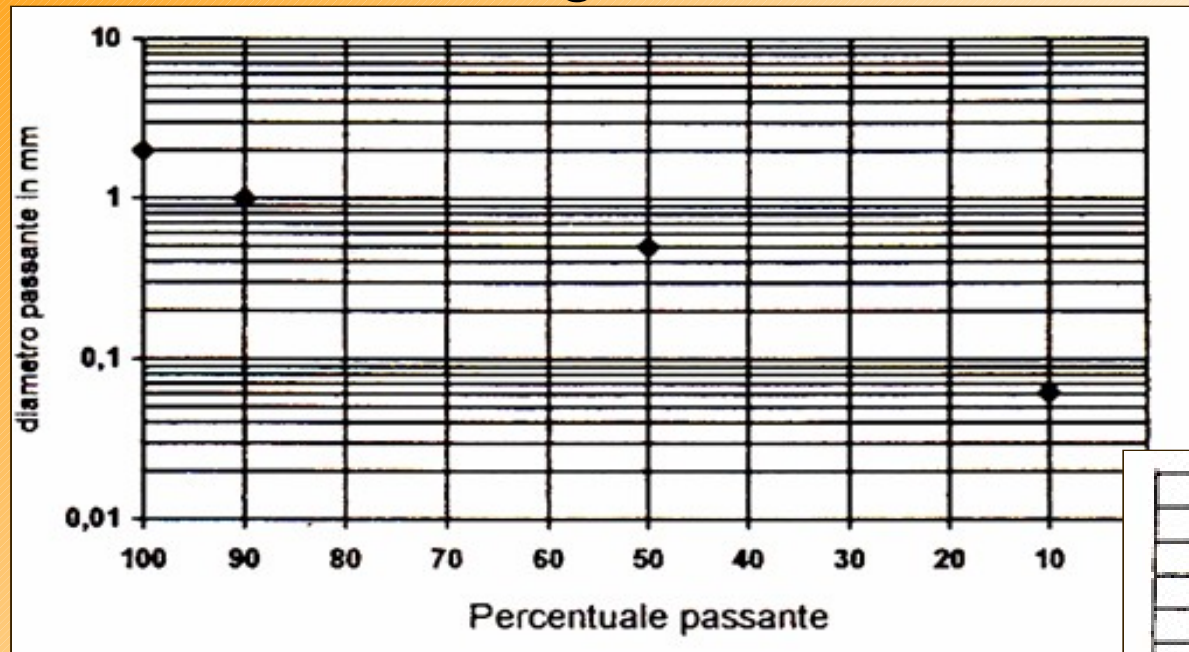
Neo ecosistemi considerati (1993-1994)

La struttura fisica dei nuovi ecosistemi caratterizzati dalla **vegetazione (arborea, arbustiva, erbacea)** che si è sviluppata sulle opere o in loro adiacenza

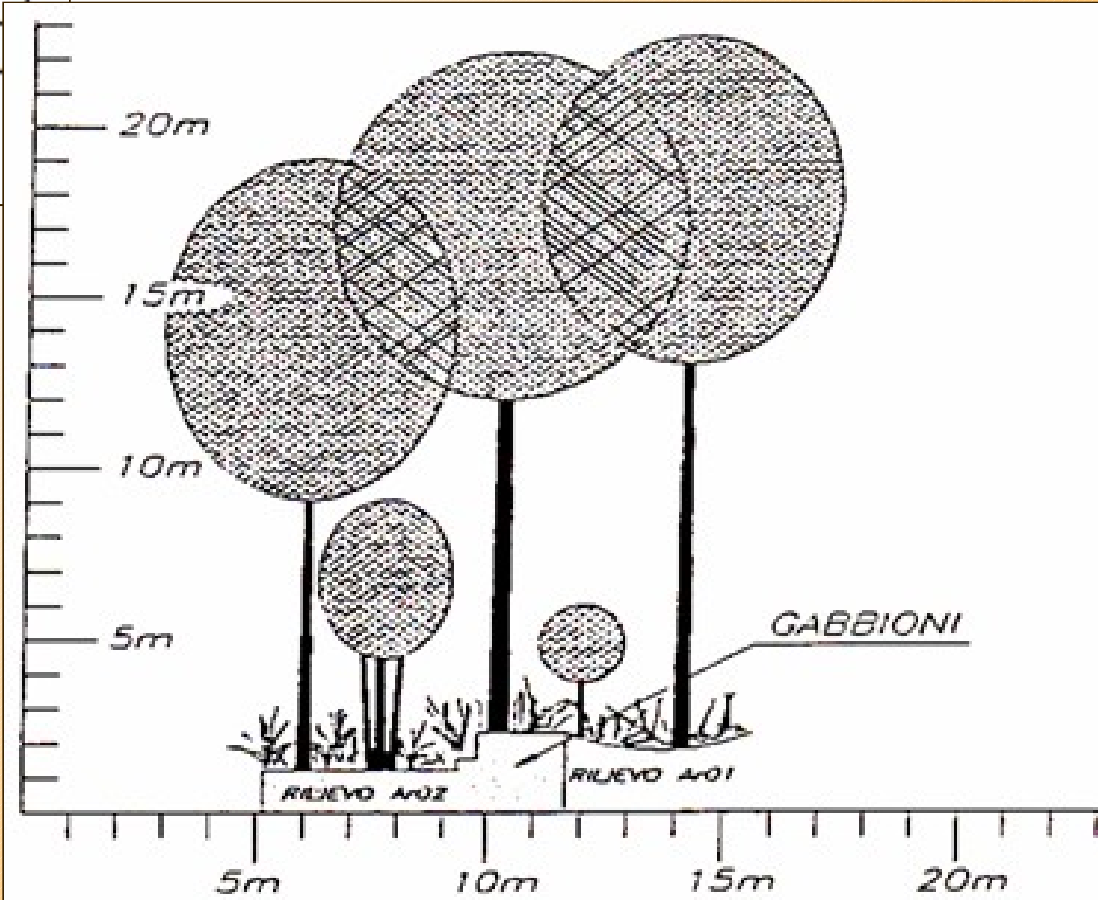
I **popolamenti di micromammiferi** terrestri presenti nei medesimi tratti utilizzati come indicatori di una o più complessiva funzione dell'ecosistema

Il **popolamento dei substrati di fondo** (microbenthos) dei corsi d'acqua interessati, utilizzati come indice della qualità ambientale complessiva degli ecosistemi di acqua corrente

Rilievi fitosociologici



Granulometria deposito fiume Arno, copertura piede gabbionata



Rilievi fitosociologici

Chaerophyllum temulum	1.2	1.2
Clematis vitalba	1.2	1.2
Silene alba	1.2	1.2
Papaver rhoeas	1.2	+
Poa trivialis	1.2	+
Agropyron caninum	+	1.2
Bidens frondosa	+	1.2
Chenopodium album	+	1.2
Polygonum aviculare	+	1.2
Artemisia vulgaris	+	+
Cuscuta sp.	+	+
Legousia speculum-veneris	+	+
Lactuca serriola	+	r
Medicago lupulina	r	+
Polygonum persicaria	.	2.2
Calystegia sepium	.	1.2
Galeopsis pubescens	.	1.2
Polygonum lapathifolium	.	1.2
Barbarea vulgaris	.	+
Agropyron repens	.	+
Anagallis arvensis	.	+
Avena fatua	.	+
Equisetum palustre	.	+
Galium mollugo	.	+
Lysimachia punctata	.	+
Ranunculus sardous	.	+
Raphanus raphanistrum	.	+
Rorippa sylvestris	.	+
Solidago gigantea	.	+
Sysimbrium officinale	.	+
Teucrium scordium	.	+
Veronica anagallis-aquatica	.	+
Lactuca serriola	.	r
Verbena officinalis	.	r

Fiume Arno - Tratto con gabbioni

Numero del rilievo	Ar01	Ar02
Data	01/07/93	01/07/93
Esposizione	-	-
Inclinazione	-	-
Superficie mq	24	17
Copertura totale %	100	100
Numero specie/rilievo	38	41
Strato arboreo		
Alnus glutinosa	1.2	.
Salix alba	5.2	5.2
Robinia pseudoacacia	1.2	1.2 *
Strato arbustivo		
Clematis vitalba	1.2	.
Robinia pseudoacacia	1.2	.
Evonymus europaeus	+	.
Rubus caesius	2.2	2.2
Rubus ulmifolius	2.2	3.2
Salix alba	.	2.2
Strato erbaceo		
Bromus sterilis	1.2	.
Bryonia dioica	1.2	.
Humulus lupulus	+	.
Lapsana communis	+	.
Lolium multiflorum	+	.
Saponaria officinalis	+	.
Stellaria media	+	.
Veronica persica	+	.
Alopecurus myosuroides	r	.
Capsella bursa-pastoris	r	.
Chelidonium majus	r	.
Galium rotundifolium	r	.
Myagrum perfoliatum	r	.
Myosotis sp.	r	.
Viola cfr. odorata	r	.
Urtica dioica	3.3	3.2
Galium aparine	2.3	1.2
Alliaria petiolata	1.2	1.2

Esempio delle valutazioni faunistiche

	<i>Ms</i>	<i>Af</i>	<i>As</i>	<i>Md</i>	<i>Rn</i>	<i>Eq</i>	<i>Cs</i>	Tot sp	Tot an
Controllo*	-	P1P2	P1P2	-	P2	-	P1	5	40
Sangro*	P2	-	P1P2	P1	P1	-	P1	5	20
Sinello*	-	P1	P1P2	-	P1	P1	-	4	23
Foro**	-	-	P1	-	-	-	-	1	8
Alento**	-	P1	P1	-	P1	-	P1	4	6
Muzza**	-	-	-	P1	P1	-	-	2	2
Totale	1	11	70	2	8	1	6	7	99

Md- Mus domesticus; Rn- Rattus norvegicus; Ps- Microtus savii; Eq- Eliomys quercinus; Cs- Crocidura suaveolens.

P1- 1993

P2- 1994

*- Campionamento effettuato nel 1993 e 1994

** - Campionamento effettuato solo nel 1993

Specie catturate nei 6 siti di campionamento

Valutazioni sui macroinvertebrati

FIUME SANGRO -TRATTO CON GABBIONI		DATA 04 GIUGNO 1993			
		HABITAT 1	HABITAT 2	HABITAT 3	U.S. VAL.
TRICOTTERI	Hydroptilidae	2 (L)			(NO)
	Leptoceridae	2 (L)			(NO)
	Phryganeidae	1 (L)			(SI)
EFEMEROTTERI	Baetis	1 (L)			(NO)
	Coenis	348 (L)	24 (L)		SI
	Ephemerella	9 (L)	3 (L)		SI
COLEOTTERI	Dytiscidae	1 (I)			(SI)
	Elmidae	1 (I)	2 (L)		SI
	Gyrinidae			13 (I)	SI
	Halophilidae		1 (I)		(NO)
	Hydrophilidae	1 (L)			(NO)
ODONATI	Calopteryx	1 (L)			(SI)
	Lestes		1 (L)		(SI)
	Sympetrum	1 (L)			(SI)
	Platycnemis	1 (L)			(SI)
DITTERI	Ceratopogonidae verm.		1 (L)		(NO)
	Chironomidae	9 (L); 7 (Pex)	3 (L); 2 (P)		SI
	Simuliidae	1 (Pex)			NO
	Tipulidae	1 (L)			(SI)
ETEROTTERI	Micronecta		1 (I)		NO
	Gerris			3 (I)	NO
	Mesovelia			1 (I)	NO
CROSTACEI	Asellidae	72	1		SI
	Gammaridae	68	7		SI
GASTEROPODI	Hydrobia	7	160 (VS)		SI
	Lymnaea	1 (G)			NO
	Physa	3	4		SI
	Valvata	27	52		SI
BIVALVI	Pisidium	24			SI
IRUDINEI	Dina	2			SI
OLIGOCHETI	Lumbricidae	1			(SI)
	Naididae	95 (VS)	45 (VS)		SI
ALTRO	Acari	2			

TOTALE U.S. MACROINVERTEBRATI RACCOLTI	33
TOTALE U.S. MACROINVERTEBRATI CONSIDERATI PER L' E.B.I.	27

	MASSIMA CAUTELA	MINIMA CAUTELA
U.S. VALIDE	13	21
E.B.I.	7	9
C.Q.	III	II

LEGENDA:
 hab. 1 = radici di Salix sp. emergenti dal gabbione.
 hab. 2 = materiali di intasamento della sponda gabbionata.
 hab. 3 = neuston nelle zone sopra e sottocorrente dei pennelli.
 L=larva; Lex=exuvia larvale; P=pupa; Pex=exuvia pupale; I=imagine; G=guscio o fodero vuoto.
 SI=U.S. sicuramente valida per il calcolo E.B.I.; (SI)=U.S. probabilmente di drift;
 NO=U.S. non valida per il calcolo E.B.I.; (NO)=U.S. quasi certamente di drift.
 VS=valore stimato.

Canale La Muzza

Il canale La Muzza convoglia le acque del fiume Adda alla centrale termoelettrica di Tavazzano. Il rivestimento in materassi Reno si presenta in buone condizioni con una copertura totale di vegetazione erbacea, in condizioni di prato stabile, determinate dalla manutenzione annuale (decespugliamento e sfalcio). Prevalgono le graminacee (*Poa trivialis*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*) e solo localmente alcuni arbusti (*Rubus ulmifolius* e *Sambucus nigra*). La qualità delle acque è nel complesso buona e si denota la creazione dei naturali e diversi tipi di habitat tipici delle vicinanze di acqua secondo il gradiente di idrofilia.



L'analisi dei macroinvertebrati ha mostrato un'ampia serie di specie presenti (28 tra cui 7 avannotti ciprinidi) mentre il campionamento dei micro-mammiferi è stato meno positivo probabilmente a causa dell'azione di disturbo della manutenzione



Fiume Ticino



Il tratto in osservazione è in sponda sinistra a monte del ponte sulla SS 11 nei pressi di Boffalora (No), all'interno del Parco Naturale del Ticino ed in prossimità di una riserva faunistica. La protezione della sponda realizzata nel 1971 ha previsto l'uso di materassi Reno provvisti di platea appoggiata su una scogliera in pietrame.

La rete metallica è ancora in uno stato di buona conservazione, mentre il complesso del rivestimento è in ottime condizioni. Ciò è dovuto anche alla notevole quantità di materiale di ricoprimento dovuto alla deposizione delle piene. La vegetazione è abbondante e formata da un fitto arbusteto con sovrastante copertura arborea (*Salix alba* e *Populus* spp.) particolarmente lungo la scarpata e il piano con specie legate al sottobosco delle cenosi boschive ripariali. La parte più prossima all'acqua è caratterizzata da una marcata povertà floristica probabilmente dovuta alla presenza della conformazione geometrica del gradino finale appoggiato sulla scogliera di grandi dimensioni.

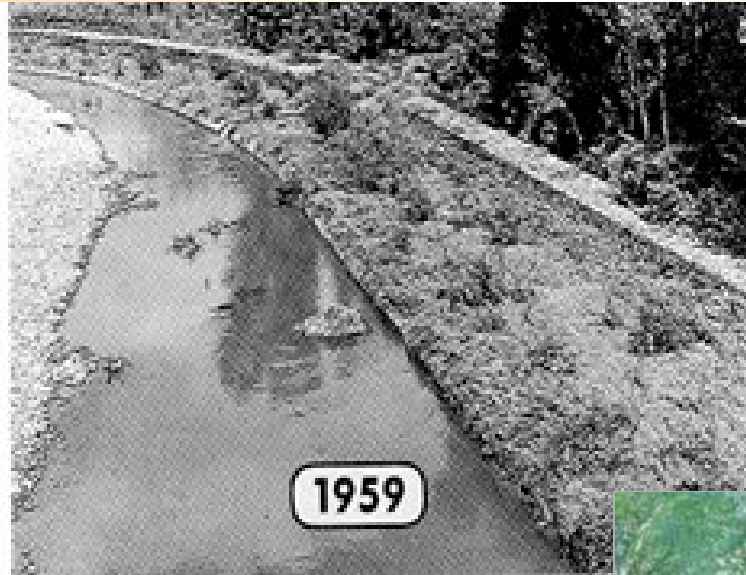
Dettaglio di un tratto boscato della sponda



Fiume Arno



Intervento realizzato nel 1955 e probabilmente ha subito alcuni rifacimenti nella parte in elevazione. Siamo in un tratto in sponda sinistra del fiume a monte dell'abitato di Bibbiena (Ar). Le gabbionate risultano ormai largamente colonizzate dalla vegetazione, in particolare arborea e arbustiva e chiare impronte igrofile; fisionomicamente la sponda appare bordata da una cintura boschiva ripariale abbastanza ben caratterizzata e continua.



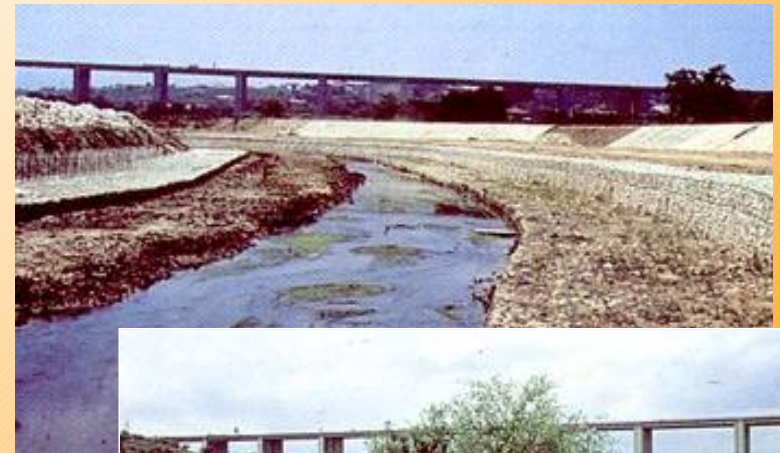
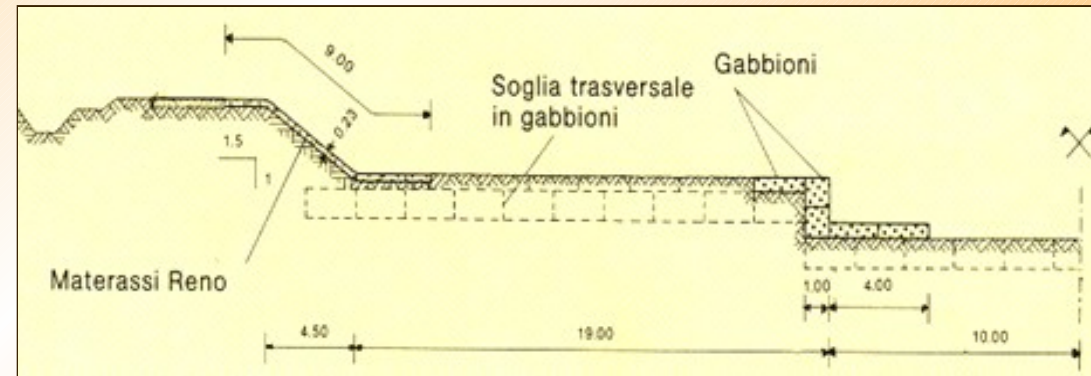
Dal punto di vista della qualità biologica complessiva, la situazione non è comunque decisamente buona, soprattutto a causa della qualità delle acque per cui la stazione di studio può essere definita come molto inquinata. Limitatamente alla struttura il giudizio è invece globalmente positivo



Fiume Alento

L'intervento è in sinistra idrografica del fiume Alento, immediatamente alla periferia dell'abitato di Francavilla al Mare (Pe). Il lavoro realizzato nel 1984, ha previsto una totale ricalibratura della sezione.

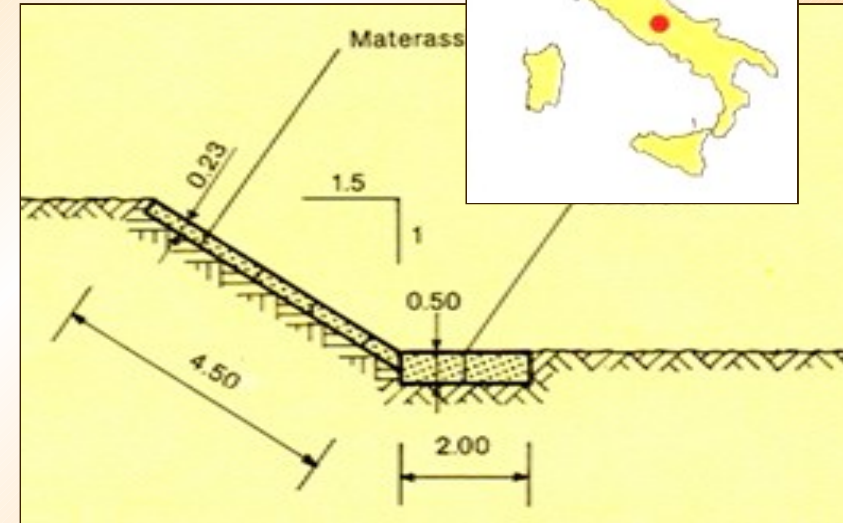
La parte centrale per le portate di magra è stata definita mediante difese longitudinali continue in gabbioni fondati su platea, mentre le sponde della sezione di piena sono state rivestite con materassi Reno. Situazione inalterata nella parte in piano della sezione. Nella parte centrale della sezione più prossima all'acqua, attorno e sopra ai gabbioni, si nota una forma di coalizione più strutturata a bosco igrofilo ripariale e salicacee di notevole altezza con sottobosco erbaceo, testimonianza di un avanzato stato di colonizzazione dei manufatti. Positiva è stata la valutazione dei micromammiferi per varietà di specie.



Fiume Foro

Il fiume Foro sfocia nel mare Adriatico circa tre km a sud della città di Francavilla al Mare (Pe).

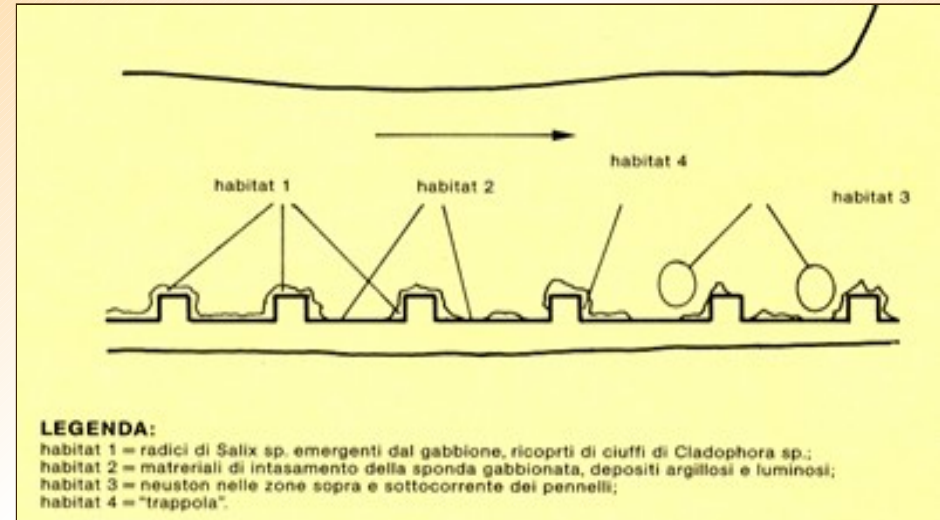
Utilizzati materassi Reno spessore di 0,23 m (anno 1984-85). La sponda presenta alcuni tratti di materassi In parte ancora visibili e con scarso materiale interstiziale di riempimento ma ricoperti da un fitto rovetto. In altri tratti si riscontra un aumento della copertura arbustiva ed arborea con dominanza di *Rubus ulmipolius*. La parte in piano non mostra manufatti visibili a causa dell'intasamento naturale degli stessi e ospita un bosco igrofilo ben strutturato e caratterizzato da *Alnus glutinosa* e altre significative specie arbustive tipiche delle cenosi igrofile della regione e ben rispondenti all'ecologia dell'ambiente ripariale.



Fiume Sangro



Il tratto in esame si riferisce ad una difesa di sponda destra realizzata a monte di una traversa in località Zà Menga (Ch) a pochi chilometri dalla foce del fiume. L'opera di difesa spondale è costituita da gabbioni a scatola fondati su gabbioni cilindrici ed è stata completata nel 1981 e si riferisce ad un intervento localizzato che non ha comportato una nuova inalveazione del fiume.



Realizzati piccoli speroni esterni con lo scopo di allontanare l'azione erosiva dell'acqua dalla difesa quanto possibile.

La presenza dei piccoli "repellenti" e di una buona qualità delle acque, hanno permesso di ottenere nel tempo una situazione naturale di apprezzabile coerenza con l'ecologia del sito.

I repellenti hanno infatti favorito il deposito di materiale e quindi la formazione di una cintura ripariale di limitata potenza con caratteristiche prossime a quelle naturali. Si segnalano infatti elementi igrofilo anche di particolare pregio e significato.



Fiume Sinello



L'analisi condotta su tratto in sponda destra del fiume Sinello, in prossimità dello svincolo autostradale di Vasto Nord e subito a valle del ponte della strada statale SS 16. Rimodellamento della sezione idraulica con l'utilizzo di rivestimenti di sponda in materassi Reno dello spessore di 0.25 m provvisti di pennelli in gabbioni: il lavoro è completato nel 1982. La scarpata è oggi ricoperta da una densa vegetazione arboreo-arbustiva, con notevole copertura erbacea e prevalenza di graminacee. Al piede della sponda la quota di fondazione scelta e la presenza dei pennelli ha provocato una decisa sedimentazione del trasporto solido fluviale, sul quale si è insediato un bosco igrofilo a dominanza di *Salix alba*.

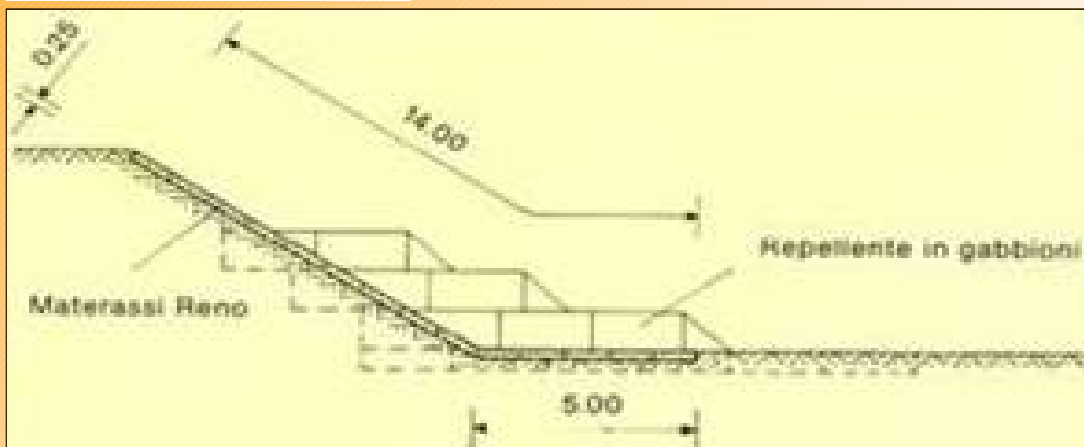


Immagine del cantiere in una fase della costruzione (1982)



Il tratto in esame nel 1984

La copertura erbacea è assai ricca ed estesa, con la comparsa di specie nemorali tipiche della regione come ad esempio *Carex pensula*, *Lycopus europeus* e *Epipactis palustris*, un'orchidea assai rara ormai in tutto il territorio nazionale. Sebbene alcune indagini quali la verifica sulla situazione micromammiferi abbia mostrato una forse inattesa ricchezza di specie stanziali, ancora una volta la qualità delle acque condiziona pesantemente la classe di qualità biologica attribuibile al tratto di fiume in esame.

Giornata di Studio: Biodiversità e progettazione sostenibile dell'ambiente fluviale

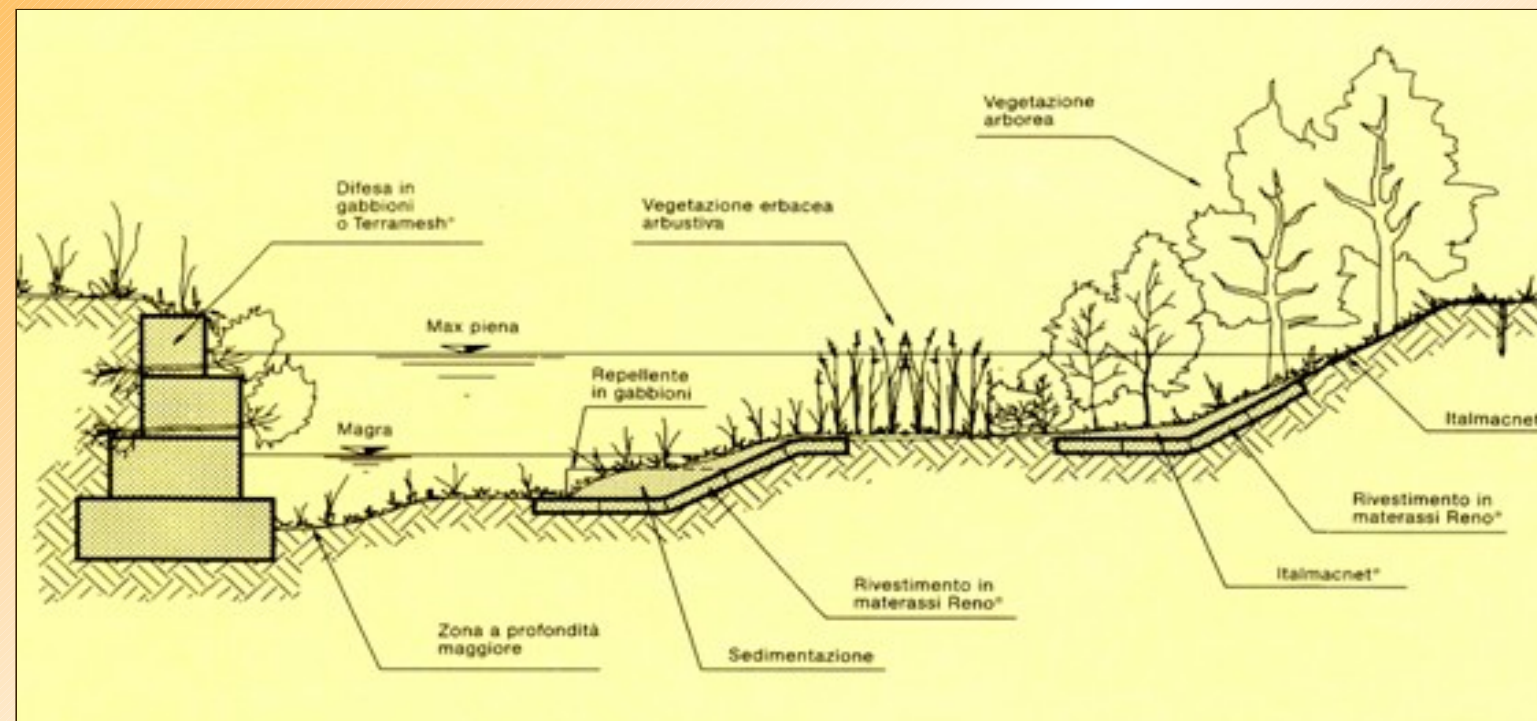
Autorità di Bacino del Fiume Arno, 22 giugno 2007 – Sala Verde Banca CR, Firenze

Osservazioni dal monitoraggio

- L'intervento (cantiere) comporta un abbassamento della qualità ecologica iniziale
- L'impatto è tanto maggiore quanto alta è la qualità iniziale del sistema;
- I manufatti in oggetto dimostrano di essere buoni substrati per la cattura del trasporto solido dei corsi d'acqua e per l'insediamento di vegetazione di ogni livello (erbaceo, arbustivo, arboreo);
- I neo-ecosistemi esaminati frutto del recupero spontaneo dell'ecosistema possono essere definiti di qualità ecologica discreta; tale qualità non raggiunge peraltro l'elevata qualità degli ecosistemi naturali di controllo e quella presumibilmente esistente prima degli interventi;
- Gli aspetti insoddisfacenti sono da attribuirsi più che alla natura in sé dei manufatti, all'uso che se ne fa in sede progettuale e realizzativa. Causa prima è identificabile nella rettificazione e nel risezionamento dei corsi d'acqua che implica monotonia del sistema differenziato e non adeguata funzionalità e biodiversità;
- Vi possono per contro essere casi in cui partendo da una situazione di qualità ecologica inferiore (legata a situazioni di completa antropizzazione), l'utilizzo dei manufatti in oggetto favorisce un aumento del livello di qualità (es. comparto acquatico Canale La Muzza);
- Una volta innescatisi i processi di autorecupero, la qualità ecologica dipende fortemente anche dalle modalità di manutenzione; l'asportazione periodica delle biomasse vegetali si traduce evidentemente in una regressione del livello di qualità.

Indicazioni generali per una progettazione ambientalmente equilibrata

- Valutazione opportuna della metodologia di progetto.
- Mantenimento di una biodiversità ambientale.
- Mantenere una diversità morfologica sezione non troppo regolare (creazione di piccole isole).
- Variazione di profondità all'interno delle singole sezioni trasversali (creazione di habitat differenti)

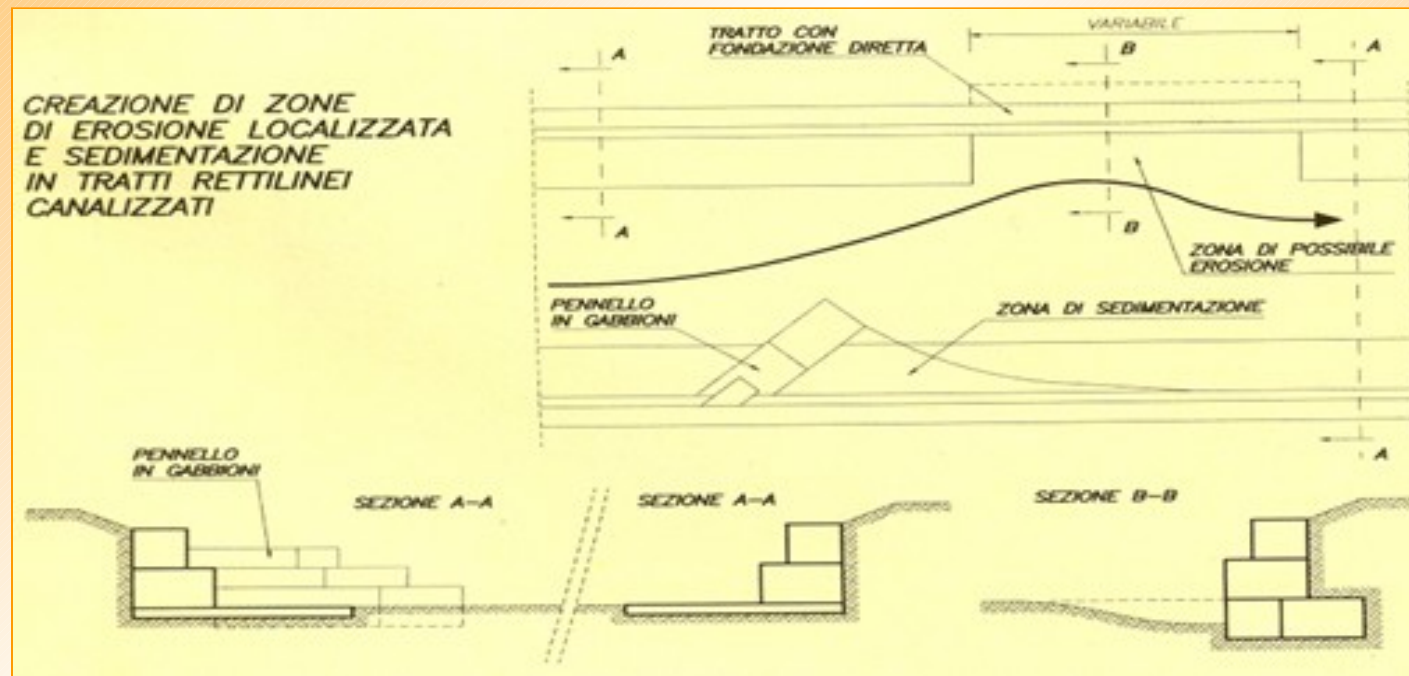


Nelle zone a maggiore profondità caratterizzate da un fondo prevalentemente ghiaioso si creano le condizioni per lo sviluppo di “plancton” e “benthos” fondamentali per la sopravvivenza delle specie ittiche. Nella parte a minore profondità o sedimentazione, dove si riscontra la presenza di materiali più fini, si consente lo sviluppo di vegetazione acquatica che da erbacea diventa arbustiva, poi arborea man mano che si procede verso la sponda di piena: tale habitat è il luogo ideale per l'avifauna e per tutte le specie di macroinvertebrati e micromammiferi che contraddistinguono la vitalità di un ambiente fluviale.

Indicazioni generali per una progettazione ambientalmente equilibrata

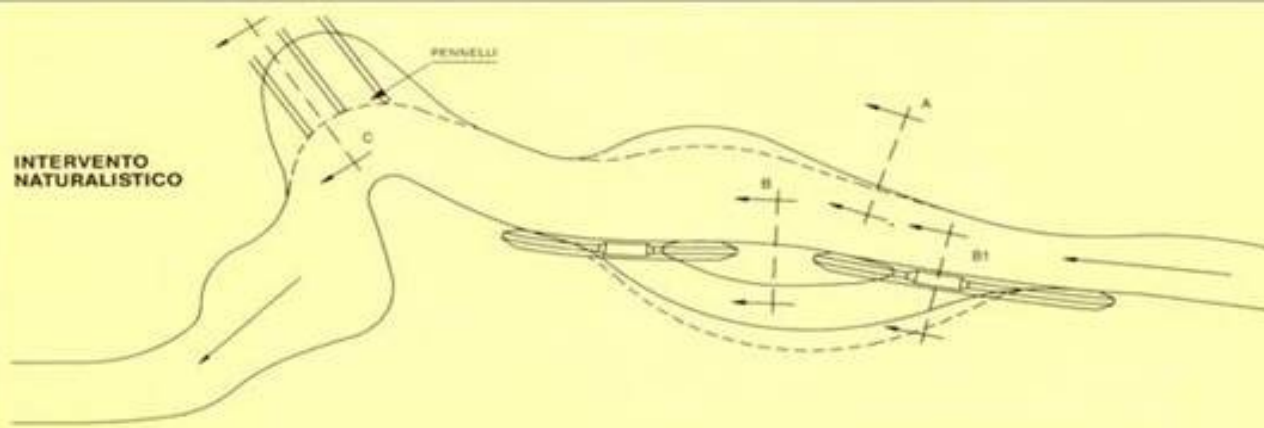
L'utilità di piccoli repellenti (non propriamente ai fini idraulici), quanto per la sopravvivenza di adeguati ambienti naturali di estrema importanza:

- la sedimentazione sia a monte che a valle del repellente e,
- la turbolenza (che significa ossigenazione dell'acqua) attorno alla testa dell'opera. Si possono creare così zone dove la vegetazione può svilupparsi in maniera privilegiata e zone d'acqua più profonde (attorno alla testa del repellente) dove la fauna ittica può trovare un habitat più favorevole.

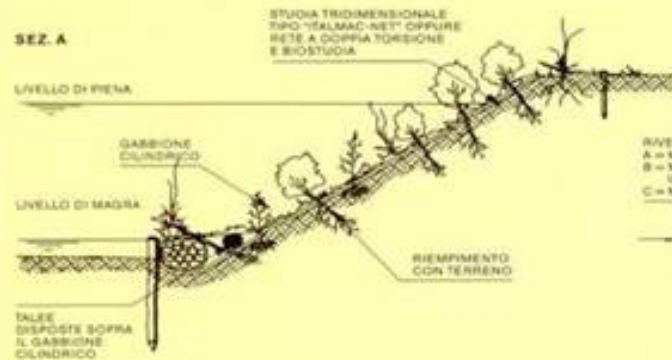


Esempio campionario di come si possa intervenire per stabilizzare una situazione che, per ragioni diverse, non può consentire un evolversi del divagamento del corso d'acqua.

Si tratta dell'applicazione sia di quanto sopra esposto, sia di alcune tipologie con gabbioni e materassi Reno o altri nuovi materiali (geostuoie, terre rinforzate ecc), utilizzati in una delle tante possibili alternative che possono ovviamente essere anche profondamente diverse a causa della presenza di manufatti da proteggere.



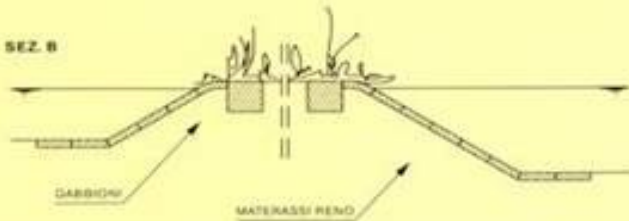
SEZ. A



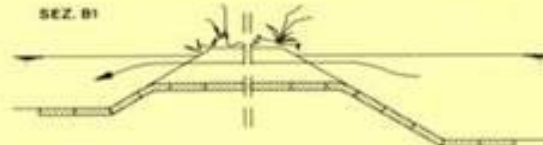
SEZ. A (ALTERNATIVA)



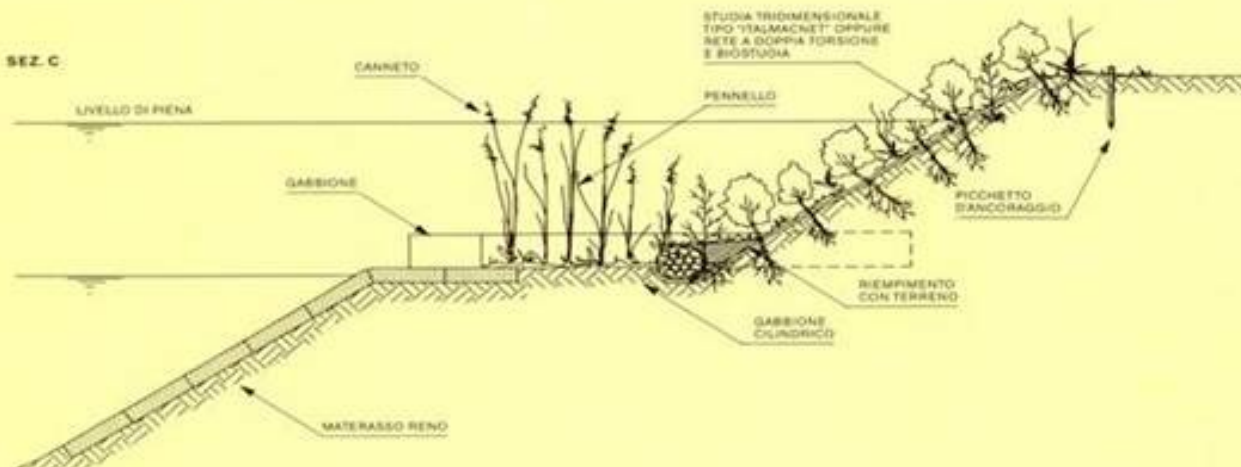
SEZ. B



SEZ. B1



SEZ. C



*Altri esempi
significativi di
interventi ad alto
potenziale di crescita
ambientale*

CONCLUSIONI

- Che abbiamo ancora molto da imparare dall'esperienza per evitare inutili contrapposizioni tra "ingegneria" e "naturalistica"
- Che spesso il tempo mostra effetti diversi da quelli superficialmente ipotizzati (Monitoraggio)
- Necessità di Linee Guida redatte da un Ente Pubblico che riflettono questo tipo di approccio
- Necessità di una valutazione preventiva della "qualità ambientale" in fase di progetto

GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE

Paolo Di Pietro

paolo.dipietro@maccaferri.com