

Dalla regimazione dei corsi d'acqua alla Riqualficazione Fluviale

Strategie di *governance* per l'ecosistema fluviale

Tutor: Prof.ssa Daniela Poli

Co-tutor: Prof. Corrado Cencetti, Prof. Carlo Alberto Garzonio

Dottorando: Alexander Palummo ▪ XXX Ciclo

Curriculum: Progettazione Urbanistica e Territoriale

Dipartimento Di Architettura (DiDA) ▪ Università degli Studi di Firenze



[Scorcio del Fiume Tevere – A. Palummo 05/09/2016]

Sono grato a molte persone per l'aiuto ed il sostegno ricevuto durante questa ricerca. Un primo ringraziamento va alla Prof.ssa Daniela Poli, per avermi seguito nel corso della ricerca ed avermi sempre spronato ad affrontare i miei limiti. Un ringraziamento particolare va anche mio padre e ai professori Paolo Mogorovich e Carlo Alberto Garzonio, che in momenti diversi (e in settori diversi, ma complementari) mi hanno indirizzato verso la strada che oggi mi trovo a percorrere. Desidero poi ringraziare il Prof. Corrado Cencetti, il Prof. David Fanfani e il collegio docenti del XXX ciclo del Dottorato di Ricerca del DiDA di Firenze e tutti i colleghi del CIRF (Centro Italiano di Riqualificazione Fluviale) con cui ho condiviso momenti di confronto intellettuale. Infine, questo lavoro non sarebbe stato possibile se Julie Bicchieri, conducendomi momentaneamente fuori strada, non mi avesse aiutato a vedere con chiarezza la direzione giusta. A lei va tutta la mia gratitudine.

Dalla regimazione dei corsi d'acqua alla Riqualficazione Fluviale

Strategie di *governance* per l'ecosistema fluviale

INDICE

Introduzione.....	6
-------------------	---

Parte prima

Stato dell'arte

Capitolo 1. Alle radici dell'essenza del fiume.....	12
1.1 - Ecologia di un corso d'acqua.....	12
1.2 - Geografia di un corso d'acqua.....	16
1.3 - Geomorfologia fluviale.....	18
1.4 - Ecoidrologia e idroecologia.....	24
1.5 - Ecologia lineare e ambiente antropico.....	34
Capitolo 2. Rapporto coevolutivo tra società e sistemi idrici.....	39
2.1 - Rapporto tra conservazione e intervento nella contemporaneità.....	48
Capitolo 3. Trasformazione delle pratiche per la gestione dei flussi di acqua dolce.....	53
3.1 - Il fiume come problema «da regimare».....	53
3.2 - Luci e ombre delle bonifiche.....	56
3.3 - Dighe e opere di contenimento.....	59
3.4 - La regimazione e la canalizzazione.....	62
3.5 - Sistemi idraulici e drenaggi urbani.....	64
3.6 - Agricoltura e tecniche d'irrigazione.....	67
Capitolo 4. Il fiume come assenza di regole.....	73
4.1 - La città «nel» fiume.....	73
4.2 - Il fiume, e tutt'intorno la città.....	75
Capitolo 5. Il fiume come rischio.....	78
5.1 - Il rischio naturale/ambientale.....	80
5.2 - Mitigazione del rischio: una sicurezza apparente.....	83
5.3 - Esondazioni e inondazioni.....	89
5.4 - Dissesto idrogeologico in Italia.....	90

Parte seconda

Il fiume nelle politiche e nei progetti: proposte d'integrazione

Capitolo 6. Pianificazione territoriale per le acque.....	93
6.1 - Evoluzione legislativa e frammentazione degli strumenti di governo.....	94
6.2 - <i>Governance</i> fluviale sovraordinata: dai piani di bacino ai distretti.....	97
6.3 - Piani Paesaggistici e dimensione fluviale.....	108
6.4 - Contratti di Fiume e altri Accordi di Programma.....	113
Capitolo 7. La controtendenza e il dominio dell'emergenza.....	119
7.1 - L'esperienza italiana: inondazioni in territori a secco.....	124
7.2 - Piani della Protezione Civile: pianificazione e prevenzione?.....	128
Capitolo 8. Restituire il fiume al territorio: oltre l'emergenza.....	134
8.1 - Confluenze e divergenze: alcuni casi studio.....	134
8.2 - Intervento o non intervento sul sistema fluviale.....	135
8.3 - Azioni su scala di bacino e tutela delle aste minori.....	138
8.4 - Esempi virtuosi di gestione fluviale e perifluviale.....	141

Parte terza

Un modello di gestione integrata

Capitolo 9. La Riqualificazione Fluviale come principio di <i>governance</i> multilivello.....	158
9.1 - Coordinate metodologico-operative: principi guida e meta-obiettivi.....	160
9.2 - Criticità e opportunità: il ruolo dei fiumi per il progetto di territorio.....	161
9.3 - Imparare dalla storia e dagli errori per progettare il futuro.....	162
9.4 - Il Contratto di Fiume come raccordo degli strumenti.....	168
Capitolo 10. L'approccio proposto: un'esplorazione applicativa.....	170
10.1 - Il caso toscano e l'invariante strutturale mancante.....	170
10.2 - Arno e Tevere: due grandi bacini a confronto.....	173
10.3 - Un abaco per i morfotipi fluviali.....	180
Conclusione.....	196
Riferimenti bibliografici.....	205

Introduzione.

Il presente lavoro analizza la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua come problema tecnico scientifico composito e affrontabile ricorrendo a diversi settori disciplinari. Il contributo specifico che si vuole dare è quello di colmare il vuoto operativo rilevato nei Piani territoriali in materia fluviale. La ricerca cerca di documentare i procedimenti che nel tempo hanno alimentato i vari problemi inerenti l'ecosistema fiume. Dalle numerose testimonianze consultate è emerso che spesso i risultati attesi, promessi dalle autorità in sede di avvio dei lavori, venivano giustificati in maniera approssimativa o, più semplicemente, rinviati. Il consenso generale a questa tendenza, o anche solo la passiva accettazione della stessa da parte della cittadinanza non ha fatto altro che contribuire – più e meno inconsapevolmente – ai piccoli e grandi disastri fluviali, comportando un'infinità di ulteriori implicazioni empiriche. Tuttavia l'importante in questa sede non è tanto individuare un colpevole, quanto semmai risalire alle cause materiali del problema e recuperare, laddove possibile, gli spazi (materiali e immateriali) per introdurre se possibile fattori di reversibilità del processo dannoso (ad esempio ricercando “suggerimenti” nella toponomastica urbana e rurale¹ o negli elementi patrimoniali del territorio).

Purtroppo è anche vero che, almeno nel caso italiano, il mix tra approssimazione, abusivismo e eccessiva fiducia nella gestione centralizzata delle acque è stato spesso controproducente e ha determinato, nel caso dei rischi e dei problemi connessi all'ambito fluviale, una sensibile radicalizzazione del problema, al limite della confusione, soprattutto se si considera che il rischio idraulico/idrogeologico è capillare e si ripercuote a catena lungo il percorso. Un esempio valido per tutti è dalle drammatiche alluvioni ripetutesi sistematicamente a partire dagli anni '50 nel Polesine e ripercossesi a lungo anche sulla fiscalità nazionale, nell'ignoranza (o nella smemoratezza) dei contribuenti.

Le cause delle emergenze idrica e idrogeologica (nazionali e locali che siano) sono da ricondursi in parte alle particolari caratteristiche idro-geomorfologiche della nostra penisola, caratterizzata da una pluralità di ambienti naturali e antropici, difficili da gestire attraverso un unico approccio tecnico. Ma sono riconducibili in parte anche alla cattiva gestione delle specificità climatiche e ambientali locali nel governo del

¹ Cfr. Progetto di Ricerca su Catalogo degli idronimi della Toscana [Lucchesi, 2016].

territorio. Questa situazione, alla luce della relativa inadeguatezza delle principali discipline di riferimento, determina spesso incertezza operativa degli addetti ai lavori, con conseguenze per il sistema naturale e antropico. Dai numerosi studi inerenti la gestione dei rischi idraulici e idrogeologici emerge anche una sorta di frattura tra gli approcci tecnico e partecipativo. Anche per questo motivo, la lacuna più importante è forse rappresentata dall'assenza di un progetto strategico integrato, che sappia valorizzare i diversi contesti fluviali, a sua volta conseguenza del fatto che i piani e i progetti non si sono mai curati (se non in maniera difensiva) della gestione dei corsi d'acqua in modo interdisciplinare e patrimoniale.

I più recenti strumenti di governo intersettoriali come il Piano Paesaggistico, il Codice dell'Ambiente, gli strumenti operativi del Contratti di Fiume a cui fanno riferimento piani come il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) possono dare un importante contributo alla gestione del problema. Ecco perché, nella prospettiva interdisciplinare qui intrapresa, diventa fondamentale alimentare le politiche per la regolamentazione e la diffusione di buone pratiche per il governo dei sistemi fluviali, sia a livello territoriale (es. stesura dei Piani Strutturali) che ai livelli sovraordinati (es. pianificazione di area vasta e aree metropolitane), che, ancora, a livello urbanistico (es. procedure dei Piani Operativi e Attuativi). Ne sono un esempio strumenti mirati quali i Contratti di Fiume, che rappresentano un punto di contatto tra la programmazione negoziata e quella di settore. Il fatto di avere, nei casi più fortunati, strumenti deboli o obsoleti di pianificazione non mette a repentaglio solo l'efficacia degli interventi, ma anche l'efficienza dell'apparato tecnico amministrativo preposto a regolamentare la delicata materia idrogeologica (a maggior ragione nell'attuale regime di ristrettezze economiche). Questo può impattare negativamente sul rapporto tra la base (la cittadinanza) e i vertici (i *policy makers*) dell'apparato politico di un territorio, aumentando non solo il senso di sfiducia nei confronti della pianificazione, ma anche lo scollamento tra territorio e identità.

E' dopo episodi come le alluvioni, che il fiume viene sempre più fortemente percepito come un problema da "arginare" con ogni mezzo. Questo approccio può essere cambiato, non solo perché disponiamo delle conoscenze tecniche per mitigare gli effetti di tali disastri, ma soprattutto perché esistono gli strumenti che ci consentirebbero di implementarle. E' opportuno sottolineare come, all'interno della gestione dei bacini idrografici, spesso si sia fatto ricorso a opere di ingegneria idraulica e/o opere di ingegneria naturalistica. Tuttavia, soltanto attraverso la corretta e

integrata progettazione di tali attività si permetterebbe al sistema insediativo locale di trarre vantaggi in termini riduzione del rischio, e ottenere, di conseguenza, una diminuzione di disastri legati alle calamità naturali (senza considerare gli ulteriori vantaggi in termini di qualità dell'acqua e di "benessere" dell'intero ecosistema fiume). La gestione di fiumi e torrenti da parte delle tecniche classiche d'ingegneria e di agraria prevedeva di regolare le acque sottoponendole ad un determinato regime (per esempio attraverso affossature, baulature, canalizzazioni oppure tramite l'uso di argini, briglie, dighe e traverse). Questo ha causato non raramente esondazioni extra e dissesti idrogeologici importanti, nonché un deterioramento dello stato ecologico dei fiumi (qualità chimica, biologica e geomorfologica).

Tramite il ripristino delle funzioni delle naturali aree di esondazione, la rinaturalizzazione delle fasce riparie e la rimozione di opere cementizie l'ecosistema fluviale riacquisterebbe una sua dinamicità. La gestione della risorsa idrica in ambito fluviale risulta quindi una delle sfide più delicate per molte ragioni già in parte accennate, ma tra le più importanti ricordiamo: la riduzione del rischio idraulico e idrogeologico e dei fenomeni di dissesto, l'aumento delle potenzialità dei servizi ecosistemici, la conservazione di specie e habitat, il miglioramento della qualità delle acque, la riconnessione della rete ecologica e la conseguente riduzione delle barriere antropiche.

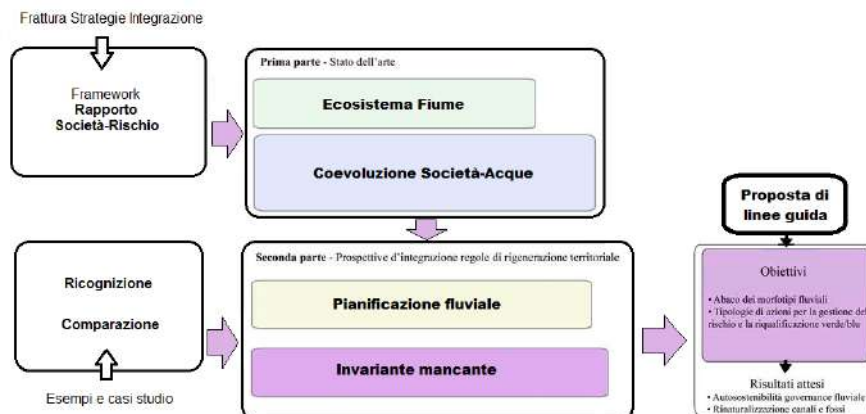
Tra i principali risultati della presente ricerca troviamo la definizione di un abaco delle morfotipologie territoriali dei contesti fluviali a cui applicare linee guida multiscalari e l'individuazione di tipologie di azioni relative alla gestione del rischio riferite alle diverse morfologie territoriali (es. pianura alluvionale urbanizzata, pianura alluvionale in contesti montani, ecc.): delocalizzazione, adattamento degli edifici, tipologie specifiche di monitoraggio. Nonostante l'intento tecnico-operativo sotteso alla trattazione, va infine riconosciuto che non è possibile escludere del tutto una ancorché minima componente "emotiva" del rapporto tra l'essere umano e il fiume, soprattutto laddove la relazione tra i due diventi piuttosto pericolosa: è il caso dell'atavico timore suscitato dalla violenza delle precipitazioni e, in conseguenza di esse, dalle alluvioni e dai dissesti. Dopotutto, come ricorda anche Milani [2008, p.137]

«[...] il mito dell'inondazione catastrofica narrata nell'epopea sumero-babilonese, nella Bibbia e in altre mitologie nascondeva lo spettro della fine del mondo. Nella seconda metà del Seicento la tesi diluviale suscitò molto interesse ed ebbe una grande influenza anche negli anni successivi promuovendo varie teorie secondo le

quali le montagne o gli abissi marini erano il risultato di uno sconvolgimento causato da questo terribile fenomeno naturale, manifestazione dell'ira divina. Tuttavia il terrore del Diluvio era ben presente nell'inconscio collettivo europeo da tempo: cronache d'epoca informano che nel 1525 ci fu un momento di vero e proprio panico».

Non c'è quindi da stupirsi se alla gestione della risorsa idrica siano legate non solo problematiche di sicurezza, ma anche questioni identitarie, a loro volta importanti per potenziare o recuperare strumenti di partecipazione. Tutto ciò trova un senso nel fatto che il fiume non venga più “subìto” ma “vissuto”, e che il territorio fluviale non sia più percepito come “staticamente” minaccioso, ma come benevolo e gradevole nonostante l'intrinseca mutevolezza.

Lo studio è stato suddiviso in due parti principali. Nella prima parte viene definito lo stato dell'arte, mentre nella seconda si formulano proposte operative a partire dai casi concreti.



La prima parte esordisce con la definizione delle caratteristiche fisiche, morfologiche, ecologiche dei fiumi e prosegue ricostruendo la coevoluzione tra sistemi idrici e società occidentale. Le critiche si focalizzano nei confronti di precisi tipi di ingegneria e di tecniche agricole, nonché nei confronti di un certo tipo di urbanistica “disattenta” rispetto al problema della gestione delle acque e degli spazi fluviali. Questo perché è dall'accumularsi di piccole e grandi “disattenzioni” che deriva un sensibile aumento del rischio idraulico e idrogeologico (il passaggio dalla città “sul” fiume alla città “nel” fiume). L'intersezione con altri grandi problemi della pianificazione territoriale (ciclo del cemento e abusivismo edilizio, tecniche

d'irrigazione, ecc.) rende l'analisi particolarmente complessa obbligando comunque a una certa prudenza prima di giungere a conclusioni affrettate. E' anche vero che oggi disponiamo di conoscenze e tecniche che facilitano enormemente l'analisi di quanti, in qualità di tecnici o politici, ci hanno preceduto. A questo proposito, meritano una menzione i contributi offerti dalle tecnologie per la descrizione e la gestione del dato fluviale, che sia esso acquisito in remoto o che rilievi di campagna, soprattutto nell'attuale epoca di *climate change* per la quale la velocità di acquisizione delle informazioni geospaziali potrebbe dare un contributo importante alla gestione degli altrettanto veloci cambiamenti climatici.

Nella seconda parte la prospettiva viene ribaltata: l'intento è procedere, sì, con l'analisi teorica ma in funzione di delineare prospettive concrete di inversione di rotta. Inevitabile quindi esordire con lo studio degli strumenti della *governance* fluviale, partendo da PIT e Piano Paesaggistico, passando per i piani e progetti per i corsi d'acqua e arrivando ai Contratti di Fiume e agli altri Accordi di Programma. Emerge come i Piani siano per così dire "monchi" di una invariante strutturale: quella fluviale. E tale assenza limita enormemente le possibilità di dialogo con i Piani di Gestione del Rischio Alluvione; gli attuali Contratti di Fiume hanno inoltre carenze operative che impediscono loro di mettersi in relazione e l'unica prospettiva possibile per creare un dialogo, un nuovo raccordo, potrebbero allora essere i progetti, nel momento in cui la progettazione tornasse ai Comuni.

L'analisi di alcuni casi italiani e stranieri rinforza questa ipotesi, sia quando ci si occupa dei vari tipi di interventi sul sistema fluviale, che quando si analizzano le azioni si scala di bacino, che quando si approfondisce la tutela delle aste minori (progetti a grande scala). La prospettiva teorico-pratica qui proposta come almeno in parte risolutiva è quella della Riqualificazione Fluviale da cui discende l'ipotesi di una pianificazione fluviale per morfotipi. Ma non senza alcune cautele. Nell'affrontare problemi attinenti ai modelli di governo del territorio, si è evitato di cadere, anche involutamente, in qualche forma di populismo scientifico, per assicurarsi un "riparo" sia metodologico che epistemologico. La prospettiva della rinaturalizzazione degli alvei non viene pertanto proposta come panacea di tutti i mali, in contrapposizione ai "mali assoluti" di una gestione obsoleta e tendenzialmente verticistica del territorio. Semmai viene presentata come un'alternativa da provare a percorrere per rinnovare l'approccio tecnico-operativo esistente con l'apporto di una visione metodologicamente rigorosa ma di più ampio respiro.

PARTE I
STATO DELL'ARTE

1 – Alle radici dell’essenza del fiume

In questa sede introdurremo alcune nozioni che spesso non sono state adeguatamente approfondite dalla pianificazione territoriale e urbanistica. Questo è evidente in particolare nel nostro paese, dove le politiche e gli strumenti per il governo del territorio fluviale hanno visto, nel migliore dei casi, l’attuazione di un approccio spaziale – tipicamente rappresentato dalla messa in opera di “parchi fluviali” – che molto spesso non è entrato nel merito della complessità di un ecosistema fluviale propriamente inteso.

Per avvicinarsi gradualmente “rigenerazione fluviale” si procederà pertanto richiamando i fondamentali di un approccio integrato alla dimensione fiume.

1.1 - Ecologia di un corso d’acqua

Quando pensiamo a un corso d’acqua, possiamo concepirlo come un essere vivente: in tal caso dovremmo assumere una prospettiva di stampo ecologico. Potremmo anche voler apprezzare la valenza estetica di un fiume: in tal caso probabilmente ci avvaleremmo delle discipline paesaggistiche tradizionali¹. Infine potremmo porci il problema di come sia giusto rapportarsi con l’elemento idrico: un problema morale, in parte connesso ai precedenti, intorno a cui si può imbastire un discorso prettamente etico.

I tre approcci disciplinari su citati si sono già occupati del fiume in maniera più o meno diretta, con gradi di approfondimento (e in tempi) diversi, ma più recenti discipline tentano di fonderli in uno solo, intersettoriale e integrato.

In materia di ecologia fluviale possiamo rifarci agli studi di Chapman:

¹ Precedenti quindi al superamento della sola accezione percettiva avvenuto in parte grazie anche alla Convenzione Europea del Paesaggio (2000).

nell'ultimo trentennio dello scorso secolo si faceva infatti distinzione, all'interno dell'ecologia classica, solo tra tipologie di ecosistemi. Quando parliamo di ecologia (dal greco *oikos* e *logos*) ci riferiamo solitamente allo studio dell'ambiente, o meglio della vita nei suoi aggregati sistemici, detti ecosistemi [Odum, 1963]. Con le parole di Jenny L. Chapman [2004] potremmo definirla come «lo studio degli organismi in relazione con il mondo circostante in cui vivono, il quale costituisce il loro ambiente»². Egli introduce un'importante distinzione tra ecosistemi acquatici, delle paludi, delle zone umide e delle zone d'inondazione. Un ecosistema delle zone di inondazione è un particolare tipo di ecosistema delle zone umide che ottiene acqua dai fiumi. Tali tipologie di ecosistemi hanno una fortissima dipendenza stagionale e risultano pertanto molto sensibili ai cambiamenti climatici o alle modifiche del microclima a seguito di interventi antropici³.

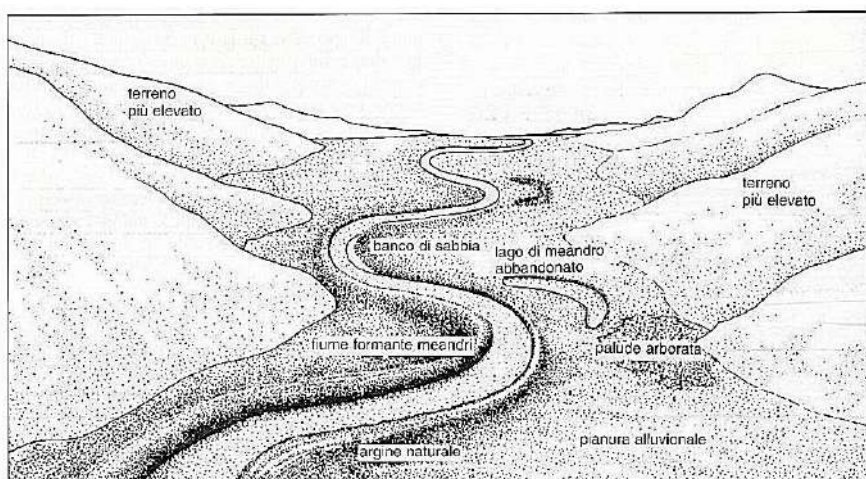


Fig. 1 - Una valle fluviale matura [Chapman, 2004]

Una più recente e raffinata definizione di ecosistema fluviale è basata sul

² L'ecologia si occupa quindi delle interazioni degli organismi tra loro e tra gli stessi e l'ambiente circostante. A scala di maggior dettaglio si parla piuttosto di "habitat", termine utilizzato in ecologia per indicare il luogo in cui vive un determinato organismo (da non confondersi con "nicchia", che si riferisce a come un organismo si pone in relazione con il proprio ambiente fisico e biologico). In ecologia si definisce "popolazione" l'insieme degli individui della medesima specie che popolano lo stesso ecosistema o si usa "meta-popolazione" se ci si riferisce a sub-popolazioni tra loro connesse attraverso uno scambio discontinuo di informazione genetica. È infine necessario introdurre anche il concetto di "comunità": situazione in cui organismi di più specie vivono insieme in forma associata e hanno mutue reciproche e con l'ambiente che li circonda.

³ Ciò è molto più evidente in un'epoca di *Climate Change* come la nostra.

concetto di "ecotono"⁴. In ambienti naturali, ma, ancora, in ambienti semi-naturali, il confine tra l'ecosistema acquatico e quello terrestre non è netto, ma sfuma in un'area di transizione più o meno estesa. Queste zone di interfaccia sono caratterizzate da un'elevata eterogeneità fisica (geomorfologica ed ecologica) che genera una grande diversità di condizioni ambientali per i vegetali e gli animali (nicchie, aree di intercettazione del flusso dei nutrienti, rifugi per animali, aree di sosta e di riproduzione, ecc.) e paesaggistiche [CIRF, 2006]. Tali corridoi ecologici ecotonali fluviali

«[...] giocano il ruolo di santuari per specie fortemente legate ai sistemi ripari e quello di vettore per la propagazione di molte altre specie dai sistemi adiacenti; creano una continuità e sviluppano connessioni con gli ambienti vicini, spesso frammentati (parcelle coltivate, pascoli, boschi, abitati). Le formazioni vegetali che li colonizzano, essendo composte da un mosaico di specie erbacee, arbustive ed arboree, spesso pluristratificato, costituiscono una riserva genetica di grande valore e sono anche meglio adattate ai cambiamenti ambientali drastici; così le aree denudate dalle piene sono rapidamente ricolonizzate da specie pioniere, che preparano il terreno alle specie più esigenti che le sostituiranno, in una successione ecologica e spaziale ben definita, ma continuamente "disturbata" (cioè arricchita, diversificata, ringiovanita) dalle piene. Sì, in queste fasce il disturbo è vita [...]».
[CIRF, 2006]

L'importanza ecologica dei corsi d'acqua è di conseguenza legata anche:

- ai processi evolutivi e ai cicli biogeochimici: in particolar modo in prossimità dei paesaggi antropizzati (agricoli o urbani) delle pianure, dove i corsi d'acqua sono spesso gli unici ecosistemi rimasti;
- al valore di esistenza⁵ dei diversi ecosistemi che si "incontrano" e si "compongono" in prossimità di essi (mosaico paesaggistico).

Detto ciò si sottolinea che in ambito paesaggistico l'interesse per il fiume e per l'elemento idrico in generale è sicuramente più antico. Se pensiamo, infatti, ai primi insediamenti umani delle popolazioni del periodo protoagricolo⁶, possiamo immaginare come l'uomo avesse già bisogno di acquisire informazioni sull'ambiente circostante attraverso un'operazione di cosciente mutualismo con il sistema ambientale [Ingegnoli, 1999]⁷. Tuttavia, per quel che attiene alla nostra trattazione, è più opportuno focalizzarsi sul

⁴ Zone di contatto [Farina, 2001].

⁵ Cfr. Marinelli e Maroni [2013].

⁶ Prima dell'agricoltura, solo caccia e raccolta.

⁷ Ne sono probabilmente un esempio le raffigurazioni dei villaggi del Neolitico rinvenute in diversi siti archeologici [Forman e Gordon, 1986].

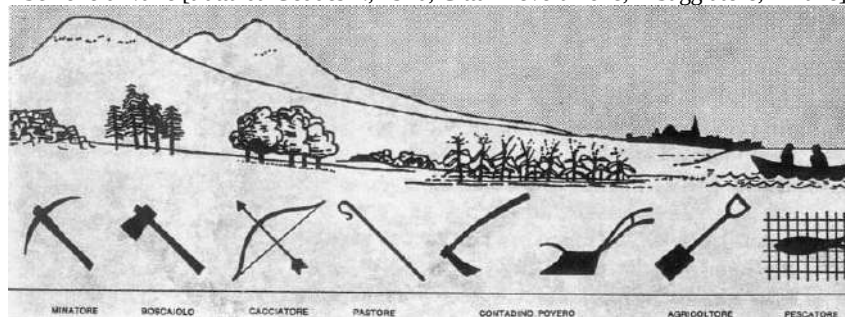
periodo che va dal diciottesimo al diciannovesimo secolo: è infatti in quell'intervallo che si colloca il passaggio da un'idea esclusivamente estetica del paesaggio ad una concezione più estesa dal punto di vista territoriale e patrimoniale.

Si devono agli architetti paesaggisti inglesi⁸ i primi tentativi di inversione di marcia dal formalismo francese della concezione estetica di paesaggio a una progettazione urbanistica più integrata con l'ecosistema naturale. In particolare ricordiamo anche gli studi di Patrick Geddes che si può considerare il pioniere dell'ecologia urbana e dell'architettura del paesaggio. Attraverso il suo modello della "sezione di valle"⁹ egli introduce concetti e indirizzi fino ad allora considerati esclusivi della geografia e della geomorfologia nelle pratiche di pianificazione urbanistica e paesaggistica. Gli elementi fondativi del transetto di Geddes si riferiscono al forte legame coevolutivo tra città e regione ad essa circostante (e che la contiene¹⁰). I fattori in comune tra la bioregione¹¹ e l'ecologia possono quindi essere ricondotti in gran parte al bilanciamento delle risorse e alla necessità di trovare un equilibrio tra la crescita economica (di quell'epoca) e il mantenimento di un sistema ecologico "sano" e "funzionale". Il fiume, così come il bosco o il mare, entra a far parte del progetto architettonico e urbano come componente dinamica e integrata.

Un esempio di interesse paesaggistico in ambiente fluviale è quello che segue, relativo a un caso del Trentino Alto-Adige. La riflessione scaturita dal testo riportato anche se inizialmente riferita agli aspetti fruitivi del paesaggio è rappresentativa dell'esigenza di un approccio descrittivo e analitico più completo e sostenibile:

⁸ Cfr. Ian L. McHarg [1969].

⁹ Sezione di valle [tratta da Geddes P., 1970, *Città in evoluzione*, Il Saggiatore, Milano].



¹⁰ Il bacino bioregionale.

¹¹ Cfr. Snyder [1995], Magnaghi [2010] e gli scritti di Peter Berg [Glottfelty, 2014].

«La categoria di fruizione maggiormente interessata al paesaggio legato al fiume è quella legata alla presenza di elevati livelli di naturalità. Il paesaggio fluviale soprattutto nelle pianure urbanizzate rappresenta l'ambiente dove le dinamiche naturali hanno ancora libero sfogo e dove quindi si esprime al meglio il bisogno sociale di "ritrovarsi con la natura". [...] Un modello particolarmente adeguato per le analisi del paesaggio sono gli indicatori ambientali sintetici. Un modello di valutazione del paesaggio dell'Adige nel quale la qualità visiva del paesaggio è data dalla somma delle qualità visive delle sue singole componenti così identificate: 1. emergenze architettoniche; 2. viabilità e infrastrutture; 3. elementi vegetazionali; 4. elementi d'acqua; 5. altri elementi; 6. scena visiva [...]. Quanto agli elementi d'acqua occorre puntare l'attenzione non solo sul fiume in quanto elemento centrale e onnipresente nella realtà in esame, ma anche su canalizzazioni minori, fossi e zone umide, registrandone anche l'associazione con la vegetazione spondale¹²».

Proponendo infine una riflessione di carattere filosofico, il fiume e più in generale l'acqua hanno suscitato le riflessioni dei pensatori sin dalla notte dei tempi. Ai fini del nostro studio ciò che principalmente rileva è la contrapposizione tra due concezioni: l'essere umano come tutt'uno con l'ambiente, e quindi anche con il fiume, e l'essere umano come antagonista dell'ambiente e quindi anche del fiume. È evidente che da due punti di vista così contrapposti possono discendere concezioni radicalmente diverse inerenti il modo più "giusto" in cui rapportarsi al fiume. Il nostro punto di vista sulla questione è però più scientifico che non filosofico, o meglio: è il punto di vista di chi cerca di integrare l'osservazione del sistema ambientale nella propria concezione del mondo. Per questo rinviando la discussione intorno a ciò che potrebbe essere "giusto" – o, se preferite, "opportuno" – alla conclusione del presente studio, di modo che la visione etica del fiume si costruisca gradualmente, man mano che scomponiamo il problema scientifico all'interno delle sue molteplici parti.

1.2 - Geografia di un corso d'acqua

L'approccio geografico al fiume ricostruito in maniera diacronica ci permette di concepire l'elemento idrico, al pari di qualunque altro elemento

¹² Autorità di Bacino dell'Arno [2000], pp.218-220.

sulla Terra, come qualcosa di mobile. Non ci riferiamo soltanto a fenomeni ciclici a breve termine come le piene¹³, ma anche a fenomeni di più ampia portata in senso spazio temporale, quali la nascita di nuovi corsi d'acqua, o significativi spostamenti o ancora “morte” di fiumi anche antichissimi.

L'antica teoria del ciclo di vita di un corso d'acqua¹⁴ [Davis, 1900] prevede tre stadi di evoluzione:

- giovinezza, la massa d'acqua scorre impetuosa in un alveo roccioso o ciottoloso irregolare spesso interrotto di cascate e salti o incassato tra pareti a forte pendenza (periodo di erosione massima);
- maturità, profilo dell'alveo più regolare e periodo in cui inizia il deposito di materiali grossolani con un allargamento del fondovalle per l'erosione laterale (formazione di meandri e terrazzi alluvionali);
- vecchiaia, fase di deposito, corrispondente alle aree pianeggianti, durante la quale il fondovalle è ampio e ricoperto interamente di materiali alluvionali (la forma dell'alveo si modifica molto rapidamente e stagionalmente).

È opportuno a questo punto definire il bacino idrografico come quella porzione di territorio che, a causa della sua conformazione orografica, raccoglie acque meteoriche o provenienti dalla fusione di ghiacciai o nevai che scorrono confluendo tutte verso un solco d'impluvio dando origine ad un corso d'acqua, o ancora verso una conca o depressione dando origine ad un lago o a una zona paludosa. Esso differisce dal bacino idrogeologico¹⁵ in quanto quest'ultimo non considera il solo deflusso di acque superficiali, ma anche lo scorrimento sotterraneo dovuto all'infiltrazione che dipende dalla situazione stratigrafica e dalla conformazione geologica del sottosuolo. Se le

¹³ «In idrografia, stato di un corso d'acqua, fluviale o torrentizio, durante il quale la portata supera quella media annua, o a seguito di piogge abbondanti, o per il rapido scioglimento di nevi, o per l'accumularsi, durante il disgelo, di ghiacci in movimento nei punti più stretti dell'alveo» [Treccani].

¹⁴ Cfr. anche Davis (1909).

¹⁵ Il bacino idrologico è sommariamente compreso tra la sommità dei rilievi superficiali della crosta terrestre ed il bacino idrogeologico sottostante. Quest'ultimo è definito, a sua volta, come il luogo delle acque sotterranee corrispondente in superficie al bacino idrologico ed ovviamente delimitato inferiormente dall'acquifero. I suoi limiti sono definiti dalla struttura geologica sotterranea, che corrisponde generalmente a un bacino sedimentario. Mentre «[...] un bacino idrografico è davvero una regione omogenea [...] e quindi qualsiasi intervento di regimazione – ma oggi pensiamo prioritariamente agli interventi di depurazione, soprattutto di disinquinamento – dovrebbe essere studiato in maniera organica, in un'ottica globale e di insieme, considerando non solo il fiume, ma tutte le acque che acqua fendono su di esso e che quindi ne influenzano la vita (portata, qualità delle acque, ecc.) mediante gli affluenti e in particolare i grandi affluenti ». [Rombai, 1988]

acque raccolte sono solo quelle dovute alle precipitazioni si parla di bacino imbrifero [Greppi, 2009].

È oltretutto curioso scoprire come dal passato – anche remoto – ci siano pervenute testimonianze di mutamenti fluviali continui, spesso irreversibili, le quali mostrano una “consapevolezza” della natura dei corsi d’acqua che stride notevolmente con la concezione statica del fiume che sembra prevalere ai giorni nostri. Di seguito alcuni esempi storici del modo in cui cambia la rappresentazione dei fiumi e dei bacini fluviali nella cartografia e nelle rappresentazioni storiche.



Fig. 2 – Rappresentazioni a scala di bacino tra il 1600 e il 1800 in Italia [Rombai, 1988]

1.3 - Geomorfologia fluviale

La lettura descrittiva del fiume diventa però più completa se integrata con conoscenze di ambito geomorfologico¹⁶. In seno alla geomorfologia si è poi sviluppata una branca, detta appunto geomorfologia fluviale, che si può

¹⁶ La geomorfologia (dal greco *γη* (*ge*), in italiano "Terra" e *μορφή* (*morfé*), "Forma" e *λογος* (*logos*), "Discorso, Trattato") è una branca della geografia fisica che studia la morfologia della superficie terrestre, cioè le forme che costituiscono il rilievo del territorio, investigandone l'origine e l'evoluzione. In particolare, studia le correlazioni tra la morfologia del terreno, le sue caratteristiche litologiche e gli agenti che lo hanno modellato. Viene comunemente riferito allo studio della superficie delle terre emerse, ma può anche essere usato riferendosi allo studio dei fondali marini e di altri pianeti [Chorley, 1985].

definire come:

«[...] studio dei processi di produzione, flusso ed immagazzinamento di sedimenti nel bacino idrografico e nell'alveo fluviale nella breve, media e lunga scala temporale, e delle forme risultanti nell'alveo e nella piana inondabile» [Newson e Sear, 1993].

Il sistema fluviale che fa parte di un bacino idrografico può essere suddiviso in tre zone secondo il noto schema proposto da Schumm (1977), basato sullo spostamento dei sedimenti fluviali:

- produzione, rappresenta la porzione alta del bacino (erosione, frane);
- trasferimento, spostamento dei sedimenti verso valle da parte dei corsi d'acqua principali del sistema;
- accumulo, porzione più valliva del bacino idrografico che rappresenta l'area di prevalente accumulo.

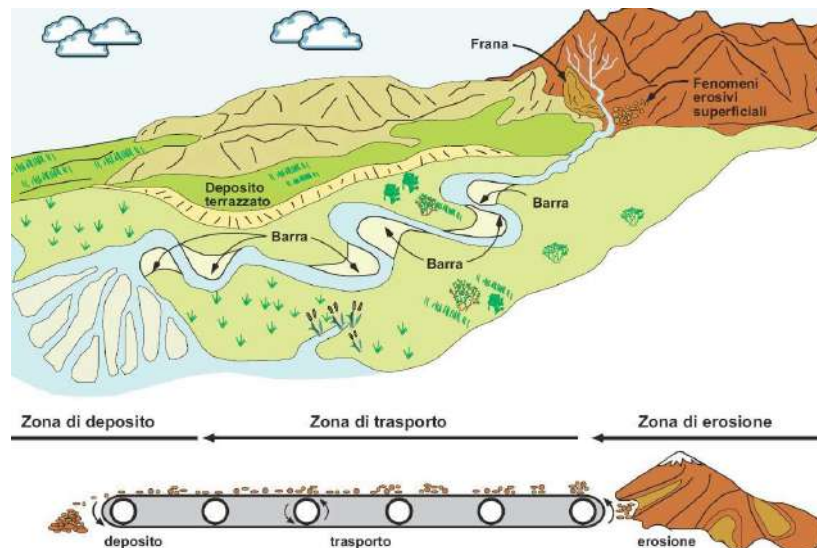


Fig. 3 - Le tre zone fluviali [Schumm, 1977]

In continuità con il ciclo di vita di Davis, incontrato poco sopra, possiamo quindi affermare che i relativi processi di interscambio dei materiali per ognuna delle tre zone di Schumm portano alla formazione dei tre ambienti fluviali prevalenti: montagna/collina, area pedemontana/pedecollinare e pianura.

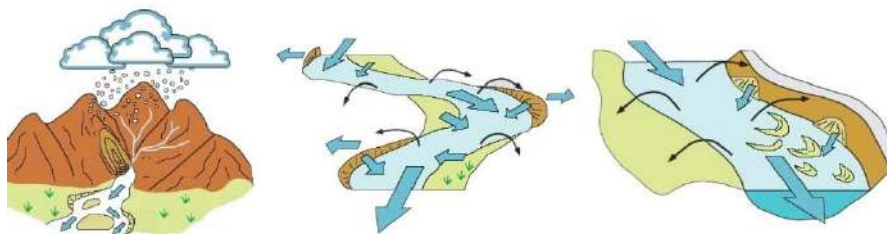


Fig. 4 - I tre ambienti fluviali [Schumm, 1977]

Le tre situazioni individuate in base al grado di confinamento dei corsi d'acqua non sono sempre ben distinte ed è tuttavia possibile una alternanza di tratti non confinati e confinati se il corso d'acqua attraversa bacini compresi all'interno di catene montuose o rilievi collinari. Per quanto riguarda le dimensioni dei corsi d'acqua Church [1992] propone uno schema di suddivisione degli alvei rispetto al diametro dei sedimenti presenti sul fondo: alvei di piccole dimensioni o corsi d'acqua piccoli, alvei di medie dimensioni o corsi d'acqua intermedi, alvei di grandi dimensioni o corsi d'acqua grandi.

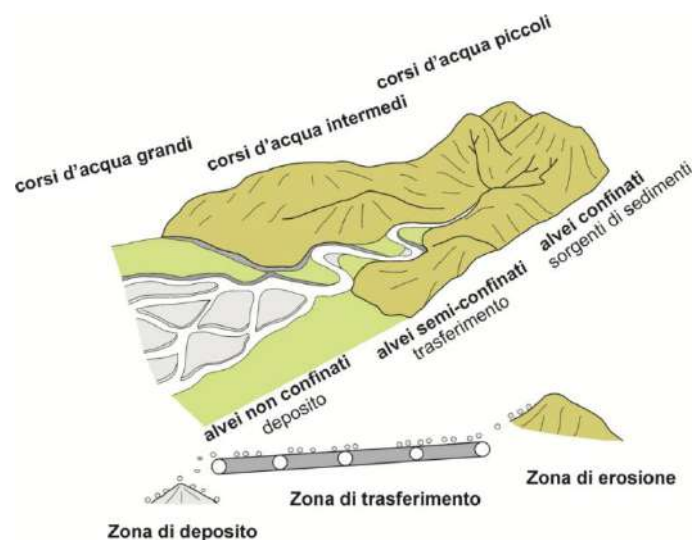


Fig. 5 - Le tre tipologie di alveo [Church, 1992]

I corsi d'acqua sono quindi sistemi altamente dinamici. I tre fenomeni che, alternandosi, determinano tale dinamicità sono: erosione, trasporto e sedimentazione. Questi processi modellano il "profilo longitudinale" di un fiume caratterizzato da una diminuzione della pendenza dalla sorgente alla foce (o confluenza nel caso dei sottobacini minori). Per quanto riguarda la

dinamicità del profilo geomorfologico-sedimentario dei corsi d'acqua Cencetti [2001] individua i presupposti per la delimitazione delle aree di pertinenza fluviale in funzione dei processi geomorfologici¹⁷. Per tale delimitazione l'autore propone una sorta di «ricostruzione dell'estensione del vecchio letto, che rappresenta la massima espansione in senso planimetrico prima dello sfruttamento agricolo intensivo» [Cencetti, 2001] in funzione di studi preliminari inerenti:

- problemi dell'instabilità dell'alveo e delle fasce fluviali per l'estrazione di inerti;
- analisi di confronto tra le condizioni sedimentarie prima e dopo la costruzione delle opere di sistemazione idraulica e delle arginature;
- dinamiche di estensione delle aree agricole di tipo intensivo.

In un'ottica strategica di gestione fluviale approfondire tali aspetti può contribuire al mutamento del "profilo longitudinale" del corso d'acqua. Le cartografie storiche in questi termini sono una preziosa memoria da tenere sempre in considerazione per la ricostruzione del vecchio letto fluviale con criteri scientificamente validati dal punto di vista della geomorfologia e dell'ecologia fluviale.

¹⁷ La geomorfica quantitativa [Strahler, 1957] (o geomorfologia quantitativa) consiste nell'applicazione di metodi matematico-statistici allo studio delle forme del rilievo, allo scopo di attribuire una dimensione numerica e quantificare l'intensità dei processi geomorfici per elaborare modelli matematici.

In riferimento al concetto di modello matematico è necessario introdurre alcuni elementi di modellistica. La realtà che noi percepiamo attraverso i sensi può essere considerata come un insieme di oggetti, con certe proprietà, che interagiscono tra di loro. Un modello ha lo scopo di rappresentare questi oggetti, chiamati entità, e le loro relazioni in maniera più fedele possibile al mondo reale. Anche se una rappresentazione della realtà non potrà mai essere perfettamente fedele, in ambito scientifico si è sempre cercato di ridurre al massimo il margine di errore. In questa "sfida" l'uomo si è avvalso prevalentemente della matematica, i cui concetti, assieme a quelli fisici, sono diventati essenziali per la comprensione del sistema ambientale, del territorio e per la rappresentazione delle entità del mondo reale e dei loro reciproci meccanismi di interazione. La modellistica può quindi essere considerata uno strumento il cui scopo è proprio quello di affrontare i problemi del mondo reale tramite la matematica.



fotointerpretazione da ortofoto¹⁹ o immagini SAT²⁰, oppure più classiche come per l'uso di cartografie storiche) l'autore sottolinea in altri studi [2002] come, per evitare il degrado dei corsi d'acqua italiani, sia necessario ricorrere a una

«[...] conoscenza intesa come comprensione dei processi che regolano la dinamica degli alvei fluviali, come identificazione delle tendenze evolutive naturali dei corsi d'acqua e, infine, come individuazione di quegli interventi, avvenuti attraverso i secoli, che non solo hanno impedito e impediscono tuttora la corso d'acqua di evolvere naturalmente, ma spesso costringono il fiume a reagire in maniera giudicata spesso inaspettata e imprevedibile».

Un altro studio interessante è quello di Hogan e Luzi [2010], i quali descrivono le forme e i processi di formazione di fiumi e torrenti in ambito montano e forestale per arrivare a un quadro completo della morfologia dei corsi d'acqua di tutto il bacino. All'interno del loro contributo, che rappresenta anche un valido approfondimento rispetto ad alcune problematiche geomorfologia fluviale fin qui incontrate, particolarmente utile è il capitolo dedicato alla realizzazione dell'abaco delle tipologie fluviali:

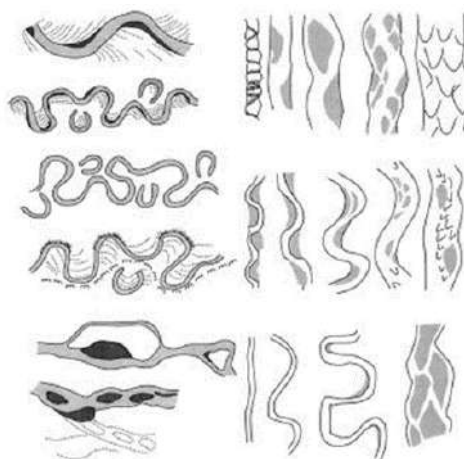


Fig. 7 - Estratto relativo alla rappresentazione della forma di fiumi e torrenti

¹⁹ Fotografia aerea georeferenziata che ha subito procedimento di ortorettifica in modo tale che la scala di rappresentazione della fotografia sia uniforme e che si possa usare per misurare distanze reali.

²⁰ Fotografia aerea scattata da un satellite artificiale per il telerilevamento che rappresenta la Terra e suoi elementi. Si definisce in base a quattro diversi tipi di risoluzione: spaziale (dimensione del pixel), spettrale (numero di bande spettrali del sensore di acquisizione), temporale (intervallo degli scatti del sensore) e radiometrica (numero di diverse intensità della radiazione che il sensore distingue).

Ulteriore conferma dell'imprescindibilità di un approccio interdisciplinare è poi data dall'articolo di Benvenuti, Mariotti-Lippi, Pallecchi e Sagri [2006], che si focalizza sulla ricostruzione preistorica degli aspetti geomorfologici del tratto finale del fiume Arno, e dall'articolo di Pallecchi, Benvenuti e Cianferoni [2010], che ne approfondisce il tratto fiorentino del XV secolo, attingendo entrambi all'archeologia, alla geomorfologia e all'idrologia. Tale metodologia è un buon esempio di indagine storico-morfologica allo studio dei bacini: la ricostruzione cartografica degli andamenti dei fiumi e dell'estensione dei loro alvei permette infatti di proporre progetti di riqualificazione più strutturati e fedeli alle esigenze del fiume in oggetto.

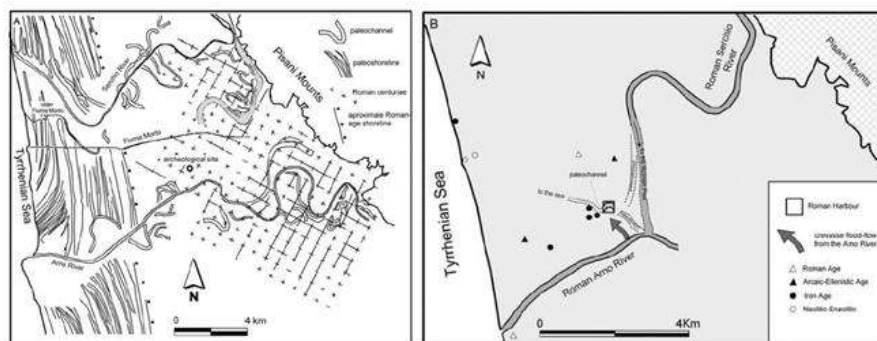


Fig. 8 - Estratto per la ricostruzione degli alvei da cartografia storica

1.4 - Ecoidrologia e idroecologia

L'area perfluviale immediatamente limitrofa al letto del fiume è chiamata fascia ripariale (o zona ripariale o fascia tampone)²¹, essa può essere individuata attraverso un'analisi stagionale (in una serie storica) delle variazioni del livello delle acque del fiume/torrente. L'area ripariale

²¹ Essa è sostanzialmente un ecotono fluviale, ovvero una fascia di interfaccia tra la terra e il corso d'acqua lungo la quale le comunità vegetali sono composte prevalentemente da specie idrofile. La parola *ripariale* deriva dal latino *ripa*, che significa appunto *riva*, *sponda*.

dell'ecosistema fluviale comprende la zona di alluvionamento: anch'essa mutevole stagionalmente.

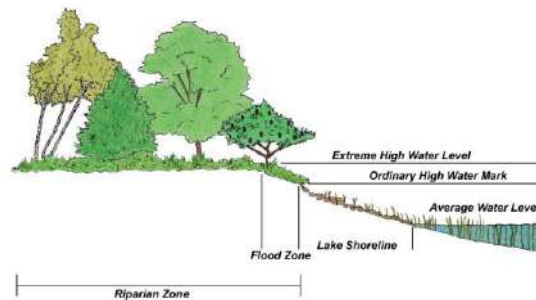


Fig. 9 - Schema di una sezione tipo di un corso d'acqua

La sua più importante funzione è quella di proteggere gli ambienti acquatici dalla eccessiva sedimentazione e limitare in questo modo l'erosione spondale data dal normale ruscellamento delle acque piovane (o sotterranee in genere). Le fasce ripariali si formano naturalmente ma possono anche essere progettate artificialmente (la loro progettazione costituisce per esempio parte integrante di un intervento di Riquilificazione Fluviale). Esse forniscono inoltre riparo per la fauna fluviale e ombreggiamento per la regolazione delle temperature delle acque. La funzione di connessione ecologica si basa fondamentalmente, come abbiamo visto, sulla presenza della vegetazione: cosa che trova conferma anche nelle abitudini (notturne e diurne) della fauna ecotonale, continuamente esposta alla necessità di spostarsi, adeguatamente "protetta" nel proprio habitat. In tale prospettiva la fascia di verde ripariale è essenziale sia trasversalmente che longitudinalmente ai corsi d'acqua). Si vedano a titolo di esempio i seguenti avvistamenti di animali selvatici nell'area ripariale di un torrente negli USA nel corso di un anno:



Fig. 10 - Attraversamenti fluviali [WWF USA, 2014]

«Quando le zone ripariali sono danneggiate dalla costruzione edilizia, dall'agricoltura o dalla silvicoltura, può avere luogo la riparazione biologica, di solito attraverso l'intervento umano nel controllo dell'erosione e nella rivegetazione. Se l'area adiacente a un corso d'acqua ha l'acqua stagnante o il suolo saturato per la durata di una stagione, viene normalmente denominata zona umida per via delle caratteristiche idriche del proprio suolo. A causa del loro importante ruolo nel sostegno alla diversità delle specie, le zone ripariali sono spesso oggetto di protezione a livello nazionale nell'ambito di un piano di azione per la biodiversità. Le ricerche mostrano che le zone ripariali sono strumentali al miglioramento della qualità dell'acqua sia per il ruscellamento che lo scorrimento delle acque in corsi attraverso il sottosuolo o il flusso delle falde acquifere. In particolare in questa zona tampone è importante l'attenuazione dei nitrati o denitrificazione dal fertilizzante. Le zone ripariali possono infatti svolgere un ruolo nell'abbassare la contaminazione da nitrati nel ruscellamento dai campi agricoli, ruscellamento che altrimenti danneggerebbe gli ecosistemi e la salute umana. L'uso delle zone ripariali nelle zone umide mostra un tasso particolarmente elevato di rimozione di nitrati che penetrano in un corso d'acqua, e trova pertanto posto nella gestione agricola». [tradotto da *Biodiversity Action Plan*²²]

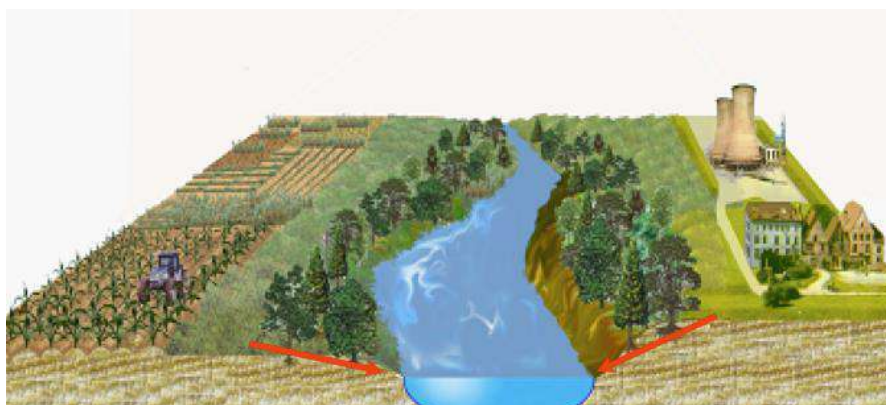


Fig. 11 - Fascia tampone, immagine estratta [CIRF, 2006]

Le zone ripariali sono quindi utili per limitare gli eccessi di traspirazione delle colture e di evaporazione dal suolo e utili per ospitare zoocenosi efficaci nella difesa biologica delle colture agrarie di consolidamento spondale (fascia tampone) [Balestrini, 2004]. In quest'ultimo caso se vengono effettivamente intercettati i deflussi superficiali e parzialmente sotterranei di eventuali fonti di contaminazione verso il corpo idrico recettore si parla anche di fascia-filtro e si parla tipicamente di specie a portamento arbustivo e arboreo: fondamentale resta la presenza di un sistema pluristratificato

²² Cfr. ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/index_en.htm

garantendo buona copertura orizzontale (maggiore di 10 metri in profondità e almeno 30 metri in lunghezza) e dello spazio verticale²³.

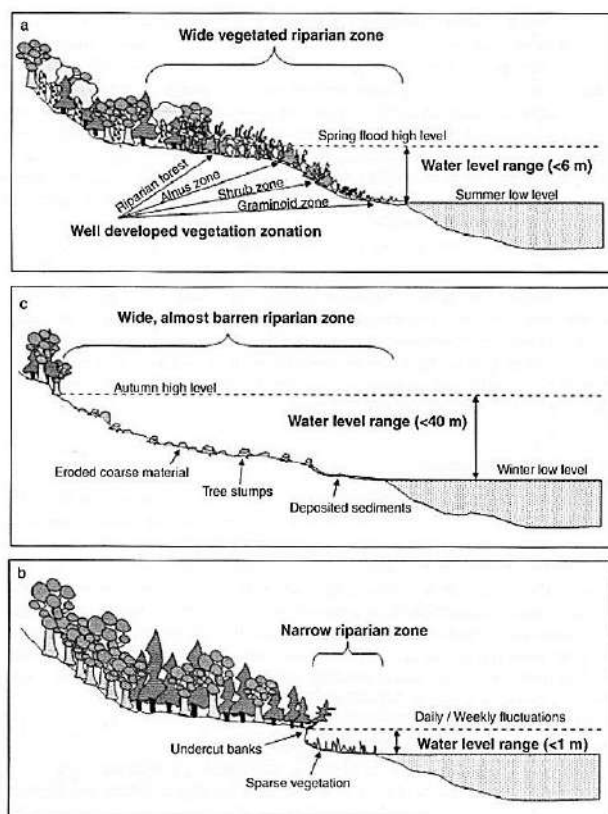


Figure 17.2 Riparian zones along free-flowing and regulated rivers in northern Sweden. (a) Free-flowing river: spring flooding (water-level range <6 m) results in well-developed zonation, species-rich, productive and diverse vegetation. (b) Run-of-river impoundment: daily or weekly fluctuation (water-level range <1 m) produces narrow riparian zones, a sparse and species-poor vegetation similar to that of lakes, and undercut banks. (c) Storage reservoir: seasonal water-level fluctuations (water level range <40 m) with raised water levels during summer and a maximum during late summer and autumn, resulting in extensive, almost barren land. In the latter case, the upper end of the riparian zone consists of coarse, eroded material and the lower parts of finer, deposited material

Fig. 12 - Tagli della vegetazione nella fascia ripariale [Wood, 2007]

²³ «Le fasce tampone nell'ambito delle buone condizioni agronomiche e ambientali debbono rispettare, sia all'interno che all'esterno delle zone vulnerabili designate a norma dell'articolo 3, paragrafo 2 della direttiva 91/676/CEE, almeno i requisiti collegati alle condizioni per applicare il fertilizzante al terreno adiacente ai corsi d'acque previste nell'allegato II, punto A.4 della direttiva 91/676/CEE, la cui applicazione deve essere conforme ai programmi d'azione degli Stati membri stabiliti ai sensi dell'articolo 5, paragrafo 4 della direttiva 91/676/CEE.» [ISPRA, 2013]

Alcune specie tipicamente presenti nelle aree ripariali, come i salici, risultano particolarmente utili per il mantenimento delle sponde e di conseguenza per la riduzione dei fenomeni di dissesto spondale. Aumentando la scabrezza della superficie del suolo esse favoriscono di conseguenza la mitigazione del rischio idrogeologico. In merito all'utilizzo di piante locali per interventi di rinaturalizzazione si riportano alcune caratteristiche della robinia pseudoacacia facendo riferimento al fascicolo sul dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica realizzato dalla Regione Lazio:

«La robinia pseudoacacia ha un legno pesantissimo e durissimo e presenta valori di resistenza molto superiori a quelli di altri alberi. È molto resistente al taglio ed alle sollecitazioni trasversali, abbina alla sua robustezza una notevole elasticità e flessibilità.» [...] «In condizioni normali, è risaputo che la durata di un palo di robinia infisso nel terreno può oltrepassare anche i venti anni. Compatibilmente con la sua qualità nella crescita e con le sue dimensioni, il legno di robinia è un'ottima materia prima impiegabile in molteplici utilizzi. Grazie alle proprietà sopra descritte, è usato con successo nella costruzione di steccati e di recinzioni per il pascolo e nell'industria navale. [...] Quasi tutti i salici hanno notevole rapidità di accrescimento e sviluppo; il loro legno è tenero, poco durevole, con buona stabilità dimensionale e di forma, di facile lavorabilità ed essiccazione. Il legno prodotto dai salici mostra una notevole omogeneità, non presentando particolari differenze tra le diverse specie, tali da rendere possibile l'identificazione, che risulta difficile anche nei confronti dei pioppi.» [...] «Se i fusti sono sotterranei si forma una struttura che ricorda quella delle radici, con diminuzione del tessuto meccanico e aumento del tessuto di conduzione. Per le caratteristiche di flessibilità, i rami dei salici vengono utilizzati fin dai tempi antichi per la fabbricazione di vari manufatti, cesti, panieri, contenitori di vario tipo ma anche mobili.» [Palmeri, 2007]

I giacimenti vegetazionali di tali piante devono essere necessariamente vicini alle aree di intervento. Infatti, reperire le talee per gradonate/palizzate vive da luoghi lontani, non conviene dal punto di vista economico (eccessivi costi di trasporto aggiuntivi all'attività di cantiere in prossimità delle sponde e dei versanti) e comporta il rischio che le talee si rovinino durante il trasporto diventando inutilizzabili.

Le acacie e i salici non sono le uniche specie vegetali che troviamo in aree ripariale, anzi, pensando alle sponde di un fiume la più diffusa forma di aggregazione vegetazionale a tutte le latitudini è probabilmente il canneto²⁴.

²⁴ Scheda n°14 ne "I quaderni di ingegneria naturalistica", AIPIN (1995), pag. 30

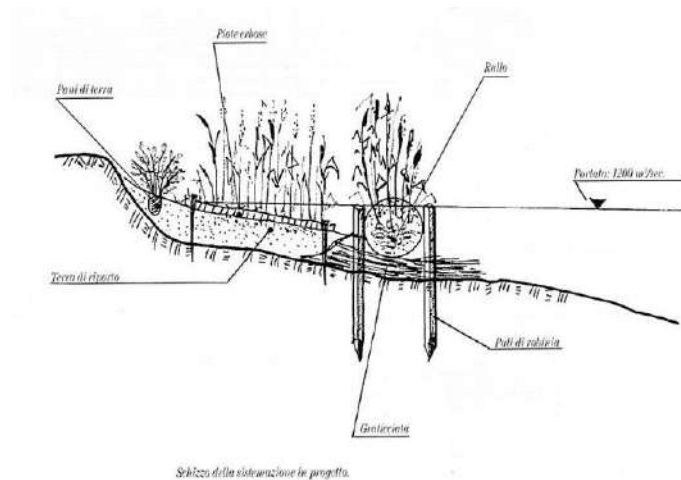


Fig. 13 - Caso di ingegneria naturalistica con canneto [AIPIN, 1995]

Infine un ambiente ripariale con vegetazione arborea rappresenta un elemento qualificante il paesaggio anche in senso estetico rendendo i luoghi idonei alla fruibilità da parte di turisti e sportivi, che oltretutto beneficiano della capacità della vegetazione di mitigare i fattori microclimatici. Tali aree verdi hanno quindi una funzione di mitigazione paesaggistica (in senso acustico/visivo o come barriera frangivento) oltre che di collegamento nella rete ecologica (corridoi).

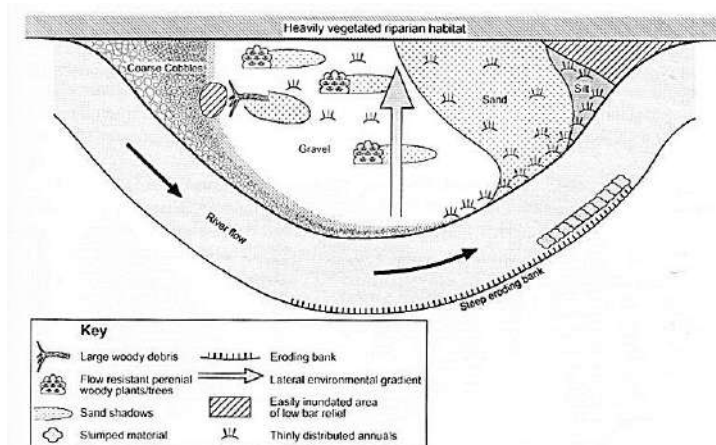


Figure 3.5 A schematic view of an ERS point bar illustrating a wide range of available microhabitats. The lateral environmental gradient represents increasing elevation, falling inundation frequency and duration, sediment fining, falling aquatic food subsidy, increasing temperature, and falling humidity

Fig. 14 - Schema di microhabitat ripariale [Wood, 2007]

Come abbiamo già visto, un approccio ecologico e quindi sistemico al fiume consente una lettura molto ampia delle problematiche ad esso collegate. Al contempo, un approccio “semplicemente” ecologico non è da solo sufficiente. Per questo nell’ultimo ventennio, gli studiosi sono approdati all’idroecologia e all’ecoidrologia. Con idroecologia²⁵ si intende lo studio di come i caratteri idraulici/ idrogeologici interagiscono con gli habitat idrici (flora e fauna) in funzione della componente biologica, chimica e fisica di un corso d’acqua o di una zona umida. L’ecoidrologia²⁶ invece rappresenta la «disciplina che studia l’interazione funzionale tra la composizione dei terreni e il ciclo delle falde acquifere» [Treccani, 2017] e connette le due discipline (idrologia ed ecologia) per studiare le interazioni fra caratteri idrologici e ecosistemi con la finalità di salvaguardare l’equilibrio ambientale (stime e impatti) dall’intervento antropico.



Fig. 15 - Studio del micro habitat di una porzione di reticolo idrografico [CIRF, 2006]

Le due prospettive convergono in quello che è chiamato *River Continuum Concept* [Vannote 1980]. L’RCC (*River Continuum Concept*) è un modello per classificare e descrivere i corsi d’acqua, che si occupa della

²⁵ Cfr. Wood, 2008.

²⁶ «In base alla Direttiva Acque della Comunità Europea (WFD, 2000/60 EC), la determinazione dello stato di qualità degli ambienti di transizione (estuari, lagune, prima fascia costiera), si basa principalmente sulla analisi delle comunità biologiche (benthos e plankton). Struttura e composizione delle biocenosi sono però fortemente influenzate dalle forzanti idrogeologiche ambientali, in particolare dall’idrodinamica che genera i gradienti terra-mare ed incide quindi direttamente sulla biodiversità. Lo studio dei rapporti tra determinanti abiotiche e comunità biologiche può permettere di sottrarre i segnali di variazione naturale dai segnali di disturbo antropico, ed è quindi importante per la scienza della bioindicazione. Lo studio del biota in relazione alle forzanti idrogeologiche prende il nome di ecoidrologia.» [Cfr. ismar.cnr.it]

classificazione delle singole sezioni dei tratti fluviali e degli organismi indicatori che li abitano. La teoria base del modello parte dal concetto di equilibrio dinamico, per il quale un flusso è in equilibrio quando sono in equilibrio i suoi parametri fisico-chimici (come la larghezza, la profondità, la velocità e il carico del sedimento) alla luce di fattori biologici specifici. Il concetto è stato sviluppato per la prima volta nel 1980 da Robin L. Vannote, con colleghi ricercatori presso lo *Stroud Water Research Centre*.

Il *River Continuum Concept* si basa sull'idea che un corso d'acqua sia un ecosistema aperto e dinamico, in continua evoluzione dalla sorgente alla confluenza/foce, e che sia in costante interazione con le condizioni al contorno. Infatti, secondo l'ipotesi di Vannote, basata sulla teoria geomorfologica fisica, le caratteristiche strutturali e funzionali delle comunità biotiche presenti nei fiumi sono selezionate per conformarsi ad una specifica posizione del tratto.

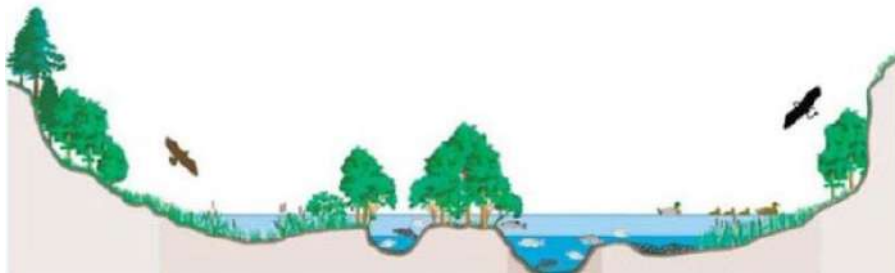


Fig. 16 - Esempio di continuità trasversale [CIRF, 2006]

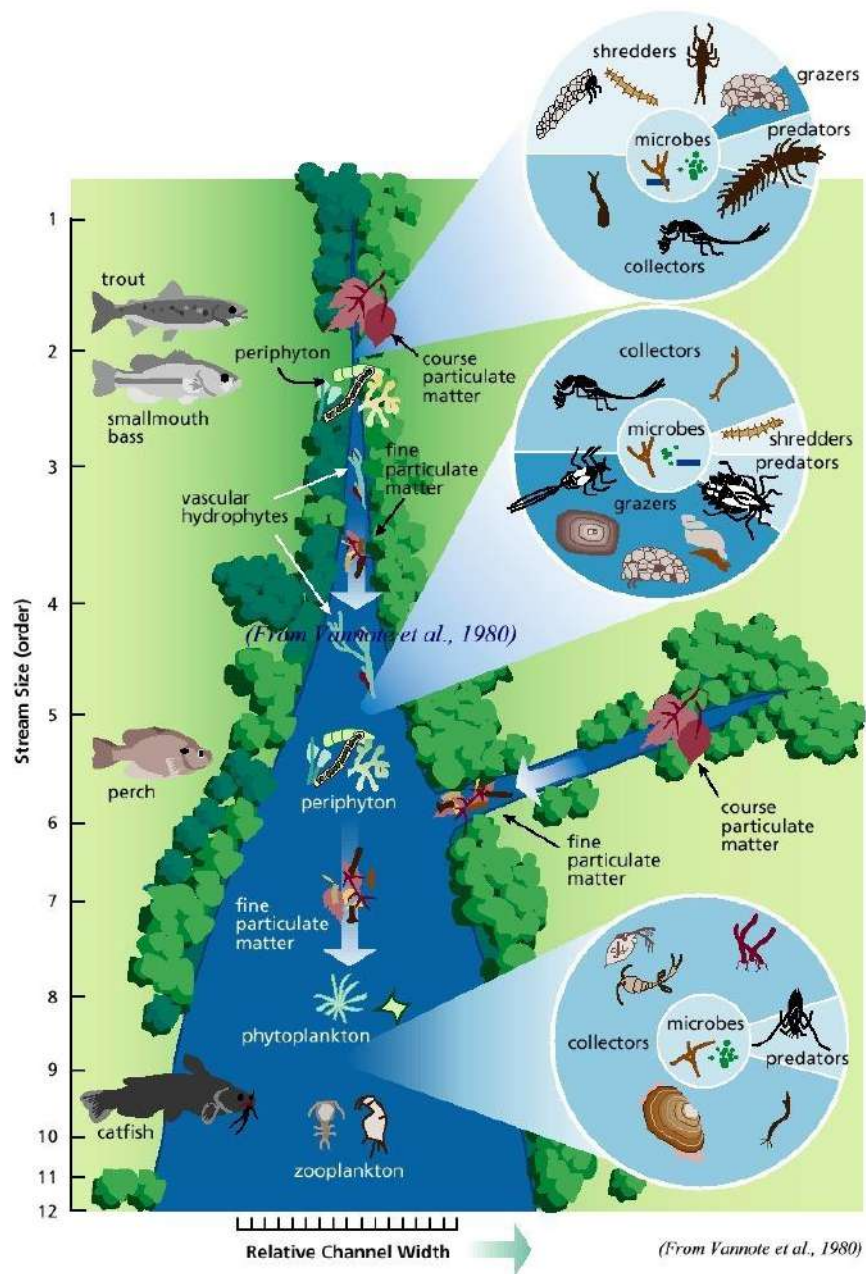


Fig. 17 - Esempio di continuità longitudinale [CIRF, 2006]

«Il notevole dinamismo di questi ambienti legato alle continue variazioni nello spazio e nel tempo della portata e della velocità delle acque, insieme alla disponibilità idrica, condizionano la struttura ed il funzionamento delle biocenosi che vi si rinvergono. Gli organismi legati a questi habitat peculiari dipendono, per buona parte dei loro fabbisogni nutritivi ed energetici, dal continuo apporto di materiali che le acque correnti operano, prelevandoli dal resto del bacino imbrifero». [Attardo, 2000]

Nell'ottica di favorire la conservazione degli habitat ripariali può essere utile anche predisporre alcuni sottopassi faunistici allo scopo di facilitare il passaggio di piccola e media fauna da una zona umida/boscata ad un'altra (*corridor* di tipo artificiale o semi-naturale). Il corridoio viene realizzato grazie alla messa in opera (o alla continuazione) di un sistema di siepi (o muretti) che accompagnano l'animale a un "ecodotto" (magari fornito di adeguata segnalazione nel caso di strade a più lenta percorrenza).

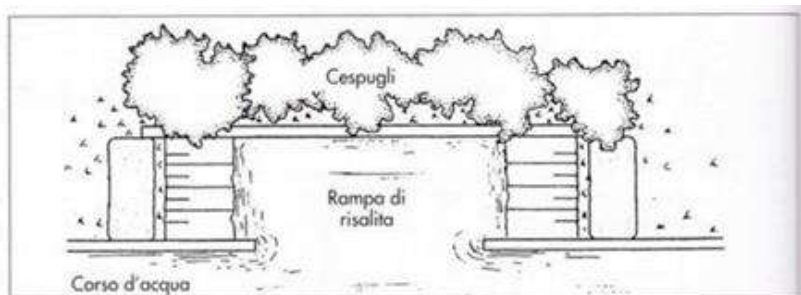


Figura 3.24: Rampa di risalita vista dall'alto: la vegetazione facilita l'individuazione del punto di risalita e nasconde gli animali giunti all'aperto (da Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1995, modificato).

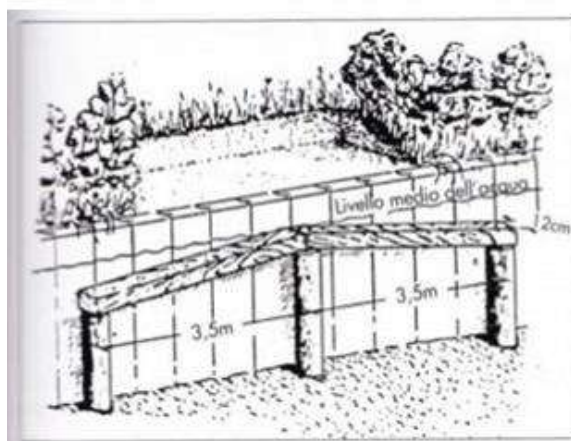


Figura 3.22: Esempio di struttura che facilita la risalita degli animali lungo le sponde ripide o artificiali di un canale (da Van Lierop, 1988, modificato).

Fig. 18 - Estratti di esempio per interventi in fasce riparie [Dinetti, 2009]

1.5 - Ecologia lineare e ambiente antropico

La storia delle terre emerse (e delle attività idriche che le modellano) precede la storia dell'umanità di milioni di anni. Ma per secoli molte società hanno faticato a riconoscere tale primato, presupponendo che l'ambiente circostante dovesse adattarsi alle loro esigenze e non viceversa. Questo grande fraintendimento ha spesso favorito una relazione distorta tra le società umane e l'ecosistema in cui erano collocate, e alimentato il retroterra filosofico-culturale, e quindi tecnico-conoscitivo, che ha determinato gli attuali sviluppi della società occidentale in tutti i campi del sapere e quindi anche in materia di pianificazione urbanistica e territoriale.

Secoli dopo, l'irrazionalità di tale impostazione si rende drammaticamente evidente e l'umanità non può che constatare, per dirla con Bloch (Parigi, 1949), che "[...] è finito il tempo in cui l'uomo è il centro dell'universo e la misura di tutte le cose [...]". Le conseguenze disastrose del rapporto distorto tra matrice ambientale e tessuto urbano sono infatti giunte, nell'ultimo secolo, a un probabile punto di non ritorno. I territori europei in particolare sono tra quelli che hanno subito maggiori distorsioni di questo tipo attraverso le modificazioni negli usi del suolo e la perdita di habitat. Ed è proprio in prossimità dei corsi d'acqua che l'azione antropica ha alterato l'ecosistema in maniera spesso irreversibile.

Per comprendere questa distorta impostazione del rapporto tra esseri umani e ambiente circostante è importante acquisire una visione "ampia" di tutto ciò che può essere considerato "territorio" e, al contempo, avere una visione organica delle varie relazioni che su di esso insistono in virtù dell'insieme di modificazioni strutturali e semantiche che indichiamo con il termine "antropizzazione". All'interno di una tale prospettiva "dinamica" appare così evidente che la funzione maggiormente strategica all'interno del complesso sistema ambientale è svolta dall'interrelazione tra l'eco-mosaico (vedi figura seguente) e la componente rurale.

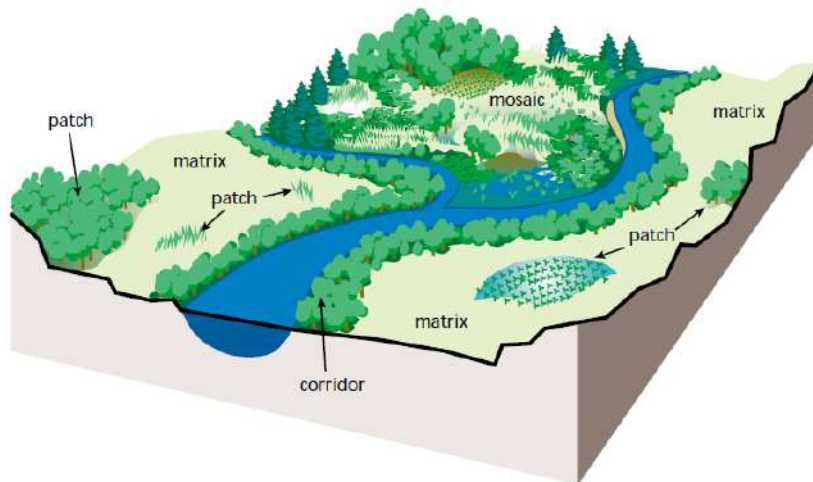


Fig. 19 - Ecomosaico [Farina, 2001]

Nell'assumere, rispetto al fiume, una visione "dall'alto", dovremmo fare nostro il linguaggio delle scienze paesaggistiche contemporanee, per far sì che la dimensione infrastrutturale, visione inevitabilmente antropocentrica, confluisca nella ripartizione tra le cosiddette infrastrutture ecologiche²⁷ e corridoi verdi (o *Greenway*).

«Il termine *Greenway* può essere interpretato come un sistema di territori lineari, tra loro connessi, protetti, gestiti e sviluppati in modo da ottenere benefici di tipo ecologico, ricreativo, turistico e storico-culturale. L'innovazione principale di questo concerto è quella di identificare, salvaguardare e riattivare sistemi naturali – corsi d'acqua, aree costiere, fasce montuose, sentieri e linee ferroviarie dismesse – anziché inventare e costruire aree a verde artificiale». [Littlewood, 2000]

I benefici di questo tipo di reti ecologiche si hanno a scale e funzioni diverse:

- forniscono habitat;
- contribuiscono alla mitigazione del cambiamento climatico assorbendo carbonio;
- riducono gli incidenti che coinvolgono animali selvatici e auto;

²⁷ Una rete formata da tutte le forme di continuità ecologiche: corridoi ecologici propriamente intesi (suddivisi tra primari e secondari sono percorsi utilizzati da flora e fauna per collegare tra loro le riserve principali della biodiversità e immersi in una matrice ostile), corridoi fluviali (fasce riparie e corsi d'acqua), corridoi faunistici e altri spazi di connettività. Si tratta allo stesso tempo di una rete che fornisce gli "ingredienti" per raccogliere le sfide urbane e climatiche costruendo con gli elementi naturali. [Farina, 2001 e Malcevski, 2010]

- permettono agli animali di muoversi facilmente e in modo sicuro da una zona all'altra;
- aiutano le specie vegetali a diffondersi;
- possono dare beneficio con opportunità ricreative e tanti altri servizi che offre l'ecosistema;
- aiutano a prevenire disastri consolidando le sponde dei corsi d'acqua e i versanti;
- possono essere progettate per ripristinare le aree naturali degradate;
- contribuiscono a filtrare inquinanti e ombreggiare le colture in ambito agricolo;
- migliorano il tessuto urbano alzando la soglia del benessere;
- ecc.²⁸

La “Via Verde della Battaglia”²⁹ è un esempio di progetto per un corridoio ecologico che commuta bene gli aspetti antropico-fruttivi e quelli ecologico-naturalistici. Tra le finalità della *Greenway* della Battaglia di Pavia c'è la «[...] valorizzazione della rete idrica che caratterizza tutta l'area: fontanili, del X secolo; sistema di rogge e canali, del Duecento; navigli, dell'Ottocento». [Littlewood, 2000]

Tra gli obiettivi della *Greenway* della Battaglia di Pavia c'è l'intento di:

«[...] fornire un'occasione – con indicazioni d'intervento e suggerimenti specifici – per la riqualificazione di ambiti ecologicamente naturalistici impoveriti e la valorizzazione degli elementi naturalistici esistenti attraverso l'applicazione delle misure dei regolamenti CEE n. 2078 e 2080/92 relativi a metodi di produzione ambientale e con la cura dello spazio naturale (costituzione *ex novo* di filari di siepi, macchie boschive e/o mantenimento e potenziamento del patrimonio vegetale esistente nelle aree private». [Littlewood, 2000]

«La rete dei percorsi è articolata gerarchicamente individuando la maglia fondamentale e una serie di alternative, anelli e circuiti complementari strettamente connessi, per una fruizione più capillare o tematica del territorio (le vie d'acqua e gli antichi manufatti: le vie romane, i luoghi del Parco Visconteo, le cascine, i mulini, ecc.) adoperando il criterio del massimo utilizzo dei percorsi esistenti e il loro riconoscimento, recupero e/o adeguamento, evitando il più possibile la creazione di percorsi nuovi». [Littlewood, 2000]

Tra gli obiettivi e i criteri progettuali della fase esecutiva della *Greenway* della Battaglia di Pavia troviamo:

²⁸ Cfr. Direttive: Art.3 Direttiva Uccelli 79/409/CEE, Art. 10 Direttiva Habitat 92/43/CEE, Art. 2 Direttiva Quadro Acque 2000/60/CEE, Rete Natura 2000.

²⁹ Cfr. pavialcentro.it/monumentos/greenway

«Proteggere le sponde della roggia e arricchire la vegetazione impoverita da pratiche colturali intensive» e «ricostruire la vegetazione spondale che segue una sezione-tipo naturale utilizzando un’alta densità d’impianto (“macchia seriale” Sartori); [...] ombreggiare il sentiero e le aree sosta». [Littlewood, 2000]

Spesso, la rilevanza di tali tipologie di rete viene comunemente percepita quando la loro funzionalità viene rallentata o interrotta in modo più o meno permanente, per esempio da qualche evento climatico di straordinaria intensità come un’alluvione. Questa loro invisibilità nel quotidiano rende quindi meno tangibile il bisogno di continuo adeguamento reciproco tra l’infrastruttura ecologica, l’ambiente che la ospita e suoi fruitori rendendo indirettamente statico un sistema dinamico. Ad esempio un corso d’acqua arginato e costretto da un letto cementificato a traiettorie sempre uguali a se stesse non viene percepito nella sua “sofferenza” (specialmente se inserito in un contesto esteticamente gradevole) fino a che la sua esondazione non rende palese l’inadeguatezza strutturale degli spazi che gli sono stati riservati in sede di progettazione. E, in situazioni di questo tipo, è facile confondere il sintomo con la malattia: il problema infatti non è l’esondazione in se’ perché per l’ecosistema fiume è naturale avere variazioni anche importanti di portata nel corso della sua vita e quindi alluvionare le pianure e spostarsi in esse nel tempo. Invece è innaturale dover scorrere perennemente in uno spazio spesso artificialmente rettilineo e/o a portata regimentata³⁰.



Fig. 20 - Ipotesi di riqualificazione d’infrastruttura ecologica lineare [ec.europa.eu, 2015]

Non si possono, quindi, comprendere le problematiche sottese alle

³⁰ Un altro esempio può essere quello di una fascia riparia popolata solo da leguminose da prato (o altre specie impiantate per caratteristiche estetiche o di facile manutenzione). In questo caso la problematica assenza di copertura boscata non viene di solito percepita fino a quando non interviene un innalzamento del livello del fiume. A questo punto, l’aumento della velocità di scorrimento delle acque – e quindi anche del trasporto solido – causerà ingenti danni a valle. Il problema però non è l’aumento della quantità dell’acqua, che è un normale evento stagionale, bensì la carente capacità da parte della vegetazione non spontanea di frenarne lo scorrimento.

infrastrutture lineari relazionandosi ad esse solo durante le emergenze; al contrario, è proprio quando sono meno visibili che ha senso l'intervento, a patto che non sia né invasivo né disorganizzato; esse accompagnando da sempre il processo di antropizzazione delle aree naturali, possono determinare il successo o l'insuccesso delle interazioni tra la sfera umana e quella naturale. Laddove queste interazioni mancano di lungimiranza, focalizzandosi in un artificioso *hic et nunc*, si pongono le basi per pericolose e spesso irreversibili distorsioni. Alluvioni, dissesti idrogeologici, frane, ecc. sono quindi sintomi di un "malessere ambientale" causato da interventi antropici decontestualizzati, spesso "calati dall'alto" senza adeguata riflessione strategica, o comunque inappropriati e, soprattutto, contraddittori. Non si può infatti chiedere a un'infrastruttura naturalmente – o antropicamente – preposta a favorire lo scambio o il movimento di mantenersi staticamente uguale a se stessa.

2 – Rapporto coevolutivo tra società e sistemi idrici

Anche se la nozione di “gestione della risorsa idrica” è relativamente recente, i problemi cui essa cerca di porre rimedio accompagnano da sempre la civiltà, che sin dalle sue origini è stata caratterizzata da un rapporto di forte dipendenza dalle risorse naturali. L’acqua dolce era in particolare vitale per la sopravvivenza umana e non a caso i più antichi insediamenti umani sorgevano nei pressi di fiumi e torrenti, a cui attingevano non solo per il consumo idrico alimentare ma anche per l’irrigazione dei campi coltivati e, non ultimo, per velocizzare i trasporti.

Tutto ciò è confermato dallo studio di Milani [2001], che affonda le radici nelle più antiche rappresentazioni mitologiche le quali testimoniano il rapporto ambivalente tra l’uomo e gli elementi naturali. Milani si sofferma non a caso sul complesso rapporto tra le popolazioni umane che si succedono nel tempo sulla Terra e l’elemento idrico, che l’uomo cerca di valorizzare in quanto fondamentale attraverso la sacralità, ma anche comprendere nonostante la terrificante pericolosità (un noto esempio è il “diluvio universale”) con gli strumenti della narrazione mitologica:

«Per secoli la paura del Diluvio ha contrassegnato la vita degli uomini. Il mito dell’inondazione catastrofica narrata nell’epopea sumero-babilonese, nella Bibbia e in altre mitologie nascondeva lo spettro della fine del mondo. Nella seconda metà del seicento la tesi diluviale suscitò molto interesse ed ebbe una grande influenza anche negli anni successivi promuovendo vari principi e teorie secondo le quali le montagne o gli abissi marini erano risultato di uno sconvolgimento causato da questo terribile fenomeno naturale, manifestazione dell’ira divina» [Milani, p.137].

Il mito come narrazione del divino, e il sacro come spiegazione dell’oscurità dei fenomeni naturali sono quindi i nostri punti di partenza. E in quanto tali potrebbero forse anche essere recuperati in chiave più attuale, per restituire senso alla (perduta) inviolabilità di certi territori fortemente esposti al degrado da una pressione antropica ormai fuori controllo. A questo proposito, Grifoni [2016] – citando un caso toscano all’interno di un lavoro particolarmente attento a toponimi, genealogia e altri aspetti identitari dei luoghi, delle aree perifluviali e delle più importanti aste idriche – ricorda che:

«Fino al XIX secolo l’Arno divagava nella piana fiorentina e meandri, rami

secondari, renai, isole fluviali e paludi erano elementi tipici del paesaggio dell'Arno; e l'uomo, anche in tempi recenti, ha tentato di eliminarli completamente, con una secolare opera di rettifica e arginatura, essendo ritenuti terreno inutile, perché improduttivo o pericoloso».

Questo conduce alla dimenticanza delle specifiche attività svolte dall'uomo in una particolare area o quartiere (o via): attività che non a caso condizionavano la toponomastica e spesso avevano a che fare con il sistema delle acque. Per l'autrice il legame tra luogo e persone risulta di particolare importanza e non è un caso che negli ultimi 50 anni è proprio laddove gli elementi identitari sono passati in secondo piano che l'impermeabilizzazione dei suoli e la regimazione dei corsi d'acqua hanno preso il sopravvento.

La presenza di un legame identitario tra umanità e fiume non ha comunque impedito, sin dall'antichità, che tale relazione includesse delle "ambiguità". Se prendiamo per esempio in considerazione le economie di stampo prevalentemente agricolo possiamo osservare che esse riuscivano più facilmente a sincronizzarsi con il fiume, di modo che ai suoi cambiamenti spazio-temporali corrispondesse comunque un qualche beneficio per la società che del fiume o sul fiume viveva. Si veda ad esempio l'importanza del Nilo nell'Antico Egitto: il fiume tra giugno e settembre straripava a causa delle grandi piogge tipiche della fascia equatoriale, inondava le campagne circostanti e, quando in autunno si ritirava, depositava su di esse il limo, una fanghiglia altamente fertilizzante che consentiva di fare fino a tre raccolti l'anno. Gli egiziani probabilmente ignoravano che le origini dello straripamento del Nilo fossero le grandi piogge che avevano luogo molto più a sud, e per spiegare il fenomeno fecero ricorso a una personificazione benefica e ultraterrena: *Hapy*, il dio delle inondazioni annuali del Nilo. [Bresciani, 2000]



Fig. 21 - Agricoltura, pesca e allevamento sul Nilo [Bresciani, 2000]

Anche in altre culture si ritrovano divinità legate alle acque fluviali, a testimonianza di un profondo legame tra civiltà antiche e fiume: la celtica Sequana, riconducibile al potere curativo delle acque del fiume Senna; la sconfinata serie di divinità del pantheon greco legate alle acque fluviali, e così via. Al contempo, si può osservare come le popolazioni antiche, proprio perché si sentivano probabilmente maggiormente inserite nel ciclo naturale della vita, erano anche maggiormente disposte ad accettare che il rapporto di forza con il fiume potesse talvolta essere sbilanciato a favore di quest'ultimo. Anche di questo troviamo tracce nelle antiche mitologie:

- la divina *Boann*, che muore travolta dalle acque dell'irlandese *Boyne*, fiume che lei stessa contribuì a creare;
- il cinese *Gong Gong*, dio-mostro che insieme al compagno *Xiang Yao* è responsabile di devastanti inondazioni;
- l'ambivalente “madre delle acque” *Ved-ava*, che nella mitologia ungaro-finnica presiedeva la fertilità e la pesca nelle acque dolci, ma pretendeva sempre un tributo in termini di pescato (e se qualcuno si lasciava ammaliare dal suo canto o dal suo corpo di sirena spesso finiva affogato: cosa per cui personificava sia le acque che gli spiriti degli affogati) e via dicendo.

È altrettanto vero che comprendere un fenomeno non significa accettarlo passivamente: nel tempo gli stessi egiziani costruirono dighe, canali e bacini artificiali allo scopo di ottimizzare i benefici del limo ma anche contenere i danni alle abitazioni e le inondazioni che frequentemente seguivano alle piene del Nilo (figura 32). Sarà dunque più facile immaginare come le economie di stampo non agricolo (propense all'espansione in quanto originariamente basate in prevalenza sull'allevamento) si siano progressivamente sganciate dall'antica sintonia con i cicli naturali. Questo cambio di prospettiva non avrebbe introdotto solo un rapporto di subordinazione (l'ambiente naturale al servizio dell'essere umano) ma anche una diversa interpretazione dei fenomeni naturali: il passaggio da una visione ciclica a una puntuale (il qui e ora). Da questo momento il fiume, anche dal punto di vista culturale, sarebbe stato sempre meno considerato un'entità autonoma (e quindi potenzialmente dinamica) ma un oggetto, tra i tanti, da contenere e persino indirizzare (visione statica).

L'approccio pragmatico sotteso a una tale visione del rapporto società-fiume si ritrova già nelle oltre 70 dighe di età romana arrivate ai nostri giorni e spesso destinate alla raccolta di acqua da distribuire nei centri abitati

attraverso un articolato sistema di acquedotti (come accaduto, ad esempio, per le dighe di Subiaco, ma analoghi esempi si trovano in Spagna e in Nord Africa). Il beneficio immediato conseguente alla gestione di questo genere di sistemi idraulici e del modo in cui erano connessi agli edificati (destinati sia ad uso pubblico che privato) ha probabilmente rinforzato i vari modelli di “dominazione” perpetuatisi (seppur con alcuni “buchi” temporali) fino ai nostri giorni e favorito l’istaurazione – all’interno della nuova prospettiva antropocentrica – di una sorta di “compromesso ragionevole” in termini di coabitazione tra esseri umani e fiume (soprattutto per quanto riguarda l’accettazione consapevole delle possibili inondazioni dei centri storici³¹).

Gli aspetti più controversi del rapporto tra l’elemento idrico e gli antichi romani sono però anche molto interessanti, visto che proprio a loro si può far risalire l’origine dei grandi dissesti idrologici di origine antropica in Italia e in Europa. Per comprendere il fenomeno bisogna però ritornare agli esordi di tale civiltà: la storia della nascita di Roma sembrerebbe in effetti strettamente intrecciata con il mondo delle foreste, all’epoca considerato sacro. È la mitologia, ma anche la storiografia dell’epoca, che di nuovo ce lo suggerisce: Albalonga, cittadina di origine silvana che Tito Livio collocava sul Monte Albano, venne inglobata nel nucleo originario di Roma sotto Tullio Ostilio³². I successori del suo fondatore, Silvius, ne mantennero il nome: tra questi troviamo proprio Rea Silvia, la madre di Romolo e Remo. E probabilmente a loro si deve la sopravvivenza del culto, presso i romani, del Dio Silvano.

Si noti però che, non appena Romolo fondò le mura della città (con collocamento della *res publica* al loro interno), il “regno” del Dio Silvano rimase fuori dalle mura, cioè oltre quel perimetro, inizialmente segnato solo dagli alberi, che indicava l’inizio del sacro. La netta separazione tra civiltà e sistema ecologico diventò, quando la politica si fece decisamente espansionistica, predominanza della civiltà *sull’ambiente*. Come non esitavano ad accogliere le divinità dei conquistati nel proprio pantheon, allo stesso modo i romani non esitavano a mettere in secondo piano i propri

³¹ «[...] Grande furono anno le inondazioni. Il Tevere allagò dodici volte il campo Marzio ei luoghi piani [...]». [Mabil, 1842]

³² A essere propriamente inglobati furono in realtà gli abitanti, trasferiti a Roma dopo che la cittadina, all’interno della battaglia di Fidene (ciclo delle guerre romano-etrusche, VII secolo a.C.), combattuta tra l’altro alla confluenza tra i fiumi Tevere e Aniene, venne rasa al suolo dai romani. La vicenda è ricostruita dallo storico Tito Livio (59-17 a.C.) nel suo *Ab Urbe Condita*, consultabile on line su www.progettovidio.it/livioopere.asp

(come accadde al Dio Silvano³³).

Anche gli Ateniesi non esitarono a distruggere grandi foreste per impellenti esigenze belliche arrivando a modificare il paesaggio greco, così reso roccioso e arido nel nome della ragion di Stato³⁴. Tale pragmatismo portò, a partire dalle Guerre Puniche (per esigenze belliche – es. costruzione navi – che per l'avanzamento dell'urbanizzazione), al successo politico di Roma ma anche al dissesto idrogeologico in Europa. Come ricordano Calvani e Giardina³⁵:

«Le prime grandi modifiche del paesaggio italiano si verificarono dopo la seconda guerra punica, quando intere regioni furono confiscate dai Romani e furono annesse all'*ager publicus*. La successiva espansione di Roma nel Mediterraneo e la crescita rapida della sua economia, comportarono l'utilizzazione di risorse rimaste fino a quel momento intatte: anche le industrie e le officine antiche avevano bisogno di energia, e questa energia la forniva il legno. Questa specie di "petrolio dell'antichità" alimentava le fornaci delle industrie di ceramica, di mattoni, di vetri, del ferro, che sacrificavano intere foreste alle necessità del progresso. Dalle foreste (in particolare dalle conifere) si ricavava, per combustibile, anche la pece, un materiale tra i più utilizzati nel mondo antico. Con la pece si calafatavano le navi, si rendevano impermeabili i contenitori, si dipingevano le pareti e i soffitti, si preparavano cosmetici e medicine. L'estrazione di questo materiale tanto richiesto veniva data in appalto dallo Stato a società di pubblicani (*societates picariae*). [...] In una zona climatica come quella mediterranea, in cui le foreste sono molto vulnerabili e si ricostituiscono difficilmente, in cui l'erosione del suolo è l'inevitabile effetto dell'alternanza di estati aride e inverni piovosi, attività come quelle delle società picarie, già di per sé altamente distruttive, comportavano un vero e proprio dissesto ecologico. Esse impoverivano le risorse ambientali e determinavano forti contrasti d'interesse con le comunità locali, che nei boschi praticavano invece l'allevamento e raccoglievano la legna indispensabile ai molteplici usi dei loro poderi. Per ragioni di trasporto, le *societates picariae* della Sila operavano principalmente nei boschi contigui alla fascia costiera e ai fiumi, e quindi a ridosso dei terreni propriamente agricoli, entrando così in contrasto con gli interessi dei proprietari locali. [...] Il legname che cresceva nei pressi del mare e dei fiumi veniva dunque tagliato alla radice e trasportato in tronchi ai porti più vicini, e serviva alla costruzione di navi, di abitazioni e del loro mobilio; quello che cresceva lontano dal mare e dai fiumi veniva tagliato a pezzi per la fabbricazione di attrezzi vari e suppellettili domestiche, e trasportato a spalla d'uomo. La quantità maggiore e più resinosa veniva infine trasformata in pece. Questo inscindibile rapporto tra sfruttamento del legname d'alto fusto e possibilità di trasporti fluviali e marittimi è insieme la caratteristica e il limite

³³ Come ricorda Robert Harrison Pogue [1995].

³⁴ Cfr. per approfondimenti anche www.loescher.it/mediaclassica

³⁵ Vittoria Calvani e Andrea Giardina (1979,1986), *Le vie della storia*, Bari, Editori Laterza, vol. 2, pp. 52-58.

tecnologico dell'economia forestale per lunghi secoli, dall'antichità all'età moderna. Esso comportò inevitabilmente un radicale disboscamento non solo delle zone costiere ma delle isole (per esempio Cipro, o la stessa Sicilia) e delle regioni boschive solcate da fiumi (il Tevere, l'Arno, il Po e tanti altri corsi d'acqua nell'antichità molto più abbondanti di oggi). [...] Disboscamento, come sappiamo, vuol dire alluvione. I terreni di montagna e di collina, privi del manto boschivo e delle radici che trattengono l'acqua piovana, fanno scendere a valle torrenti che trascinano con sé altra terra, e la terra altra acqua, ingrossano i fiumi che straripano e invadono le città e i campi coltivati. In stretta connessione con lo sfruttamento boschivo dell'Italia, si hanno notizie, nella documentazione antica, di rovinose alluvioni. Esse sono attestate soprattutto, com'è ovvio, per la capitale, ma dovettero verificarsi un po' dovunque».

Ad altre popolazioni – ad esempio i Celti – sarebbe rimasto il compito di “difendere” le foreste. Ma non per molto. L'era del rapporto tra essere umano e sistema ecologico sbilanciato a favore del primo era ormai iniziata.

Secoli dopo, è di nuovo durante una fase storica notoriamente antropocentrica quale il Rinascimento (e non a caso ricca di rimandi all'Età Classica) che l'interesse per un'ambiente naturale da comprendere (una volta “ripulita” dai problemi metafisici medievali) ma anche “addomesticare” (a costo di ricorrere, laddove non bastasse il sapere, alla “magia” alchemica) si evolve offrendo, tra le altre cose, l'occasione per porre le basi della moderna ingegneria idraulica. Leonardo da Vinci ne è, da questo punto di vista, forse il maggiore esponente. Ai fini della nostra trattazione rileva in particolare un suo progetto, relativo a quella che oggi è definita “regimazione dei flussi” che oggi possiamo ricostruire grazie anche agli ultimi suoi disegni a noi pervenuti del Codice Atlantico [1513]. Fu una sorta di ipotesi pianificatoria del territorio all'incirca compreso tra la Val di Chiana e i laghi di Fucecchio e di Bientina che prevedeva la costruzione di un canale navigabile, a semicerchio e alternativo al fiume Arno e che facesse da collegamento tra Firenze e Pisa, la cui portata d'acqua eccessivamente bassa rendeva incerti i trasporti: attingendo ad altri fiumi, quali l'Ombrone e il Bisenzio, e ricorrendo a specifiche macchine escavatrici (anch'esse di sua progettazione) si sarebbe creato un sistema di conche, chiuse e dighe che avrebbero da un lato dato un impulso economico al territorio e, dall'altro, fornito un nuovo espediente strategico militare. Al contempo Leonardo sperava, attraverso un complesso sistema di bonifiche, irrigazioni e prelievo di acque dai fiumi vicini, di poter anche prevenire dissesti idrogeologici e alluvioni. Il canale, privo delle naturali anse dell'Arno, avrebbe dovuto occupare all'incirca il percorso oggi dedicato all'autostrada Firenze-mare e sarebbe potuto essere “completato” da un'ulteriore deviazione: quella dell'Arno, nella zona

compresa all'incirca tra Cascina e Pisa, in un ulteriore canale con sbocco in prossimità di Livorno.

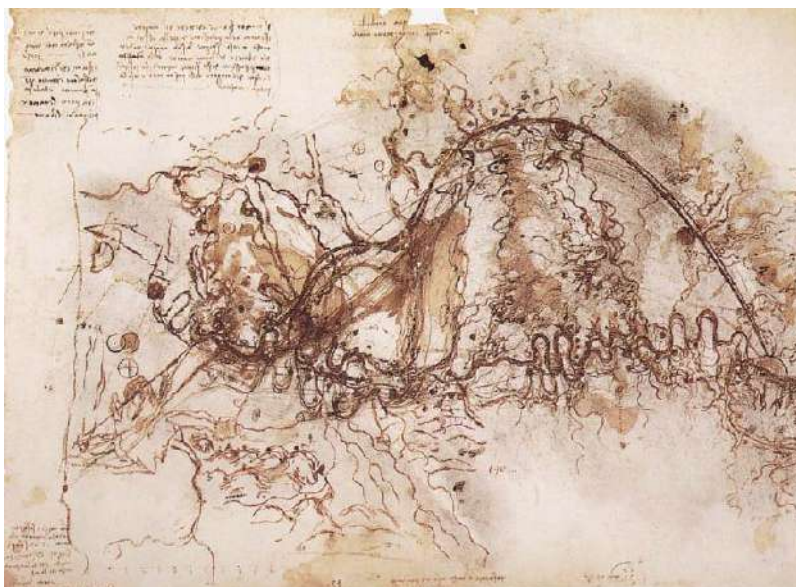


Fig. 22 - Schema di deviazione dell'Arno di Leonardo da Vinci

A quanti tutt'ora si chiedano perché una tale opera sia rimasta solo vagamente abbozzata, si potrebbe rispondere con le parole di un intellettuale, Ludovico Antonio Muratori, che nei suoi *Annali d'Italia* [1750] avrebbe scritto «[...] il fiume si rise di chi gli volea dar legge e seguìto a correr nel suo grand'alveo come prima».

A onore del vero va precisato che Leonardo da Vinci fu solo il più famoso, forse neppure il primo, tra gli studiosi rinascimentali (e di età successive) che posero le basi dell'ingegneria idraulica: i matematici Christiaan Huygens, Blaise Pascal, Isaac Newton e Joseph-Louis Lagrange, l'enciclopedista Jean-Baptiste Le Rond d'Alambert, il fisico Charles Augustin de Coulomb e non ultimo Galileo Galilei, il quale, oltre a essere il fondatore del metodo scientifico³⁶, fu anche il maestro di Benedetto Castelli, a sua volta uno dei

³⁶ Cioè un metodo di conoscenza di una realtà oggettiva, affidabile, verificabile e condivisibile, che proceda dalla raccolta di dati empirici alla formulazione di tesi da verificare. Com'è noto, Galilei partiva dalle due tradizionali impostazioni di origine aristotelica, metodo induttivo (“sensate esperienze”, dal particolare all’universale) e quello deduttivo (“necessarie dimostrazioni”, dall’universale al particolare), integrandole con ragionamenti di tipo matematico e puntando alla misurabilità del fenomeno. Lo scienziato pisano mise le basi della scienza moderna nel *Sidereus Nuncius* [1610], nel *Saggiatore* [1624] e nel *Dialogo* sopra i

principali fondatori dell'idraulica moderna. Ma il da Vinci ebbe sicuramente il merito di tentare un'intersezione tra un problema pratico e la politica: cosa che oggi demanderemmo al dialogo tra l'ingegneria e la pianificazione territoriale.

Tuttavia, come sottolinea Pellicanò [2005, p.63], riferendosi soprattutto alla situazione dell'Italia:

«In realtà quando si tratta di problemi idraulici è necessario fare una specificazione che riguarda la differenza tra gli studi riguardanti le realizzazioni pratiche dell'idraulica e l'aspetto scientifico del movimento idraulico nel tardo Rinascimento italiano. Se nel primo caso la questione riguarda l'aspetto politico economico, quindi è un affare di Stato ed ha perciò avuto maggiore attenzione, specie sul fronte storiografico, naturale corollario delle realizzazioni tecniche, nel secondo caso la minore attenzione ha fuorviato l'indirizzo di ricerca che è stato invece considerato principalmente come un intervento specialistico invece che la punta di un iceberg di un vasto movimento scientifico radicato nel sociale».

Spetterà al galileiano Cosimo Noferi il ruolo di accompagnare – forse suo malgrado – tale disputa e le dissertazioni scientifiche ad essa collegate nel XVII secolo; ripetutamente ragionerà, infatti, dell'equilibrio tra acqua e architettura nel suo *Manoscritto de' Travagliata Architettura*, confermando ulteriormente il fatto che, dietro alle scelte di relazione con l'elemento idrico, i problemi sono, prima ancora che tecnici, filosofici. Il passaggio delle scienze idrauliche attraverso il Secolo dei Lumi avrebbe consentito l'evoluzione del loro aspetto tecnico, pur mantenendo una certa continuità con il passato. E' il caso di Alessandro Manetti e dei suoi interventi nella Val di Chiana (vedi fig. 36), il quale progettò alcuni interventi lì dove importanti matematici al seguito dei Medici li avevano interrotti:

«La Valdichiana presenta un fenomeno geografico alquanto straordinario, vale a dire l'inversione del corso dei suoi torrenti, e dei suoi ruscelli, che seguono attualmente, per una lunghezza di circa 15 leghe, una direzione opposta a quella che hanno percorso originariamente».

due massimi sistemi [1632]: nell'attirare le attenzioni dell'Inquisizione che lo condannò per eresia, testimoniò il bisogno, della comunità scientifica, di evolvere verso una nuova razionalità in cui la ricerca scientifica possa liberarsi dai condizionamenti della filosofia religiosa.

Cfr. la voce Galileo Galilei (a cura di Paolo Rossi) in: Paolo Rossi (a cura di) [1988], *Storia della Scienza – Volume I*, Gruppo Editoriale L'Espresso, Torino [pp. 193-227].

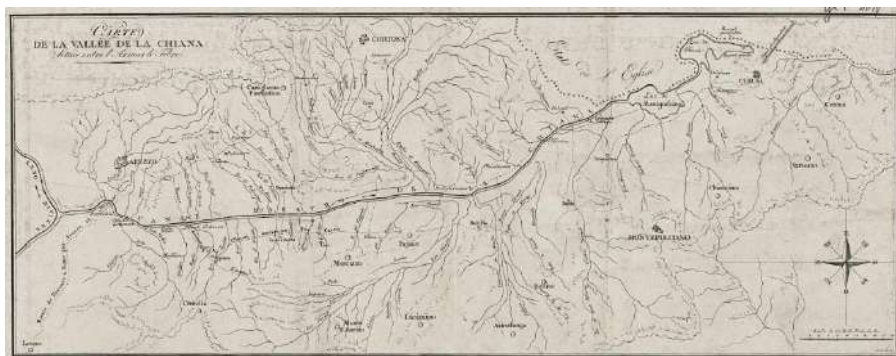


Fig. 23 - Carta della Val di Chiana di Manetti

Manetti si occupò della bonifica della Valdichiana, di quella della Maremma ed dei lavori per il prosciugamento del padule di Fucecchio³⁷.

Possiamo osservare di seguito una porzione di Toscana fra Firenze e Siena e fra S. Miniato al Tedesco e S. Giovanni Valdarno di Ferdinando Morozzi di Colle [1774].



Fig. 24 - Estratto dal portale cartografico on-line del progetto Imago Tusciae

³⁷ In "Deputazione sopra il Fiume Arno per riparare la città di Firenze dalle sue inondazioni" di "Trame nello Spazio, quaderni di geografia storica e quantitativa 4" [2014] si ricorda che Ferdinando Morozzi in qualità di tecnico ingegnere fu incaricato tra il 1761 e il 1765 di effettuare dei disegni progettuali «[...] fra cui una planimentra con tentativo di localizzazione di fabbricati storici del centro cittadino e un progetto di rialzamento del Ponte di Santa Trinita».

Un'interessante testimonianza della centralità dell'acqua e dei corsi d'acqua nella storia della nostra civiltà è quella di Mecatti [1500]. Dall'estratto dell'antico testo riportato sotto è possibile notare che la stessa città di Firenze sembrerebbe prendere nome dal termine "confluenza", dal latino *fluentia*, che il fiume Arno aveva (e ha tutt'ora) con il torrente Mugnone nei pressi delle antiche mura della città (fonte recuperata dal portale libri antichi online della Regione Toscana).



Fig. 25 - Estratto dalla Storia Cronologica di Firenze di Mecatti

2.1 - Rapporto tra conservazione e intervento nella contemporaneità

Mantenere la contrapposizione tra sacro e profano, tra culturale ed economico potrebbe portare a un vicolo cieco. Per questo vale la pena di addentrarsi nella raccolta degli atti del convegno di studi *Fiumi e laghi toscani fra passato e presente*, curata da Sznura [2006], la quale offre, con un taglio storico, uno spaccato dai risvolti antropologicamente rilevanti del

settore ittico delle aree perifluviali dell'Arno. Al di là delle curiosità legislative o squisitamente tecniche, ciò che interessa in questa sede è la numerosità di testimonianze che documentano un rapporto quasi simbiotico (seppur dettato dalla necessità) tra i toscani del passato e il fiume Arno. Rileva però anche, all'interno di una lettura infrastrutturale del problema, l'antica complementarietà delle relazioni fra trasporti terrestri, marittimi e fluviali, a sua volta legata al non trascurabile ruolo economico e quindi anche politico giocato dal fiume per le città che avevano la fortuna di affacciarsi. Conta anche il fatto che frequenti e costosi interventi di bonifica e regimazione idraulica non siano invenzione recente (seppure in tempi recenti siano stati indubbiamente più invasivi) ma anzi testimonino l'origine remota del conflitto politico per il dominio del territorio tra città e campagna. Merita infine una menzione la ricchezza di carte e raffigurazioni storiche estremamente varie della Toscana. Un esempio ritenuto particolarmente rappresentativo è la figura presente all'interno del contributo di F. Salvestrini sul Viaggio da Livorno a Firenze: un disegno acquerellato di fine XVIII secolo. La raffigurazione sottolinea la simbiosi ancora molto forte tra uomo e fiume; i percorsi riportati costruiscono una sorta di parco fluviale a scala di bacino precursore della più moderna concezione di fruizione patrimoniale e paesaggistica.



Fig. 26 - Esempio di percorsi turistico-ricreativi lungo l'Arno tratto [Sznura, 2006]

Quello di Sznura rappresenta in parte un approccio sistemico e sostenibile all'economia circolare che è possibile applicare alla dimensione fluviale a tutte le scale. Anche Turner, Pearce e Bateman [2003] analizzano il rapporto tra economia e ambiente procedendo, induttivamente, dall'economia estesa passando per lo sviluppo sostenibile, le analisi costi-benefici fino ad arrivare alla disamina delle risorse (rinnovabili e non). Nel rappresentare le possibili forme tanto del degrado ambientale che delle politiche di controllo, gli autori sottolineano l'importanza delle scelte collettive oltre che dei criteri di

valutazione dei beni ambientali, proponendo – nella prospettiva di conseguire una gestione sempre più sostenibile delle risorse – una rassegna dei metodi di controllo, valutazione e regolamentazione in materia di problemi ambientali. Per gli autori è essenziale comprendere le politiche di controllo delle risorse per poter affrontare una qualsiasi tematica ambientale, ma ancor di più per una ricerca che ha come oggetto l'acqua (presupposto della vita sulla Terra). Il contributo degli autori risulta completo ed esaustivo perché permette di assimilare l'approccio economista alla gestione delle risorse in termini anche non monetari.

Una prospettiva opposta e complementare alla precedente è quella di Bettini, Canter e Orlando [2000] i quali dopo una breve introduzione del Comitato Mondiale dell'Acqua e la rappresentazione dei motivi per i quali l'acqua deve essere considerata un bene comune, proseguono con una serie di casi di pianificazione urbanistica legati alla gestione delle acque e dei fiumi. Per gli autori le «città si devono riappropriare dei fiumi», e

«occorre fermare la cancellazione delle aree agricole a vantaggio dell'espansione urbana e industriale, controllare il prelievo dei materiali inerti per l'edilizia dagli alvei dei fiumi e bloccare le cave in alveo o in aree golenali».

Partendo dal presupposto cardine di una pianificazione territoriale dal basso e partecipata che «non si pianifica senza capire», la loro posizione in merito alla gestione delle aree fluviali e perifluviali risulta chiara. Attraverso i casi di Parigi, Zurigo, del fiume Colorado e della valle dello Yangtze viene evidenziata con forza l'importanza di pianificare con un fiume ecosistemicamente e morfologicamente attivo. La regimazione e l'asporto di sedimenti non permettono infatti il mantenimento di un sistema in equilibrio. E l'equilibrio richiede l'apporto di varie discipline capaci di dialogare e contaminarsi reciprocamente, come emergeva già, esattamente dieci anni prima, durante le giornate di studio tenute a Pisa nel giugno del 1990 sul contributo che la ricerca può dare all'integrazione tra ambiti disciplinari diversi che si accostano alla questione ambientale in una prospettiva essenzialmente metodologica. Come di evince dagli atti, curati da Palazzo [1990]:

«Non sono problemi del domani ma dell'oggi, essi comportano tempi politici, per quanto attiene l'urgenza degli interventi e tempi biologici per quanto attiene la qualità di questi ultimi. Se è vero e documentabile, da un punto di vista antropologico e storico, che una ideologia regolativa del rapporto uomo-natura ha sempre retroagito sulla società da cui e per era prodotta, influenzando le modalità dell'assetto produttivo, sociale, culturale, politico, non può non intravedersi un campo vastissimo di intervento per le scienze dell'uomo nell'ambito di una nuova

ecologia generale». (69)

Le conclusioni a cui giunge Settis [2012] sono teoricamente in linea con quest'ultima visione, ma concretamente meno rassicuranti. Infatti l'autore, archeologo e storico dell'arte, rileva un parallelismo tra il degrado del paesaggio italiano e il declino della società civile, il cui malcostume non fa che ampliare la forbice tra la tutela del territorio costituzionalmente sancita e l'applicazione della tutela stessa. L'excursus storico, filosofico e giuridico di Settis diventa merita un approfondimento nel sesto capitolo del suo libro, perché è quello in cui si introduce la nozione di ambiente, assente nella Costituzione del 1948 ma introdotta nel nostro ordinamento dalla Commissione Franceschini (Commissione d'indagine per la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico, archeologico, artistico e del paesaggio) istituita dalla L.310/1964. Nella Relazione Franceschini la nozione di ambiente era un'estensione di quella di paesaggio ai sensi dell'art.9 della Costituzione, ma il diffondersi, nei decenni successivi, della cultura ambientalista indusse, a livello internazionale, una rivisitazione della nozione in chiave ecologista, che si evolverà a sua volta fino ai giorni nostri giungendo alla definizione del paesaggio come bene comune. Particolarmente interessanti sono alcuni passaggi relativi alle diatribe lessicali e non solo, interne alle Regioni, inerenti le competenze in materia di ambiente naturale (ricordiamo che negli anni 70 le autonomie Regionali regredirono nettamente per lasciare il posto alle Regioni a Statuto Ordinario). Diatriba che verrà poi ricomposta considerando la tutela delle risorse naturali un tutt'uno a livello nazionale, «nell'interesse diffuso dei cittadini» (242) alla loro fruizione e tutela. Questa prospettiva giuridica e quindi filosofica appare ben applicabile alla risorsa-fiume in un'ottica di governo del territorio.

Sempre in chiave giuridica, il testo di Cafagno [2007] offre le necessarie premesse per un qualsivoglia discorso di taglio giuridico in materia ambientale e per comprenderne le attuali evoluzioni. Definito normativamente l'ambiente, ricostruisce il rapporto giuridico tra società e ambiente e, passando per la nozione di sviluppo sostenibile (a partire dalla sua embrionale concezione nel secondo dopoguerra) si proietta in problematiche ancora attuali per una materia (il diritto ambientale) che si modella in funzione di processi adattivi e che, in Italia, si occupa di una materia meritevole di tutela costituzionale. Il volume procede poi definendo profili e modelli di intervento così come previsti prima della riforma Costituzionale del 2001, offrendo importanti chiavi di lettura della normativa di settore e della ratio sottesa ai successivi aggiornamenti.

Proprio partendo dalla normativa ambientale, e ricollegandoci alle

precedenti letture di taglio ecosistemico, non possiamo ignorare che il senso della risorsa idrica non può essere compreso se non in correlazione con gli altri elementi naturali, tra cui la “terra”. Pileri [2015] presenta il suolo come risorsa viva, unica e non rinnovabile (occorrono 500 anni per generare 2,5 cm di suolo “vivo”) e come bene comune: una lettura non solo tecnica ma anche politica, progettuale, dell’approccio al consumo di suolo fertile che, solo in Italia, ha raggiunto limiti insostenibili (8 mq/secondo). Viene delineata un’ipotesi di “pedagogia del suoli” cui sottoporre, per responsabilizzarli, i cittadini dalla più tenera età, raccogliendo in realtà quella che fu un’intuizione già dei costituenti che all’art. 9 della Costituzione inserirono il paesaggio. Rinveniamo un collegamento quasi immediato tra il paragrafo dedicato ai “talloni d’Achille” del suolo e la governance fluviale: la sigillatura o impermeabilizzazione dei suoli, infatti, impedisce al suolo di fare da

«camera di compensazione in grado di trattenere in poco tempo e rilasciare in molto tempo. Proprio quello che serve per mitigare gli effetti e i danni di eventi piovosi intensi e di breve durata, quelli che oggi vengono chiamate ‘bombe d’acqua’». (29)

Allo stesso modo anche l’erosione (premessa della desertificazione), la perdita di biodiversità, la contaminazione e soprattutto le frane, gli smottamenti, i *debris flow* e gli scivolamenti sono tutti problemi a cui la una riqualificazione delle aree fluviali e perifluviali si prefigge di porre rimedio in un prospettiva di cura “circolare” dell’ambiente tanto naturale che antropico.

L’approfondimento del problema ci vedrà di volta in volta oscillare tra due estremi: da un lato, la prospettiva quasi positivista di chi fiduciosamente crede sempre nell’utilità dell’intervento e, dall’altro, la visione conservazionista di chi non vuole assolutamente intervenire nell’ambiente (e negli ecosistemi ad esso correlati).

Una doppia anima caratterizza in realtà anche i più convinti difensori dell’ecologia: è opportuno a tal proposito ricordare che persino all’interno dell’ambientalismo ritroviamo un approccio “attivo” e uno “conservativo”, e questa doppia anima trova riscontro nelle varie epoche in cui è stato possibile porsi il problema. Lo stesso Manetti, vissuto in pieno Positivismo, potrebbe essere reinterpretato attraverso queste ultime categorie concettuali.

3 – Trasformazione delle pratiche per la gestione dei flussi di acqua dolce

Nel corso della Storia l'approccio di gestione delle acque interne è diventato sempre più invasivo verso l'ecosistema, nella convinzione di potersi conformare a modelli di precisione matematica. L'illusione di poter ricondurre l'imperfezione dell'ambiente naturale circostante (perfetta di per se) a canoni standardizzati etero-determinati inizialmente placò il bisogno di risolvere i problemi derivanti dai fiumi. Ben presto fu però evidente che la rettifica dei corsi d'acqua (che sia intrapresa nell'ambito ingegneristico o in quello agricolo) è stato un tentativo malriuscito di razionalizzazione, che ha semmai portato a un ulteriore aumento delle complessità cui far fronte.

3.1 - Il fiume come problema «da regimare»

Come tutte le discipline di antichissima origine, l'ingegneria esisteva ben prima di essere nota con questo nome. E, come tutte le discipline antiche classificate e sistematizzate in tempi relativamente recenti, è difficile ricostruirne in maniera completa e "lineare" l'evoluzione nei secoli. Anche restringendo il campo di analisi al solo ambito fluviale vedremo che gli esempi antichi di opere oggi catalogabili come "ingegneria idraulica" non mancano.

Gli Antichi Egizi ad esempio, già inventori di un calendario solare "tarato" – su tre stagioni – in base alle piene del Nilo, intervennero su di esso con dighe e canalizzazioni allo scopo di conservarne le acque per i periodi di siccità. E che dire dell'acquedotto, inventato dai Sumeri all'interno di un vastissimo sistema di irrigazione, e portato, già ai tempi dei romani, a livelli di "eccellenza" funzionale e architettonica? Non mancano poi esempi rilevanti anche nell'estremo Oriente (basti pensare agli antichi canali e ponti cinesi) e si potrebbe proseguire quasi all'infinito rinvenendo lungo tutta la storia dell'umanità strutture e tecnologie frutto di saperi e intuizioni

precursori dei moderni studi in materia di statica e cinematica dei fluidi³⁸.

Per arrivare a qualcosa di rilevante ai fini della nostra trattazione bisogna però attendere il rinascimento italiano e in particolare gli studi di Leonardo da Vinci:

«[...] Leonardo [...] fin dagli inizi del '500 si applicò in modo particolare allo studio della maglia idraulica, non solo toscana (basta ricordare i fiumi e i canali della Padania e le Paludi Pontine) ed egli deve essere quindi considerato il primo grande scienziato idraulico dell'età moderna, essenzialmente per via di una valutazione molto critica degli interventi che si andavano allora effettuando – e stiamo parlando del 1500-1503 – da parte del Comune di Firenze. Erano interventi molto parziali; questo è dunque il filo conduttore dei rapporti fra ente pubblico e fiume (e non solo per l'Arno, ma per tutti gli altri affluenti) dall'età moderna fino ai giorni nostri.

Il Comune di Firenze, fin dalla metà del '300, ma con particolare risalto nella seconda metà del '400, aveva dato il via a quella politica di canalizzazione e di rettifica dell'Arno che doveva rivelarsi molto parziale e assai contingente – cioè si andava avanti senza un piano d'insieme, naturalmente a seconda dei luoghi dove le minacce e i guasti erano più rilevanti e più urgenti – e il fiume cominciò ad assumere, dalla metà del '400 in poi, quell'aspetto e quell'assetto che lo caratterizzerà poi nell'età moderna e contemporanea. Il suo alveo fu progressivamente ridotto, ristretto, si cominciarono ad annullare le sue divagazioni (quelle che allora si consideravano “capricci”) e i Bisarni, le isole e i renai cominciarono lentamente ad essere prosciugati e bonificati. Su queste vaste aree golenali nelle quali il fiume, in periodo di piena, poteva “naturalmente” espandersi e scaricare la sua rabbia, si cominciò a costruire poderi e a formare intere fattorie. Furono poi i Medici, dagli inizi del '500 in avanti, che insistettero, in una visione quasi parossistica – quasi con furia bonificatrice [...] – in questo restringimento del corso del fiume per formare fattorie, dal Valdarno di sopra fino alla foce nella pianura pisana. Fattorie come quella di Montevarchi, come quella di Empoli, quella di Calcinaia, quelle delle Cascine di Pisa, furono in larghissima misura formate in aree di golena del fiume, negli acquitrini, nei renai, nelle aree spondali attraverso le quali il fiume avrebbe potuto ovviamente esercitare un'azione di auto-regimazione: e la esercitava allora in maniera molto più efficace di quanto non sarà in futuro.

Leonardo da Vinci pensava a tutto questo e su tutto questo rifletteva quando scrisse quella pagina che è rimasta memorabile, insieme ai suoi scritti di regimazione dell'Arno, ai suoi scritti e alle sue mappe topografiche: in particolare, quel progetto di canale Firenze-Prato-Pistoia-Serravalle-Bientina (o Fucecchio, in alternativa) e di nuovo, Valdarno di sotto – Pisa – mare, che doveva essere un sistema polivalente di regimazione di tutto il bacino dell'Arno a partire dalla val di Chiana (che avrebbe dovuto poi fornire acqua nel periodo di magra, attraverso i grandi affluenti). Quindi

³⁸ «[...] data la precaria condizione idrogeologica del territorio, colpito da periodiche inondazioni, uniche testimonianze urbanistiche ci vengono dalla città dei morti, costruite, a differenza della città dei vivi, lontano dagli argini del fiume [...]». [Benevolo, 1993]

un canale che doveva regolare, soprattutto, il Valdarno di sopra e la conca di Firenze, e che doveva nello stesso tempo offrire una comoda via d'acqua navigabile, un'idrovia, alle manifatture del bacino fiorentino e, nello stesso tempo, fornire acqua per l'irrigazione, per l'agricoltura (senza escludere in assoluto quella piccola politica di colmate e di bonifica che si andava estendendo nel '500 attraverso l'uso delle acque fluviali che si lasciavano decantare nei piccoli acquitrini vicini alle sponde, per passare poi alla colonizzazione agricola). "Arno non istarà mai in canale", ammoniva Leonardo da Vinci contro la politica dei tagli, dei raddrizzamenti, delle canalizzazioni, della costruzione delle arginature che tendevano a restringere eccessivamente il letto. Ovviamente, le ammonizioni di Leonardo da Vinci rimasero [...] lettera morta». [Rombai, 1988]

La questione si ripresenta un paio di secoli dopo quando:

«[...] intorno alla metà del '700 riesplode, in maniera improvvisa, dopo la sistemazione effettuata nella seconda metà del '600, attraverso la Parte Guelfa e gli interventi dello scienziato Viviani, il problema Arno. [...] A metà del '700 siamo ancora in piena fase umida, ci dicono gli storici del clima; certo è che le inondazioni cominciarono di nuovo a farsi preoccupanti. Allora, siamo nell'età dell'Illuminismo, si riscoprono e si riprendono come filo conduttore gli studi cinquecenteschi e seicenteschi – in particolare Leonardo, il Di Pace e il Viviani – in quanto questi spiegano come il problema dell'Arno si possa risolvere solo operando a monte. [...] In apparenza [...] l'Arno viene "sistemato" attraverso tutta una serie di tagli e canalizzazioni che restringono notevolmente il suo letto, e che accorciano anche il suo corso. [Si calcolano] [...] in circa 12-13 chilometri la perdita di lunghezza dell'Arno attraverso la minuta sistemazione tramite l'eliminazione di anse e meandri, e il raddrizzamento effettuato dal Casentino fino al mare.

Le conseguenze non tardarono a farsi sentire: sono famose, e tristemente, le inondazioni dell'Ottocento, quella in particolare del 1844, e addirittura quella [...] del 1848. Da allora, le piene, le rotture con i trabocchi dell'Arno, non si contano più, anche se non tutte avranno la stessa perniciosa conseguenza». [Rombai, 1988]

Il governo delle acque in ambito ingegneristico e agronomico si è gradualmente trasformato nel tempo rispondendo a esigenze di varia natura. Nell'ambito ingegneristico l'obiettivo era ridurre i tempi di scorrimento ed incrementare allo stesso tempo la sicurezza delle manovre idrauliche, mentre nell'ambito delle attività agricole era permettere l'efficienza del sistema di irrigazione indipendentemente dalla stagionalità o dalla quantità di pioggia presente. Alla soluzione di tali esigenze si aggiungeva la ricerca di soluzioni tese alla riduzione dell'estensione del territorio occupato dall'impianto di captazione e/o di regimazione: l'obiettivo era quindi quello di convogliare l'acqua in maniera efficiente nelle opere di presa o negli impianti che la prelevavano dai cicli naturali.

3.2 - Luci e ombre delle bonifiche

Le prime notizie storiche inerenti le bonifiche in Italia risalgono agli Etruschi del VI e V secolo a.C.³⁹ Opere di bonifica sono state poi intraprese anche dai Romani nonché dai monaci delle grandi abbazie e dei monasteri più prestigiosi di età Medievale⁴⁰. Ma le prime legislazioni statali in merito sono arrivate solo tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento, in un'epoca in cui la penisola contava più di due milioni di ettari tra paludi, stagni, marenne, valli e acquitrini.



Fig. 27 - Il Centro Italia nel periodo delle bonifiche romane [Rombai, 1993]

³⁹ Cfr. aldopiombino.blogspot.it/2013/

⁴⁰ Da "Tra Terra e Acqua" - Le origini di Venezia: «La ricerca archivistica e quella archeologica consentono di ricostruire la procedura di realizzazione delle bonifiche a partire dal Basso Medioevo. Queste si svolgevano secondo una metodologia standardizzata che prevedeva, dopo alcune fasi preliminari, la delimitazione dell'area mediante l'erezione dei paletti di confine e la successiva costruzione di una palizzata lungo tutto il perimetro esterno. A ridosso di questo recinto ne veniva costruito un altro, più interno, a breve distanza dal primo. Lo spazio tra le due strutture veniva quindi riempito di materiali di risulta, mescolati al limo argilloso lagunare, così da creare una sorta di argine, che abbracciava l'intera area da bonificare». [Bortoletto, 2014]

Le bonifiche in Italia si sono sviluppate grazie a interventi finalizzati al risanamento di aree non considerate produttive dal punto di vista agricolo (solitamente perché paludose). Con la legge Mussolini del 1928⁴¹ lo Stato si impegnò a finanziare gli interventi idraulici e tutte le opere di trasformazione agraria. Per quanto riguarda in particolare la bonifica integrale si ricorda la Legge Serpieri, n. 3256 del 30 dicembre 1923 grazie alla quale furono fondati i Consorzi di Bonifica (finanziati dallo Stato), enti attivi sia nella bonifica che per la gestione del patrimonio silvo-pastorale: l'operazione aveva lo scopo di recuperare circa 8 milioni di ettari da destinare all'agricoltura. In parallelo il fascismo portò avanti le operazioni di espropriazione dei terreni dei latifondisti⁴². Oggi più in particolare con il termine

«[...] bonifica si intende quella attività di progettazione, esecuzione, manutenzione ed esercizio della rete idrografica, dei manufatti, degli impianti idrovori e di sollevamento, avente la finalità di mettere in sicurezza i territori urbanizzati e produttivi – che altrimenti sarebbero soggetti ad inondazioni o a dissesti idrogeologici – e di rendere coltivabili i terreni mediante irrigazione. L'attività di bonifica riveste quindi due funzioni che si integrano in un delicato equilibrio, da una parte la bonifica si pone a salvaguardia del territorio, dall'altra consente il razionale sviluppo dello stesso sia a fini strettamente agricoli sia a fini produttivi». [Lenzi, 2001]

⁴¹ Legge sulla bonifica integrale, n. 3134.

⁴² Cfr. Poli [2013]

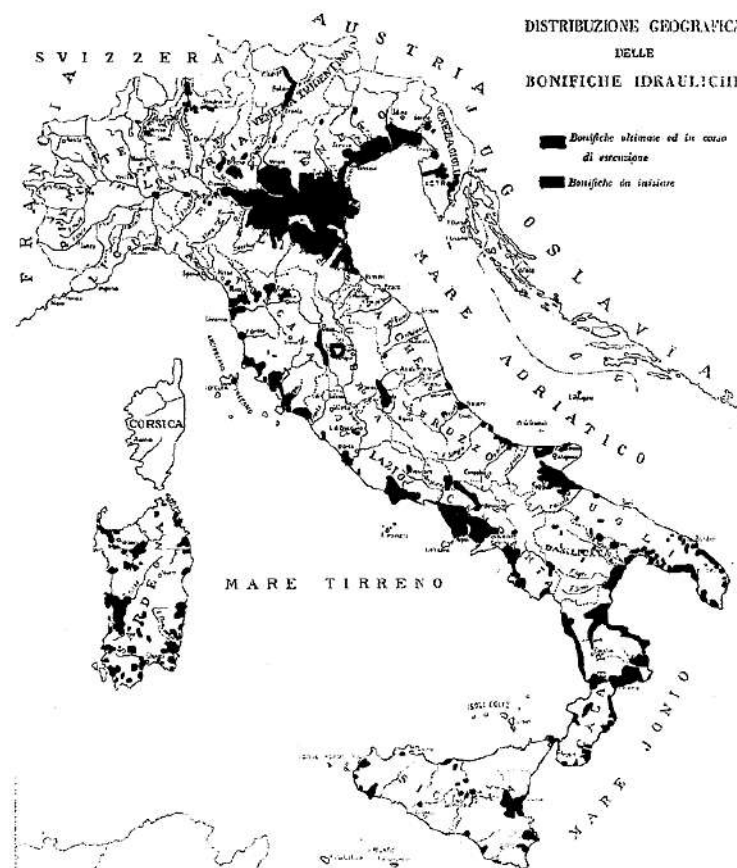


Fig. 28 - Distribuzione delle bonifiche italiane [Serpieri, 1948]

Ma perché le bonifiche ci interessino in un'ottica di riqualificazione dei corsi d'acqua non è necessariamente cosa ovvia. Infatti un'opera di bonifica non interessa tanto la porzione di fiume vicino alla quale è stata effettuata, ma piuttosto il bilancio idrico e idrologico⁴³ di tutto il bacino⁴⁴ (durante il corso dell'alternarsi delle stagioni e ancor di più nelle analisi effettuate su serie storiche). [Serpieri, 1930]

⁴³ Cfr. abtevere.it/node/1213

⁴⁴ «Gli ambienti acquatici sono dominati dall'acqua, o meglio dalla quantità d'acqua». [Perosino, 2012]

3.3 - Dighe e opere di contenimento

«La crescente necessità di acqua è un fenomeno che, almeno a partire dagli anni Settanta del XX secolo, ha dato vita a processi di profonda riorganizzazione del suo uso. Soprattutto nei paesi in via di sviluppo si è fatto ricorso a una collaudata tecnica di concentrazione di risorse idriche: la costruzione di dighe. [...] Questi grandi invasori rispondono a molteplici necessità. Essi servono a rifornire le industrie, ma soprattutto a estendere l'agricoltura irrigua nonché a costruire centrali idroelettriche. Si tratta di iniziative che rispondono a bisogni reali, ma che hanno spesso costi ambientali, culturali e umani elevatissimi. E peraltro alcuni osservatori, come la scienziata indiana Vandana Shiva, mettono fortemente in dubbio la loro convenienza economica. Com'è noto, le dighe portano al completo allagamento di estese superfici di territorio, e perciò distruggono foreste, terreni agricoli, pascoli, villaggi, centri abitati. Esse generano l'interruzione del ciclo naturale dell'acqua che spesso ha conseguenze difficilmente valutabili. Le alterazioni dell'ambiente locale sono poi molteplici e vanno dal mutamento del clima alla distruzione su vasta scala del patrimonio della biodiversità naturale e agricola. Nel 2000 la Commissione mondiale sulle dighe ha valutato tra i 40 e gli 80 milioni il numero delle persone che hanno dovuto abbandonare le loro case a causa degli allagamenti negli ultimi 30 anni. Tanti "profughi ambientali" vedono in genere distrutte le proprie economie tradizionali, senza che sia offerta loro una collocazione alternativa nelle nuove agricolture industrializzate – bisognose in genere di pochi addetti – che rimpiazzino le piccole economie contadine». [Bevilacqua, 2006]

Per introdurre brevemente il tema in ambito ingegneristico ricordiamo che le opere di ingegneria idraulica classica sono sostanzialmente riconducibili a quattro famiglie:

- briglie e soglie più o meno cementate;
- dighe e altre manufatti per impianti idroelettrici;
- muri di contenimento e gabbionate (difese di sponda);
- ponti e altre opere legate alla viabilità.

La briglia è sostanzialmente un'opera trasversale che stabilizza il fondo, impedendo fenomeni di erosione verticale e riduce il trasporto solido a valle.



Fig. 29 - Esempio di briglia tratto da Consorzio di Bonifica di Regione Umbria

Una difesa di sponda invece è quell'opera che limita l'apporto di materiale solido dalle parti longitudinali al corso d'acqua e previene fenomeni di erosione laterale per scalzamento al piede delle sponde.



Fig. 30 - Esempio di cementificazione spondale sul Terzolle (scatto di A.Palumbo, 2014)

La prima diga a noi nota fu costruita verso il 4000 a.C. in Egitto, allo scopo di deviare il corso del Nilo ed edificare la città di Menfi sui terreni sottratti alle acque. Molte antiche dighe in terra, tra cui quelle costruite dai Babilonesi, facevano parte di complessi sistemi di irrigazione che trasformavano regioni improduttive in fertili pianure. A causa dei danni provocati dalle inondazioni, pochissime dighe risalenti a oltre un secolo fa sono ancora integre. [Trevor, 1992]

La diga ha assunto un'importanza crescente – talvolta persino “drammatica” - nella società occidentale dello scorso secolo. In Italia ad esempio ha avuto enorme risonanza il caso del Vajont⁴⁵:

«[...] 9 ottobre 1963. Dal monte Toc, dietro la diga del Vajont, si staccano tutti insieme 260 milioni di metri cubi di roccia, cascano nel lago dietro la diga e sollevano un'ondata che mostra lo scivolamento della frana di cinquanta milioni di metri cubi. Di questi cinquanta milioni, solo la metà scavalca la diga: solo venticinque milioni [...]. Ma più che sufficiente a spazzar via dalla faccia della terra cinque paesi: Longarone, Pirago, Rivalta, Villanova, Faè. Duemila i morti [...]» [Paolini, 1993]

La costruzione di dighe è spesso correlata alla realizzazione di impianti idroelettrici di grande portata; il rilascio delle acque contenute nell'invaso anche stagionale (ed effettuato a seguito di studi per la riduzione dell'impatto ambientale) causa distruzione degli habitat fluviali anche nei tratti a valle

⁴⁵ Cfr. Il racconto del Vajont di M. Paolini e G. Vacis, 1993

[CIRF, 2006] e dei rischi per gli insediamenti antropici. Si riportano a titolo di esempio rispettivamente un'immagine della diga del lago *Berryssa*⁴⁶ e una della diga di *Oroville*.⁴⁷



Fig. 31 - Rilascio d'acqua da parte dell'impianto della diga di Beryssa



Fig. 32 - Il caso della diga di Oroville [LaNazione, 13 febbraio 2017]

⁴⁶ «[...] è il più grande lago della contea di Napa in California/Quail Ridge Wilderness Preserve (Stati Uniti). È un lago artificiale costituito in seguito all'edificazione della diga di Monticello (*Monticello Dam*) utilizzata per la produzione dell'energia idroelettrica destinata alla parte settentrionale della baia di *San Francisco*.» [wikipedia, 2017]

⁴⁷ «[...] è passato un mese dalla crisi della diga di Oroville, negli U.S.A., che ha costretto 200.000 persone all'evacuazione ed ha tenuto con il fiato sospeso per giorni interi la California.» [meteoweb.eu, 2017]

Tra gli interventi successivi all'alluvione che nel 1966 colpì parte della penisola del Centro-Nord⁴⁸ vennero progettati invasi che dovevano servire in prima battuta per laminare le piene ma avrebbero anche consentito in parte di regimare le magre. Proprio il Bacino dell'Arno, in quegli anni, subì una notevole quantità di interventi di invaso (vedi Fig. 46).



Fig. 33 - Dighe del bacino dell'Arno tratto [AdB Arno, 2015]

3.4 - La regimazione e la canalizzazione

Un canale per definizione rappresenta un «alveo scavato artificialmente per farvi scorrere le acque» [Treccani, 2017] che possono essere destinate a fini: irrigui, di bonifica, di navigazione, marittimi, industriali, acquedottistici, ecc. I canali hanno lunghi tratti rettilinei e curve ad ampio raggio, e «[...] molto spesso non è possibile fare una distinzione netta, in

⁴⁸ Evento calamitoso avvenuto nell'autunno del 1966 in diverse aree del territorio nazionale, con piogge persistenti che coinvolsero principalmente le regioni del Nord-Est (Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia) e del Centro (Toscana, Emilia-Romagna e Umbria). Nelle regioni settentrionali i morti furono 87, in 9 province (6 a Bolzano, 26 a Trento, 26 a Belluno, 2 a Treviso, 3 a Venezia, 5 a Vicenza, 14 a Udine, 4 a Pordenone e 1 a Brescia).

quanto uno stesso canale può assumere diverse caratteristiche e funzioni». [Dizionario Omnia, 2005]



Fig. 34 - Esempio di canalizzazione ai fini irrigui

Prigioni [1997], analizzando il caso della Basilicata, specifica che «in Italia non esiste un fiume che non sia stato parzialmente canalizzato o arginato con conseguente distruzione della vegetazione riparia». La rettificazione dei corsi d'acqua ha contribuito fortemente alla distruzione dell'habitat fluviali e perifluviali di molte specie animali e vegetali. Anche se il testo approfondisce specificatamente il caso della lontra italiana, l'autore riesce a ricostruire in maniera esaustiva la visione d'insieme della fragilità dell'ecosistema di bacino, sottolineando le criticità delle tecniche di regimazione idraulica e “pulizia” spondale, nonché arricchendo la trattazione con una bibliografia tematica e con foto che documentano gli interventi dannosi in alveo e in prossimità dell'alveo.

In Italia le canalizzazioni propriamente dette iniziano a essere effettuate in maniera massiva nel corso degli anni '50/60, portando inevitabilmente a conseguenze che possono essere ben definite dall' “effetto canalizzazione” descritto da Sansoni [2006]:

«L'artificializzazione sia essa dovuta alla canalizzazione dell'alveo o all'impermeabilizzazione del territorio, o ad entrambi induce l'accentuazione dei picchi di piena, a causa della riduzione dell'infiltrazione (aumenta il volume di scorrimento superficiale) e della riduzione dei tempi di corrivazione (accelerazione della corrente e concentrazione dei deflussi dei vari affluenti). L'onda di piena diventa più elevata (maggior rischio), anticipata (minor tempo per interventi di Protezione Civile) e si esaurisce più rapidamente (magre più spinte e prolungate). Poiché l'integrale della curva (l'area sottesa al picco) rappresenta il volume defluito durante la piena, è chiaro che per ridurre l'altezza del picco occorre allargarne la base: in altre parole, occorre farla defluire in un tempo più lungo. Ciò significa che per ridurre le punte di piena occorre rallentare la corrente: proprio l'esatto contrario dell'approccio classico alla sistemazione dei corsi d'acqua!» [CIRF, 2006]

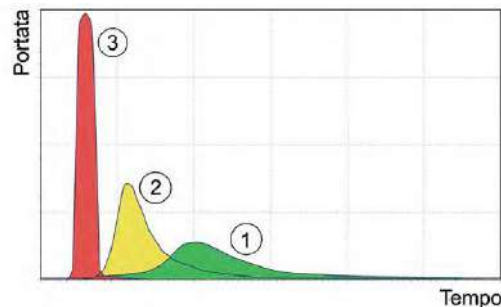


Fig. 35 - Rappresentazione schematica del comportamento di un idrogramma di piena in un bacino naturale (1), dopo una artificializzazione media (2) ed estrema (3) [CIRF, 2006]

3.5 - Sistemi idraulici e drenaggi urbani

Greppi [2009] propone uno studio introduttivo del ciclo idrologico e dei fenomeni ad esso strettamente correlati. Con un approccio pragmatico vengono proposte tecniche per cercare di governare anziché subire la naturale evoluzione degli eventi idrologici, allo scopo di prevedere l'intensità degli eventi e prevenirne gli effetti più dirompenti. All'interno della presente ricerca, il capitolo dedicato al bilancio idrologico aiuta proprio a ricomporre il complesso *puzzle* del dissesto idrogeologico approfondendone gli aspetti più superficiali, a partire dalla ripartizione della pioggia caduta sulle terre emerse. Altro importante contributo fornito dal testo sono le precise metodologie di definizione, ricostruzione e analisi del bacino idrogeologico. Questo è importante non solo per definire scientificamente l'oggetto di studio, ma anche per comprenderne e studiarne le dinamiche specifiche (infiltrazione, deflusso superficiale, precipitazione, evaporazione delle acque, processi dei sedimenti).

«L'impermeabilizzazione del suolo (*soil sealing*) può essere definita come la copertura dei suoli con edifici, costruzioni o strati di materiale artificiale completamente o parzialmente impermeabili, come asfalto, cemento e altri e rappresenta la forma più intensiva di sfruttamento della terra ed è essenzialmente un processo irreversibile, con la conseguente perdita di importanti funzioni del suolo, prime tra tutte la fertilità per la produzione di biomassa (cibo, mangimi ed energia rinnovabile) e la capacità di stoccaggio dell'acqua attraverso l'infiltrazione della pioggia, ma anche la perdita di biodiversità e la perdita del patrimonio culturale

attraverso la copertura di resti archeologici. Per queste ragioni, sta aumentando la preoccupazione per la crescente impermeabilizzazione del suolo, non solo in Europa, ma in tutto il mondo. [...] La perdita di questi suoli più produttivi non rappresenta solo un pericolo per la sicurezza alimentare e per la riduzione in generale della produzione di biomassa, ma causa anche gravi rischi di inondazioni, che sono un problema emergente di carattere sociale ed economico. Queste possono essere mitigate solo preservando superfici di suolo non coperte, con un'elevata capacità di infiltrazione e di accumulo dell'acqua. [...] Il tasso giornaliero di impermeabilizzazione dei suoli nell'Unione europea dovuta all'urbanizzazione, all'industrializzazione e ai trasporti, ammonta a circa 1000-1200 ettari (cioè 10-12 km²) al giorno. [...] Secondo una stima molto grezza, le perdite giornaliere di suolo su scala globale ammontano a circa 25-30 mila ettari al giorno (circa 250-300 km²).» [Blum, 2014]

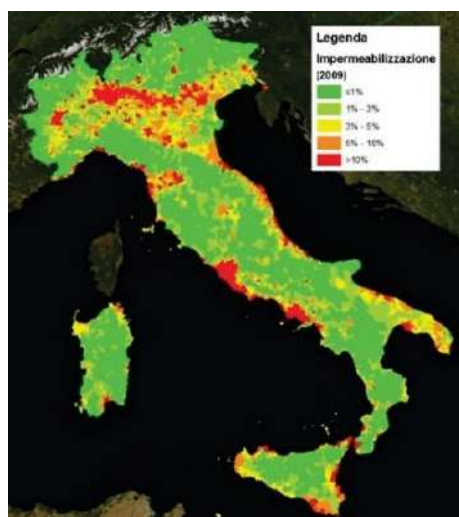


Fig. 36 - L'impermeabilizzazione in Italia secondo ISPRA, 2012

La proposta di Francani [1997], focalizzandosi prevalentemente sui problemi delle acque sotterranee del nord Italia, approfondisce gli aspetti geologici legati alla consistenza delle risorse idriche sotterranee e al loro modo di esporsi/proteggersi dagli inquinamenti. Particolarmente utile, all'interno del capitolo Inquinamento e studi per il disinquinamento, il dettagliato paragrafo dedicato alle modalità di contaminazione delle falde, problema indirettamente legato alla regimazione delle acque e al dissesto idrogeologico:

«[...] l'impermeabilizzazione del terreno superficiale rappresenta l'esempio più praticato per la realizzazione di opere di sbarramento nella protezione dall'inquinamento [...]».

Per compensare i processi di impermeabilizzazione (soprattutto in ambiente urbano) una soluzione che viene integrata assieme ad altri interventi nelle pratiche di Drenaggio Urbano Sostenibile (DUS) è banalmente il ricorso alla vegetazione. Infatti i tagli consistenti e continui della vegetazione arborea e arbustiva in aree fortemente antropizzate hanno aumentato l'incapacità di assorbimento del suolo anche quando non ci troviamo in presenza di totale impermeabilizzazione. La vegetazione (e prima di tutto gli alberi) permette un rallentamento della velocità di caduta dell'acqua piovana e contemporaneamente un assorbimento più distribuito dell'acqua caduta al suolo per la presenza delle radici. Inoltre (come è possibile vedere nella figura seguente) l'ombreggiamento riduce l'isola di calore urbana [Bettini, 2004] e le temperature in genere al suolo, quindi riduce la desertificazione di quelle porzioni di terreno ancora rimaste in ambiente urbano che riescono così ad assorbire ancora la pioggia.

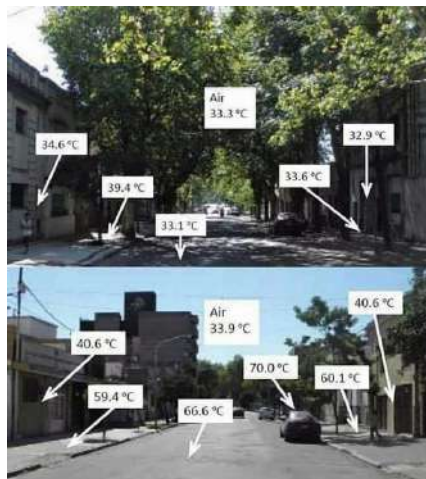


Fig. 37 - Effetto dell'ombreggiamento su strada in termini di temperatura [Kempe, 1990]

Il collegamento tra la riduzione del rischio idraulico (infiltrazione) e del dissesto idrogeologico (consolidamento) e il problema dell'impermeabilizzazione dei suoli è infine completato dalla componente faunistica che contribuisce in maniera attiva e continua al funzionamento degli strati superficiali e immediatamente sotterranei dei suoli. Un suolo in condizioni naturali/seminaturali è ricco di microorganismi ed è quindi un sistema complesso in grado di assorbire (oltre che filtrare) le acque. La sua struttura dovuta alla presenza di aggregati stabili di sostanza organica e componente minerale, impartisce al suolo stesso la capacità di agire da filtro di contaminanti, mediante processi di assorbimento chimico-fisici. L'infiltrazione è pertanto un'opportunità da sviluppare anche in considerazione delle potenzialità del suolo di accogliere le acque.

3.6 - Agricoltura e tecniche d'irrigazione

Le prime tecniche di irrigazione in agricoltura risalgono al 5000 a.C. in Mesopotamia e corrispondono più precisamente alla cultura calcolitica di Samarra in Media Mesopotamia [Gimbutas, 1977]⁴⁹. La cosiddetta “mezzaluna fertile” o “terra tra i due fiumi” non era soltanto fertile per le particolari caratteristiche geologiche, pedologiche e idrologiche, ma è stata anche resa più “produttiva” grazie alle prime applicazioni di irrigazione.

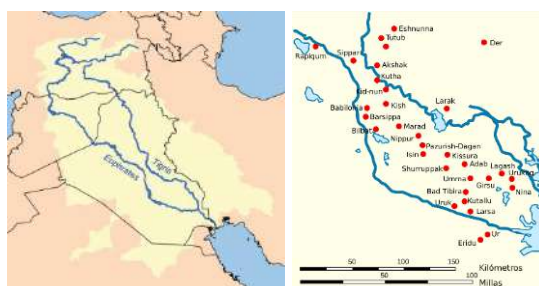


Fig. 38 - Mezzaluna fertile [wikipedia.org]

Le sistemazioni idraulico-agrarie sono un insieme di opere e interventi tecnici mirate ad assicurare la migliore regimazione delle acque del terreno. Esse fanno fronte a problemi di ristagno (a valle) e di erosione (a monte) e ai danni che l'eccesso di acqua può provocare alle colture:

- insufficiente ricambio gassoso;
- ridotto assorbimento dei nutritivi;
- arresto/rallentamento delle attività dei microorganismi favorevoli (aerobi);
- maggiori infestazioni di malerbe;
- effetti diretti della temperatura sui suoli;
- ecc.

La somministrazione di acqua solitamente avviene mediante una rete di canali e di fossi artificiali opportunamente disposti: un canale maestro (o derivatore), dei canali secondari con una minima pendenza ed eventuali canali terziari o distributori che portano l'acqua ai vari appezzamenti di terreno.

⁴⁹ Cfr. Marija Gimbutas 1977. "The first wave of Eurasian steppe pastoralists into Copper Age Europe", Journal of Indo-European Studies 5.

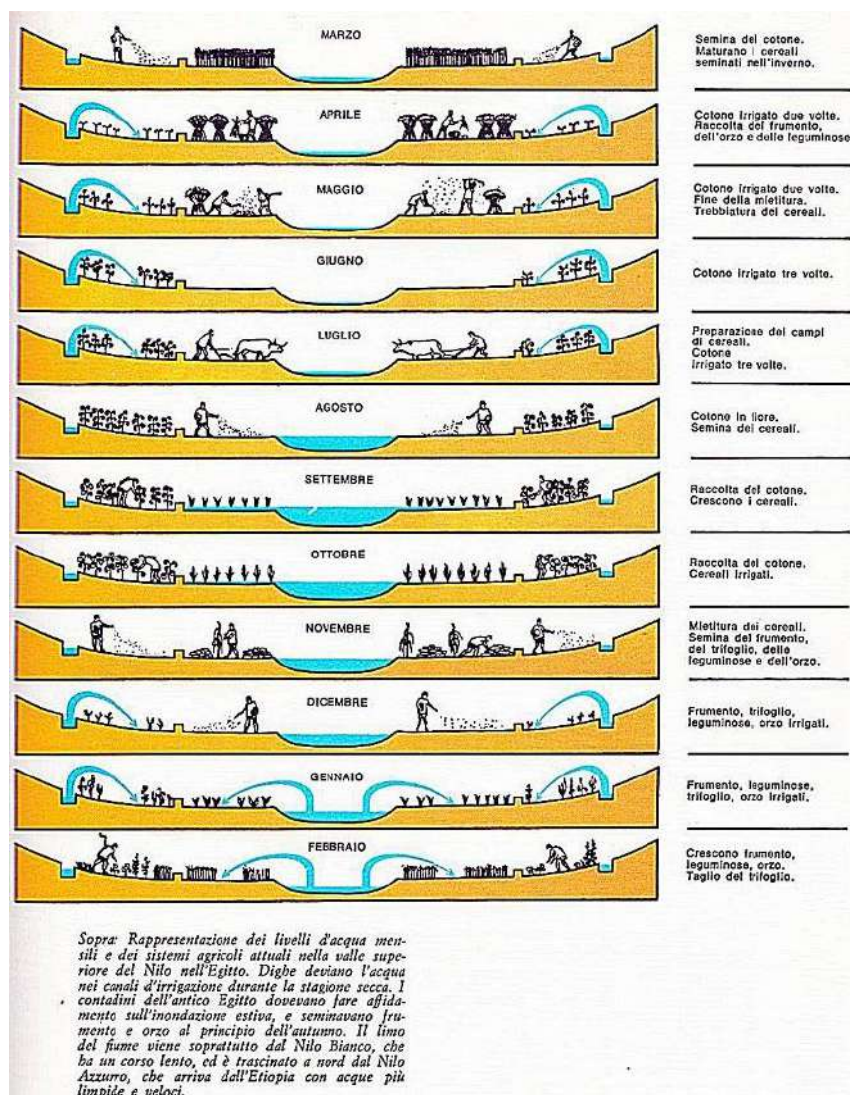


Fig. 39 - Sistema agricolo nel Nilo [Treccani, 2005]

Dall'Unità d'Italia le opere di raccolta delle acque e le opere di presa per la captazione di acqua da fiumi o torrenti sono state realizzate tipicamente attraverso metodi come: impianti di sollevamento, sifoni a cavaliere d'argine, traverse, affossature, baulature, canalizzazioni, ecc. In proposito, ad esempio, Matarrese [2011] riferisce che:

«L'idraulica agraria si occupa della regimazione e dell'uso dell'acqua in agricoltura.

La disciplina comprende le basi teoriche dell'idraulica generale, dell'idrologia superficiale e sotterranea, della fisica del suolo, del moto dell'acqua negli alvei e ne utilizza le conoscenze per la progettazione, organizzazione e gestione degli impianti di irrigazione e di drenaggio (superficiale e sotterraneo). L'interesse della disciplina si estende anche alle sistemazioni idraulico-agrarie, che hanno lo scopo di salvaguardare dal ristagno e dall'erosione l'intero territorio, non solo quello coltivato».

Tali sistemi hanno anche lo scopo di risolvere i problemi di ristagno a valle e di erosione a monte e, in termini di principi di agronomia generale, di ridurre il danno che l'eccesso di acqua può provocare alla resa delle colture: insufficiente ricambio gassoso del terreno, ridotto assorbimento di elementi nutritivi da parte degli apparati radicali, arresto o rallentamento dell'attività dei microorganismi, infestazione di malerbe, mutamento della temperatura del suolo. Giardini [2002] riferisce che i criteri di difesa sono la bonifica, per colmata o per sollevamento, e il ristagno, tramite affossatura. L'autore espone una rassegna tecnico-operativa degli interventi messi in atto in ambito agricolo allo scopo di regolare il deflusso della massa idrica eccedente senza compromettere la costituzione delle riserve d'acqua del suolo e del sottosuolo. Tale regimazione:

«[...] trae origine dalla gravità e dalla vastità dei danni che una non appropriata risoluzione del problema comporta: ristagno sugli appezzamenti coltivati, erosione, scalzamento di ponti, interrimento di invasi o di alvei, depositi alluvionali su terreni agrari, accumulo di acqua, alterazione del regime delle falde, allagamento dei centri abitati, ecc. [...]».

I criteri di bonifica e di ristagno descritti da Giardini sono utili per l'attività agronomica, che per definizione ha come presupposto base la produzione. In termini di conservazione della biodiversità e di tutela dell'ecosistema fluviale primario o secondario queste tecniche risultano distruttive, nonché pericolose perché implementano il rischio idraulico e idrogeologico a valle (o comunque nelle aree dove tali tecniche non vengono attuate). In questi casi i terreni si impoveriscono per carenza di apporto di nutrimento dato dal normale scorrimento delle acque superficiali e sotterranee con conseguente necessità di compensazione con sostanze chimiche di sintesi.

Giupponi e Fassio [2007] approfondiscono le possibilità di gestione sostenibile della risorsa idrica nell'ambito agricolo. Dopo aver analizzato le politiche europee e nazionali in materia di risorse agricole e irrigazione, gli autori approfondiscono il caso della riorganizzazione irrigua delle risorse del fiume Piave (proponendo uno schema organizzativo dell'idrografia di

deflusso e analizzando l'evoluzione della stessa tra Piave e Sile) e introducono il problema della necessità di una struttura pubblica di governo tecnico-amministrativo delle acque di un territorio. Nella terza e ultima parte vengono poi descritti, attingendo alla casistica italiana, modelli partecipati di decisione in materia di irrigazione. Un passaggio molto ben descritto (che ritroveremo nel capitolo successivo) è quello tra la vecchia e la nuova programmazione politica europea in materia di gestione dei bacini idrografici e mitigazione del rischio idraulico e idrogeologico, cui seguono commenti sulla direttiva 2007/60/CE e l'evoluzione della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE in direzione del nuovo approccio.

In Europa l'agricoltura è il settore che usa più risorsa idrica, con una percentuale variabile dal 50 all'80%.

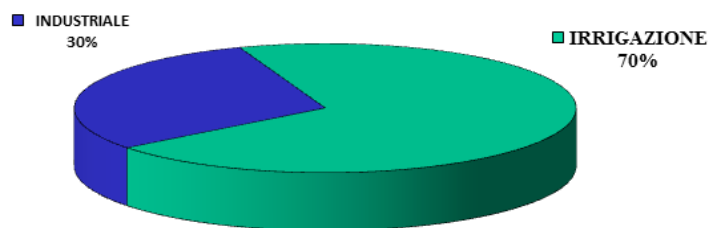


Fig. 40 - Uso delle acque settori primario e secondario [UE, 2012]

In particolare in Italia l'irrigazione è al primo posto fra gli usi idrici ed assorbe il 50% circa dei prelievi complessivi (di cui il 20% sono prelievi sotterranei), contro il 20% del settore civile ed il 10% per il settore energie [IRSA-CNR, 1999]. Per documentare e approfondire criticamente il nostro consumo idrico quotidiano casalingo e alimentare non basta lo spazio della presente trattazione. E' però possibile ragionare su alcune cifre significative, in parte raccolte da Pearce [2011] ed in parte tratte da altre pubblicazioni relative al settore dell'allevamento e dell'industria della lavorazione dei prodotti animali. Se ipotizzassimo di bere circa 5 litri di acqua e aggiungessimo quella usata per lavarsi e per i servizi igienici⁵⁰ si raggiungono cifre approssimativamente vicine ai 150 litri al giorno pro-capite. Nel settore dell'industria alimentare, poi, bisogna considerare che ogni prodotto ha un "costo idrico" di produzione, per esempio:

- 2000/5000 litri per un chilo di riso;
- 1000 litri per un chilo di farina;

⁵⁰ E' davvero insensato quanto avviene in Italia, le cui condutture idriche alimentano con acqua potabile persino lo scarico del W.C.

- 140 litri per un caffè;
- 250 litri per un bicchiere di vino.

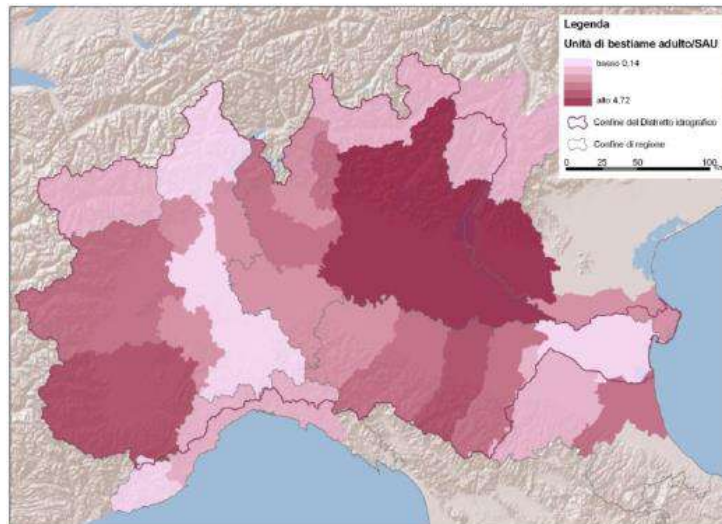
E' nel settore dell'allevamento (soprattutto se intensivo) che il costo idrico di produzione si fa oltremisura sproporzionato: un chilo di pollo "costa" 3500 litri d'acqua, un chilo di carne di manzo necessita addirittura di centomila litri⁵¹. Ovviamente tali cifre non includono solo l'acqua consumata dagli animali per bere, ma anche quella necessaria al mantenimento dei requisiti minimi di igiene delle strutture e degli animali stessi (e, nel caso di mucche e animali da mungitura, si consuma altra acqua a perdere nei diversi processi di produzione e lavorazione del latte, arrivando al "costo idrico" di almeno 1000 litri per bicchiere di latte)⁵².

Promosso da INEA nell'ambito delle attività di supporto al MIPAAF previste dal progetto di ricerca dal titolo *Monitoraggio ed indirizzo della programmazione per il settore irriguo in relazione alla direttiva quadro per le acque 2000/60/CE (DQA) ed all'andamento dei cambiamenti climatici*, esiste uno studio⁵³ che riguarda un'analisi territoriale delle criticità relative all'uso irriguo dell'acqua nel territorio italiano e propone una contestuale analisi delle politiche in atto, per valutare l'incidenza delle misure già attivate nella programmazione in corso sulle criticità individuate. Lo studio, realizzato da Zucaro [2013], è utile per il modo in cui approfondisce su scala nazionale i temi affrontati da altri autori a livello internazionale. Di seguito viene riportato, un esempio di cartografia regionale semplice e intuitiva (carico zootecnico che influisce sugli usi idrici nel campo dell'allevamento in Nord Italia):

⁵¹ Cfr. "Water Resources: Agriculture, the Environment, and Society - An assessment of the status of water resources" di David Pimentel, James Houser, Erika Preiss, Omar White, et al. in *Bioscience*, Febbraio 1997 Vol. 47 No. 2.

⁵² Interessanti dati zootecnologici in proposito sono rinvenibili in Provincia di Massa-Carrara [1997] e su <http://www.eat-ing.net/attach/zootecnia.pdf>.

⁵³ Analisi territoriale delle problematiche: strumenti e metodi per l'integrazione delle politiche per le risorse idriche.



Fonte: Elaborazione INEA su dati ISTAT

Fig. 41 - Indicatore di carico zootecnico in Nord Italia [INEA, 2012]

Sarebbe necessario che le politiche economiche nazionali e comunitarie, meglio ancora dell'intero globo, si concentrassero sull'efficienza dei sistemi d'irrigazione proponendo come obiettivo principale una loro più sostenibile gestione. Per quanto la Politica Agricola Comunitaria (PAC) offra sostegno all'agricoltura eco-compatibile, è importante che la collettività recepisca il senso profondo di tali agevolazioni e si impegni "eticamente", prima che economicamente, a mantenere un regime costante di risparmio idrico a livello locale e globale.

4 – Il fiume come assenza di regole

L’ambiguo rapporto tra architettura e mondo idrico affonda le radici nella notte dei tempi. Se già nella mitologia rinveniamo tracce di città che scompaiono inghiottite dai flussi (un esempio per tutti è il mito di Atlantide), con gli attuali strumenti di rilievo sul campo o di osservazione della Terra da satelliti possiamo scoprire – grazie anche all’affiancamento di archeologi, geografi, ecc. – che la storia degli insediamenti umani è stata sistematicamente caratterizzata e condizionata da fenomeni alluvionali anche di importanza rilevante. Se finora abbiamo capito che l’esposizione a questo particolare tipo di rischio non è considerabile come un fenomeno del tutto accidentale, allora è necessario che le scelte – urbanisticamente parlando – “recidive” attirino l’attenzione della pianificazione territoriale e subiscano dei correttivi.



Fig. 42 - Venezia da satellite [NASA, 2012]

4.1 - La città «nel» fiume

Se il fiume ha un suo territorio di pertinenza esclusiva e continuativa (il letto e le fasce ripariali) a cui si aggiungono altre aree di “pertinenza” eventuali ma ricorrenti (zone perfluviali) possiamo con una semplificazione sostenere che una città o comunque che i materiali urbani si trovano *nel* fiume quando sono più o meno consapevolmente collocati in una di queste

due aree.

Per non cadere in banalizzazioni vale la pena di ricordare che non in tutti i casi la scelta di costruire *nel* fiume è equiparabile alla scelta di urbanizzare altri territori particolarmente umidi (ad esempio le lagune come quella Venezia che si vede nella Fig. 56). La storia dei fiumi ci insegna infatti che l'alternanza di periodi umidi e di periodi particolarmente secchi nel ciclo di vita di un fiume può coinvolgere lo stesso letto del corso d'acqua e prolungarsi per anni, sembrando ad occhi inesperti come un'apparente scomparsa definitiva del corso stesso.

È proprio a questa ingenua considerazione delle dinamiche fluviali che vanno ricondotte alcune “invasioni” dell'alveo, con la conseguente esposizione ai rischi già approfonditi nei precedenti paragrafi.

In alcuni casi il susseguirsi nei secoli di strategie molto invasive e apparentemente efficaci di contenimento o indirizzamento dei corsi d'acqua ha determinato la falsa convinzione che si possa avere una buona convivenza con esso anche occupandone l'alveo. Si tratta invece di matrimoni forzati che prima o poi potrebbero implodere irreversibilmente in tutta la loro distruttività (come oltretutto attestato dalle tracce della dinamica fluviale nella cartografia e nella toponomastica⁵⁴).



Fig. 43 - Before and after the floods [wikipedia.org, 2017]

⁵⁴ Cfr. Progetto di Ricerca su Catalogo degli idronimi della Toscana [Lucchesi, 2016].

4.2 - Il fiume, e tutt'intorno la città

Come già sottolineato in precedenza la vicinanza degli insediamenti umani al fiume è dettata da esigenze di sopravvivenza e da necessità strategiche che, specialmente nel passato più remoto, non erano risolvibili altrimenti. Non è un caso che la nascita della civiltà sia spesso collegata alla vicinanza dell'elemento idrico così come non è casuale che l'essere umano, per aumentare il proprio senso di sicurezza, abbia talvolta pensato di costruire artificialmente il "proprio" fiume con funzione delle sue proprietà difensive (fossato intorno a castelli, ecc.).

In tutti i casi in cui la subordinazione rispetto al fiume era riconosciuta e accettata come tale, il fiume veniva considerato centrale all'interno della pianificazione delle attività umane. L'ecosistema fiume diventava il punto di inizio e di convergenza finale delle linee di sviluppo territoriale⁵⁵ e per preservarne la piena funzionalità si evitava non solo l'invasione del letto (se non lo stretto necessario, ad esempio per gli attraversamenti o l'agricoltura idrofila), ma allo stesso tempo gli venivano anche concesse delle "aree di comfort" che, lontano dall'essere vissute come delle concessioni, diventavano (anzi: rimanevano) zone in cui il fiume poteva sfogare liberamente la propria irruenza stagionale senza confliggere con le attività antropiche che da esso dipendevano.

I Piani Urbanistici così come concepiti e attuati hanno mostrato poca attenzione ai corsi d'acqua. L'urbanistica in genere ha sempre rappresentato graficamente i fiumi (e soprattutto le aste minori) come spazi lineari (più o meno spessi) non molto diversamente da reti infrastrutturali o trasportistiche. Questa tendenza alla semplificazione ha probabilmente influito sulle scelte di interrimento (o tombatura) dei corsi d'acqua per ottimizzare lo spazio urbano e non solo. Tale "eccesso di semplificazione" con molte probabilità ha contribuito a favorire l'edificazione in alveo con conseguente aumento del rischio umano. Per quanto riguarda le aree già urbanizzate quindi, a fronte della predisposizione geomorfologico-climatica che fa aumentare il rischio, invece di insistere con le concessioni edilizie, sarebbe forse più utile che l'urbanistica contemporanea rimediasse attraverso meccanismi di compensazione (es. la perequazione) e contemporaneamente vincolasse tutte le aree segnalate dai Piani di Bacino (o dai recenti PGRA) per la nuova

⁵⁵ «Il termine bioregione si riferisce all'ambito ecologico ed etnico di un territorio ma anche ad una cultura che si è sviluppata in quel determinato luogo.» [Castellucci, 1999]

edificazione⁵⁶.

L'abusivismo edilizio in generale è talmente endemico della penisola italiana che lo stesso governo, nell'impossibilità di individuare, punire e sanare tutte le casistiche, ha preferito ricorrere periodicamente alla strategia dei condoni edilizi, nella speranza di far emergere maggiormente il fenomeno e trovare dei correttivi almeno parziali. Il fenomeno però rimane strutturale, anche perché il sistema dei condoni non ha fatto che favorire ulteriormente la sopravvivenza di un vero e proprio mondo parallelo in cui la prassi abusiva – favorita e alimentata dal pericoloso intreccio tra corruzione, illegalità e mafie – è talmente diffusa da essere socialmente percepita come ordinaria. Dal punto di vista legale e ambientale, però, il fenomeno mantiene caratteristiche assai critiche. Come da tempo rileva l'Osservatorio Ambiente e Legalità di Legambiente (2010, p.189),

«[...] è come dire che i tracciati dell'industria delle costruzioni legale e di quella illegale sono ampiamente separati e vivono di vita propria. Ricordiamo ancora una volta come all'abusivismo di necessità del secondo dopoguerra si è lentamente sostituito un efficiente – imprenditorialmente ed economicamente – abusivismo organizzato (e spesso di criminalità organizzata) che opera in nero in tutta la sua filiera (acquisto materiali, sicurezza in cantiere, manodopera, utilizzazione del bene, ecc.) e che seleziona le occasioni migliori, cioè quelle a maggior valore aggiunto quali ville costiere, cascine in aree naturalisticamente pregiate, ampliamenti e riadattamento di sottotetti non abitabili ma in zone storiche».

Il ciclo (illegale) del cemento in Italia è tra i principali motori economici della criminalità organizzata (non a casa eufemisticamente ribattezzata, dalla stampa d'inchiesta, "Cemento Spa"⁵⁷) ma è anche uno dei principali responsabili dei principali disastri ambientali:

«La "pressione" esercitata dal cemento illegale s'inserisce in un contesto caratterizzato da due criticità che affliggono il Belpaese: le costruzioni realizzate in aree estremamente fragili dal punto di vista idrogeologico e un consumo del

⁵⁶ Chiaramente, la semplificazione che abbiamo biasimato in apertura non viene qui riproposta come approccio risolutivo al problema: non si ha la pretesa di trattare il tessuto urbano come una piattaforma LEGO, in cui qualunque procedimento costruttivo è potenzialmente reversibile. Semmai, si auspicherebbe la graduale adozione di quel "principio di precauzione" che non sempre è comodo dal punto di vista politico (almeno nel breve periodo) ma che dal punto di vista pratico farebbe sicuramente convergere le varie risorse e professionalità in gioco con il minimo sforzo.

⁵⁷ Cfr. in proposito l'omonimo report di Legambiente (2012), consultabile al link https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/dossier_cemento_spa_def_0.pdf

territorio che procede a ritmi devastanti⁵⁸».

Le premesse per il disastro il alveo ci sono tutte, se consideriamo che sul totale dei comuni italiani, il «rischio idrogeologico è elevato per quasi il 60%, con 2.940 comuni a rischio molto elevato e 1.732 a rischio elevato» e che, pertanto, «ogni concessione o tentennamento rispetto all'abusivismo edilizio si paga in termini di vite umane. Soprattutto nel Mezzogiorno, dove il rischio ambientale e la maggiore edificazione illegale si sommano ancora più pesantemente⁵⁹».

Un severo contrasto all'abusivismo edilizio, in sostanza, è quindi imprescindibile per fare reale prevenzione rispetto al dissesto idrogeologico, visto che «gli speculatori non hanno risparmiato neppure gli alvei abbandonati, anche se torrentizi» [Scelfo, 2000], con conseguenze che vengono riconosciute sempre troppo tardi:

«Il ricorrere di fenomeni di dissesto idrogeologico negli ultimi anni non può essere attribuito ad eventi esclusivamente naturali o solo alle intemperanze del clima, ma anche e soprattutto a un modello di sfruttamento intensivo e poco programmato del territorio. L'abusivismo edilizio, l'estrazione illegale di inerti dagli alvei fluviali, l'agricoltura intensiva con le opere di presa e di difesa degli argini, la distruzione della copertura vegetale causata dagli incendi ricorrenti, la mancata manutenzione di cunette, tombini e canali di raccolta, delle acque meteoriche, delle strade comunali, provinciali e di grande comunicazione, in passato presidio dei "cantonieri", la scarsa attenzione alle opere di ingegneria naturalistica a salvaguardia delle infrastrutture da realizzare, la manutenzione e la pulizia dei corsi d'acqua, in particolare dove gli alvei si restringono (ponti e attraversamenti) perché deposito di inerti, e l'accumulo di grossi trochi di alberi possono ostacolare il normale deflusso con conseguenti e improvvise piene anche con eventi pluviometrici temporanei e irrilevanti» [Rizzuti, 2013].

⁵⁸ Legambiente (2012), p.3.

⁵⁹ Osservatorio Ambiente e Legalità di Legambiente (2010), p.191.

5 – Il fiume come rischio

All'incirca un anno prima della tragica alluvione fiorentina del 1966 il dissesto idrogeologico⁶⁰ già scuoteva la penisola con ingenti danni e con perdita di vite umane in Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Toscana, Lazio e Umbria⁶¹. In quest'ultima regione il caso di Orvieto fu drammaticamente interessante. Oltre 3000 tra sfollati e senzatetto, 35 morti, un disperso e la quasi totalità degli alloggi diventati inabitabili. Circa cinquant'anni dopo il rischio idraulico è ancora un argomento all'ordine del giorno, argomento rispetto a cui stanno iniziando ad esprimersi pareri diversi dalla solita costruzione di opere cementizie come argini e traverse⁶². Nei fatti, tuttavia, poco è cambiato. Come è evidenziato nella figura di seguito il perdurare degli edificati in alveo è incompatibile con la prima, per efficacia, tra le precauzioni “anti-alluvione”: lasciare al fiume un minimo margine di movimento, uno “sfogo”, per le sue variazioni di portata stagionale.



Fig. 44 - Carta della pericolosità idraulica nell'area di Orvieto

⁶⁰ «L'insieme dei processi morfologici che hanno un'azione fortemente distruttiva in termini di degradazione del suolo e quindi indirettamente nei confronti dei manufatti. Le condizioni meteorologiche e le variazioni climatiche non sono che una causa marginale del dissesto idrogeologico. Le origini del fenomeno sono infatti di natura antropica. Tra le prime c'è l'eccessivo consumo di suolo, unito a pratiche come la cementificazione e la conseguente deforestazione». [Gisotti, 2012]

⁶¹ Cfr. polaris.irpi.cnr.it/event/dissesti-geo-idrologici-italia-centro-settentrionale/

⁶² Cfr. ilmessaggero.it/umbria/temi_orvieto_cia_dissesto_idrogeologico-873642.html

La recidività degli urbanisti orvietani merita qualche approfondimento. Se facessimo un confronto con l'altrettanto distruttiva alluvione di Firenze del 1966, potremmo comprendere almeno in parte la difficoltà a ridefinire un diverso assetto urbano (in funzione anti-alluvione) a fronte di ineludibili vincoli storico-architettonici: la perdita di un immenso patrimonio storico, architettonico e artistico era un prezzo troppo alto da pagare per la cosiddetta "messa in sicurezza"⁶³ persino per i fiorentini. Ma Orvieto Scalo, invece, avrebbe sicuramente avuto minori vincoli architettonici e maggiori opportunità economiche (perché solitamente ricostruire costa più che edificare ex-novo in altra sede) nella liberazione anche solo parziale dell'alveo dai materiali architettonici. Tali occasioni non sono state colte, come dimostra anche il recente perdurare del grave fenomeno alluvionale⁶⁴.

Foto da elicottero del Fiume Paglia ad Orvieto Scalo, alluvione del 12 novembre 2012



Fonte: Centro Funzionale - Regione Umbria

Fig. 45 - Foto del Paglia in prossimità di Orvieto Scalo [Regione Umbria, 2012]

Per comprendere il fenomeno delle alluvioni intese come eventi traumaticamente invasivi delle aree antropizzate, bisogna ragionare innanzitutto ipotizzando per un momento l'assenza totale di insediamento nel territorio che ci interessa, e osservare o simulare⁶⁵ la dinamica del fiume

⁶³ Cfr. paragrafo seguente.

⁶⁴ Vedi eventi 2012 <http://www.cfumbria.it/>

⁶⁵ Cfr. http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/images/5.0_RAS_Home_Page.jpg

al suo interno. Approfondendo quanto abbiamo già visto nel precedente capitolo circa le dinamiche d'alveo⁶⁶, passeremo da una visione settoriale a un approccio multidisciplinare al problema.

Il caso di Orvieto, trattato come abbiamo visto nelle pagine precedenti anche da Cencetti [2001 e 2004], è interessante in quanto rappresenta un esempio di recidività della pubblica amministrazione per il collocamento di nuove edificazioni in alveo (e al contempo di non delocalizzazione delle esistenti) anche a seguito di eventi calamitosi documentati.

5.1 - Il rischio naturale/ambientale

Partendo dal presupposto che la definizione di rischio in generale è la seguente: «[...] eventualità di subire un danno connessa a circostanze più o meno prevedibili», con rischio naturale (o ambientale) si intende una⁶⁷:

«probabilità che un certo fenomeno naturale, superata una determinata soglia, produca perdite in termini di vite umane, di proprietà, di capacità produttive. Viene espresso in funzione di tre fattori:

- pericolosità ambientale (probabilità che un determinato fenomeno si verifichi in un certo territorio e in un determinato intervallo di tempo);
- vulnerabilità territoriale (insieme della popolazione, delle infrastrutture, delle attività economiche ecc., che può subire danni materiali ed economici);
- valore (danno che viene prodotto).»

Esistono molti rischi connessi all'ambiente fluviale (ad es. il rischio ecologico⁶⁸), ma in questa sede ci soffermeremo sul termine rischio idrogeologico:

«[...] si designa il rischio connesso all'instabilità dei pendii, dovuta a particolare

⁶⁶ Nel caso di un corso d'acqua, l'alveo è la sede all'interno della quale si verifica lo scorrimento delle acque fluviali. È proprio l'azione erosiva esercitata dalle acque che, agendo sul substrato roccioso, ne determina la progressiva escavazione.

⁶⁷ Cfr. AA.VV., Dizionario, Treccani (Milano) 2009.

⁶⁸ Cfr. Direttiva 2013/39/EC per gli inquinanti.

conformazione geologica e geomorfologica di questi, o di corsi fluviali in conseguenza di particolari condizioni ambientali, meteorologiche e climatiche che coinvolgono le acque piovane e il loro ciclo idrologico una volta cadute al suolo, con possibili conseguenze sull'incolumità della popolazione e sulla sicurezza di servizi e attività su un dato territorio». [Caivano, 2003]

Il rischio idrogeologico si manifesta attraverso l'incremento di fenomeni franosi dovuti all'erosione del terreno o alle esondazioni fluviali. In molti casi, soprattutto nel nostro paese, esso accade in conseguenza della modificazione antropica del territorio (costruzione di infrastrutture quali strade, ponti, ferrovie, case che vanno spesso a condizionare negativamente l'adattamento reciproco tra uomo e ambiente). Anche altri interventi di natura antropica quali la deforestazione, il cattivo uso dei suoli e i cambiamenti climatici intesi come modifica dei regimi precipitativi possono contribuire sensibilmente al fenomeno trasformando in zone a rischio aree che prima non lo erano.

Il dissesto idrogeologico è l'insieme dei processi morfologici che hanno un'azione fortemente distruttiva in termini di degradazione del suolo e quindi indirettamente nei confronti dei manufatti. Esso comprende tutti quei processi a partire dall'erosione superficiale e sotto superficiale fino agli eventi più catastrofici quali frane e alluvioni. Ne consegue la definizione di rischio di dissesto idrogeologico che dall'analisi effettuata da David J. Varnes [UNESCO, 1984]

«[...] il rischio totale relativo al dissesto idrogeologico può essere espresso dalla relazione:

$$R_t = (E) \cdot (R_s) = (E) \cdot (H \cdot V)$$

R in funzione di t rappresenta il rischio totale, cioè il numero aspettato di danni relativi ad un evento catastrofico in termini di vite umane, persone ferite, danni alle proprietà ed alle attività economiche;

E sta per elementi a rischio, cioè la popolazione, le proprietà e le attività economiche potenzialmente in pericolo con riferimento a un dato fenomeno catastrofico;

R in funzione di S rappresenta il rischio specifico, ovvero il grado atteso di perdite legato ad un particolare fenomeno, espresso dal prodotto di H per V;

H è la pericolosità naturale, cioè la probabilità che un dato evento possa verificarsi in una data area in un certo periodo;

V è la vulnerabilità, che rappresenta il grado di danno atteso nei confronti di un elemento o di un insieme di elementi, espresso con una scala da 0 (nessun danno) a 1 (distruzione totale)».

Per rischio alluvionale infine si intende⁶⁹:

«il rischio legato alle esondazioni torrentizie/fluviali e a tal proposito si può operare la distinzione tra:

- rischio idrologico intrinseco, inerente al transito delle piene in una rete idrografica, quale effetto, naturale o forzato, del ciclo idrologico;
- rischio idraulico estrinseco, inerente al transito delle piene in aree antropizzate.»

COMUNI COLPITI DA
FRANE 1918-1994



COMUNI COLPITI DA
INONDAZIONI 1918-1994

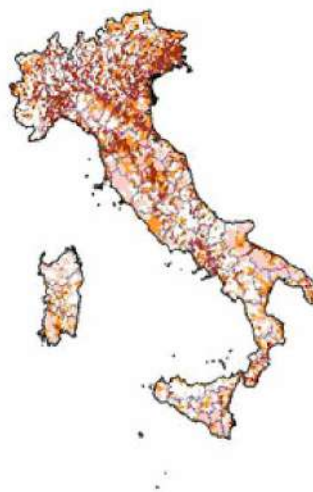


Fig. 46 - Comuni colpiti da frane e inondazioni [Ubertini, 2009]

⁶⁹ Società Geologica Italiana, *La mitigazione del rischio idraulico*, L.UBERTINI, 2009.

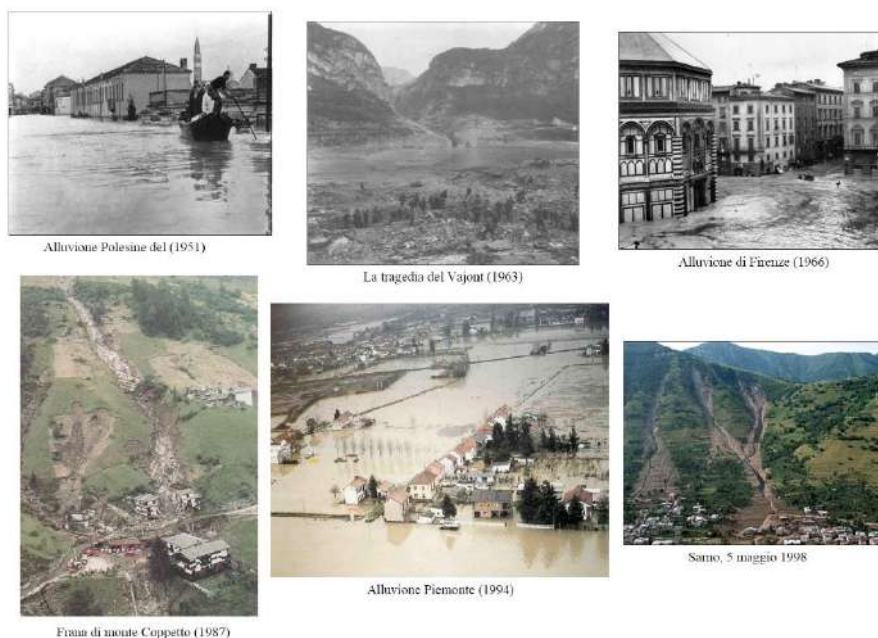


Fig. 47 - Esempi di alcuni degli eventi calamitosi più importanti avvenuti nello scorso secolo [Ubertini, 2009 (modificata)]

Appare chiaro che la gestione del rischio in ambito fluviale è in stretta relazione agli aspetti idro-geomorfologici del territorio e alle attività umane che ne modificano la sua conformazione e che la nozione di rischio è fortemente antropocentrica: l'alluvione, come il terremoto, l'uragano e altri eventi comunemente considerati calamitosi sarebbero perfettamente inseriti nel ciclo naturale delle cose in assenza di "interferenze" e "attività invasive" a vario titolo perpetrate dagli esseri umani.

5.2 - Mitigazione del rischio: una sicurezza apparente

Nel linguaggio comune, soprattutto di ambito giornalistico, la risposta ai disastri conseguenti al dissesto idrogeologico e al rischio idraulico si chiama

spesso “messa in sicurezza”. Tale terminologia è sicuramente appropriata laddove il concetto di sicurezza esista e sia per così dire teorizzabile a priori, misurabile, standardizzabile e quindi verificabile⁷⁰. Ad esempio, se vogliamo costruire un teatro che possa ospitare 500 persone, avremo probabilmente dei requisiti minimi strutturali da rispettare in sede di progettazione e di edificazione. Se tali requisiti verranno rispettati, o introdotti, nell’ipotesi in cui stiamo procedendo all’ingrandimento di un teatro con capienza ridotta, potremmo disporre di un teatro agibile in quanto, appunto, “sicuro”. Negli ambienti di origine naturale pensare di avere la situazione sotto controllo come negli ambienti artificiali, non è solo illusorio: è pericoloso. Questo per due ordini di motivi:

- Il primo è che tornando all’esempio del teatro di cui poco sopra i “materiali” presenti nei siti naturali non sono standardizzati e quindi controllabili come i materiali edili. Da questa osservazione discende il fatto che l’unica maniera per rapportarsi ad essi è di considerarli il più possibile come “unici”.
- Il secondo motivo è che maggiore è l’ambiente naturale con cui ci si confronta e più numerosi e qualitativamente diversificati diventano i fattori “imprevedibili” (in un’ottica antropocentrica: “di vulnerabilità”). Il miglior approccio per coesistere con e nell’ambiente naturale non è quindi ostinarsi irrazionalmente a ridurre l’imprevisto, ma allenare noi esseri umani ad avere (quasi) sempre un “piano B”.

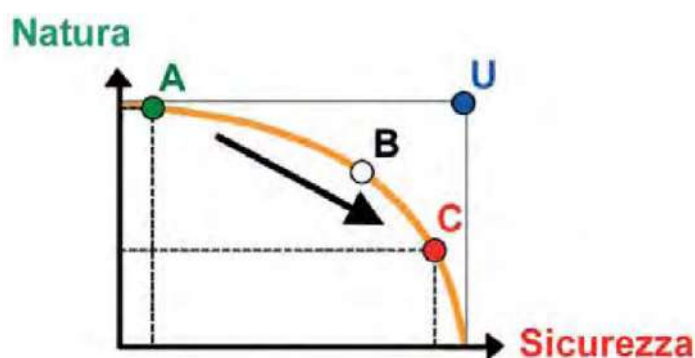


Fig. 48 – Curva Natura-Sicurezza [CIRF, 2006]

In termini più tecnici e concettualmente meno equivocabili sarebbe quindi più giusto sostituire – almeno in ambito fluviale – la nozione di messa

⁷⁰ Messa in sicurezza in edilizia, architettura e restauro.

in sicurezza con quella di mitigazione del rischio⁷¹ o di riduzione del rischio. Il concetto di “rischio residuo” descritto nella figura seguente è utile per motivare tale sostituzione di termini: il rischio residuo, comunque non eliminabile, spesso conduce a comportamenti (es. l’urbanizzazione) che possono anche aumentare il rischio totale.

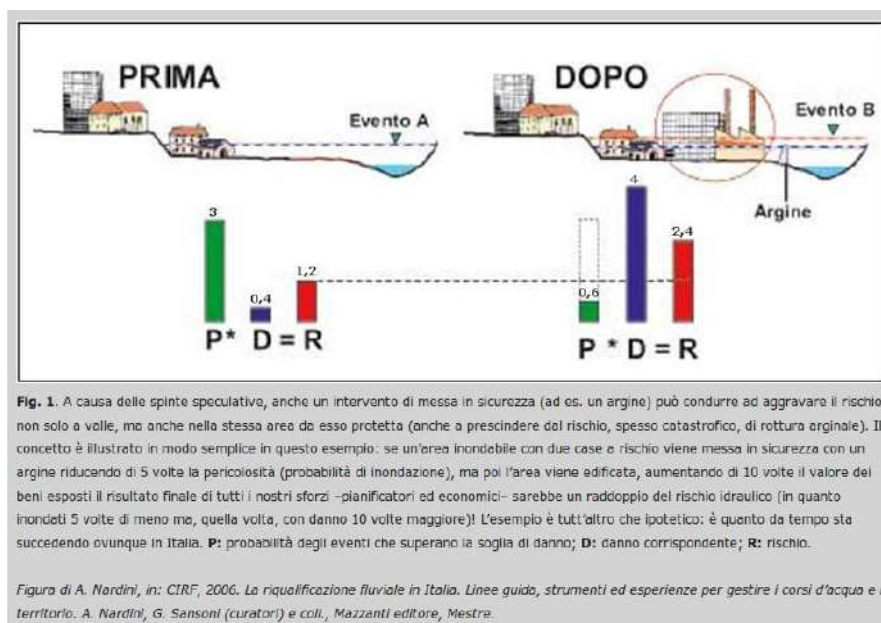


Fig. 49 – Esempio di simulazione prima e dopo un intervento di arginatura [CIRF, 2006]

Una definizione di mitigazione del rischio è la seguente:

«Un rischio ambientale può essere mitigato attraverso strategie di prevenzione, con azioni mirate alla riduzione della vulnerabilità e coerenti ai progressi delle ricerche sulla pericolosità ambientale»⁷².

⁷¹ «Per le aree già edificate sono necessari l’insieme di interventi strutturali e non strutturali che vanno dalle opere di ingegneria per il consolidamento dei pendii instabili e la difesa dalle alluvioni, alle delocalizzazioni e alle reti di monitoraggio strumentale che consentono l’attivazione di sistemi di allertamento. Per le aree non ancora edificate è fondamentale ubicare in posti sicuri le aree di nuova urbanizzazione con particolare attenzione per gli edifici strategici quali ospedali, scuole, uffici pubblici e attuare una corretta pianificazione territoriale, mediante l’applicazione di vincoli e regolamentazione d’uso del territorio (PAI e PGRA), che costituisce l’azione più efficace di riduzione del rischio nel medio-lungo termine». [ISPRA, <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/suolo-e-territorio/dissesto-idrogeologico/misure-di-mitigazione-del-rischio-idrogeologico>]

⁷² Cfr. AA.VV., Dizionario, Treccani (Milano) 2009.

CIRF [2006] parla di riduzione del rischio come di:

«[...] indicazioni tecniche prodotte dagli Enti che si occupano della difesa del territorio negli Stati Uniti (*Federal Emergency Management Agency*) e in Gran Bretagna (*Department for Transport, Local Government and the Regions*), paesi che hanno investito molte risorse per l'informazione del pubblico sui rischi da alluvioni, con lo scopo di favorire una presa di coscienza e una collaborazione attiva nella mitigazione del rischio da parte della popolazione coinvolta. Sostanzialmente ci sono due tipi di interventi per ridurre i danni da alluvione negli edifici:

- *dry-proof*, finalizzati ad impedire o comunque minimizzare l'ingresso di acqua negli edifici;
- *wet-proof*, miranti invece ad aumentarne la resistenza una volta che l'acqua sia già entrata.»

Per quanto riguarda la mitigazione del rischio attraverso la gestione della vegetazione si può affermare che essa attenua i picchi di piena a livello di bacino, infatti senza copertura boscosa si producono proprio gli eventi catastrofici che vorremmo evitare: frane di interi versanti, alvei che si riempiono di terra e rocce, danni idro-geomorfologici. Quindi, fermo restando che pro e contro vanno valutati caso per caso, le c.d. 'pulizie fluviali' andrebbero maneggiate con estrema prudenza.



(/media/x2/items/cache/1a6e508b96015e5f40cc3637b6234bfb_XL.jpg)

02 Marzo 2016 Redazione GEOforALL

E' stato presentato questa mattina a Roma il Rapporto ISPRA "Dissesto Idrogeologico in Italia" con tutti i numeri sui rischi del territorio italiano. Online le mappe ufficiali ISPRA del dissesto idrogeologico e le informazioni sulle opere per la prevenzione.

A Genova, Milano e Firenze già aperti i cantieri antialluvione. Supera i 7 milioni il numero degli abitanti residenti in aree a rischio frane e alluvioni (12% del totale), dei quali oltre 1 milione vive in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata (P3 e P4), mappate nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) e quasi 6 milioni vivono in zone alluvionabili classificate a pericolosità idraulica media P2 con un tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (perimetrate nell'ambito della Direttiva Alluvioni).

Campania, Toscana, Liguria ed Emilia-Romagna, sono le regioni con i valori più alti di popolazione a elevato rischio frana, mentre i numeri più rilevanti di popolazione a rischio alluvione, nello scenario di pericolosità idraulica media P2, si riscontrano in Emilia-Romagna, Toscana, Veneto, Lombardia e Liguria.

A livello comunale, è a rischio l'88,3% dei comuni italiani.

Fig. 50 – Articolo del blog di GEOforALL sulla distribuzione delle pericolosità secondo il neo-portale di Italia Sicura (2016)

Come si può capire dalla definizione il termine mitigazione (preferito non a caso a *riduzione* o *eliminazione*) invita a rapportarsi realisticamente all'eventualità per così dire disastrosa rappresentata da alluvioni e simili. È evidente che l'unica sicurezza possibile può essere rappresentata dalla assoluta non esposizione al rischio, rappresentata ancora una volta da un mix di precauzioni che pone al primo posto la collocazione degli edificati e delle attività umane fuori dall'alveo e se possibile nemmeno in prossimità dello stesso nella c.d. "area di pertinenza fluviale"⁷³.

⁷³ «[...] zona potenzialmente interessata dall'evoluzione del corso d'acqua, che deve essere



AULLA. Due morti, una devastazione mai vista da queste parti dalla Seconda Guerra mondiale e danni per decine di milioni di euro. Così si possono sintetizzare, in poche righe, gli effetti dell'alluvione del 25 ottobre 2011. Resta ancora molto da fare, anche se qualcosa si sta muovendo, e a fare il punto della situazione in merito ai progressi nei lavori per la ricostruzione è il sindaco di Aulla, Silvia Magnani. Il primo cittadino aullese inizia dall'argine: «Come tutti possono vedere, i lavori per la sua realizzazione sulla sponda sinistra del fiume Magra stanno procedendo. Questi lavori saranno terminati entro un anno, almeno per quanto concerne l'opera cosiddetta "a grezzo", ovvero il muro di cemento tout court, e poi seguiranno i lavori per la realizzazione del parco fluviale. Ma quello che conta è che entro un anno l'abitato di Aulla sarà in sicurezza».

*Fig. 51 - Aulla, muro di sicurezza sul Magra pronto fra un anno. Tre anni fa l'alluvione in Lunigiana. Il sindaco Silvia Magnani fa il punto dei lavori al nuovo argine sul Magra
Cantiere aperto per la costruzione della nuova scuola [lTirreno, 2014]*

Incubo alluvione, ad Aulla il nuovo argine non piace

L'intervento sul fiume Magra costa in tutto circa 4 milioni. Ma manca il tratto più importante

L'ultimo aggiornamento: 27 ottobre 2016



Il nuovo argine si estende lungo il braccio di fiume Magra a difesa dell'abitato di Aulla

Fig. 52 - Aulla due anni dopo [lTirreno, 2016]

lasciata esente da trasformazioni [...]», essa rappresenta un vero e proprio corridoio ecologico legato al corso d'acqua [Malcevski, 2010].

5.3 - Esondazioni e inondazioni

Anche la comprensione della differenza tra esondazione e inondazione ruota intorno al controverso rapporto tra gli esseri umani e il sistema ambientale. Come visto anche nel primo paragrafo lo straripamento delle acque di un fiume in un ambiente completamente naturale, comunemente detto esondazione, è tendenzialmente ap problematico.

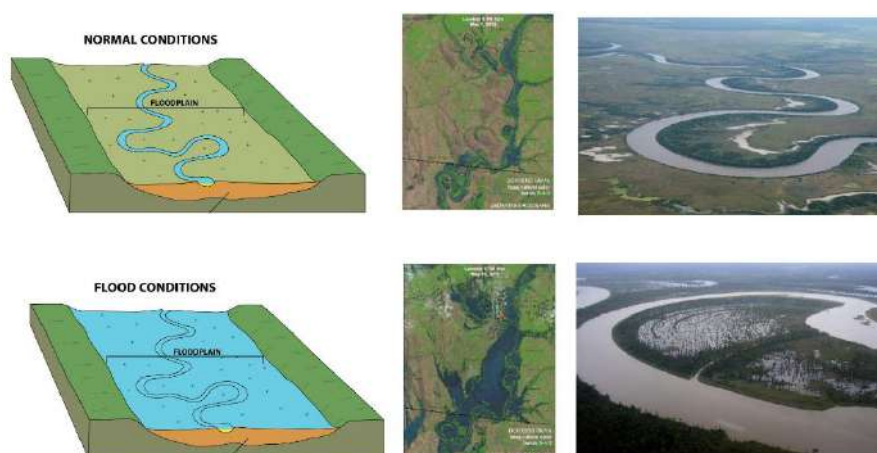


Fig. 53 - Normal and Flood condition for the same river (elaborazione da fonti: riverfronttimes.com, wired.com/2011/05/flooding-creates-floodplains, fastwindtoaim.blogspot.it/2013/05/fluvial-landform-13-floodplain.html)

L'inondazione è invece concettualmente figlia delle ripercussioni traumatiche che l'elemento idrico può avere sugli edificati e sulle attività umane. Oltre alle famigerate inondazioni delle ultime decadi⁷⁴ possiamo citare altri esempi quantitativamente meno catastrofici, ma temporalmente più ricorrenti come le piccole inondazioni che avvengono stagionalmente.

⁷⁴ «In geomorfologia, un'alluvione catastrofica è un tipo di megaalluvione di elevatissima portata e molto rara nel tempo che comporta un improvviso rilascio di acqua. Durante l'ultimo ritiro dei ghiacciai, numerose esondazioni di laghi glaciali (*jökulhlaup*) furono causate dal collasso di lastre di ghiaccio o di ghiacciai che formavano le dighe dei laghi proglaciali. Si conoscono esempi di alluvioni catastrofiche antiche sia dal passato geologico della Terra, sia dalle evidenze geomorfologiche di Marte. Corsi d'acqua posson formare bacini lacustri quando vengano bloccati da frane, lahar (fiumi di fango) e dighe vulcaniche il cui successivo collasso o rapida erosione posson produrre queste alluvioni, analogamente a quanto può accadere alle morene sospinte da ghiacciai successivamente fusi a formare bacini lacustri analoghi ai grandi laghi alpini». [tradotto da O'Connor, 2009]

Se ci focalizzassimo solo su grandi eventi catastrofici, infatti, potremmo incorrere nell'errore di considerare certi eventi più o meno isolati come "sfortunati". Come stiamo insistentemente sottolineando, invece, non può e non deve essere considerata la sfortuna la responsabile degli eventi alluvionali, ma la pianificazione ingenua o inesperta. O, nei casi peggiori, l'abusivismo edilizio abbinato alla totale ignoranza quando non alla criminalità. La stessa definizione di alluvione (cfr. paragrafo precedente) mette in rilievo l'interpretazione dei fatti in ottica antropocentrica piuttosto che la descrizione degli stessi nella prospettiva delle scienze naturali e geologiche. Come vedremo a breve la comprensione di questa differenza di significato può essere determinante per un ripensamento delle condizioni di convivenza con il fiume.

5.4 - Dissesto idrogeologico in Italia

Nell'ambiente naturale, esattamente come già visto per altri fenomeni, l'evento frana non ha una connotazione problematica in se. Ancora una volta è l'introduzione di elementi o comunque relazioni con il fattore umano che determina non necessariamente un problema, ma, molto più probabilmente, una lettura problematica degli eventi.

«Dal secondo dopoguerra, l'intensa urbanizzazione, avvenuta senza tenere in debito conto le aree del Paese in cui avrebbero potuto manifestarsi eventi idrogeologici ed idraulici pericolosi e potenzialmente dannosi, ha portato a un considerevole aumento degli elementi esposti e vulnerabili e quindi del rischio. D'altro canto l'abbandono dei territori montani ne ha determinato una mancata manutenzione e ancor più, in generale, un venir meno del ruolo attivo delle popolazioni a presidio tanto del territorio quanto dell'ambiente naturale. A ciò si aggiungono anche gli effetti dell'evoluzione climatica con un aumento della frequenza di eventi pluviometrici estremi, ben poco prevedibili, e conseguentemente di fenomeni altamente pericolosi e potenzialmente distruttivi quali piene improvvise, anche in area urbana, o colate rapide di fango e detrito.» [ISPRA, 2015]

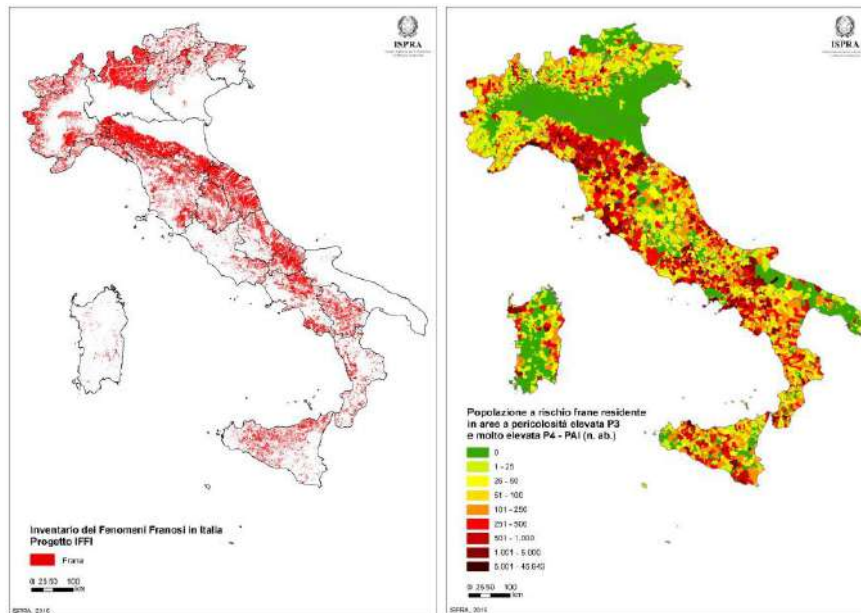


Fig. 54 - Fenomeni franosi in Italia [ISPRA, 2015]

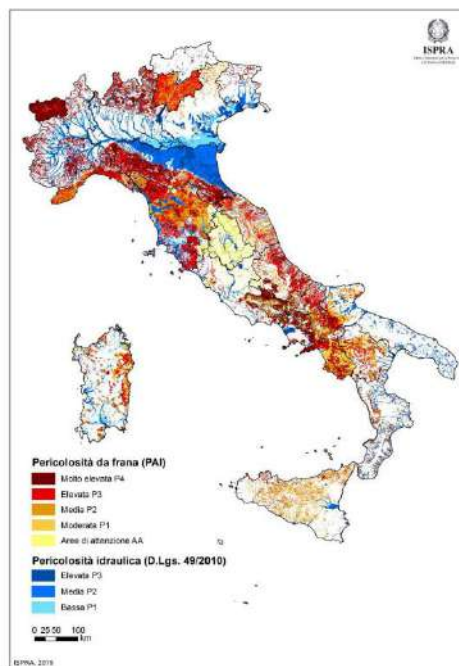


Fig. 55 - Distribuzione delle pericolosità nella penisola [ISPRA, 2015]

PARTE II.

IL FIUME NELLE POLITICHE E NEI PROGETTI: PROPOSTE DI INTEGRAZIONE

6 – Pianificazione territoriale per le acque.

Le politiche urbane e territoriali possono essere considerate un “settore” delle politiche pubbliche⁷⁵, perché il territorio è di per sé un bene pubblico, comune a tutti: Crosta le definisce le “pratiche d’uso” del territorio. Le politiche territorialmente intese sono di “recente” costituzione nel contesto occidentale, infatti è dagli anni Novanta che vengono chiamate tali, mentre nei decenni precedenti le politiche pubbliche erano orientate al concetto di spazio solo in termini di localizzazione del tessuto urbano o industriale. I limiti dell’approccio razional-funzionalista del fordismo, che vedeva l’azione pubblica e la società separate ed una totale assenza di partenariato pubblico privato e di forme di democrazia partecipativa-deliberativa, portarono di conseguenza ad un nuovo paradigma di politiche urbane e territoriali. Attraverso l’introduzione da parte della comunità europea di concetti quali sviluppo endogeno e innovazione (piuttosto che crescita) inizia infatti a prendere corpo quella che poi verrà chiamata governance multilivello (caratterizzata da termini quali “sussidiarietà” e “territorializzazione”). La successiva introduzione di pratiche comunitarie ambientali e territoriali, prima fra tutte lo sviluppo sostenibile (Agenda XXI e commissione Brundtland 1992), danno vita a nuove interpretazioni dello sviluppo locale (o endogeno).

Lo stesso stretto collegamento tra sviluppo sostenibile e sviluppo locale per esempio può essere riassunto in quello che viene chiamato “sviluppo locale autosostenibile” [Magnaghi, 2000 p.76]. Esso allude ad una forte «trasformazione di paradigma analitico e progettuale e cioè, sul piano analitico, il passaggio da descrizioni funzionali dello spazio a descrizioni identitarie dei luoghi», mentre, da un punto di vista progettuale, «il passaggio da piani di settore a piani multisettoriali integrati a valenza strategica e di

⁷⁵A questo punto della trattazione è necessario fare le opportune distinzioni tra *politics* e *policy*. Si parla infatti semplicemente di politiche (o *politics*) quando ci riferiamo a una certa distribuzione del potere tra attori e/o autorità, intesa anche come mero rapporto di forza ideologico. Si utilizza invece il termine *policy* facendo riferimento alle modalità di trattamento di un problema collettivo, pubblico. Con politica pubblica si intende quindi una serie di azioni compiute da un insieme di attori e correlate alla risoluzione di un problema collettivo [Dente, 2011]: i processi singoli (azioni) solo attraverso un mutuo aggiustamento tra le parti (transazioni) ed uno scambio d’informazione (interazioni) diventano politiche pubbliche.

valutazione ambientale».

Detto questo appare autoevidente che una tematica così essenziale e trasversale per il corretto funzionamento del sistema agroambientale e antropico in generale come è quella della *governance* fluviale risulti a maggior ragione oggetto delle politiche pubbliche (anche se gestita in prima istanza dalle politiche territoriali). Per questo sulla scia della prima conferenza mondiale dei capi di Stato sull'ambiente del 1992 (Eco '92) nasce indicativamente all'inizio del nostro secolo una vera e propria branca delle politiche per l'acqua: *hydropolitics*.⁷⁶ Parallelamente, in risposta al programma di azione del summit (Agenda 21) i vari paesi coinvolti e con essi la Comunità Europea redigono una serie di Direttive per la conservazione e gestione delle risorse, per la lotta alla desertificazione e al cambiamento climatico.

6.1 - Evoluzione legislativa e frammentazione degli strumenti di governo

La più grande innovazione nelle normative sulle acque arriva con la Direttiva 2000/60/CE⁷⁷ che rappresenta ormai l'elemento trainante delle politiche ambientali per la salvaguardia, la tutela e il miglioramento degli ecosistemi fluviali. Il principio che costituisce la direttiva è quello della gestione integrata dei bacini idrografici (nelle loro componenti superficiali – idrologiche – e sotterranee – idrogeologiche) superando il problema del confine amministrativo e introducendo il principio di “stato ecologico” dei corsi d'acqua che si articola in obiettivi di qualità chimico-fisica, biologica e idromorfologica.



Fig. 56 - Le tre componenti dello stato ecologico di un corso d'acqua [CIRF, 2006]

Il percorso che ha portato alla stesura di un principio così completo e

⁷⁶ Cfr. https://en.wikipedia.org/wiki/Water_politics

⁷⁷ Cfr. <http://www.reteambiente.it/normativa/2902/>

integrato è in realtà lungo e tortuoso: è durato oltre un secolo con specifiche declinazioni territoriali (occidentali); per esigenza di brevità qui ci focalizzeremo solo sui momenti salienti del caso italiano (che tuttavia non si discosta molto dalle altre situazioni europee):

- 1867 – Il Regio Decreto

La sede del Comitato Geologico è a Firenze e Iginio Cocchi è il presidente, coadiuvato da uomini illustri quali Felice Giordano e Quintino Sella. Non si parla ancora specificatamente di corsi d'acqua.

- 1904 – Legge su opere idrauliche (Testo Unico e aggiornamenti seguenti nel 1911)

Riguarda principalmente: opere idrauliche, categorie dei corsi d'acqua (fiumi, torrenti, rivi, colatori naturali, ecc.), compiti dell'amministrazione («regime delle acque pubbliche», «condizioni di regolarità ripari e argini», ecc.) e suddivisione delle spese di gestione.

- 1920 – Regolamento per le derivazioni e le utilizzazioni delle acque pubbliche

Il Decreto regola tutto ciò che riguarda: concessioni, usi delle acque, utenze, ecc.

- 1952 – Piano Operativo per la regolazione delle acque

Oggetto del piano è la sistematica organizzazione e «regolazione delle acque per tutto il territorio della Repubblica». Si iniziano a introdurre concetti come: lotta contro l'erosione del suolo e difesa del territorio contro le esondazioni.

- 1967 – Commissione De Marchi post alluvione del 1966 (e relazione conclusiva nel 1970)

Gli eventi disastrosi passati hanno imposto la necessità di normare in maniera più esaustiva le pratiche di gestione dei sistemi fluviali e perifluviali. Prima vera definizione di difesa del suolo e studio più preciso dei fenomeni idrometeorologici e idrogeologici. Grazie ad una nuova prospettiva ecosistemica (o più ecosistemica delle precedenti) si introduce un «Piano orientativo per la sistemazione dei corsi d'acqua».

- 1971 – Nuove norme per lo sviluppo della montagna

Un bacino montano (o il tratto montano di un corso d'acqua) non può essere considerato allo stesso modo di uno collinare o di una zona di pianura. Esempio significativo di norma dedicata alla gestione del territorio montano e dei suoi bacini.

- 1974 – Piano Supino

La pianificazione di bacino individua «nel bacino idrografico l'ambito di riferimento per tutti gli interventi legati alla conservazione e alla difesa del suolo». Il Piano di Bacino è «lo strumento entro il quale essi dovranno essere inquadrati». I nuovi organi di competenza costituiti iniziano ad occuparsi di mitigazione del (piuttosto che difesa dal) rischio idraulico e del rischio idrogeologico.

- 1989 – Legge per la Difesa del Suolo

Un grosso passo in avanti per i concetti legati alla Riqualificazione Fluviale viene fatto con la Legge del 1989 che implementa le regole di gestione della risorsa idrica e dei corsi d'acqua e inizia anche a parlare (nell'art.12) di: «salvaguardia dell'ecosistema fluviale». Vengono costituite le Autorità di Bacino che effettuano una classificazione e delimitazione dei bacini nazionali attraverso Piani e Programmi per la gestione dei bacini idrografici. In un certo senso si impostano in questi anni anche le basi per un superamento dei limiti amministrativi nella gestione fluviale.

- 1998/2000 – Nuovo quadro normativo di riferimento con la Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE

La stagione della pianificazione territoriale orientata al sistema delle acque vede l'introduzione del Piano di Gestione dei Distretti Idrografici e del Piano di Assetto Idrogeologico. Si parla di stato di «salute ecologico delle acque» e di continuità fluviale (longitudinale e trasversale).

- 2007 – Valutazione e gestione rischio alluvioni (Direttiva 2007/60/CE fino al 2021)

Superamento della triplice ripartizione: difesa del suolo, Piano di Tutela e servizio idrico in un'ottica di un unico quadro normativo: «Governo della Risorsa Idrica» e nuovi Piani di Gestione Rischio Alluvione (PGRA). Diffusione e aggiornamenti di Accordi di Programma, Contratti di Fiume e altre forme di governo del territorio fluviale.

6.2 - Governance fluviale sovraordinata: dai piani di bacino ai distretti

La prima distinzione da considerare è ora quella tra governo e governance:

«Il termine governo (dal verbo latino: *gubernare*, "reggere il timone", a sua volta derivato dal greco antico: *κυβερνάω*) è utilizzato nel linguaggio giuridico e politologico con vari significati. In un senso molto ampio il governo è l'insieme dei soggetti che in uno stato detengono il potere politico». [Fisichella, 2003]

«La locuzione governo d'impresa o governo societario (in lingua inglese: *corporate governance*, informalmente e più genericamente: *governance*) si riferisce all'insieme di regole, di ogni livello (leggi, regolamenti etc.) che disciplinano la gestione e la direzione di una società o di un ente, pubblico o privato [...] include anche le relazioni tra i vari attori coinvolti come i portatori di interesse (*stakeholder*, ossia chi detiene un qualunque interesse nella società) e gli obiettivi per cui l'impresa (o ente) è amministrata». [Melis, 1999]

Il problema di applicare il termine *governance* all'ambito fluviale è connesso al confine fisico-geomorfologico dei bacini idrografici (così come quelli idrogeologici già citati nel paragrafo primo), a cui sottendono i rispettivi reticoli idrografici, che non è spesso coincidente con i confini amministrativi (che essi siano nazionali, regionali o comunali). Come si può per esempio osservare nelle figure seguenti nel caso europeo esistono oltre 50 bacini addirittura sovranazionali.

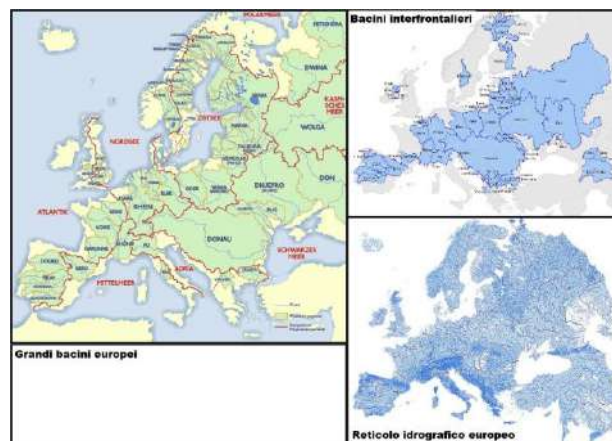


Fig. 57 - Bacini e reticoli europei

Allo stesso modo se osserviamo la situazione italiana in questa mappa di seguito è possibile notare non solo la non coincidenza dei bacini idrografici con i confini regionali, ma anche la complessa distribuzione delle ATO⁷⁸ (risulta emblematico il caso toscano dove dal 2012 esiste un unico ente: l'Autorità Idrica Toscana⁷⁹) all'interno dei confini regionali e non di quelli fisici dei bacini. Questo crea delle problematiche non indifferenti soprattutto nelle aree trans-regionali o trans-nazionali.



Fig. 58 - Bacini idrografici e ATO in Italia (2006)

⁷⁸ «L'ambito territoriale ottimale (ATO), è un territorio su cui sono organizzati servizi pubblici integrati, ad esempio quello idrico o quello dei rifiuti. Tali ambiti sono individuati dalle regioni con apposita legge regionale (nel caso del Servizio idrico integrato con riferimento ai bacini idrografici), e su di essi agiscono le Autorità d'ambito, strutture dotate di personalità giuridica che organizzano, affidano e controllano la gestione del servizio integrato. Secondo la legge 42/2010, le Autorità d'Ambito avrebbero dovuto essere abolite entro marzo 2011 e le funzioni riattribuite dalle regioni; la tematica è tuttavia connessa con i referendum abrogativi del 2011 in Italia». [Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale]

⁷⁹ AIT «è un ente pubblico, rappresentativo di tutti i comuni toscani, al quale la legge regionale 69 del 28 dicembre 2011 attribuisce le funzioni di programmazione, organizzazione e controllo sull'attività di gestione del servizio idrico integrato. Dal 1° gennaio 2012 le funzioni già esercitate dalle autorità di ambito territoriale ottimale sono state trasferite ai comuni che le esercitano obbligatoriamente tramite l'Autorità Idrica Toscana». [Autorità Idrica Toscana]

In Italia, ferma restando la continua evoluzione della materia, il servizio idrico integrato è suddiviso in distretti così detti idrografici. Dopo il D.Lgs.N.152 del 2006 i distretti idrografici italiani risultano essere 8. Questa è la loro suddivisione:

- distretto idrografico delle Alpi orientali (39385 kmq);
- distretto idrografico Padano (74115 kmq);
- distretto idrografico dell'Appennino settentrionale (39000 kmq);
- distretto idrografico del Serchio (1600 kmq) (pilota);
- distretto idrografico dell'Appennino centrale (358000 kmq);
- distretto idrografico dell'Appennino meridionale (68200 kmq);
- distretto idrografico della Sardegna (24000 kmq);
- distretto idrografico della Sicilia (26000 kmq).

Ognuno di questi distretti è gestito attraverso un Piano di Bacino⁸⁰ distrettuale che rappresenta uno strumento tecnico/operativo mediante il quale sono pianificate le azioni e le norme d'uso in rapporto a determinate caratteristiche fisiche ed ambientale della porzione di territorio direttamente interessata: conservazione e difesa del suolo, corretta utilizzazione della risorsa idrica. Le autorità che si occupano dei Piani di Bacino sono tenute a completare i loro servizi di gestione e monitoraggio tramite un servizio idrico integrato. Il servizio fu introdotto per la prima volta dalla legge Galli del 1994, ma abrogato appunto nel 2006 dal decreto legislativo citato sopra; esso ridefinisce il servizio idrico integrato come

«[...] costituito dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili di fognatura e di depurazione delle acque reflue e deve essere gestito secondo principi di efficienza, efficacia ed economicità, nel rispetto delle norme nazionali e comunitarie.»

⁸⁰ Piano di Bacino: il principale strumento dell'azione di pianificazione e programmazione dell'Autorità è costituito dal Piano di Bacino idrografico, mediante il quale sono "*pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato*". [L.183/89 art.17, comma 1]

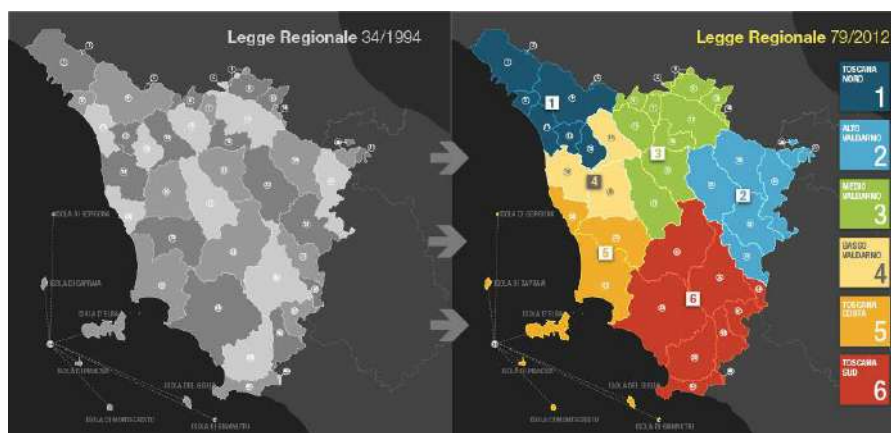


Fig. 59 - Servizio idrico Regione Toscana (2012)

I numerosi e rilevanti compiti del servizio (pianificazione, salvaguardia, localizzazione, distribuzione, ecc.) spesso risultano difficili e poco condivisi, problema da non imputare necessariamente alle autorità competenti o alla cattiva gestione, ma piuttosto all'assenza di strumenti idonei che permettano l'ottimizzazione delle risorse e la riduzione dei conflitti. Tali conflitti sono spesso enfatizzati dalla tradizionale separazione nell'analisi dei bilanci idrici tra acque superficiali e sotterranee.

Situazione analoga accade per i Consorzi di Bonifica:

«[...] la superficie complessiva di tutti i Consorzi esistenti in Europa è di oltre 56 milioni di ettari. I Consorzi, in ogni nazione, fanno capo a una loro Associazione nazionale. L'Associazione italiana dei Consorzi è l'ANBI⁸¹ che rappresenta 150 Consorzi su una superficie di oltre 17 milioni di ettari. A loro volta tutte le Associazioni nazionali fanno parte di una Associazione che li rappresenta a livello europeo, la EUWMA: *European Union of Water Management Associations*. Scopo della EUWMA è favorire i contatti, lo scambio di informazioni e di *best practices* tra i propri Associati e di promuovere posizioni condivise nei confronti delle Istituzioni Comunitarie su temi di comune interesse, come ad esempio, la politica delle acque». [EUWMA, 2017]

⁸¹ «L'ANBI è un'Associazione nazionale, con personalità giuridica privata, che rappresenta e tutela gli interessi dei Consorzi di Bonifica, di irrigazione e di miglioramento fondiario operanti nel nostro Paese. Tali Consorzi hanno il compito di realizzare e gestire opere di difesa e regolazione idraulica, di provvista e utilizzazione delle acque a prevalente uso irriguo, interventi di salvaguardia ambientale. I Consorzi svolgono quindi un'attività polifunzionale, mirata alla sicurezza territoriale, ambientale ed alimentare del Paese, contribuendo in tal modo ad uno sviluppo economico sostenibile.» [ANBI.it]



Fig. 60 - Home page della rete dei Consorzi di Bonifica in Europa [EUWMA, 2016]

«I comprensori di Bonifica costituiscono unità omogenee sotto il profilo idrografico e funzionale la cui delimitazione è deliberata dal Consiglio Regionale [...]». (art.5 L.R. 34/94)

Dei 41 Comprensori, 15 ricadono interamente nel territorio di una sola Provincia, per tutti gli altri «le funzioni amministrative in delega saranno esercitate dalla Provincia nel cui ambito territoriale ricade la maggior parte del Comprensorio stesso [...]». (art.11 L.R. 34/94)

Nei bacini idrografici che ricadono anche nel territorio di regioni limitrofe, vengono costituiti i Comprensori di Bonifica Interregionali (9 in tutto) (art.73 D.P.R. 616/77). Le Comunità Montane ente di gestione della bonifica e difesa del suolo. La L.R. 34/94 disciplina l'istituzione ed il funzionamento, all'interno dei Comprensori, dei Consorzi di Bonifica,

«[...] ai quali riconosce un prevalente ruolo ai fini della progettazione, realizzazione e gestione delle opere di bonifica [...] (art.1). Nei Comprensori di Bonifica nei quali non sia stato costituito un Consorzio su iniziativa degli interessati [...]». (art. 53)

Le Comunità Montane esercitano le funzioni consortili, diventando i soggetti competenti per la gestione della bonifica ai sensi della L.R. 34/94. La disciplina per la costituzione delle Comunità Montane e per il loro funzionamento è disposta dalla L.R. 82/00.

«Le Comunità Montane sono unioni di Comuni, enti locali costituiti fra Comuni montani e parzialmente montani, anche appartenenti a Province diverse, per la valorizzazione delle zone montane, per l'esercizio di funzioni proprie, di funzioni conferite e per l'esercizio associato delle funzioni comunali [...]». (art.2)

Nel caso toscano per esempio tutto il territorio viene classificato⁸² dalla L.R. 34/94 ed è suddiviso in 41 Comprensori.

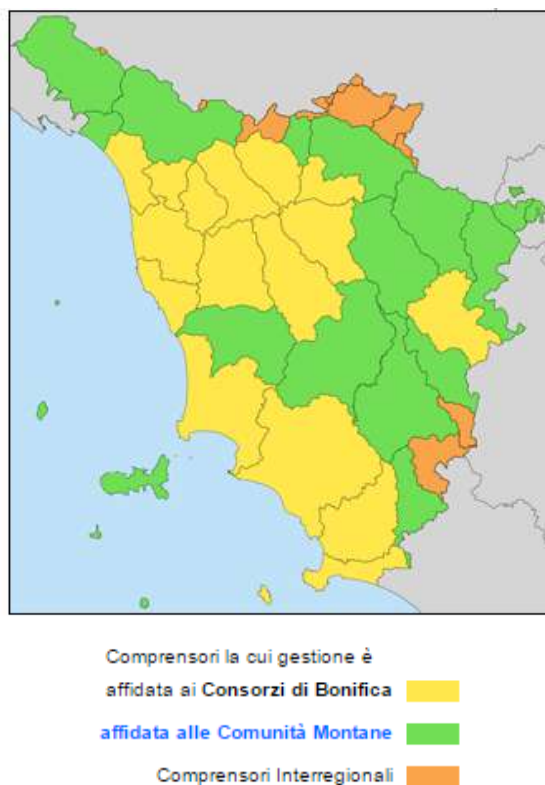


Fig. 61 - I comprensori di bonifica in Toscana

⁸² Il Piano di Classifica è «[...] uno strumento che, mediante l'utilizzo di parametri tecnici ed economici, individua e quantifica i benefici che gli immobili ricadenti all'interno del perimetro di contribuzione traggono dalle opere e dall'attività di bonifica. Il Piano stabilisce i parametri per la relativa quantificazione e la determinazione degli indici di contribuzione dei singoli immobili, definendo, con cartografia allegata, il perimetro di contribuzione, con il quale vengono individuate le proprietà soggette al pagamento dei contributi consortili.» [Consorzio di Bonifica Toscana Centrale]

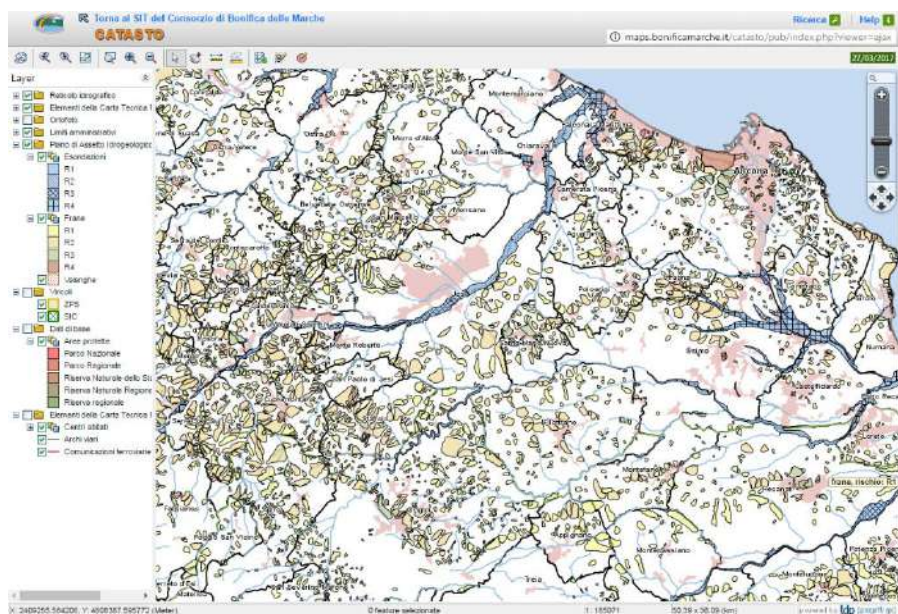


Fig. 62 - Interessante caso del portale del Catasto delle Bonifiche della Regione Marche

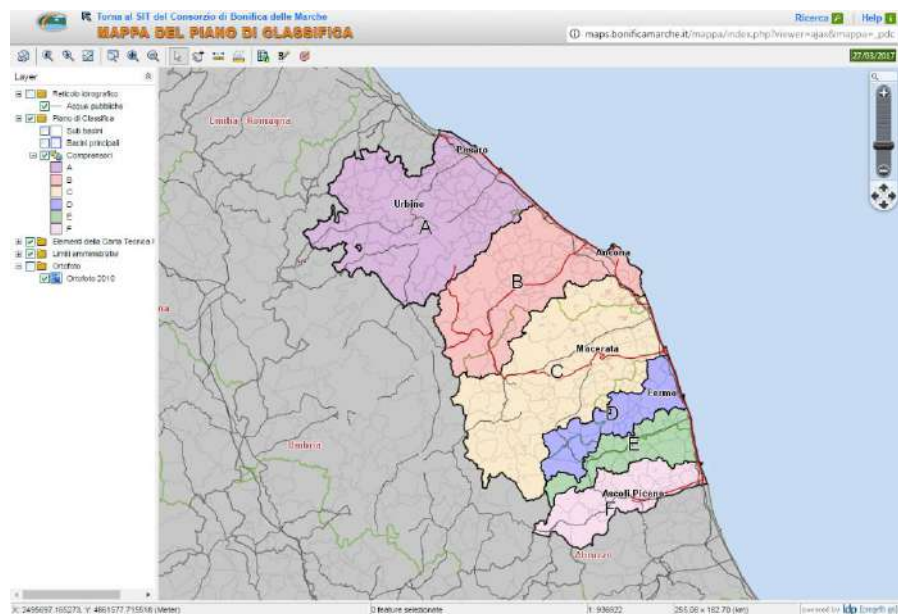


Fig. 63 - Interessante caso del portale del Piano di Classifica della Regione Marche

Nel contesto italiano esistono quindi numerose figure che si occupano del controllo e del governo dell'acqua, sia a livello regionale che distrettuale e

non raramente sono stati utilizzati strumenti superati o spesso inadeguati per la realizzazione ed il mantenimento di una struttura aggiornata.

La *governance* fluviale sovraordinata rappresenta di conseguenza uno strumento che serve come ipotesi di risposta strumentale al problema di una gestione che superi i confini amministrativi. Rispetto a questo un primo tentativo è stato quello dei Piani di Assetto Idrogeologico (o PAI). Il PAI è

«[...] uno strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, per il quale viene avviata in ogni Regione la pianificazione di bacino, esso ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano o P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio. Il PAI ha sostanzialmente tre funzioni:

- la funzione conoscitiva, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- la funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- la funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi. »

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico è stato lo strumento principale delle politiche di assetto territoriale successivamente alla legge 183/89⁸³. Le Direttive Europee dell'ultimo secolo hanno in parte favorito il riordino di una legislazione nazionale spesso frammentata e ripetitiva.

⁸³ Cfr. www.gruppo183.org/attivita per approfondimenti sul tema dell'attuazione della norma.

Legislazione

La Direttiva europea "Acque" (2000/60/CE) rappresenta sicuramente un passo molto importante per il miglioramento della gestione delle risorse idriche nel nostro paese e per lo stato dell'ambiente in generale. Una corretta applicazione in Italia necessita però lo scioglimento di alcuni nodi problematici, tra i quali la suddivisione delle competenze tra i molti enti coinvolti e l'esistenza di strumenti legislativi nazionali che hanno anticipato vari aspetti della direttiva.

Direttive europee	Decreti	Leggi e proposte di legge
Direttiva 2007/60 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni (Direttiva "alluvioni") Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento Proposta di Direttiva 22/09/2006: proposta di direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE (presentata dalla Commissione) Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (Direttiva "Acque") Direttiva 92/43/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (Direttiva "Habitat") Direttiva 79/409/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1979, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (Direttiva "Uccelli") Proposta di Modifica della Direttiva 2000/60/CE e 2008/905/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie della politica delle acque Regolamento 1367/2008 (CE) del Parlamento europeo e del Consiglio, del sull'applicazione alle istituzioni e agli organi comunitari delle disposizioni della convenzione di Aarhus sull'accesso alle informazioni, la partecipazione del pubblico ai processi decisionali e l'accesso alla giustizia in materia ambientale	Decreto 25/10/2016: Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali e finanziarie delle Autorità di bacino D.L. 112/2008: disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria D.L. 59/2012: disposizioni urgenti per il riordino della protezione civile D.Lgs. 49/2010: attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni D.Lgs. 152/2008: norme in materia ambientale D.M. 30 settembre 2008 (Ministero dell'Ambiente): individuazione dei criteri e dei parametri per la restituzione agli utenti della quota di tariffa non dovuta riferita al servizio di depurazione D.M. 3 settembre 2002 (Ministero dell'Ambiente): linee guida per la gestione dei siti Natura 2000 D.M. 260/2010: regolamento in materia di criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali D.P.C.M. 20 luglio 2012: individuazione delle funzioni dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas attinenti alla regolazione e al controllo dei servizi idrici D.P.R. 116/2011: abrogazione parziale, a seguito di referendum popolare, del comma 1 art. 154 del D.Lgs 152/2006 D.P.R. 113/2011: abrogazione, a seguito di referendum popolare, dell'articolo 23-bis del D.L. 112/2008, convertito in legge D.P.R. 168/2010: regolamento in materia di servizi pubblici locali di rilevanza economica, a norma dell'articolo 23-bis, comma 10, del D.L. 25 giugno 2008 n. 112, convertito, con modificazioni, dalla L.133/2008 D.P.R. 120/2003: regolamento recante modifiche ed integrazioni al D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche D.P.R. 357/1992: regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche	L. 14/2011 art. 4: "Adeguamento della disciplina dei servizi pubblici locali al referendum popolare e alla normativa dall'Unione europea" L. 166/2008: conversione in legge del decreto-legge 25 settembre 2008, n. 135, recante disposizioni urgenti per l'attuazione di obblighi comunitari e per l'esecuzione di sentenze della Corte di giustizia delle Comunità europee L. 13/2009: conversione in legge del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente L. 296/2008: disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (Legge finanziaria 2007) L. 284/2010: disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale L. 36/1994: disposizioni in materia di risorse idriche (Legge Galli) L. 349/1999: legge quadro sulle aree protette L. 183/1989 l'abrogata da D.Lgs. 152/2006: norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo P.D.L. d'iniziativa popolare: principi per la tutela, il governo e la gestione pubblica delle acque e disposizioni per la ripubblicazione del servizio idrico, 10 luglio 2007, Camera dei Deputati, XV legislatura. D.D.L. 2462/2010: disposizioni per il governo della risorsa idrica e la gestione del servizio idrico integrato, 18 novembre 2010, Senato della Repubblica, XVI Legislatura D.D.L. 2644/2011: misure urgenti in materia di gestione e prevenzione del rischio idrogeologico, 24 marzo 2011, Senato della Repubblica, XVI Legislatura D.L. Bozza di Decreto-Legge (art 18-19-20) Il decreto sulle liberalizzazioni di Monti: bozza all'11 gennaio 2012 Schema di decreto-legge 9 novembre 2009 recante misure straordinarie e urgenti in materia di rischio idrogeologico Proposta di legge 14/09/2012 contenimento del consumo del suolo Parere favorevole della Conferenza delle Regioni sullo schema di legge sul contenimento del consumo del suolo

Fig. 64 - Struttura di riepilogo di leggi, decreti e direttive proposta dal Gruppo 183

In sostanza il Piano prevede che venga avviata in ogni regione una pianificazione a scala di bacino e che esso stesso ne costituisca il primo stralcio tematico, funzionale e operativo. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, detto anche soltanto Piano Stralcio o P.A.I., ha quindi valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico mediante il quale si pianificano e si programmano le azioni, gli interventi e le norme che riguardano la difesa dal rischio idraulico/idrogeologico di un territorio⁸⁴.

In una fase successiva, il legislatore precisa che il Piano di Bacino può essere redatto per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali, che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali e interrelate rispetto ai contenuti previsti dalla legge⁸⁵. La strutturazione di un Piano di Bacino è quella che per esempio si può trovare sul sito web dell'autorità competente [AdB Arno, 2015]:

«Il Piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico, si compone dei seguenti elaborati di seguito specificati che fanno parte integrante del presente decreto: a) relazione generale; b) norme di attuazione e loro allegati; c) elaborati cartografici.»

Successivamente alla pianificazione di bacino è stato introdotto il Piano di tutela delle acque.

«Lo strumento di pianificazione è introdotto già dal decreto 152/99. Il piano contiene l'insieme delle misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa dei sistemi idrici, a scala regionale e di bacino idrografico. L'elaborazione del Piano, che costituisce piano stralcio di settore del Piano di bacino, è demandata alle Regioni, in accordo con le Autorità di Bacino. Alla base del piano di tutela vi è la conoscenza degli aspetti quantitativi naturali che caratterizzano i corpi idrici (andamenti temporali delle portate nei corsi d'acqua, delle portate e dei livelli piezometrici negli acquiferi sotterranei, dei livelli idrici nei laghi, serbatoi, stagni). Da tale conoscenza, scaturisce la possibilità di conseguire i due principali obiettivi del Piano: il mantenimento o il riequilibrio del bilancio idrico tra disponibilità e prelievi, indispensabile per definire gli usi compatibili delle risorse idriche al fine della loro salvaguardia nel futuro; la stima delle caratteristiche di qualità dei corpi idrici attraverso l'intensificazione del monitoraggio e la conseguente definizione degli interventi per il conseguimento degli obiettivi di qualità. Attualmente le regioni che

⁸⁴ Anche alla luce dell'entrata in vigore del testo unico sull'ambiente (D.lgs. 152/2006).

⁸⁵ Art. 17, comma 6 ter, introdotto dall'art. 12 del d.l. 5 ottobre 1993, n. 398, convertito con modificazioni nella L. 4 dicembre 1993, n. 493.

hanno adottato il Piano di Tutela sono la Toscana, l'Emilia Romagna e la Val d'Aosta, in conformità a quanto richiesto dal D.lgs. 152/99 e anticipando i contenuti della Direttiva Quadro 2000/60 CE che fissa la scadenza per la presentazione dello stesso al 31/12/2008». [ISPRA]

In continuità con le stesse direttive europee⁸⁶ i PAI sono stati quindi sostituiti gradualmente con i Piani di Gestione (delle Acque e del Rischio Alluvione)⁸⁷. Essi devono prevedere

«[...] misure per la gestione del rischio di alluvioni nelle zone ove possa sussistere un rischio potenziale ritenuto significativo evidenziando, in particolare, la riduzione delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità [...]»; essi devono essere “[...] predisposti dalle Autorità di Bacino distrettuali, per la parte di propria competenza, e dalle Regioni in coordinamento tra loro e con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, per la parte relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile». [D.Lgs. 49/2010 – Ministero dell’Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare]



Fig. 65 - Suddivisione dei Distretti italiani con l'istituzione del PGRA

Un buon esempio esistente e applicato di *governance* fluviale in correlazione alla nuova Direttiva sulle acque è quello del Piano di Gestione

⁸⁶ Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE e Direttiva 2007/60/CE.

⁸⁷ PGA e PGRA.

dei Sedimenti dell'Autorità di Bacino del Po. Si tratta di una:

«[...] direttiva tecnica per la programmazione degli interventi di gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d'acqua con la quale si sancisce la necessità di governare i processi di trasformazione delle Fasce Fluviali, attraverso lo strumento del Programma di gestione dei sedimenti. Il punto di vista e le politiche si spostano sempre più verso obiettivi congiunti di difesa dal corso d'acqua e difesa del corso d'acqua. Per questo è necessario riconoscere le forme fluviali, interpretarne i processi formativi ed evolutivi, al fine di preservare o ripristinare il naturale equilibrio dinamico dei corsi d'acqua. Diventa necessario un approccio morfologico alle valutazioni delle tendenze evolutive e del trasporto solido del corso d'acqua. Gli strumenti metodologici innovativi sono le fasce di mobilità fluviale e il bilancio del trasporto solido. Quale prima applicazione della Direttiva, il Programma generale di gestione dei sedimenti del fiume Po, definisce l'insieme delle regole, delle azioni e degli interventi strutturali di gestione dei sedimenti e dei processi fluviali, necessari all'attuazione degli obiettivi generali del PAI (già PGRA).» [AdB Po]

Il PGRA subentra al PAI quindi non sostituendolo completamente ma, di fatto, aggiornandolo in quegli aspetti non più in linea con la nuova normativa. Il Piano di Bacino può mantenere i propri contenuti e le proprie norme d'uso per tutte le questioni inerenti la pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana e rimane «lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ed alla corretta utilizzazione della acque», attraverso la delimitazione di aree di pericolosità organizzate in elaborati cartografici e costituite da banche dati geografiche informatizzate in ambiente GIS. I PGRA in qualità di piani direttori e attraverso varianti di coordinamento e adeguamento armonizzano quindi i vecchi PAI, redatti dalle Autorità di Bacino, in una gestione a livello distrettuale (accorpamento di bacini confinanti) più strategica e organizzata in cicli di revisione di 6 anni.

6.3 - Piani Paesaggistici e dimensione fluviale

Tra gli strumenti di pianificazione regionale e sovraordinata che recepiscono le indicazioni dei Piani di Bacino integrandole con gli altri aspetti ambientali e insediativi troviamo i Piani Paesaggistici.

«Il Piano Paesaggistico⁸⁸, è un piano urbanistico-territoriale, redatto dalla Regione congiuntamente al Ministero per i Beni e le Attività Culturali, che si prefigge la tutela, sia in qualità di conservazione e preservazione che di uso e valorizzazione, di specifiche categorie di beni territoriali quali territori montani, lacustri, vulcani, fiumi, territori costieri, parchi e riserve, boschi e simili. Esso è un forte strumento di controllo (in quanto di settore precede il PTC) definito descrittivo, prescrittivo e propositivo nei riguardi della tutela del paesaggio⁸⁹. [...] I piani paesaggistici, con riferimento al territorio considerato, ne riconoscono gli aspetti e i caratteri peculiari, nonché le caratteristiche paesaggistiche, e ne delimitano i relativi ambiti. Per ogni ambito i piani paesaggistici definiscono apposite prescrizioni e previsioni indirizzate verso la conservazione e ripristino dei valori paesaggistici, la riqualificazione delle aree compromesse o degradate, la salvaguardia delle caratteristiche paesaggistiche e la individuazione di linee di sviluppo urbanistico ed edilizio, compatibilmente con i diversi valori paesaggistici riconosciuti e tutelati. In riferimento all'ordine gerarchico degli strumenti urbanistici, il piano paesaggistico prevale su piani e programmi nazionali e regionali e sugli altri atti di pianificazione ad incidenza territoriale» [Carrà, 2012]

In Italia questo strumento, per quanto ricco di potenzialità, non ha ancora avuto lo spazio che si merita. Solo alcune Regioni l'hanno introdotto, e anche con differenze di nome (e quindi di approccio retrostante) che non assicurano omogeneità sul territorio nazionale. In ogni caso, tra quelli più interessanti ai fini della nostra trattazione rinveniamo sicuramente quello della Regione Toscana e il cosiddetto "Piano Paesistico" della Regione Sicilia:

«Nel luglio 1999 sono state approvate dalla Regione Sicilia le linee guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale. Queste suddividono il territorio dell'isola in 18 ambiti omogenei e definiscono modalità e percorsi per pervenire alla normazione dell'uso del territorio siciliano secondo criteri compatibili con la qualità dell'ambiente e del paesaggio». [Attardo, 2000]

Il Piano mette quindi in evidenza le criticità ambientali e patrimoniali affinché la riqualificazione del territorio interessato sia improntata a un'ottica più sostenibile:

«Il territorio megarese rappresenta però il caso emblematico di una situazione di degrado poiché questo vastissimo patrimonio è stato depauperato da una industrializzazione priva di una corretta pianificazione, a cui si è affiancata una erronea gestione delle risorse naturali. La gestione e la pianificazione del territorio sono arrivate con 20 anni di ritardo rispetto all'insediamento industriale». [Attardo,

⁸⁸ Precedentemente Piano Paesistico.

⁸⁹ Artt. 135 e 143-145 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" e successive modifiche e integrazioni.

2000]

Stanti le suddette premesse, ogni intervento “sostanzioso” sul territorio viene valutato alla luce di quanto possa compromettere il patrimonio territoriale e storico locale. Per tutelare questi ultimi infatti la Regione Sicilia promuove programmi e progetti integrati e multidisciplinari:

«Il programma per l’ampliamento del porto di Augusta come nelle previsioni di P.R.G. del Consorzio A.S.I., con l’ulteriore cementificazione delle aree alla foce del fiume Mulinello, appare in contrasto con la volontà espressa dal Comune di Augusta di creare un parco che tuteli il paesaggio delle ex saline e del fiume Mulinello [...] Meritano attenzione, pertanto, l’istituzione di riserve naturali e la realizzazione di parchi agricoli ed archeologici, ma soprattutto la puntuale progettazione paesaggistica delle aree attraverso una rigorosa pianificazione della gestione delle risorse idriche e delle acque fluviali». [Attardo, 2000]

Se la Sicilia ha pagato il proprio “pionierismo” ottenendo uno strumento che necessita ancora diverse migliorie per diventare efficace, la Toscana vanta invece una lunga esperienza di pianificazione territoriale attenta alle questioni patrimoniali: “patrimonio territoriale” inteso come «l’insieme delle strutture di lunga durata prodotte dalla coevoluzione fra ambiente naturale e insediamenti umani» [Magnaghi, 2000]. Ma è soltanto attraverso il concetto di invariante strutturale che è stato possibile passare dalla teoria all’operatività della pianificazione. Le invarianti strutturali possono essere intese come strutture sociali e spaziotemporali che danno forma ad un territorio e ne segnano identità e riconoscibilità. Questo è sostanzialmente il principio base del Piano Paesaggistico della Regione Toscana.

«Il Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico, da ora in poi definito PIT, persegue la promozione e la realizzazione di uno sviluppo socio-economico sostenibile e durevole e di un uso consapevole del territorio regionale, attraverso la riduzione dell’impegno di suolo, la conservazione e il recupero degli aspetti e dei caratteri peculiari della identità sociale, culturale e ambientale del territorio dai quali dipende il valore del paesaggio toscano⁹⁰».

Il PIT pone il territorio come soggetto della pianificazione tendando, come forse mai i piani hanno tentato in Italia, di porre le basi per una politica integrata a tutti i livelli. All’interno del Piano attraverso una prima parte interpretativa che vede la delimitazione degli ambiti di paesaggio con un criterio oro-idrografico, si passa a una fase rappresentativa che, grazie alle

⁹⁰ Art.1 del PIT (RT).

cosiddette “norme figurate”⁹¹, permette un approccio strutturale al paesaggio. Per quanto riguarda in particolare gli aspetti fluviali si riporta per intero l’articolo 18 della Disciplina di Piano del PIT:

«1. Il Piano paesaggistico riconosce il sistema idrografico composto da fiumi, torrenti, corsi d’acqua, nei suoi elementi biotici, abiotici e paesaggistici, quale componente strutturale di primaria importanza per il territorio regionale e risorsa strategica per il suo sviluppo sostenibile.

2. Gli strumenti della pianificazione territoriale, gli atti di governo del territorio, i piani di settore e gli interventi, fatte salve le disposizioni di cui alla pianificazione di bacino, alle norme in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d’acqua, oltre a quanto disciplinato al Capo VII, perseguono i seguenti obiettivi:

- a) conservare e migliorare i caratteri di naturalità degli alvei, delle sponde, del contesto fluviale, come definito al comma 3, lettera a) e delle aree di pertinenza fluviale come riconosciute dai Piani di assetto idrogeologico;
- b) salvaguardare i livelli di qualità e il buon regime delle acque, con particolare riferimento al mantenimento del Deflusso Minimo Vitale (DMV), al trasporto solido, alle aree di divagazione dell’alveo e quelle necessarie alla sua manutenzione e accessibilità;
- c) tutelare la permanenza e la riconoscibilità dei caratteri morfologici, storico-insediativi, percettivi e identitari dei contesti fluviali;
- d) conservare e valorizzare i servizi ecosistemici offerti dagli ambienti fluviali, anche migliorando la qualità delle formazioni vegetali ripariali e dei loro livelli di maturità, complessità strutturale e continuità longitudinale e trasversale ai corsi d’acqua (mantenimento del continuum fluviale).

3. Gli enti territoriali e i soggetti pubblici negli strumenti della pianificazione territoriale, negli atti di governo del territorio, nei piani di settore, fatto salvo il rispetto dei requisiti tecnici derivanti da obblighi di legge per la messa in sicurezza

⁹¹ «La declinazione delle norme figurate si poggia su un doppio movimento. Da un lato descrivere la raffigurazione del territorio, con carte dense in cui non si racconti lo spazio, ma appaia in tutta la sua profondità il territorio, per far sì che la norma che invoca un comportamento futuro dialoghi coerentemente con le regole di costruzione di quelle razionalità storiche che hanno prodotto nel tempo lungo. Dall’altro arrivare a costruire il percorso normativo supportato dall’ausilio della raffigurazione, chiedere all’immagine visiva di intervenire dell’esplicitare, nel rendere meno ambiguo quello che il discorso scritto talvolta non arriva a chiarificare. La raffigurazione rende talvolta semplice ed evidente, addirittura auto evidente, ciò che la parola non arriva costituzionalmente a fare». [Poli, 2014]

idraulica, provvedono a:

a) riconoscere per i fiumi e i torrenti individuati dagli elaborati del Piano Paesaggistico, i contesti fluviali quali fasce di territorio che costituiscono una continuità fisica, morfologica, biologica e percettiva con il corpo idrico, anche in considerazione della presenza di elementi storicamente e funzionalmente interrelati al bene medesimo nonché dell'esistenza di limiti fisici e geomorfologici evidenti;

b) definire strategie, misure e regole/discipline volte a:

1. tutelare e riqualificare i caratteri morfologici e figurativi dei fiumi e torrenti in relazione al contesto fluviale con particolare riguardo ai paleo alvei e alle aree di divagazione storica dei corpi idrici principali nonché agli aspetti storico-culturali del paesaggio fluviale;
2. evitare i processi di artificializzazione degli alvei e delle aree di pertinenza fluviale e ulteriori processi di urbanizzazione nei contesti fluviali garantendo che gli interventi di trasformazione non compromettano i rapporti figurativi identitari dei paesaggi fluviali, le visuali connotate da un elevato valore estetico-percettivo, anche sulla base delle elaborazioni del Piano Paesaggistico, la qualità delle acque e degli ecosistemi;
3. promuovere forme di fruizione sostenibile del fiume e dei contesti fluviali anche attraverso la creazione di punti di sosta, itinerari, percorsi di mobilità dolce, e incentivare iniziative volte al recupero di manufatti e opere di valore storico-culturale come testimonianza di relazioni storicamente consolidate tra fiume e comunità insediata;
4. valorizzare gli strumenti di partecipazione delle comunità locali, quali i contratti di fiume, finalizzati a promuovere politiche di gestione delle risorse paesaggistiche, ecosistemiche e naturali dei contesti fluviali volti al superamento del degrado eco-paesaggistico e alla riqualificazione dei contesti fluviali;
5. migliorare la qualità ecosistemica dell'ambiente fluviale, anche mediante interventi di ricostituzione della vegetazione ripariale, con particolare riferimento ai corridoi ecologici indicati come “direttrici di connessione fluviali da riqualificare” come individuati dalle elaborazioni del Piano Paesaggistico;
6. tutelare gli habitat ripariali e fluviali di interesse regionale e/o comunitario e le relative fitocenosi e mitigare gli impatti legati alla diffusione di specie aliene invasive;
7. nei sistemi morfogenetici di pianura e di fondovalle favorire il mantenimento, la manutenzione e il ripristino delle opere di sistemazione idraulico agraria e salvaguardare l'unicità dei paesaggi delle foci fluviali;

8. tutelare la tipicità e l'integrità dei contesti fluviali caratterizzati dalla presenza di paesaggi torrentizi carsici, di ripiani tufacei, forre, salti d'acqua, sorgenti, risorgive o fontanili;

9. perseguire la compatibilità ambientale e paesaggistica nella progettazione delle opere e delle infrastrutture ammesse in alveo e nelle aree di pertinenza fluviale privilegiando l'uso di materiali e tecnologie appropriate al contesto, oltre che nelle attività di taglio della vegetazione ripariale, anche in attuazione dei contenuti della Del.C.R. 155/1997;

10. riqualificare gli ecosistemi fluviali alterati, con particolare riferimento agli alvei degradati dalla presenza di materiali inerti derivanti da adiacenti attività di cave, miniere e relative discariche.

4. Restano ferme le disposizioni emanate con la legge regionale 21 maggio 2012, n. 21 e successive modifiche recante "Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua"».

In merito a quanto descritto nella prima parte di questa stessa ricerca parrebbe che l'articolo citato sia particolarmente esaustivo in termini di conservazione e tutela dell'ecosistema fluviale nonché di promozione di buone pratiche di gestione per lo stesso. Anche se la disciplina è per così dire esaustiva gli elaborati del Piano, in particolare quelli delle invarianti, sono carenti di quelli che potrebbero essere definiti "i caratteri dell'ecosistema fluviale".

6.4 - Contratti di Fiume e altri Accordi di Programma

All'interno di una ipotetica pianificazione fluviale, ferma restando la necessità di una cornice di riferimento (Piano) e di un continuo re-indirizzamento degli interventi micro in coerenza con tale cornice (Progetto), la predisposizione di un buon Programma è funzionale al mantenimento della coerenza del sistema.

Il Programma nella nostra prospettiva rappresenta per alcuni aspetti lo strumento più potente ma anche più delicato. In termini politico-

amministrativi ci riferiamo a quella famiglia di strumenti di Programmazione Negoziata⁹² alla quale fanno parte gli Accordi di Programma (d'ora in poi AdP). Quando parliamo di AdP intendiamo⁹³:

«[...] una convenzione tra enti territoriali (regioni, province o comuni) ed altre amministrazioni pubbliche mediante la quale le parti coordinano le loro attività per la realizzazione di opere, interventi o programmi di intervento. Introdotto dall'art. 27 della legge 8 giugno 1990 n. 142, ma con precedenti comparatistici ed in alcune normative settoriali degli anni '80, l'accordo di programma è ora disciplinato dall'art. 34 del d.lgs. 18 agosto 2000, n. 267 (Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali). Secondo il predetto art. 34 si può ricorrere all'accordo di programma per la definizione e l'attuazione di opere, di interventi o di programmi di intervento che richiedono, per la loro completa realizzazione, l'azione integrata e coordinata di comuni, di province, di regioni, di amministrazioni statali e di altri soggetti pubblici (ad esempio, comunità montane) o comunque di due o più tra i soggetti predetti».

Apprendendo che un AdP è uno strumento integrato, ma allo stesso tempo utile per l'attuazione di interventi specifici (e quindi settoriali⁹⁴), si evince bene come possa esistere una particolare declinazione dell'Accordo di

⁹² Nell'ordinamento italiano, la programmazione negoziata è definita come «regolamentazione concordata tra soggetti pubblici o tra il soggetto pubblico competente e la parte o le parti pubbliche o private per l'attuazione di interventi diversi, riferiti ad un'unica finalità di sviluppo, che richiedono una valutazione complessiva delle attività di competenza», nell'ambito degli regioni e degli altri enti locali. Attraverso la programmazione negoziata, quindi, enti locali e altri portatori di interessi operanti sul territorio perseguono obiettivi di sviluppo il più possibile in maniera coordinata e armonica. [Legge n.662/1996, articolo 2 comma 203 lettera a]

⁹³ Decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267 - Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali, abbreviato in TUEL o anche TUOEL.

⁹⁴ Accordo di Programma Quadro (APQ) per la Difesa suolo 2005 del Ministero Economia e finanze, Ministero Ambiente e Comuni della Regione Umbria. Rappresenta lo strumento attuativo dell'Intesa Istituzionale di Programma. Obiettivi: ridurre il rischio frane e il rischio idraulico nei territori considerati a "rischio elevato". Interventi di risanamento, dissesto idrogeologico e sistemazione idraulica.

<http://www.programmazionenegoziata.regione.umbria.it/MediaCenter/FE/articoli/apq-dtdifesa-suolo-i-atto-integrativo.html>

Accordo di Programma Quadro (APQ) 2007 per la Tutela delle acque e gestione integrata delle risorse idriche del Ministero Economia e finanze, Ministero Ambiente, Ministero Politiche agricole, Ministero Infrastrutture e trasporti, Regione Umbria e Comuni. «Rappresenta lo strumento attuativo dell'Intesa Istituzionale di Programma. Realizzazione di un programma di interventi in grado di promuovere un utilizzo sostenibile dell'acqua, nonché di garantire la preservazione sostenibile delle risorse idriche attraverso, in particolare, la realizzazione di interventi infrastrutturali nelle situazioni di maggiore criticità, ovvero l'attuazione di interventi urgenti e indifferibili.»

<http://www.programmazionenegoziata.regione.umbria.it/MediaCenter/FE/articoli/apq-rktutela-delle-acque-e-gestione-integrata-dell.html>

Programma in ambito fluviale. I Contratti di Fiume (CdF)

«[...] sono strumenti volontari di programmazione strategica e negoziata che perseguono la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale. I soggetti aderenti al CdF definiscono un Programma d'Azione (PA) condiviso e si impegnano ad attuarlo attraverso la sottoscrizione di un accordo.» [nuke.a21fiumi.eu, 2017]

Dopo una breve fase sperimentale⁹⁵, i CdF sono diventati nel 2015 uno strumento di programmazione a tutti gli effetti.

Il CdF si caratterizza per avere i seguenti requisiti di finalità e coerenza (nonché alcuni requisiti di impostazione⁹⁶):

⁹⁵ Per quanto riguarda l'Italia la sperimentazione è nata intorno agli anni 2005 e i nomi dei fiumi più grandi a cui sono stati applicati sono W, complessivamente il risultato può dirsi positivo anche se nel bacino X ci sono stati problemi Y e Z.

⁹⁶ I Contratti di Fiume si articolano nelle seguenti fasi [Bastiani, 2017]:

- «Condivisione di un Documento d'intenti contenente le motivazioni e gli obiettivi generali, stabiliti anche per il perseguimento degli obblighi cui all'articolo 4 della direttiva 2000/60/CE e delle direttive figlie, le criticità specifiche oggetto del CdF e la metodologia di lavoro, condivisa tra gli attori che prendono parte al processo. La sottoscrizione di tale documento da parte dei soggetti interessati dà avvio all'attivazione del CdF;
- Messa a punto di una appropriata Analisi conoscitiva preliminare integrata sugli aspetti ambientali, sociali ed economici del territorio oggetto del CdF, come ad es.: la produzione di una monografia d'area o Dossier di caratterizzazione ambientale (inclusa un'analisi qualitativa delle principali funzioni ecologiche), territoriale e socio-economico (messa a sistema delle conoscenze), la raccolta dei Piani e Programmi (quadro programmatico), l'analisi preliminare sui portatori di interesse e le reti esistenti tra gli stessi. Tra le finalità dell'analisi vi è la definizione e/o valorizzazione di obiettivi operativi, coerenti con gli obiettivi della pianificazione esistente, sui quali i sottoscrittori devono impegnarsi;
- Elaborazione di un Documento strategico che definisce lo scenario, riferito ad un orizzonte temporale di medio-lungo termine, che integri gli obiettivi della pianificazione di distretto e più in generale di area vasta, con le politiche di sviluppo locale del territorio;
- Definizione di un Programma d'Azione (PA) con un orizzonte temporale ben definito e limitato (indicativamente di tre anni), alla scadenza del quale, sulla base delle risultanze del monitoraggio di cui al successivo punto 2.g), sarà eventualmente possibile aggiornare il contratto o approvare un nuovo PA. Il PA deve indicare oltre agli obiettivi per ogni azione anche gli attori interessati, i rispettivi obblighi e impegni, i tempi e le modalità attuative, le risorse umane ed economiche necessarie, nonché la relativa copertura finanziaria;
- Messa in atto di processi partecipativi aperti e inclusivi che consentano la condivisione d'intenti, impegni e responsabilità tra i soggetti aderenti al CdF;

«I contratti di fiume contribuiscono al perseguimento degli obiettivi delle normative in materia ambientale, con particolare riferimento alla direttiva 2000/60/CE (direttiva quadro sulle acque), che prevede il raggiungimento del “buono stato” di qualità dei corpi idrici, alle relative direttive figlie, unitamente alla direttiva 2007/60/CE (direttiva alluvioni), e alle direttive 42/93/CEE (direttiva Habitat) e 2008/56/CE (direttiva quadro sulla strategia marina), in quanto utile strumento per:

- la prevenzione e riduzione dell'inquinamento;
- l'utilizzo sostenibile dell'acqua;
- la protezione dell'ambiente e degli ecosistemi acquatici;
- la mitigazione degli effetti delle inondazioni e della siccità nonché per;
- il coordinamento e la coerenza delle azioni e degli interventi previsti per l'attuazione delle suddette direttive.

I contratti di fiume sono coerenti con le previsioni di piani e programmi già esistenti nel bacino idrografico di riferimento/sub-bacino e per il territorio oggetto del CdF e, qualora necessario, possono contribuire ad integrare e riorientare la pianificazione locale e a migliorare i contenuti degli strumenti di pianificazione sovraordinata, in conformità con gli obiettivi delle normative ambientali di cui al punto precedente.» [Bastiani, 2017]

Anche se ogni fiume/bacino va considerato un caso a se stante bisogna riconoscere che alcune problematiche, soprattutto in materia di pianificazione, sono ricorrenti.

Il testo curato da Bastiani [2011]⁹⁷, presenta oltre 20 esperienze provenienti da 11 regioni diverse ed è un invito a non rassegnarsi alla logica estemporanea ed emergenziale con cui l'Italia sta rispondendo ai fenomeni di dissesto idrogeologico (e di rischio idraulico) che con crescente frequenza si verificano nella penisola italiana. Dopo l'illustrazione del ruolo dei piani di gestione distrettuali e delle direttive europee in materia il curatore ricostruisce la normativa comunitaria e italiana in materia idrica addentrandosi poi nei Contratti di Fiume inquadrandoli nel contesto sia italiano che europeo. Molta attenzione viene posta alla pianificazione dei bacini idrografici non solo strategica ma anche partecipata (concertativa). Altrettanto importante è l'enfasi posta sugli strumenti di previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi idraulici e idrogeologici. La risposta

-
- Sottoscrizione di un Atto di impegno formale, il Contratto di Fiume, che contrattualizzi le decisioni condivise nel processo partecipativo e definisca gli impegni specifici dei contraenti;
 - Attivazione di un Sistema di controllo e monitoraggio periodico del contratto per la verifica dello stato di attuazione delle varie fasi e azioni, della qualità della partecipazione e dei processi deliberativi conseguenti.»

⁹⁷ Contratti di Fiume. Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrografici.

all'inefficienza del sistema di implementazione di politiche territoriali di previsione e prevenzione delle alluvioni è quindi molto pragmatica e orientata alla «rinaturalizzazione, miglioramento paesaggistico, valorizzazione ambientale», ed è affrontata focalizzandosi su 5 filoni principali:

- «l'integrazione dei CdF con gli strumenti di pianificazione del territorio;
- il ruolo dell'approccio morfologico-sedimentario nella gestione degli ambiti fluviali;
- il recupero e il mantenimento della qualità chimico-fisica e biologica delle acque;
- la difesa del suolo e la gestione del rischio idrogeologico;
- il ruolo della partecipazione e concertazione nei processi di valorizzazione fluviale e nei CdF.»

Attualmente, il ricorso ai CdF prosegue con risultati globalmente positivi e la transizione alla fase sperimentale a quella più strutturata è avvenuta in maniera relativamente indolore grazie al continuo confronto e monitoraggio tramite il Tavolo Nazionale dei CdF che è arrivato alla decima edizione.



Fig. 66 - I 10 tavoli nazionali sui CdF [nuke.a21fumi.eu, 2016]

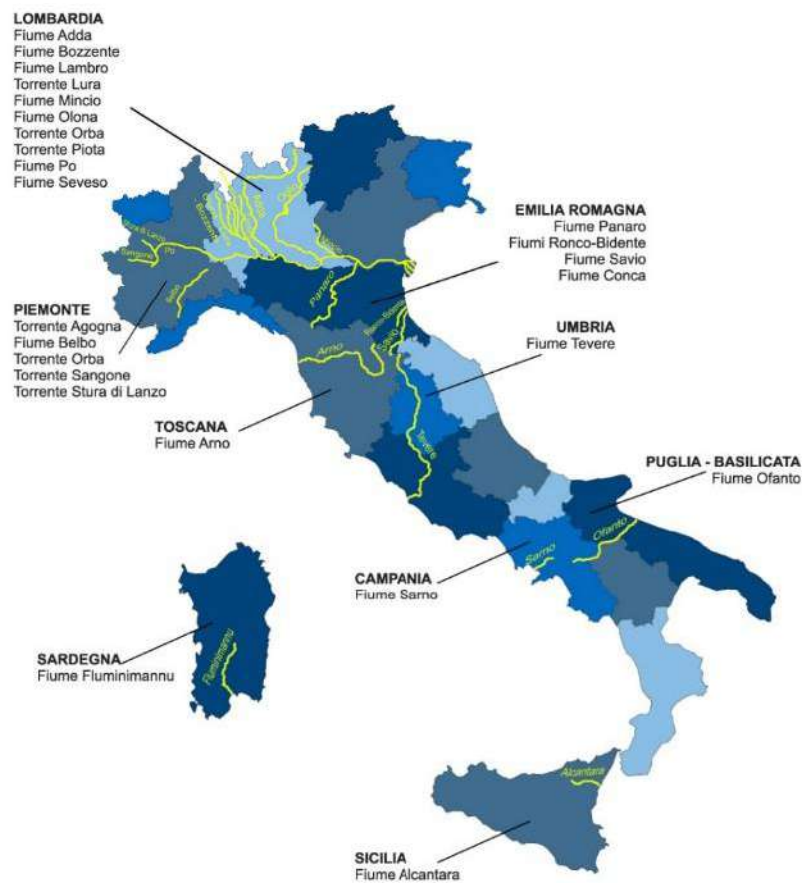


Fig. 67 - I CdF attivati [nuke.a21fiumi.eu, 2016]

Rientrano in una ultima evoluzione dei Contratti di Fiume anche i contratti di lago, di costa, di acque di transizione, di foce, di falda e di sorgente qualora gli strumenti sopra descritti vengano utilizzati ponendo l'attenzione a categorie di corpo idrico diverse dal fiume.

7 – La controtendenza e il dominio dell'emergenza

La gestione della materia idrica, specialmente quando si tratta di cattiva gestione, implica prima o poi ripercussioni anche importanti che vanno ben oltre il letto del fiume. L'emanazione relativamente tardiva delle Direttive UE⁹⁸ (2000/60/CE e 2007/60/CE) non può che confermare il fatto che laddove non arriva subito il buon senso prima o poi arriva l'evidenza dei fatti. Anche il fatto di ricercare una tendenziale uniformità gestionale sull'intero territorio del Vecchio Continente sembra suggerire l'acquisizione di una accresciuta consapevolezza in ambito fluviale, quasi una tensione al coordinamento degli interventi ben oltre il livello di bacino.

Al di là di quali possano essere le aspettative nel lungo e lunghissimo termine è fuori di discussione che a determinare questa svolta legislativa abbiano concorso fattori estremamente concreti e contingenti. Lo stato di avvelenamento e insalubrità di grandi e piccoli fiumi europei ha ormai raggiunto livelli tali da compromettere non solo la pianificazione, ma anche la programmazione e la progettazione. È il punto di non ritorno era talmente prossimo, in molte situazioni, da rendere vano qualunque tentativo tardivo di correre ai ripari.

A completamento di questo quadro è importante ricordare il problema recente del clima e che se parliamo di cambiamento climatico ci riferiamo a

«[...] l'aumento dei gas serra a causa dell'uso di combustibili fossili e della combustione delle biomasse, la concentrazione di alcuni aerosol antropogenici in aumento a causa dell'attività industriale, l'aumento della temperatura superficiale media della Terra di circa 0,7° nel corso del XX secolo, l'innalzamento del livello dei mari di circa 2,5 cm nel corso dell'ultimo decennio, la riduzione dell'estensione annuale media dei ghiacci marini artici del 20% [...]» [Emanuel, 2008]

L'aspetto forse più utile ai fini del nostro studio però è l'individuazione del momento in cui il cambiamento climatico, da sempre indotto da fenomeni naturali, inizia a essere anche antropologicamente determinato, con tutte le conseguenze che interessano anche i fiumi, e non sempre in positivo. Il

⁹⁸ Cfr. Capitolo 3.

cambiamento climatico “non fisiologico” ha radici insospettabilmente lontane e conseguenze spesso durevoli, tra cui la fisionomia arida del centro Italia, in realtà dovuta alla spasmodica ricerca di legname protratta irreparabilmente dagli antichi Romani e le operazioni di bonifica che gli stessi effettuavano (come visto nei paragrafi precedenti).

L’impatto dell’umanità sul clima interessa le acque dolci (e quindi anche i fiumi) sostanzialmente per quanto riguarda il ciclo dell’acqua.

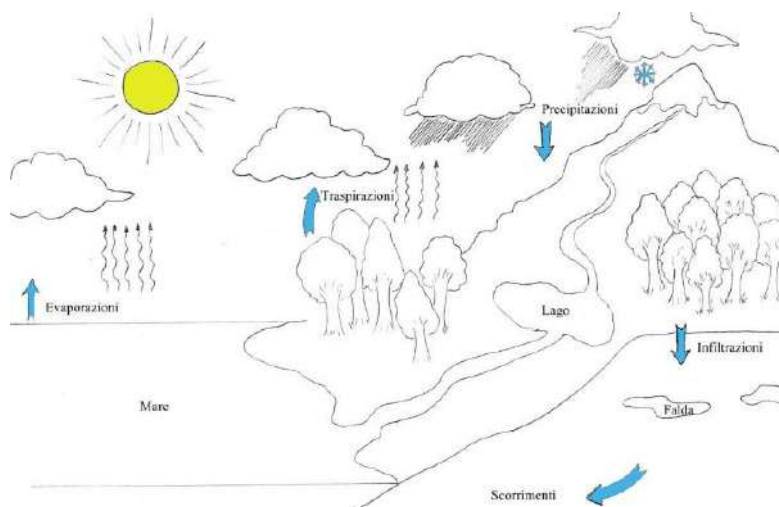


Fig. 68 - Ciclo dell'acqua di Julie Bicocchi

A causa di due grandi cambiamenti avvenuti nell’ultimo mezzo secolo, il cosiddetto Pianeta Acqua⁹⁹ (considerando che la superficie terrestre è composta prevalentemente da acqua) sta mutando fortemente e, a quanto si può osservare ad oggi, non verso un futuro liquido, ma piuttosto secco. Questi cambiamenti riguardano: il forte aumento della popolazione umana e i corrispondenti mutamenti in fatto di abitudini alimentari. Questo *modus operandi* e *vivendi* ha ridotto drasticamente la quantità di acqua dolce disponibile, senza differenze significative tra i diversi continenti per quanto attiene alla richiesta della stessa, nonostante le differenti “dotazioni iniziali” di oro blu. Si ricordi infatti che anche se esiste un’immensa quantità di acqua all’interno dei mari e degli oceani (97% circa del totale) essa non può essere utilizzata dalla maggior parte delle specie terrestri, volanti e di acqua dolce, perché salata¹⁰⁰.

⁹⁹ Cfr. Pearce, 2006.

¹⁰⁰ Il volume totale di acqua nell’atmosfera è stato stimato in circa 13 mila km³ (1 km³ è pari

Si stima che la disponibilità di acqua di cui l'uomo può in effetti disporre vada dai 9000 ai 12000 km³. La situazione attuale "idricamente" parlando è la più drastica di tutti i momenti storici precedenti a noi noti. Pearce [2006] non a caso definisce la nostra specie come la "spugna umana" ed enumera molteplici casi in cui la società ha danneggiato la rete idrica del pianeta con conseguenze irreparabili anche per le specie che non ne sono responsabili. Le principali ragioni di questo sconsiderato consumo di acqua parrebbero imputabili prevalentemente a motivazioni di tipo economico (seppure le giustificazioni comunemente addotte sono spesso di tipo esclusivamente demografico). La crisi idrica che affligge il pianeta è in realtà solo una conferma del forte legame tra il ciclo dell'acqua e l'attuale ciclo economico; lo sviluppo demografico è semmai direttamente proporzionale ad entrambi¹⁰¹.

Ogni anno la domanda mondiale di acqua aumenta e sempre più uomini e animali si trovano in difficoltà. L'acqua sulla Terra invece resta più o meno la stessa, ragione per cui per le falde acquifere, che vengono continuamente sovrastrutturate, in molte regioni scoppiano veri e propri conflitti. Non a caso, stando a quanto riportato dalle Nazioni Unite, «il 41% della popolazione mondiale (2,3 miliardi di persone) vive attualmente lungo i bacini di fiumi sottoposti a forte stress idrico» [Tozzi, 2009]. Implicito che oltre alla riduzione dell'acqua dolce pro-capite anche gli altri esseri viventi soffrono di questa problematica ecologica, le specie acquatiche per esempio sono diminuite drasticamente dal 10% di quelle ittiche al 24% in meno dei mammiferi [WWF, 2008].

Questa competizione per un bene primario sembra tradursi in aridità anche all'interno dei rapporti tra le diverse società, con tutt'altro che remote ipotesi di "terrorismo idrico". Solitamente si associa il ventesimo secolo alle problematiche e ai conflitti legati al petrolio; allo stesso modo il ventunesimo

a 1000 miliardi di litri), in gran parte allo stato gassoso (vapore); di contro gli oceani contengono circa 1350 milioni di km³ di acqua. Anche tralasciando il primo impatto visivo del Pianeta visto dallo spazio, la Terra non può che essere considerata un pianeta blu, visto che la superficie terrestre è ricoperta per il 71% di acqua che è: al 97% salata (oceani e mari) e al 3% dolce. Dell'ultimo 3% i 2/3 si trovano nei ghiacciai, mentre l'1% risiede nel sottosuolo e nell'atmosfera. Se ci riferissimo poi alla sola acqua dolce, scopriremmo che questa corrisponde solo allo 0,0009% dell'acqua del pianeta Terra.

¹⁰¹ Soltanto 10 paesi al mondo si contendono più del 60% delle risorse idriche naturali del pianeta Terra (in ordine decrescente per chilometro cubo) [Pearce, 2006]: Brasile 5670 kmc, Russia 3904 kmc, Cina 2880 kmc, Canada 2850 kmc, Indonesia 2530 kmc, Stati Uniti 2478 kmc, India 1550 kmc, Colombia 1112 kmc, Zaire 1020 kmc e Paesi europei 860 kmc. Le riserve di acqua dolce per abitante si stanno riducendo con trend crescenti: nel 1950 le riserve erano pari a 16000 kmc, passate a 7000 kmc del 2000.

è legato a un liquido, ma più fondamentale e molto più vitale del precedente: l'acqua¹⁰². A proposito di idroterrorismo e fenomeni assimilabili, è menzionabile, senza andare tanto lontano, il caso italiano della contaminazione di acque in bottiglia rilevata nel 2003: fu un episodio che destò un particolare allarme nella popolazione nazionale, poco avvezza a rifornirsi di acqua potabile dal rubinetto¹⁰³. Un timore opposto a quello vissuto negli Stati Uniti d'America, dove si consuma, invece, prevalentemente acqua dal rubinetto: lì è maggiormente paventato un attacco terroristico alla rete idrica pubblica¹⁰⁴ (per ovviare a questo pericolo di contaminazione gli U.S.A. abbiano sviluppato uno specifico software: *Canary Event Detection Software*). Non si può calcolare con precisione quanto sia determinante l'intervento dell'uomo su fenomeni naturali quali il calo delle precipitazioni o lo scioglimento dei ghiacci polari, né quanto il cambiamento climatico sia invece indotto da fenomeni che prescindono dall'antropizzazione, soprattutto nel breve termine. Quello che si può affermare, invece, è che negli ultimi anni molti fiumi sono stati afflitti da una riduzione della portata, prevalentemente prosciugati da attività umane spesso connesse all'irrigazione o all'uso strettamente collegato all'allevamento intensivo.

Preso atto dell'ineluttabilità dei sempre più rapidi cambiamenti climatici attesi per i decenni a venire, diventa interessante approfondire le dinamiche del relativo processo di inaridimento del suolo, a maggior ragione se consideriamo le diverse declinazioni che esso potrà assumere in relazione ai diversi territori, e le connesse problematiche di equità che ne deriveranno. L'aumento della temperatura media terrestre potrebbe infatti incrementare l'evaporazione degli oceani accelerando il ciclo dell'acqua; già nel corso di questo secolo il vapore acqueo nell'atmosfera potrebbe salire di 8/10%. In

¹⁰² Solo per fare degli esempi, troviamo dei conflitti legati all'acqua: tra Messico e Stati Uniti sul fiume Colorado, che nasce dalle Montagne Rocciose, attraversa gli U.S.A. pieno di acqua fino alla California, ma sfocia in Messico ridotto ad un torrentello d'acqua fangosa e tossica; tra Ecuador e Perù, che nel 1995 hanno avuto diversi contrasti legati alle sorgenti del fiume Cenepa; tra Iraq ed Iran, che hanno combattuto una guerra negli anni '80 per il controllo del fiume Shatt-el-arab ("sponda degli arabi"), formato dalla confluenza del Tigri e dell'Eufrate, sfociante poi nel Golfo Persico; tra India e Bangladesh, che disputano tutt'ora il Gange; tra India e Pakistan, che dopo la spartizione in due stati dell'ex colonia inglese nel 1947 hanno conteso a lungo le acque del fiume Indo (e sottolineiamo che quasi il 40% della popolazione mondiale dipende dal sistema fluviale comune a questi due paesi); tra Repubblica Ceca e Ungheria sul Danubio; tra Israele e Palestina.

¹⁰³ Cfr. <http://www.repubblica.it/2003/1/sezioni/cronaca/avvelenatore/liceo/liceo.html>

¹⁰⁴ Tuttavia anche in Italia tale evenienza desta interesse, almeno dal punto di vista scientifico, si vedano i progetti di cui al seguente link:

www.ilpareredellingegnere.it/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=520

presenza di tale fenomeno:

- aumenterà sicuramente il livello globale di precipitazioni annue;
- si avrà un cambiamento di traiettoria dei sistemi climatici portatori di pioggia, come cicloni dell'Atlantico;
- muterà la distribuzione delle precipitazioni stesse;
- molti luoghi situati ad una latitudine media potrebbero diventare più aridi e, allo stesso tempo, le temperature più alte potrebbero comportare un'evaporazione più rapida dell'acqua (con più rapida disidratazione del suolo);
- una percentuale minore di acqua raggiungerà i fiumi ed il loro equilibrio dipenderà principalmente e dalla precipitazioni.

In sostanza, andrebbero scomparendo le fasce climatiche temperate e anche i mari interni correrebbero rischi particolari dato il calo di portata dei fiumi che attraversano le zone continentali. E secondo diverse ricerche tale ipotesi sarebbe già in atto.

Alcuni modelli di studio prevedono che giganteschi fiumi tropicali come il Rio delle Amazzoni, l'Orinoco in Sudamerica o il Congo in Africa si gonfieranno ancora di più. Similmente i grandi fiumi artici del nord del Canada e soprattutto in Siberia (Ob, Jenisei e Lena) probabilmente acquisiranno nuova acqua, ma a causa dell'umidità trattenuta dalle temperature più alte e dell'aumento delle precipitazioni sui loro bacini, incrementando la loro portata del 40%. E' estremamente probabile che in tutto il mondo nuove anomalie coinvolgeranno fiumi e laghi: alcuni diventeranno pericolosi e imprevedibili, alternando piene e siccità più velocemente di quanto accade adesso [Tozzi 2009]. Le Alpi italiane, per esempio, hanno già perso un quarto dei loro ghiacciai per lo scioglimento dei ghiacci alpini nel 2002, durante l'estate più calda mai registrata nell'emisfero boreale che contribuì a provocare inondazioni senza precedenti nell'Europa centrale.



Fig. 69 - Intervista su collegamento clima-alluvioni tratta dal Corriere dell'Umbria (2017)

7.1 - L'esperienza italiana: inondazioni in territori a secco

Il cinquantenario anniversario della grande alluvione di Firenze del 1966 è stato non solo un momento commemorativo ma anche una grande operazione mediatica di allarmismo generalizzato. Sui principali quotidiani nazionali¹⁰⁵ è stato un continuo susseguirsi di titoli enfatici e talvolta pure contraddittori che puntavano il dito alternativamente contro le amministrazioni comunali e contro i fiumi, resi quasi “personificazioni del disastro” da una insistente ma inconsistente operazione mediatica. Se i giornalisti nostrani fossero stati capaci di rinunciare al sensazionalismo per fare informazione sarebbero giunti a conclusioni magari poco felici, ma anche a constatazioni molto più semplici.

L'Italia è un paese con scarsa disponibilità di suolo. Tolti i territori longitudinalmente occupati dalle montagne, tolta la corona montana settentrionale, tolto l'entroterra montano sardo rimangono poche pianure

¹⁰⁵ Cfr. Ciardi, Fighera, Mantigioni, Naldini, Neri, Parigi (2017)

(padana e del Gargano), e strette zone costiere o pedemontane tendenzialmente brulle, aride, poco coltivabili. Sappiamo che in origine la penisola era molto più verde: le bonifiche e il disboscamento selvaggio perpetrato fin dai Romani per ricavare legname produssero, nonostante i limitati mezzi del tempo, ebbe effetti irreversibilmente distruttivi sull'ecosistema locale. Forse anche per questo la maggior parte dei corsi d'acqua (inevitabilmente brevi per evidenti limiti di spazio) è frequentemente esposta a periodi di secca (sud)¹⁰⁶ e magra (centro)¹⁰⁷. Stanti queste premesse, è difficile accettare la ricostruzione apocalittica delle alluvioni proposta da certe tipologie di “giornalismo”, secondo cui il fenomeno è improvviso, imprevedibile, inarrestabile e inevitabilmente di gigantesche proporzioni. I drammatici dissesti idrogeologici che sempre più stravolgono l'Italia nelle ultime decadi non sono solo fisiologicamente determinati dalla conformazione del suolo ne fatalità dinnanzi a cui arrendersi.

Il nesso causale soventemente individuato in Italia tra i picchi di piovosità e le alluvioni è in realtà una correlazione spuria. Infatti se anche piovesse una quantità di acqua spropositatamente alta rispetto alla media stagionale ma i diversi strati pedologici superficiali¹⁰⁸ del terreno fossero “correttamente” permeabili ai flussi¹⁰⁹, l'impatto della pioggia sul territorio sarebbe meno devastante sia sul piano degli effetti che della durata [Greppi, 2009].

Analizzando la struttura urbana dei teatri delle principali gravi alluvioni si nota subito un denominatore comune: la quasi totale impermeabilizzazione delle sponde e delle fasce perfluviali (se non persino del letto) del fiume che li attraversa o li affianca. A questo spesso si aggiungono analoghi interventi in centri urbani minori, scarsamente abitati o industrializzati ma situati in tratti precedenti del bacino: e l'impermeabilizzazione a monte agisce sempre, anche in tempi non sospetti, come acceleratore della portata a valle, sempre per l'impossibilità del fiume di assorbire parte dell'acqua in eccesso. Da un lato la compresenza, a monte, dei fenomeni di abbandono¹¹⁰ e degli eventi

¹⁰⁶ Fiumare.

¹⁰⁷ Magre.

¹⁰⁸ Vale a dire di quegli strati di terreno della crosta terrestre che interessano lo sviluppo dei suoli a partire dalla disgregazione e alterazione delle rocce e che rivestono un importante ruolo nella distribuzione e/o nella coltivazione delle piante. [Treccani, 2017]

¹⁰⁹ La permeabilità è quella proprietà delle rocce o dei terreni che rappresenta la loro capacità di essere attraversati dai fluidi. [Treccani, 2017]

¹¹⁰ Inteso come abbandono dei territori montani o dell'attività agricola soprattutto per le aree montane e collinari.

franosì rende problematica la situazione complessiva degli alti bacini, poiché le frane tendono a scendere accumulandosi a valle, dove il dissesto si fa più incontenibile e pericoloso tanto verso gli abitati che nei confronti delle altre aree urbane, agricole e semi-naturali. Dall'altro lato, però, non si può nemmeno minimizzare l'impatto negativo degli abbandoni delle terre agricole a valle, non solo per il loro famigerato impatto sul paesaggio [Sargolini, 2015], ma anche per la problematica modifica che comportano per le matrici agricole di pianura, contribuendo quindi in maniera importante all'alimentazione del dissesto idrogeologico e spondale.



Fig. 70 - Alluvione del fiume Magra nel 2011

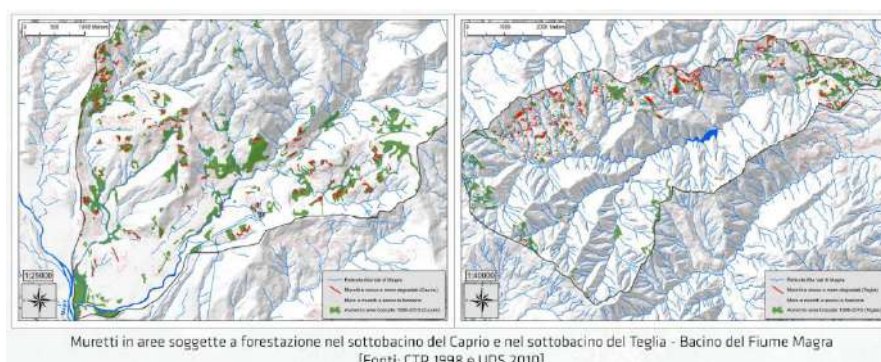


Fig. 71 - Fenomeni di abbandono correlati al dissesto idrogeologico in due sottobacini del fiume Magra [Palummo, 2015]

Nell'ultimo decennio l'abbandono dei terrazzamenti nei due sottobacini in figura è diminuito solo di un quinto rispetto ai chilometri di muro abbandonato rilevati a fine anni '90. Proiettando il ritmo di avanzamento degli abbandoni nei prossimi cinquant'anni, c'è il rischio di assistere a un

drammatico aumento dei fenomeni di dissesto idrogeologico. Anche su scala più grande il danno da impermeabilizzazione (conseguente a diverse tipologie di interventi improvvisati o malamente programmati) si traduce in episodi alluvionali e in altre tipologie di problemi affini.



Fig. 72 - Alluvione 2015 nel grossetano

Alla luce di quanto fin qui esposto è evidente come una strategia irrinunciabile di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico è la riduzione, l'eliminazione o, ancora meglio, l'evitamento dell'impermeabilizzazione del letto e delle aree perifluviali; a tale misura si possono poi accompagnare altre strategie di supporto, come l'impianto di specifiche specie vegetali con funzione di consolidamento spondale¹¹¹ e non ultimo una pianificazione urbanistica consapevole che eviti (o anche impedisca l'edificazione in alveo).

Tra i migliori esempi italiani di queste buone prassi ricordiamo innanzitutto il caso abruzzese della sindaca Ileana Schipani [CIRF, 2006]. Senza minimizzare i meriti della sindaca, bisogna comunque riconoscere che un'operazione di rinaturalizzazione degli alvei radicale (immagine seguente) è stata resa possibile anche dal basso livello di urbanizzazione che caratterizza sia la zona ricompresa dall'amministrazione comunale di Scortone (AQ) che in generale l'Abruzzo.

¹¹¹ Cfr. manuale CIRF (2006).



Fig. 73 - Estratto da scheda Scontrone del premio nazionale “comuni virtuosi” (2016)

In territori più “difficili” sono altrettanto meritevoli di attenzione i casi di applicazione “selettiva” della RF in una prospettiva, per così dire di riduzione del danno.

7.2 - Piani della Protezione Civile: pianificazione e prevenzione?

Con “Protezione Civile” si indicano normalmente quegli enti a vario titolo preposti alla tutela dell’integrità di persone, beni (anche ambientali), insediamenti in caso di disastri naturali o di altra natura. Questa funzione di difesa non militare non ha ancora ottenuto una definizione univoca a livello

internazionale.

La struttura organizzativa decentrata è tale che allo Stato spettano:

- l'indirizzo, la promozione e il coordinamento delle attività in materia di protezione civile;
- la deliberazione e la revoca – d'intesa con le regioni interessate – dello stato di emergenza in casi di eventi di tipo “c”;
- l'emanazione di ordinanze;
- l'elaborazione dei piani di emergenza nazionali (per affrontare eventi di tipo “c”) e l'organizzazione di esercitazioni.

Alle Regioni spetta:

- predisporre i programmi di previsione e prevenzione dei rischi, sulla base degli indirizzi nazionali;
- attuare gli interventi urgenti quando si verificano interventi di tipo “b”, avvalendosi anche del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco;
- l'organizzazione e l'impiego del volontariato.

Le Province si occupano di:

- previsione e prevenzione dei rischi;
- piani provinciali di emergenza e dei servizi urgenti da attivare in caso di emergenza (eventi di tipo “b”), sul territorio di loro competenza.

I Comuni si occupano:

- delle attività di previsione e prevenzione dei rischi sul proprio territorio;
- dei piani comunali di emergenza;
- dei primi soccorsi e organizzano il volontariato di protezione civile comunale (per gli eventi di tipo “a”).

Con la legge costituzionale 3/2001 (Riforma del Titolo V della Costituzione) la protezione civile viene prevista, dalla Costituzione, tra le materie a legislazione concorrente di competenza regionale, fermo restando il potere d'ordinanza attribuito al Presidente del Consiglio.

Il decreto legislativo 300/99 nel riorganizzare i ministeri istituisce poi l'Agenzia per la Protezione Civile, con compiti tecnico-operativi e scientifici, cui vengono trasferite le funzioni del Dipartimento della Protezione Civile. L'Agenzia diventa così il nuovo vertice del sistema assieme al Ministro dell'Interno, che ha funzioni di indirizzo politico-amministrativo e di controllo: ma per poco. Il decreto 343/2001 (poi convertito con la Legge 401/2001) infatti abolisce l'Agenzia, ripristina il Dipartimento della Protezione Civile, riconduce al Presidente del Consiglio le materie di competenza statali in materia di Protezione Civile

(riattribuendogli, in sostanza, quei compiti già individuati dalla legge 225/92 e dal D.Lgs 112/98.) e introduce la nozione di “grande evento” (straordinario), per il quale, così come per lo stato di emergenza, è previsto l'esercizio potere di ordinanza. Con la legge 152/2005 il potere di ordinanza viene esteso anche ai fatti all'estero, dopo la dichiarazione dello stato di emergenza.

Un'ennesima riforma arriva poi nel 2012 (legge 27) e nel 2013 (legge 119): si sottrae alla competenza della Protezione Civile la gestione dei grandi eventi, lasciandole il compito di fronteggiare le calamità, rendere più incisiva la gestione delle emergenze. Il Dipartimento della Protezione Civile mantiene un ruolo di indirizzo e coordinamento delle attività dei soggetti afferenti al Servizio Nazionale, che a sua volta deve occuparsi di tutelare l'integrità della vita, i beni, gli insediamenti e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da calamità naturali, catastrofi e altri eventi calamitosi. Il Presidente del Consiglio dei ministri, titolare del coordinamento del servizio nazionale, può a tal fine delegare un ministro con portafoglio o il Sottosegretario di Stato alla Presidenza del Consiglio dei ministri o il Segretario del Consiglio dei Ministri. Il potere di dichiarare lo stato d'emergenza ritorna al Ministro dell'Interno e al Segretario alla presidenza del Consiglio dei Ministri. Si introduce poi un limite temporale: lo stato d'emergenza, d'accordo con le Regioni, può essere dichiarato per 180 giorni prorogabili una sola volta di altri 180. Vengono anche limitate le ordinanze in deroga alle normative vigenti: infatti, per essere emanate, devono rispettare i principi generali dell'ordinamento e i confini e i criteri posti dal decreto con cui il governo dichiara lo stato di emergenza. Lo stato di emergenza può durare massimo 90 giorni (salvo ulteriori 60 di proroga) ma non necessita il verificarsi dell'evento per essere dichiarato: è sufficiente l'imminenza dell'evento calamitoso. L'amministrazione successivamente competente deve essere individuata al momento di dichiarare lo stato d'emergenza e le ordinanze ad esso relative sono subito immediatamente efficaci se emanate entro i primi trenta giorni. Scaduto tale termine, dovranno essere emanate di concerto con il Ministero dell'Economia e delle Finanze. Infine lo stato di emergenza, come decretato dalla L.100/2012, deve essere finanziato con il Fondo Nazionale di Protezione Civile, annualmente determinato dalla Legge di Stabilità. Il Sindaco è l'autorità comunale di riferimento per la protezione civile, e i piani comunali di emergenza devono essere periodicamente aggiornati.

Ai fini della nostra ricerca, la L.100/2012 in particolare ha il pregio di

introdurre alcuni concetti significativi nell'operato della Protezione Civile: "previsione e prevenzione dei rischi" e "soccorso delle popolazioni", da un lato, "superamento dell'emergenza", "contrasto dell'emergenza" e "mitigazione del rischio", dall'altro. La prevenzione deve esplicarsi attraverso molteplici attività tra cui la pianificazione d'emergenza, la diffusione della conoscenza di protezione civile, l'informazione alla popolazione, le esercitazioni e così via. Particolarmente interessante è per noi il fatto che viene finalmente organicamente inquadrato un sistema di allerta nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico (riprendendo i vari provvedimenti che negli anni hanno disciplinato le relative attività di allertamento). Tuttavia nemmeno tale assetto è da considerarsi definitivo, in quanto la Legge 30/2017 ha delegato il governo a riordinarlo ulteriormente.

In materia idrogeologica, comunque, le principali attività che la protezione civile sono, in ambito preventivo, l'elaborazione quotidiana del Bollettino di vigilanza meteorologica nazionale¹¹², in base alle cui previsioni

«...ciascuna Regione e Provincia Autonoma valuta le situazioni di criticità idrauliche e idrogeologiche (allagamenti, frane, alluvioni...) che si potrebbero verificare sul territorio. Queste valutazioni confluiscono nel Bollettino di criticità nazionale/allerta che viene prodotto quotidianamente dal Dipartimento. È compito poi delle Regioni e delle Province Autonome diramare le allerte per i sistemi locali di protezione civile, mentre spetta ai Sindaci attivare i piani di emergenza, informare i cittadini sulle situazioni di rischio e decidere le azioni da intraprendere per tutelare la popolazione.»¹¹³

In materia specificatamente di alluvioni, però, la spiegazione del fenomeno fornita dal sito ufficiale della Protezione Civile sembra suggerire una specifica "visione" del problema:

«Le alluvioni sono tra le manifestazioni più tipiche del dissesto idrogeologico e si verificano quando le acque di un fiume non vengono contenute dalle sponde e si riversano nella zona circostante arrecando danni a edifici, insediamenti industriali, vie di comunicazione, zone agricole. [...] Le alluvioni sono fenomeni naturali,

¹¹² «Strumento di raccordo informativo per tutti i centri funzionali decentrati che segnala i fenomeni meteorologici rilevanti ai fini di protezione civile previsti fino alle ore 24.00 del giorno di emissione e nelle 24 ore del giorno seguente, più la tendenza attesa per il giorno ancora successivo».

Il documento viene pubblicato ogni giorno alle ore 15 e viene elaborato congiuntamente da Regioni e Dipartimento (protezionecivile.gov.it/jcms/it/bollettini_alluvioni.wp, 23/05/2018).

¹¹³ *Ibidem*.

tuttavia tra le cause dell'aumento della frequenza delle alluvioni ci sono senza dubbio l'elevata antropizzazione e la diffusa impermeabilizzazione del territorio, che impedendo l'infiltrazione della pioggia nel terreno aumentano i quantitativi e le velocità dell'acqua che defluisce verso i fiumi. La mancata pulizia di questi ultimi e la presenza di detriti o di vegetazione che rendono meno agevole l'ordinario deflusso dell'acqua sono un'altra causa importante. È possibile ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sia attraverso interventi strutturali quali argini, invasi di ritenuta, canali scolmatori, drizzagni, sia attraverso interventi non strutturali, come quelli per la gestione del territorio o la gestione delle emergenze: in quest'ultimo caso, sono fondamentali la predisposizione del sistema di allertamento, la stesura dei piani di emergenza, la realizzazione di un efficiente sistema di coordinamento delle attività previste nei piani stessi. In particolare, un efficiente sistema di allertamento basato su modelli di previsione collegati ad una rete di monitoraggio è fondamentale per allertare gli organi istituzionali presenti sul territorio con il maggior anticipo possibile e ridurre l'esposizione delle persone agli eventi nonché limitare i danni al territorio attraverso l'attuazione di misure di prevenzione in tempo reale. Tra queste si ricordano le attività del presidio territoriale idraulico e la regolazione dei deflussi degli invasi presenti nel bacino per laminare la piena.»¹¹⁴

Non si rinvergono, in sostanza, argomenti sufficienti anche solo a ipotizzare che tra le cause remote della problematica ci sia una cattiva gestione dell'alveo¹¹⁵, a cui si potrebbe porre riparo (anche) con interventi di rinaturalizzazione e riqualificazione. C'è da chiedersi se possa esserci una correlazione tra la frammentata storia della Protezione Civile come istituzione e la altrettanta tendenza all'intervento "palliativo" e incentrato sul qui e ora: l'elemento preventivo, almeno così come viene divulgato ufficialmente, sembra constare prevalentemente di esercitazioni per gli addetti alle gestioni dell'emergenza e sicuramente utili ma circoscritti consigli sul cosa fare, sempre in caso di emergenza:

¹¹⁴ http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/fenomeni_alluvioni.wp, 24/05/2018.

¹¹⁵ «[...] in Italia sono frequenti alluvioni che si verificano in bacini idrografici di piccole dimensioni a causa di precipitazioni intense e localizzate che sono difficili da prevedere. Tali bacini, presenti soprattutto in Liguria e Calabria, sono caratterizzati da tempi di sviluppo delle piene dell'ordine di qualche ora che determinano alluvioni di elevata pericolosità che spesso provocano vittime, danni all'ambiente e possono compromettere gravemente lo sviluppo economico delle aree colpite.» *Ibidem*

In caso di alluvione

Sapere se la zona in cui vivi, lavori o soggiorni è a rischio alluvione ti aiuta a prevenire e affrontare meglio le situazioni di emergenza.

Ricorda:

- è importante conoscere quali sono le alluvioni tipiche del tuo territorio
- se ci sono state alluvioni in passato è probabile che ci saranno anche in futuro
- in alcuni casi è difficile stabilire con precisione dove e quando si verificheranno le alluvioni e potresti non essere allertato in tempo
- l'acqua può salire improvvisamente, anche di uno o due metri in pochi minuti
- alcuni luoghi si allagano prima di altri. In casa, le aree più pericolose sono le cantine, i piani seminterrati e i piani terra;
- all'aperto, sono più a rischio i sottopassi, i tratti vicini agli argini e ai ponti, le strade con forte pendenza e in generale tutte le zone più basse rispetto al territorio circostante
- la forza dell'acqua può danneggiare anche gli edifici e le infrastrutture (ponti, terrapieni, argini) e quelli più vulnerabili potrebbero cedere o crollare improvvisamente

Anche tu, con semplici azioni, puoi contribuire a ridurre il rischio alluvione.

- Rispetta l'ambiente e se vedi rifiuti ingombranti abbandonati, tombini intasati, corsi d'acqua parzialmente ostruiti ecc. segnalalo al Comune.
- Chiedi al tuo Comune informazioni sul Piano di emergenza per sapere quali sono le aree alluvionabili, le vie di fuga e le aree sicure della tua città: se non c'è, pretendi che sia predisposto, così da sapere come comportarti.
- Individua gli strumenti che il Comune e la Regione utilizzano per diramare l'allerta e tieniti costantemente informato.
- Assicurati che la scuola o il luogo di lavoro ricevano le allerte e abbiano un piano di emergenza per il rischio alluvione.
- Se nella tua famiglia ci sono persone che hanno bisogno di particolare assistenza verifica che nel Piano di emergenza comunale siano previste misure specifiche.
- Evita di conservare beni di valore in cantina o al piano seminterrato.
- Assicurati che in caso di necessità sia agevole raggiungere rapidamente i piani più alti del tuo edificio.
- Tieni in casa copia dei documenti, una cassetta di pronto soccorso, una torcia elettrica, una radio a pile e assicurati che ognuno sappia dove siano.

Cosa fare - Durante un'allerta

- Tieniti informato sulle criticità previste sul territorio e le misure adottate dal tuo Comune.
- Non dormire nei piani seminterrati ed evita di soggiornarvi.
- Proteggi con paratie o sacchetti di sabbia i locali che si trovano al piano strada e chiudi le porte di cantine, seminterrati o garage solo se non ti esponi a pericoli.
- Se ti devi spostare, valuta prima il percorso ed evita le zone allagabili.
- Valuta bene se mettere al sicuro l'automobile o altri beni: può essere pericoloso.
- Condividi quello che sai sull'allerta e sui comportamenti corretti.
- Verifica che la scuola di tuo figlio sia informata dell'allerta in corso e sia pronta ad attivare il piano di emergenza.

Cosa fare - Durante l'alluvione

Se sei in un luogo chiuso

- Non scendere in cantine, seminterrati o garage per mettere al sicuro i beni: rischi la vita.
- Non uscire assolutamente per mettere al sicuro l'automobile.
- Se ti trovi in un locale seminterrato o al piano terra, sali ai piani superiori. Evita l'ascensore: si può bloccare. Aiuta gli anziani e le persone con disabilità che si trovano nell'edificio.
- Chiudi il gas e disattiva l'impianto elettrico. Non toccare impianti e apparecchi elettrici con mani o piedi bagnati. Non bere acqua dal rubinetto: potrebbe essere contaminata.
- Limita l'uso del cellulare: tenere libere le linee facilita i soccorsi.
- Tieniti informato su come evolve la situazione e segui le indicazioni fornite dalle autorità.

Se sei all'aperto

- Allontanati dalla zona allagata: per la velocità con cui scorre l'acqua, anche pochi centimetri potrebbero farti cadere.
- Raggiungi rapidamente l'area vicina più elevata evitando di dirigersi verso pendii o scarpate artificiali che potrebbero franare.
- Fai attenzione a dove cammini: potrebbero esserci voragini, buche, tombini aperti ecc.
- Evita di utilizzare l'automobile. Anche pochi centimetri d'acqua potrebbero farti perdere il controllo del veicolo o causarne lo spegnimento: rischi di rimanere intrappolato.
- Evita sottopassi, argini, ponti: sostare o transitare in questi luoghi può essere molto pericoloso.
- Limita l'uso del cellulare: tenere libere le linee facilita i soccorsi.
- Tieniti informato su come evolve la situazione e segui le indicazioni fornite dalle autorità.

Dopo l'alluvione

- Segui le indicazioni delle autorità prima di intraprendere qualsiasi azione, come rientrare in casa, spalare fango, svuotare acqua dalle cantine ecc.
- Non transitare lungo strade allagate: potrebbero esserci voragini, buche, tombini aperti o cavi elettrici tranciati. Inoltre, l'acqua potrebbe essere inquinata da carburanti o altre sostanze.
- Fai attenzione anche alle zone dove l'acqua si è ritirata: il fondo stradale potrebbe essere indebolito e cedere.
- Verifica se puoi riattivare il gas e l'impianto elettrico. Se necessario, chiedi il parere di un tecnico.
- Prima di utilizzare i sistemi di scarico, informati che le reti fognarie, le fosse biologiche e i pozzi non siano danneggiati.
- Prima di bere l'acqua dal rubinetto assicurati che ordinanze o avvisi comunali non lo vietino; non mangiare cibi che siano venuti a contatto con l'acqua dell'alluvione: potrebbero essere contaminati.

Fig. 74 – Sito Protezione Civile: Cosa fare in caso di alluvione (2017)

Si può quindi sottolineare la presenza di una certa frammentarietà degli interventi su fiumi e torrenti da parte della Protezione Civile, formalmente operante in sinergia con gli altri soggetti, ma nei fatti non messa in condizione, anche in termini normativi, di collegarsi alle strategie di piano o di intervento degli altri Enti locali.

8 – Restituire il fiume al territorio: oltre l'emergenza

Una delle difficoltà di un approccio di studio sperimentale dei fiumi è che essi non possono essere studiati e gestiti al di fuori del sistema-ambiente entro cui sono collocati. Tale situazione, diversamente da quanto avviene per altri filoni di ricerca, consente progressi tecnico-scientifici più lenti a causa dell'inevitabile approccio per tentativi ed errori che è stato privilegiato per la maggior parte del tempo, con conseguente alterazione dell'equilibrio tra le componenti naturali e antropiche presenti nel territorio.

Lo scopo di questo capitolo è quindi valorizzare i progetti o gli strumenti di pianificazione maggiormente adatti a minimizzare tali inconvenienti e a evidenziare criticamente *bonus* e *malus* delle prassi fino ad ora attuate.

8.1 - Confluenze e divergenze: alcuni casi studio

La seguente ricerca esplorativa, pur selezionando e descrivendo una serie di esempi ritenuti esplicativi per la tematica affrontata, rientra nella cosiddetta ricerca intensiva poichè studia un fenomeno concentrandosi su pochi o su un solo esempio (caso) analizzandolo dettagliatamente nel suo contesto, e arrivando a conclusioni rilevanti nella situazione specifica.

I metodi principali della ricerca intensiva sono:

- l'indagine storica, che si interessa delle situazioni nelle quali i fenomeni non sono osservabili direttamente e non si dispone di testimoni informati;
- il caso-studio, ovvero un esame originale e approfondito di un caso particolare per aumentare la comprensione dei fenomeni studiati.

I casi analizzati sono considerabili come casi-studio esplicativi, ossia spiegano come gli eventi si producono e si collegano tra di loro, portando elementi a sostegno delle relazioni di causa-effetto. Consentono di spiegare i collegamenti causali nelle situazioni reali complesse in cui non si possono effettuare indagini statistiche.

La letteratura di settore [Cipolla, 1996] caratterizza i casi-studio “multipli” (o comparativi) con il fatto che essi analizzano pochi casi rilevanti consentendo di esplorare le differenze tra i casi stessi. Questa metodologia comparativa ha due vantaggi principali:

- consente di indagare argomenti particolarmente complessi che coinvolgono molti attori;
- permette di replicare e di confrontare i risultati rendendo la teoria più “robusta” e convincente.

La tecnica adottata della generalizzazione infine trae conclusioni di ampia portata – valide nelle diverse situazioni – da casi particolari. Partendo dal presupposto che lo scopo dei casi-studio non è proporre conclusioni generali ma approfondire le caratteristiche di un fenomeno, la generalizzazione naturalistica, in questo caso, sposta dal ricercatore al lettore la responsabilità di estendere i risultati di un caso ad un altro. [Berni, 2014]

8.2 - Intervento o non intervento sul sistema fluviale

Anche se idealmente la soluzione migliore sarebbe non intervenire mai sul fiume o nelle aree limitrofe per permettere all’ecosistema di fare il suo corso, realisticamente dobbiamo puntare all’individuazione di un compromesso, cioè all’individuazione di interventi, tra quelli che di volta in volta sono strettamente necessari, con il minor impatto ambientale ed ecosistemico.

Un elenco di interventi e linee di azioni che agiscono in tal senso può essere reperito dal seguente estratto del testo di Andrea Nardini [CIRF, 2006]:

«Linee d'azione contro il rischio idraulico e il dissesto idrogeologico:

- Evitare ed eliminare la presenza di beni a rischio (per ridurre il danno potenziale) [...];
- Restituire spazio ai fiumi per esondare e divagare (per ridurre la probabilità di eventi dannosi, cioè la pericolosità) [...];
- Recuperare l'equilibrio geomorfologico con sedimentazione-erosione (per ridurre il potenziale erosivo del corso d'acqua e i danni conseguenti). Nel bacino: forestazione¹¹⁶ (con specie autoctone) per stabilizzare i versanti. Nel suolo agrario: pratiche agricole e scelte colturali non intensive. Nell'alveo: interrompere l'estrazione di inerti, evitare, limitare, rimuovere la protezione delle sponde, eliminare gli sbarramenti, ecc. [...];
- Aumentare la capacità di laminazione e l'infiltrazione diffusa nel bacino (per ridurre i picchi di piena). Per esempio realizzando bacini di ritenzione delle acque meteoriche urbane e/o riducendo l'impermeabilizzazione del suolo urbano e antropizzato e creare superfici urbane drenanti [...];
- Convivere con il rischio (principalmente per ridurre la vulnerabilità e aumentare la resilienza, cioè la capacità di riprendersi una volta verificatosi un evento avverso) [...];
- Mantenere o raggiungere una buona qualità dell'acqua in funzione degli usi: ridurre i carichi inquinanti puntuali e diffusi agendo sui processi che li generano e aumentando la capacità di autodepurazione del territorio e dei corsi d'acqua [...];
- Garantire una adeguata disponibilità idrica instaurando un regime idrologico soddisfacente: rivedere le concessioni recependo le esigenze del DMV, razionalizzare la gestione della risorsa, ridurre la domanda idrica, eliminare gli sprechi, incentivare il riciclo e il riutilizzo [...];
- Ottenere una popolazione ittica consistente (o, meglio, migliorare lo stato delle comunità ittiche) attraverso la creazione di habitat o assicurando la continuità longitudinale e trasversale degli habitat fluviali [...];
- Ripristinare, conservare, valorizzare gli elementi naturali, storico-architettonici e socio-culturali attraverso i quali il fiume caratterizza il

¹¹⁶ Meglio non in maniera indiscriminata: la riforestazione infatti se effettuata sempre, comunque e dovunque può produrre una diminuzione di apporto solido al corso d'acqua, che spesso è la causa di deficit di trasporto solido nei corsi d'acqua e che produce, a sua volta, fenomeni di erosione verticale e di approfondimento dell'alveo. Si suggerisce uno studio caso per caso.

paesaggio, il rapporto con l'uomo e genera bellezza [...];

- Ripristinare un assetto fisico più naturale (morfologia, equilibrio geomorfologico, rapporto con la piana, vegetazione) [...];
- Garantire popolamenti animali e vegetali naturali, diversificati, equilibrati ed ecosistemi ben funzionanti.»

A completamento di queste osservazioni sui possibili interventi fluviali si riporta questa interessante tabella estratta dal paragrafo “terminologia ingannevole”¹¹⁷ del manuale di Riqualficazione Fluviale del CIRF (2006). Dalla lettura del seguente schema emerge che l'uso dei termini elencati non è soltanto “ingannevole”, ma anche rappresentativo di quegli interventi, tra i più diffusi, che minano la salute ecologica di un corso d'acqua e ne compromettono fortemente il suo ciclo di vita.

Termine abituale	Azione effettuata
Pulizie fluviali	devegetazione
Rimozione dei sovralluvionamenti	rimozione di barre o isole fluviali
Sistemazione idraulica	conferimento di un assetto artificiale
Risagomature	conferimento di una sezione trasversale artificiale, geometrica
Riprofilature	conferimento di un profilo longitudinale geometrico
Rinalveamento	costringere il corso d'acqua in un alveo ben definito (innaturale)
Rettifica	eliminazione della sinuosità naturale
Ripristino dell'officiosità idraulica	scavo del fondo e/o delle sponde e/o devegetazione
Regolazione dei deflussi	dighe o altre opere volte a controllare l'andamento delle portate
Difese spondali	impedimento dei normali processi erosivi, per sottrarre terreno all'alveo
Tombatura	morte biologica del corso d'acqua, con regolare sepoltura

Fig. 75 - Terminologia Ingannevole [CIRF, 2006]

D'altronde persino il sistema ambientale ha previsto delle interazioni anche impattanti tra il fiume e altri esseri viventi. È il caso dei castori che con le loro dighe fanno un inconsapevole servizio ecosistemico all'ambiente stesso¹¹⁸. La loro opera, dai connotati quasi riconducibili all'ingegneria

¹¹⁷ Scritta da Giuseppe Sansoni. Cfr. CIRF (2006), pag. 151.

¹¹⁸ Una ricerca della dottoressa Ellen Wohl della *Colorado State University* sostiene che i gas serra intrappolati dal sistema di dighe dei castori vale circa l'8% di tutta la riserva di anidride carbonica di un sito analizzato. La ricerca ha dimostrato che l'ecosistema della palude trattiene la CO₂ e funziona da riserva naturale di gas, il castoreo ha un ruolo fondamentale quindi nel controllo della CO₂ perchè le dighe costruite da questi animali aiutano a tenere sotto controllo una grande quantità di gas serra [Wohl, 2013].

naturalistica¹¹⁹, è però frutto di una lunga evoluzione determinata dal reciproco adattamento tra il corso d'acqua e la specie animale (in questo caso il castoro).

I modi e i tempi di evoluzione delle capacità umane sono decisamente più rapidi di quelli del castoro, e spesso sconnessi rispetto all'ambiente circostante; ma c'è sempre la speranza che in futuro i nostri sforzi conoscitivi e le nostre evoluzioni tecnologiche possano adattarsi all'ambiente e quindi, nel caso specifico, conformarsi al riconoscimento del fiume come soggetto con cui co-evolversi.

8.3 - Azioni su scala di bacino e tutela delle aste minori

Entrando nella dimensione empirica della ricerca e approfondendo i pro e i contro degli interventi sui corsi d'acqua è evidente che la scala migliore per analizzare il fenomeno è quella di bacino. Anche la dimensione del bacino condiziona l'esito dell'analisi. Più è grande e più fattori possono sfuggire al controllo dell'osservatore, e condizionare la correttezza dei rilievi. È inoltre opportuno, ai fini della nostra trattazione, individuare bacini di non eccessiva complessità¹²⁰ e che non siano eccessivamente “devastati”

¹¹⁹ «Le dighe, utilizzate dai castori per ampliare l'area intorno alle loro tane e aumentare la profondità dell'acqua, sono costruite con ramoscelli e tronchi d'albero, oppure, più solidamente, con fango, rami e pietre. Con il passare del tempo le dighe vengono riparate e ingrandite, e i materiali galleggianti che rimangono impigliati nella struttura, nonché le radici della vegetazione che cresce sopra di essa, servono a rinforzarle ulteriormente. Spesso il castoro costruisce, più a valle, una diga più piccola per fare rifluire l'acqua contro la diga originale, riducendo, in tal modo, la pressione a cui quest'ultima è sottoposta a monte. Le dighe sono alte circa 1,5 m, larghe più di 3 m alla base e più strette in cima.» [tradotto da Leonard, 2011]

¹²⁰ Per definire il concetto di complessità delle azioni a scala di bacini possiamo far riferimento ad una tabella riepilogativa redatta da Massimo Rinaldi nel Manuale CIRF sulla RF:

da forme di “antropizzazione selvaggia”. Questo perché un fiume che avesse perso ogni connotato di naturalità (arrivando anche agli estremi del cosiddetto “fiume morto”) avrebbe perso quegli elementi di confronto a cui rapportare l’invasività delle azioni umane nonché, in caso di interventi dannosi ma reversibili, ogni possibilità di ripristino di una situazione ecologicamente più sana (rinaturalizzazione). [CIRF, 2006] Esempi che fanno al caso nostro sono quelli della:

- diga del lago Bilancino¹²¹;
- diga del lago di Montedoglio¹²²;
- diga del lago di Corbara¹²³.

Strategie	Costi	Benefici ambientali	Incertezze / Impatti ambientali
Misure a scala di bacino o di corridoio fluviale	Molto elevati, proibitivi per bacini grandi	Possono aggredire alla radice le cause di instabilità; potenzialmente efficaci, ma possono impiegare decine di anni per realizzarsi	Allo stato attuale dell'arte non sono generalmente disponibili strumenti previsionali completi
Progetti a scala di tratto	Da moderati ad elevati	Potenzialmente molto elevati (creazione di habitat, stabilità)	Qualche rischio di erosione o sedimentazione; possibili impatti nei tratti contigui non riquilificati
Interventi localizzati	Relativamente bassi	Benefici ecologici limitati poiché le misure sono locali	Il successo di strutture in alveo presenta incertezze da moderate ad alte
Non intervenire	Bassi, ma vanno considerati i costi per piano di gestione, monitoraggio ed eventuali interventi successivi	A breve termine quelli concernenti la crescita di una fascia vegetazionale, ma solo a più lungo termine per il recupero morfologico e lo sviluppo di habitat in alveo	Sono disponibili pochi modelli di simulazione per prevedere accuratamente il tipo ed i tassi di evoluzione dell'alveo

Anche se si tratta di un’ipotesi di riepilogo delle strategie di intervento alle varie scale, l’autore evidenzia indirettamente che la scala di bacino (sia essa di analisi che di progetto) risulta la strada più logica da intraprendere nel percorso pianificatorio.

¹²¹ Bacino artificiale, che si trova nella provincia di Arezzo, progettato nei primi anni settanta e costruito poco dopo per sbarrare il fiume Tevere. Esso rifornisce la rete idrica dei paesi circostanti, per l’irrigazione e per regolare il flusso del Tevere. L’acqua del lago irriga il comprensorio del Lago Trasimeno evitando così che il livello del lago umbro scenda sotto i livelli di guardia. [Cinti, 2008]

¹²² Lago artificiale nel Mugello, presso Barberino di Mugello in provincia di Firenze. Pensato alla fine degli anni cinquanta per creare uno sbarramento sul fiume Sieve, in località Bilancino, onde limitare i rischi di alluvione nella piana dell’Arno e sopperire al bisogno idrico di Firenze e Prato. Poi a seguito dell’alluvione di Firenze del 1966 venne elaborato un progetto di massima per uno sbarramento sul Fiume Sieve proprio in Località Bilancino. Lo scopo del progetto era l’imbrigliatura delle acque del fiume e l’utilizzo delle stesse per uso potabile e per la produzione di energia elettrica. Cfr. AA.VV., Bilancino. Un invaso per Firenze (1997).

¹²³ Lago artificiale nel comune di Orvieto, realizzato con la costruzione del bacino idroelettrico omonimo sul fiume Tevere (anni 60). Alcune immagini della diga prima e durante il rilascio (scatti di A. Palummo, 2016).

Ognuna di queste situazioni frenando in maniera determinante il trasposto solido a valle dei tratti in cui le dighe stesse insistono innesca degli squilibri geomorfologici riducendo la stabilità degli alvei soprattutto in occasione di eventi eccezionali e modificando in maniera irreversibile l'ecosistema fluviale e perifluviale.

All'interno delle tipologie fluviali incontrate nel primo capitolo, possiamo individuare come componenti più fragili le aste minori¹²⁴. La loro fragilità non è tanto funzionale (in quanto indubbiamente svolgono un compito insostituibile in termini ecosistemici), ma strutturale: anche un singolo intervento mediamente invasivo, ma non pianificato a scala di bacino le può compromettere irrimediabilmente, innescando un effetto domino geomorfologico ed ecologico reversibile solo parzialmente e solo intervenendo con una rinaturalizzazione effettuata nel breve periodo [CIRF, 2006].

Un ulteriore problema delle aste minori è la loro tendenziale invisibilità ai pianificatori e urbanisti poco sensibili dal punto di vista ambientale o anche semplicemente inesperti:

- la ridotta dimensione del corso d'acqua,
- la portata ridotta (quasi nulla nelle situazioni di importanti variazioni stagionali: magra, secca, ecc.),
- la esigua estensione delle fasce ripariale (che potrebbero apparire prive di funzioni tampone),

inducono i *policy makers* nell'errore di attribuire a questi piccoli e piccolissimi fiumi una funzione meno che accessoria. Per questi "sfortunati" corsi d'acqua (torrenti, rii, ecc.) non si pone spesso nemmeno il problema della sostituibilità: alla loro eventuale copertura, cementificazione, tombatura ecc. non segue quasi mai un intervento di predisposizione di un



¹²⁴ Spesso le aste minori sono in aree montane. A tal proposito risulta interessante confrontare il rapporto IRPET 2017 che definisce le aree fragili in territorio montano e nelle Unioni dei Comuni (reperibile al seguente link: <http://www.irpet.it/pubblicazioni>).

equivalente artificiale nelle aree limitrofe.

In quest'ottica rilevare la totalità dei casi di piccoli fiumi scomparsi in questa maniera (es. eclatante nel genovese) restringendo il campo alle ultime decadi sarebbe un lavoro immane: operazioni di questo tipo rientrano però con drammatica frequenza nei Piani Attuativi¹²⁵ e nei Piani Operativi¹²⁶ degli enti locali, al punto da passare spesso inosservati.

Invece anche le aste minori concorrono alla salute del fiume (come in realtà già in parte visto nel capitolo primo) per le loro funzioni di ricarica dei sedimenti e delle acque meteoriche. Anche se dal punto di vista geomorfologico uno “spazio” per le aste minori potrebbe essere spesso recuperabile, dal punto di vista sia ecologico che urbanistico-funzionale non è proponibile la rimozione del tessuto urbano esistente per ripristinare una o più aste precedentemente soppresses. Applicare per esempio questa ipotesi a città come Genova che hanno fatto della copertura delle aste minori uno dei criteri dell'urbanizzazione diventerebbe particolarmente problematico (se non improponibile).

8.4 - Esempi virtuosi di gestione fluviale e perifluviale

Se il territorio è rappresentativo dell'interazione fra le società, i valori, le culture, le economie nel tempo può aver senso delineare delle macro categorie della pianificazione in funzione delle principali caratteristiche dei territori a cui essa viene applicata.

Tale ipotesi trova in linea di massima un riscontro anche in ambito fluviale. Restando ad esempio all'interno del continente europeo e focalizzandoci sugli stati di cui è più facile reperire informazioni attendibili e aggiornati, potremmo delineare la seguente ripartizione di massima degli orientamenti in materia di Riqualificazione Fluviale (RF) [CIRF, 2006]:

- approccio mediterraneo (o sud-europeo);
- approccio continentale;

¹²⁵ O particolareggiati, che costituiscono un approfondimento tecnico delle previsioni del Piano Regolatore Generale.

¹²⁶ Che attuano sostanzialmente i precedenti.

- approccio britannico.

Senza soffermarci sui singoli strumenti di pianificazione nazionale (che sono o comunque dovrebbero essere tendenzialmente uniformati a seguito del recepimento delle Direttive europee ^{*/60/CE}) ci pare interessante dare spazio all'applicazione della RF nei casi concreti, come riprova della fattibilità di un approccio che non vuol essere solo teorico.



Fig. 76 - ScreenShot della numerosità dei casi inseriti su restorerivers.eu (2016)

Come si può vedere dalla figura sopra estrapolata dal sito di restorerivers.eu¹²⁷, i tre gradi di applicazione della RF sono grossomodo rappresentati dalle categorie di cui poco sopra. In particolare nell'area mediterranea (in cui rientrano le zone meridionali di Spagna, Francia e gran parte dell'Italia e della Grecia) la RF seppur presente fatica a decollare (pin blu, cioè a bassa densità di casi). La Gran Bretagna, luogo di implementazione ottimale (pin rossi, cioè a elevata densità di casi) meriterebbe forse uno studio a se stante di cui non ci possiamo occupare in questa sede per esigenze di brevità, in quanto parrebbe essere riuscita ad armonizzare un'applicazione diffusa delle RF pur essendo un paese ad economia avanzata e quindi col bisogno di conciliare le istanze di matrice ambientalista con altre esigenze sociali, economiche e territoriali. I pin gialli (livello di applicazione medio della RF) rappresentano in realtà un *mare magnum* di combinazioni molto diverse anche all'interno dello stesso stato. Nella categoria che abbiamo definito "continentale" rientra in realtà una tipologia intermedia di applicazione che rivela da un lato consapevolezza delle potenzialità della RF e, dall'altro, limiti o comunque difficoltà applicative che meriterebbero forse un ulteriore approfondimento. Infatti

¹²⁷ Sito che si occupa di raccogliere informazioni e documenti degli interventi di RF e localizzarli attraverso la compilazione di una scheda standard da parte degli aderenti, il funzionamento complessivo del sito fornisce un elevato livello di attendibilità dei dati su esso disponibili.

zoomando sulla mappa in corrispondenza dei singoli stati continentali (e includendo nella categoria anche i paesi scandinavi) scopriamo una sorprendente diversificazione della densità applicativa anche in regioni contigue. Scendendo di dettaglio, l'osservazione di inaspettate similitudini tra territori geograficamente, politicamente e culturalmente distanti come l'Italia e la Norvegia ci porta a interrogarci su quali altri fattori possano aver determinato in situazioni così diverse la medesima difficoltà nel perseguire la RF.

Un possibile fattore di distorsione nell'interpretazione della distribuzione dei dati in mappa potrebbe essere determinato dalle diverse condizioni idro-geomorfologiche di partenza degli stati che vi sono rappresentati. Se consideriamo la tendenziale scarsità numerica e brevità chilometrica dei fiumi sia italiani che norvegesi potrebbe sembrare meno casuale la similitudine tra queste due realtà in materia di RF. Al contempo la brevità dei numerosi corsi d'acqua che irrorano il Regno Unito potrebbe aver facilitato l'applicazione della RF in quell'area. Possiamo quindi concludere questa prima panoramica europea invitando alla prudenza nelle generalizzazioni specialmente laddove si potrebbe correre il rischio di giudicare con troppa facilità (e severità) eventuali strumenti di *governance* fluviale.

Meno rischioso è quindi addentrarsi nei casi concreti, di seguito vengono brevemente descritti i progetti di Riqualficazione Fluviale selezionati all'interno del *DataBase* del *RiverWiki RESTORE*. Tra le decine di interventi visionati sono stati scelti soltanto quelli che soddisfano almeno 3 requisiti sui 5 ritenuti essenziali per una buona riuscita della Riqualficazione Fluviale. Perché un intervento di RF sia effettivamente funzionale (per la mitigazione del rischio e contemporaneamente assicuri una buona rinaturalizzazione del corso d'acqua) si richiedono adeguate analisi e scenari previsionali in merito a: geomorfologia fluviale, vegetazione acquatica e ripariale, reti ecologiche, urbanistica e pianificazione territoriale, pericolosità idraulica e rischio idrogeologico.

Si riportano quindi i progetti di Riqualficazione Fluviale con una breve descrizione [fonte immagini: restorerivers.eu, 2017]:

- intervento in ambito urbano sul fiume Marden in UK che ha visto una parziale rinaturalizzazione del tratto di corso d'acqua che attraversa la cittadina;



Fig. 77 - Intervento fiume Marden (UK)

- intervento del Mayes Brook in UK in un tratto immerso in ambiente rurale e che è risultato interessante per la dettagliata analisi geomorfologica e vegetazionale delle sponde;

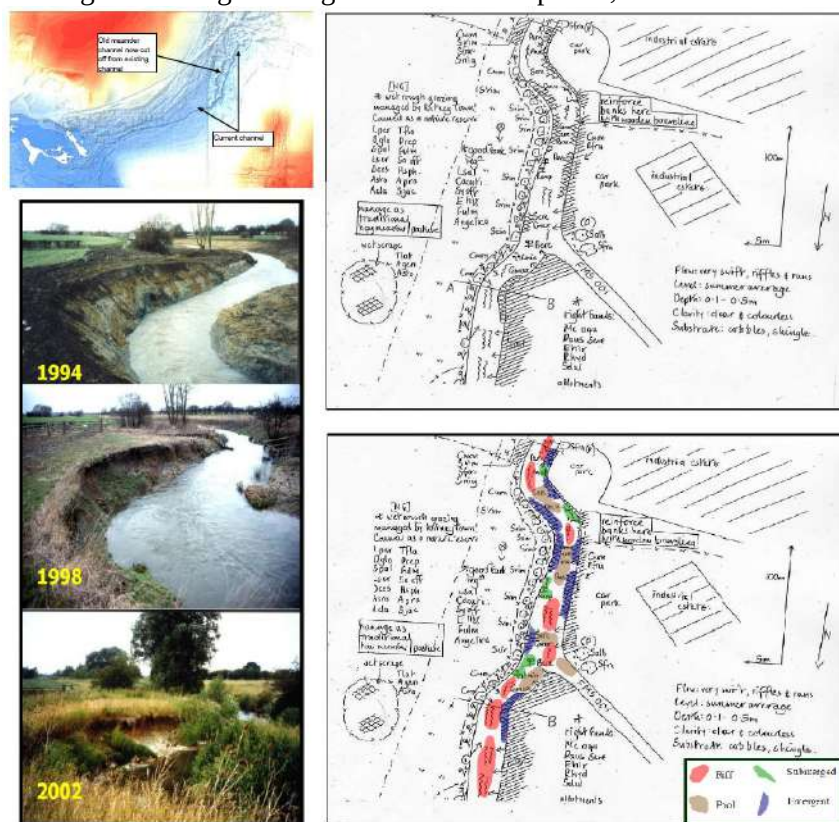


Fig. 78 - Intervento del Mayes Brook (UK)

- intervento del fiume Vida in Danimarca che riguarda una porzione di asta fluviale collocata in periferia della cittadina di Tonder, la riqualificazione in questo caso è stata attenta alla reintroduzione della vegetazione ripariale autoctona e ha permesso anche una certa rivalorizzazione turistico-ricreativa;



Fig. 79 - Intervento sul fiume Vida (DK)

- gli interventi del fiume Reno e il Piano di Rotterdam sono un esempio integrato di studio a livello di bacino che ha visto l'intraprendersi di numerosi progetti dalla sorgente alla foce difficilmente elencabili in maniera esaustiva, ma risulta di particolare interesse sottolineare le analisi sulla cartografia storica e sui dati LiDAR¹²⁸ per la ricostruzione dei paleo alvei e gli abachi per la progettazione degli interventi in ambito urbano sui tombini;

¹²⁸ Acronimo dall'inglese Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging: tecnica di telerilevamento per determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser. Cfr. Gomasca (2004).

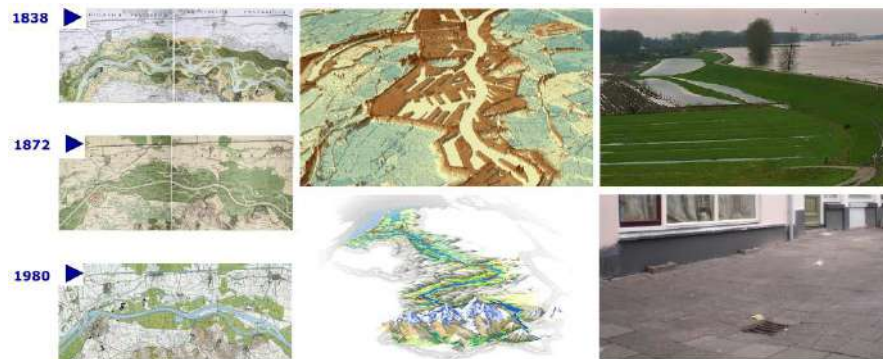


Fig. 80 - Il caso del fiume Reno

- nel caso del fiume Isar in Germania si può affermare che la totalità di interventi programmati sia in ambito urbano che rurale sono stati attuati con particolare attenzione ad una riqualificazione fluviale integrata (si veda l'ulteriore spiegazione nel corso dello stesso paragrafo);

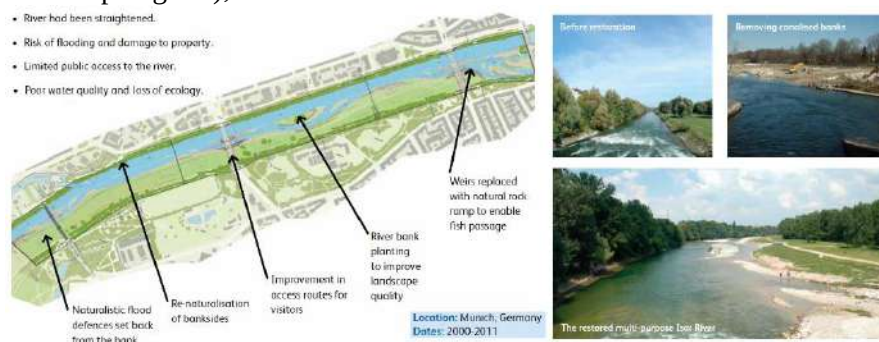


Fig. 81 - Intervento del fiume Isar (D)

- intervento di Ritobäcken Brook in Finlandia che risulta rappresentativo per la riqualificazione dei tratti rettificati e la reintroduzione della vegetazione riparia;

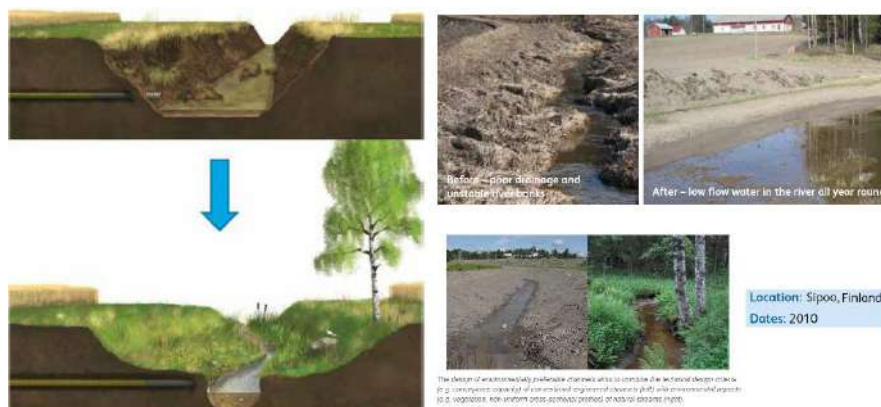


Fig. 82 - Intervento di Ritobacken Brook (FIN)

- l'esempio di Ciobarcu Wetland della Romania è sicuramente il caso più orientato agli aspetti rurali, gli interventi infatti hanno visto una riqualificazione delle aree canalizzate della maglia agricola in corsi d'acqua meandrizzati, ma che conservano sempre la loro funzione divisoria (e di irrigazione) tra le colture;



Fig. 83 - Intervento di Ciobarcu (R)

Per il confronto dei casi presi in esame si riporta una tabella valutativa della bontà del progetto in funzione dei criteri essenziali per una

Riqualificazione Fluviale di media-lunga durata. La tabella può essere letta con queste modalità:

1. con il simbolo V in casella si intende che quel tipo di analisi è stato documentato e utilizzato per la realizzazione degli interventi;
2. con il doppio simbolo V in casella che le analisi sono particolarmente dettagliate su quel tema, il simbolo è in grassetto nella colonna RF per i casi che soddisfano tutti (o quasi tutti) i criteri;
3. colore verde per quelli che tra questi ultimi sono stati completati e per i quali è quindi possibile vedere riscontro sul territorio.

Fiume	Paese	GeoMorf.	Veget.	ReteEco.	Urb.	Mitig.Rischi	RF	Completato
Marden	Inghilterra		V	V	V			1999
Mayes	Inghilterra	V V	V	V		V	V	2002
Vida	Danimarca	V		V	V	V	V	2009
Reno	Europa	V V		V	V V	V V	V	In corso
Isar	Germania	V	V	V	V	V	V	2011
Ritobacken	Finlandia		V V	V	V			2010
Jijia	Romania		V V			V		2006

Fig. 84 - Tabella valutativa degli esempi analizzati

Infine possiamo affermare che il caso del fiume Isar in Germania rappresenta tra i 7 presi in considerazione quello più equilibrato e completo (studi e interventi effettuati tengono in considerazione tutti i criteri per una buona RF).

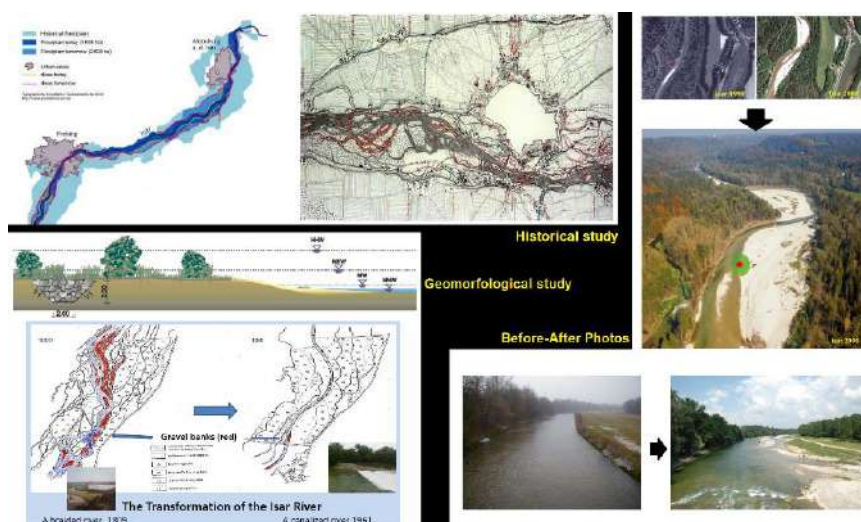


Fig. 85 - Ulteriore dettaglio per l'intervento sul fiume Isar (D)

Ma perché un intervento di RF sia riproducibile e diventi una buona prassi è importante che si conformi alle linee guida a livello di *governance* sovraordinata. L'Ente (o gli Enti) gestore e la normativa di riferimento in materia fluviale possono essere quindi confrontati e studiati in base ad adeguati criteri di pianificazione territoriale e cioè: multiscalarità, multiattorialità, inclusività, chiara definizione delle competenze, integrazione e multidisciplinarietà (criteri della tabella valutativa dei progetti di RF), presenza di strumenti attuativi multilivello e di una documentazione adeguatamente chiara ed esaustiva.

Affrontiamo quindi gli strumenti di pianificazione territoriale a scala di bacino così come descritti sul sito web dell'UE o su quello istituzionale del Paese europeo di appartenenza del bacino idrografico:

- il primo caso è quello olandese, preso già in parte in esame per la valutazione dei progetti di RF poco sopra poiché il bacino del fiume Reno ricopre sostanzialmente l'intero territorio nazionale. Il bacino del Reno è soggetto ad una pianificazione particolarmente attenta, ricca di progetti integrati soprattutto per il tratto finale olandese. Gli

aspetti di copianificazione tra livelli di programmazione e progettazione degli interventi risultano ben descritti e documentati nel Piano¹²⁹ e sulla pagina web istituzionale, ma, forse per la spiccata interregionalità del Piano stesso (il Reno infatti attraversa 7 nazioni), non emerge in maniera chiara la divisione delle competenze.



Fig. 86 - Sito web istituzionale del bacino del Reno (18-05-18)

- per quanto riguarda la Germania, premettendo che alcune considerazioni posso essere assimilabili alle precedenti poiché il Reno la percorre per quasi un terzo del paese, la valutazione è stata calibrata congiuntamente agli altri due bacini principali. La Germania infatti comprende quasi interamente il bacino dell'Elba e il tratto a monte del Danubio. Molto sinteticamente si può dire che la pianificazione territoriale fluviale tedesca sembra molto omogenea e completa: gran parte dei criteri analizzati risulta documentata sui portali ufficiali consultati¹³⁰. Inoltre è possibile affermare che le FWD e WD¹³¹ sono attuate da più di un ciclo di programmazione anche su molti sottobacini [Evers, 2016].

¹²⁹ Cfr. <https://www.iksir.org/en/water-framework-directive/river-basin-management-plan/>

¹³⁰ Cfr. Piani di Bacino di Reno, Danubio e Elba e *FloodPlain Institute* (auezentrum-neuburg-ingolstadt.de).

¹³¹ Acronimo inglese delle Direttive Europee 2007/60/CE e 2000/60/CE.



Fig. 87 - HomePage dei Piani di Bacino di Elba e Danubio (18-05-18)

- la realtà francese in termini di pianificazione territoriale per la gestione della risorsa idrica e l'ambiente fluviale appare particolarmente multiattoriale e inclusiva¹³². La struttura delle competenze è allo stesso tempo complessa ma funzionale. La programmazione economica e di intervento per le misure del PRGA è parte della pianificazione strategica di bacino, risulta però in alcuni casi difficile trovare la documentazione degli interventi (svolti e in programmazione) e dei piani di bacino e quindi dell'effettivo carattere integrato delle misure e delle linee guida.



Fig. 88 – Suddivisione dei bacini francesi (a sinistra) e siti collegati (a destra)

¹³² Cfr. <http://www.comite-eau-biodiversite-reunion.fr/les-schemas-d-amenagement-de-gestion-et-des-eaux-r72.html>

- In Spagna la pianificazione territoriale prevede un *Piano Idrologico Nacional*¹³³ che è suddiviso in Piani di Bacino: come in Italia, anche la Spagna si sta adeguando nell'attuale ciclo 2015-2012 alle direttive CE. Non sono ben chiari gli aspetti di multiscalarità e suddivisione delle competenze, ma la documentazione del Piano è particolarmente dettagliata in termini di cartografie e indirizzi per le misure e gli interventi. A seguire uno schema del processo pianificatorio della programmazione precedente.

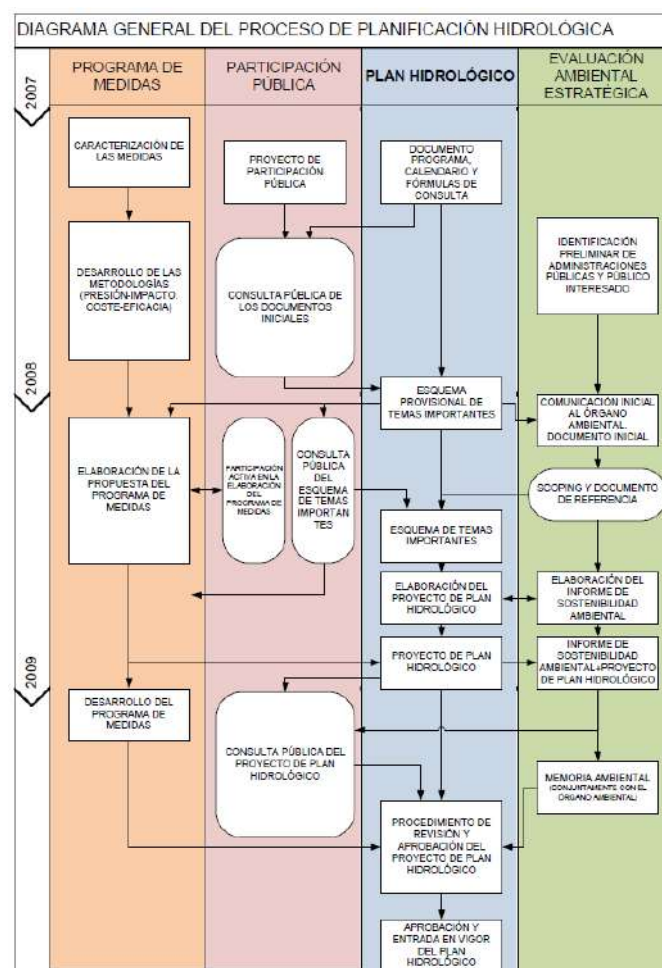


Fig. 89 - Processo di pianificazione del Piano idrologico spagnolo

¹³³ Cfr. <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planhidrologiconacional/>

[illegible]

- l'ultimo caso preso in esame è quello inglese. Per quanto sembra che l'Inghilterra, sia in termini di progetti orientati al fluviale che in termini di pianificazione e programmazione sul tema, abbia iniziato cronologicamente prima di tutti gli altri esempi valutati (date su progetti di RF e pianificazione di bacino anche precedenti al 1999¹³⁴), non compaiono molte indicazioni in merito alla multiattorialità e all'inclusività degli strumenti di *governance* fluviale. In termini di integrazione, strumenti attuativi e soprattutto suddivisione delle competenze invece il paese è molto preciso e dettagliato. Nelle norme di pianificazione dei bacini e delle aree fluviali è chiaramente specificato: chi fa cosa, come e per quanto

153

tempo¹³⁵. Infine è importante sottolineare che i progetti di RF in Inghilterra sono molto numerosi e inquadrati in maniera coerente con le indicazioni del Piano di Bacino e della pianificazione del territorio nazionale. La documentazione è particolarmente ricca e dettagliata.

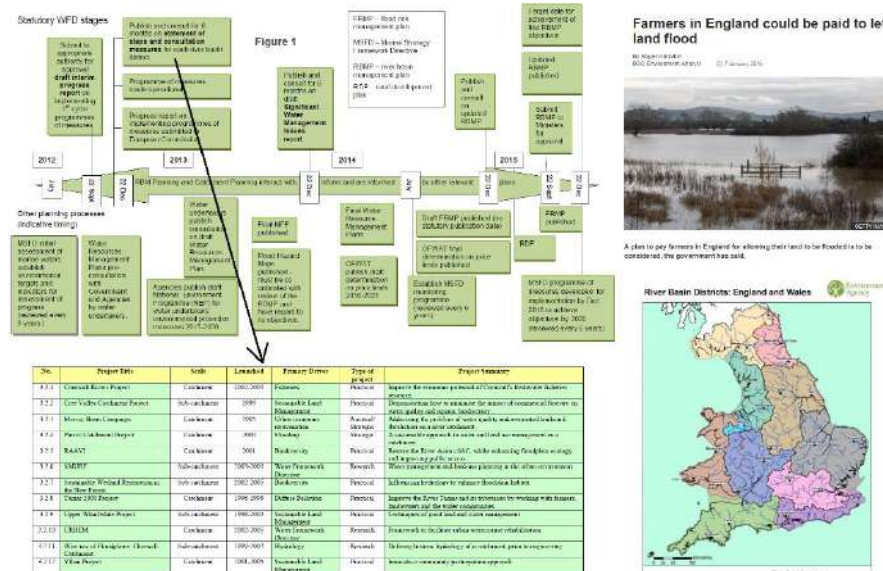


Fig. 91 - Documenti estratti dalle linee guida della Pianificazione fluviale dei bacini inglesi

Analogamente a quanto già visto per i casi progettuali la tabella che segue si propone una schematizzazione per comparare i casi studio relativi agli strumenti di pianificazione fluviale. La seguente tabella valutativa della qualità del Piano utilizza come criteri di riferimento gli effetti della pianificazione territoriale che sono riscontrabili a livello di Bacino idrografico (principio spaziale più importante del confine amministrativo). Per rendere visivamente intellegibili i contenuti della tabella si è fatto ricorso a:

1. con il simbolo V in casella si intende che le caratteristiche elencate sono state prese in considerazione dalla pianificazione territoriale fluviale e dalla pianificazione di bacino del paese di riferimento;
2. con il doppio simbolo V in casella che le stesse caratteristiche di cui sopra sono documentate con particolare attenzione da parte delle amministrazioni, il simbolo è in grassetto nella colonna RF per

¹³⁵ Cfr. <https://www.gov.uk/government/publications/river-basin-planning-guidance>

- i casi che soddisfano tutti (o quasi tutti) i criteri;
3. colore verde per quelli che tra questi ultimi sono attuati e per i quali è possibile trovare riscontro anche a livello di linee guida progettuali.

Paese	Olanda	Germania	Francia	Spagna	Italia	Inghilterra
Bacini	Rhine	Danube, Rhine, Elbe	Seine, Loire, Garonne,	Tagus, Douro, Ebro	Po, Tevere, Arno	Thames, Anglian, Humber
Competenze	V	V	V		V	V
Multiscalarità	V	V	V		V	V
Integrazione	V	V	V	V	V	V
Inclusività	V	V	V	V	V	V
Multiautorialità	V	V	V	V	V	V
Strum. attuativi	V	V	V	V	V	V
Documentaz	V	V	V	V	V	V
RF	V	V	V			V
↑						

Fig. 92 - Tabella valutativa dei Piani analizzati

In conclusione possiamo affermare che l'approccio tedesco risulta a tutti i livelli (pianificazione e progettazione) più equilibrato, seppur non particolarmente forte su nessun aspetto è però quello più completo in termini di procedure, stesura di linee guida e interventi. Questo non significa comunque che i criteri valutati come positivi per gli altri casi analizzati non si possano considerare un valido esempio di buone pratiche di gestione dei corsi d'acqua, ma in un'ottica multidisciplinare e integrata l'obiettivo principale è cercare di non trascurare nessun aspetto della disciplina fluviale.

PARTE III.

UN MODELLO DI GESTIONE INTEGRATA

9 – La Riqualificazione Fluviale come principio di *governance* multilivello

Alla luce di quanto finora rilevato, potremmo introdurre dei “correttivi” ad alcuni aspetti tecnici per cercare di conformarci in maniera realisticamente sostenibile alla prospettiva della Riqualificazione Fluviale così come finora proposta.

Una prima considerazione riguarda i soggetti che dovrebbero intervenire oggi e il modo in cui tali interventi dovrebbero integrarsi con gli strumenti già esistenti. Consorzi di Bonifica (CdB), Autorità di Bacino (AdB), Autorità Idrica (AI) e società partecipate preposte alla gestione della risorsa idrica: pur essendo soggetti i cui compiti implicherebbero un elevato livello di integrazione reciproca, finora nessuno ha provveduto a definire tale aspetto dentro apposite linee guida e tutto è stato gestito all’insegna di una sorta di “autogestione improvvisata”, con le conseguenze che conosciamo. Anche l’individuazione dei soggetti preposti al governo delle aree di contesto fluviale, delle fasce riparie e degli alvei dovrebbe essere oggetto di attenta riflessione: l’elevata frammentarietà e diversificazione delle competenze e dei poteri non favorisce l’individuazione delle responsabilità così come la ricostruzione dei momenti salienti della *governance* fluviale, esponendo l’intero processo a fenomeni quali tipicamente la ridondanza delle mansioni e finanche la contraddittorietà degli specifici compiti.

Dovrebbe inoltre essere diversamente documentata l’analisi e la progettualità relativa ad ogni intervento effettuato in ambito fluviale e perifluviale, non solo in termini di maggiore esaustività tecnico-scientifica ma anche in termini di accessibilità al tecnico/professionista e al cittadino che ne facesse richiesta. Questo aumenterebbe le possibilità di monitoraggio ed eventualmente di partecipazione dal basso. Instaurare un dialogo tra chi predispone concretamente gli interventi e chi in teoria dovrebbe beneficiarne, se la cornice è quella fin qui delineata, consentirebbe anche una riconnessione teorico-pratica con l’immaginario e con il sapere antico in ambito fluviale a cui, a lungo termine, sarebbe auspicabile che si conformasse una pianificazione orientata alla Riqualificazione Fluviale.

Va infine sottolineato che i Contratti di Fiume così come sono stati per lo

più concepiti fino ad oggi, hanno espresso la loro vocazione partecipativa/concertativa in maniera incompleta, diventando nei fatti dei momenti meramente consultivi e non vincolanti, motivo per cui la loro presenza in un territorio non può ancora essere considerata un indice attendibile della volontà di gestire il fiume in maniera integrata. E' legittimo a questo punto chiedersi come mai la Riqualificazione Fluviale sia ad oggi assente nella pianificazione territoriale e urbanistica e perché il Piano di Bacino fino ad ora non sembri funzionare a tutte le scale come avrebbe dovuto. A una più attenta analisi però emerge che non sono tanto i Piani di Bacino in sé a non funzionare, quanto la loro applicazione, non sempre completa o comunque fedele alle indicazioni teoriche (anche metodologicamente rigorose) che possono contenere. Di conseguenza, è forse politicamente “comprensibile” – anche se giuridicamente non ammissibile, perché il Piano di Bacino è sovraordinato – la mancata applicazione, nella pianificazione ordinaria, di un orientamento che, al di là dei motivi per cui non viene correttamente messo in pratica, non ha ancora dato prova di poter conseguire quello che promette. Va quindi ripensata la maniera in cui la Riqualificazione Fluviale viene proposta e valorizzata a tutti i livelli della pianificazione, di modo che non si possa eluderla al momento di attuare un piano (o eseguire un progetto) e che, affiancandovi uno strumento dedicato, come quello dei morfotipi fluviali, acquisisca una maggiore autorevolezza tecnico-scientifico.

L'Italia attualmente dispone, come abbiamo visto, di uno strumento di pianificazione a livello di bacino che può contenere (e in parte già contiene¹³⁶) queste potenziali linee guida: il PGRA. Come ampiamente discusso all'interno dei capitoli precedenti, esso ha il pregio di riconoscere ancora al Bacino la dimensione ottimale di organizzazione degli interventi a lungo e medio termine, oltre al fatto di includere tra le proprie cornici di riferimento anche lo “stato ecologico” delle acque (chimico, geomorfologico e biologico). La questione è che probabilmente per quanto il PGRA abbia una prospettiva a lungo termine teoricamente completa, sul piano delle indicazioni applicative, deve ancora approfondire quelle nozioni di mitigazione del rischio e tutela dell'ecosistema fluviale che potrebbero rappresentare l'anello di congiunzione tra il Piano così come è concepito teoricamente e la sua applicazione pratica nei casi specifici.

Pur non pretendendo di essere esaustivi rispetto a una materia che è ancora in divenire e che ha avuto tutto sommato poche occasioni di verifica (e molte

¹³⁶ Consideriamo primo fra tutti il principio di “salute ecologica” visto nella prima parte.

evoluzioni recenti) e monitoraggio nel lungo periodo (ricordiamo che la stessa RF propriamente detta è un orientamento teorico-pratico relativamente giovane) ci pare opportuno individuare tre grandi “famiglie” di interventi¹³⁷ che potrebbero essere utili a colmare le lacune di integrazione di cui si è detto poco sopra.

Il primo gruppo comprende gli interventi “strutturali” cioè quelli che coinvolgono fasce ripariali, argini e sponde.

Un secondo gruppo comprende gli interventi “gestionali” e quindi principalmente i consorzi e gli accordi con gli agricoltori.

Un terzo e ultimo gruppo riguarda infine gli interventi di pianificazione propriamente “urbanistici” e quindi si addentra in quelli che oggi sono i vincoli, le concessioni, le perequazioni, ecc.

9.1 - Coordinate metodologico-operative: principi guida e meta-obiettivi

Il rapporto tra fiume e pianificazione territoriale emerge come relazione complessa e articolata, multisettoriale e di non facile e immediata armonia delle parti. Una più attenta gestione delle aree fluviali e perfluviali può portare a diversi benefici, tra cui: fornire o ripristinare habitat, contribuire alla mitigazione del cambiamento climatico assorbendo carbonio, offrire opportunità ricreative, aiutare a prevenire disastri consolidando sponde dei corsi d’acqua e versanti, filtrare inquinanti e ombreggiare le colture in ambito agricolo, migliorare il tessuto urbano alzando la soglia del benessere. I casi analizzati nel paragrafo precedente sottolineano che sostituire sequenze interminabili di interventi tampone estemporanei con una gestione integrata, multidisciplinare, flessibile, ma anche ciclica, delle reti ecologiche potrebbe offrire un’ulteriore occasione per recuperare antichi stili di vita e di fruizione del territorio, probabilmente contribuendo anche a rinnovare il sentire

¹³⁷ Come punto di partenza si ricorda che già CIRF (2006) effettua una più che esaustiva raccolta di interventi errati in materia fluviale nel manuale per la RF.

comune all'insegna della reciprocità e del senso di appartenenza.

9.2 - Criticità e opportunità: il ruolo dei fiumi nel progetto di territorio

Focalizzandosi più in particolare sul ruolo del fiume nella progettazione e nella pianificazione già Malcevski [2010] affronta il tema delle reti ecologiche polivalenti come infrastrutture sempre più rilevanti nel governo del territorio, non solo come disegno di habitat e connessioni per la biodiversità, ma anche come fornitrici di servizi ecosistemici. Essi riguardano in particolare: acque, suolo, clima, sistema alimentare, ecosistema naturale ed economia circolare (anche in termini inquinanti e rifiuti)¹³⁸. L'utilità di un tale studio è duplice: da un lato la polivalenza delle reti (capacità di fornire *ecosystem services* alla biodiversità e alle attività umane presenti sul territorio) aumenta la resilienza del sistema consolidando con il tempo le politiche tradizionali di conservazione dell'ecosistema. Dall'altro raccoglie esperienze concrete di progettazione di reti ecologiche polivalenti allontanando il pericolo di eccessiva astrazione nel delineare questo specifico approccio al governo del territorio.

Estremamente utile è l'approfondimento sul rapporto tra reti ecologiche e qualità delle acque. Infatti, oltre alle politiche di disinquinamento merita una riflessione il processo di autodepurazione (anche tramite fitodepurazione) che può essere attivato all'interno di ecosistemi-filtro anche in segmenti del reticolo idrografico minore. Si tratta in sostanza di opportunità da cogliere in regioni in cui l'inquinamento delle acque è anche legato alla diffusa attività agricola (nitrati), ma allo stesso tempo non appaiono più così remote le occasioni di predisporre zone umide artificiali (*constructed wetlands*) con funzione di affinamento di acque precedentemente ma anche parzialmente depurate.

¹³⁸ A tal proposito si ricorda che il *Millennium Ecosystem Assessment* nel 2005 definisce i servizi ecosistemici come: «i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano». Il MEA ha inoltre realizzato il *Mapping and Assessment on Ecosystems and their Services (MAES)* attraverso la mappatura degli ecosistemi, la valutazione dello stato di conservazione degli stessi e l'individuazione degli ambiti per il loro ripristino/recupero.

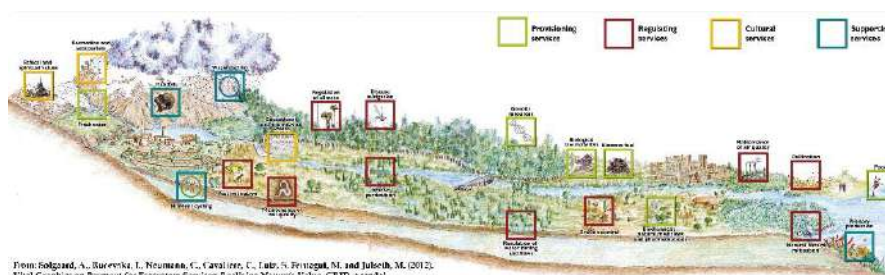


Fig. 93 - Distribuzione dei servizi ecosistemici in rapporto alla continuità longitudinale di un corso d'acqua [Solgaard, 2012]

Il bisogno di riconnettere le tessere di un territorio alterato dall'antropizzazione sregolata può quindi innestare un circolo virtuoso di azioni e riflessioni volte al recupero ambientale e paesaggistico, ma anche alla riduzione del rischio idraulico/idrogeologico. Per questo un approccio integrato di ispirazione ecosistemica nella pianificazione fluviale potrebbe rappresentare una soluzione idonea a riconnettere sia la dimensione temporale (passato e presente, rappresentati dalla storia e dalla cultura il primo, e dalla vocazione spiccatamente turistica il secondo) che anche – e soprattutto – la dimensione spaziale, drammaticamente frammentata e per questo potenzialmente destinata a “svuotarsi” tanto in una prospettiva sia agro-forestale che idrica.

9.3 - Imparare dalla storia e dagli errori per progettare il futuro

Per porre rimedio alle tante storture che i nostri corsi d'acqua continuano a subire bisogna innanzitutto convincersi del fatto che “un altro fiume è possibile”. Tale convinzione chiaramente deve fondarsi, a seguito di un'analisi storica¹³⁹, su presupposti, per così dire, “consistenti” e proiettarsi

¹³⁹ Il presupposto per evitare una catastrofe è «[...] la conoscenza, intesa come comprensione dei processi che regolano la dinamica degli alvei fluviali, come identificazione delle tendenze evolutive naturali dei corsi d'acqua e, infine, come individuazione di quegli interventi, avvenuti attraverso i secoli, che non solo hanno impedito e impediscono tutt'ora al corso d'acqua di evolvere naturalmente, ma spesso costringono il fiume a “reagire” in maniera giudicata spesso “inaspettata e imprevedibile”. [...] Il confronto tra la cartografia storica e

all'interno di una realtà che sia, nonostante tutto, a portata di mano. Quello che andremmo a delineare con una operazione di *visioning*¹⁴⁰, non vuole quindi essere un mero costrutto teorico, ma semmai un prototipo anche operativo di riappropriazione ragionata e condivisa del fiume inteso come risorsa vivente e co-dipendente dalla collettività umana di riferimento. Nel caso di una riqualificazione delle aree perifluviali proponiamo quindi un meccanismo, per così dire, a ritroso che favorisce sicuramente un guadagno in termini di efficacia, efficienza ed economicità in quanto propende per il minor intervento possibile, con un ridotto utilizzo di risorse (prevalentemente locali) e per un tempo sicuramente più breve in rapporto ad altre tipologie di interventi (si veda il caso aullese di cui sopra). L'aspetto però che qui ci preme sottolineare è che la manutenzione di un corso d'acqua "curato" con tale approccio non può essere demandato a isolati, per quanto continuativi, interventi degli addetti ai lavori su modello di quanto già avviene per la manutenzione del verde urbano.

Un fiume riconosciuto nella sua dinamicità si pone in una posizione costantemente interlocutoria con il suo territorio e con quanti vi abitano. A un mutamento nella gestione politica del problema deve seguire necessariamente un diverso modo di "riconoscere" il fiume. Chiaramente, come ogni cambiamento radicale, bisogna essere disposti ad affrontare dei costi iniziali corrispondenti alla fase di riadattamento: non solo, ad esempio, smettere di edificare e cementare in alveo, ma anche pensare a un cambio di destinazione d'uso (quando non una demolizione) per quegli immobili edificati senza criteri di sicurezza idraulica. Questo è sicuramente uno dei passaggi più delicati e potenzialmente conflittuali con un ritorno alla ruralità: perché anche il processo di urbanizzazione, nonostante tutto, ha implicato degli investimenti "semantici" da parte della popolazione.

E proprio per questo è importante che la nuova direzione non venga imposta verticisticamente ma venga semmai costruita dal basso, proponendo momenti di condivisione e ricorrendo finché possibile a processi

quella attuale permette di individuare le modifiche del tracciato dei corsi d'acqua e dei loro parametri morfologici e si rivela utilissimo nell'individuare lo stato naturale degli alvei, nell'identificare le cause del successivo, attuale comportamento "anomalo" (o almeno considerato tale) del corso d'acqua e nel definire i progetti di intervento più idonei che restituiscano, per quanto possibile, la sua "naturalità" al corso d'acqua». [Cencetti, 2002]

¹⁴⁰ «L'applicazione delle prime sperimentazioni ufficiali del *visioning* alla pianificazione territoriale possono essere ricondotte a circa vent'anni fa o se si vuole procedere a uno sforzo di comprensione ancor prima, nel 1967-68, mediante la pratica dell'*advocacy planning* (pratica originale della pianificazione partecipata)». [Pidalà, 2014]

partecipativi in cui l'informazione e la sua metabolizzazione avvengano con tempi magari meno stringenti ma in un'ottica di sostenibilità economica/sociale e soprattutto di circolarità e sussidiarietà.

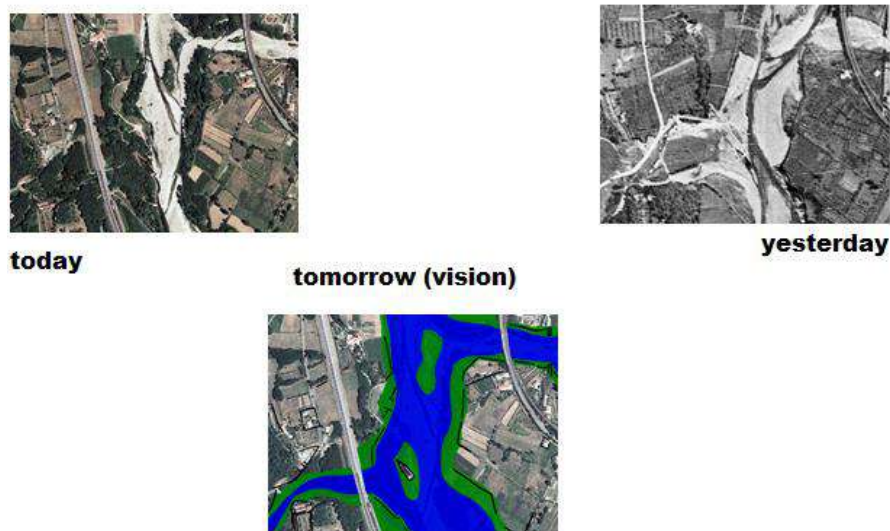


Fig. 94 - Ipotesi di allargamento alveo da analisi ortofoto storiche [Palummo, 2016]

Riqualificazione Fluviale (RF) o *River Restoration* in inglese

«è l'insieme integrato e sinergico di azioni e tecniche, di tipo anche molto diverso (dal giuridico-amministrativo-finanziario, allo strutturale), volte a portare un corso d'acqua, con il territorio ad esso più strettamente connesso ("sistema fluviale"), in uno stato più naturale possibile, capace di espletare le sue caratteristiche funzioni ecosistemiche (geomorfologiche, fisico-chimiche e biologiche) e dotato di maggior valore ambientale, cercando di soddisfare nel contempo anche gli obiettivi socio-economici" (CIRF, 2006). Un'azione relativa a un corpo idrico, quindi, si può secondo noi definire di "riqualificazione fluviale" solo se ha come obiettivo il miglioramento dello stato ecologico; non si tratta pertanto di realizzare piste ciclabili lungo l'alveo (è un'azione che soddisfa l'obiettivo "fruizione" e che spesso riduce sensibilmente il valore dello stato ecologico), né di "ripulire" i fiumi da vegetazione o sedimenti (azioni finalizzate al conseguimento dell'obiettivo "riduzione del rischio idraulico", sebbene nella pratica il risultato sia spesso di direzione opposta). Non va infine confusa con l'ingegneria naturalistica, che costituisce una classe alternativa di tecniche di intervento – generalmente di stabilizzazione dell'alveo o delle sponde – che, a seconda dell'obiettivo per cui vengono utilizzate, a volte possono essere utili per riqualificare a volte, al contrario, possono peggiorare lo stato ecologico dei corsi d'acqua [...]

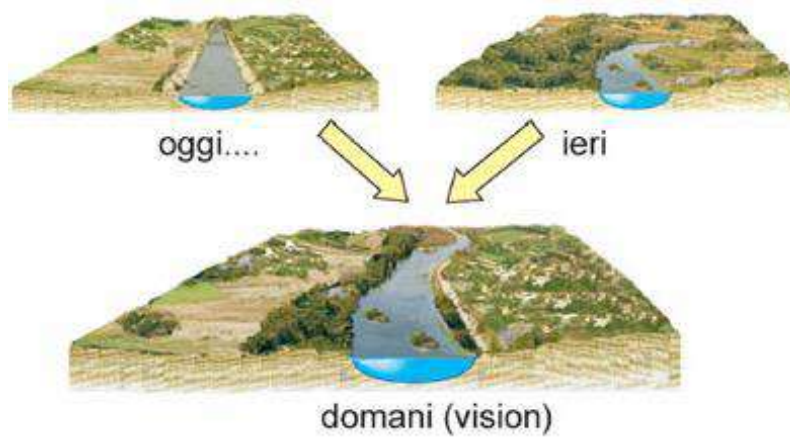


Fig. 95 - Schema di intervento per la RF [CIRF.org]

La *vision* della riqualificazione: invertire la tendenza al degrado, quindi non peggiorare più, ma migliorare ovunque sia possibile, verso uno stato più prossimo a quello naturale, ottenendo almeno, nei molti casi immersi in un contesto antropizzato, un miglior compromesso tra l'ecosistema fluviale e le attività umane.» [cirf.org, 2017]

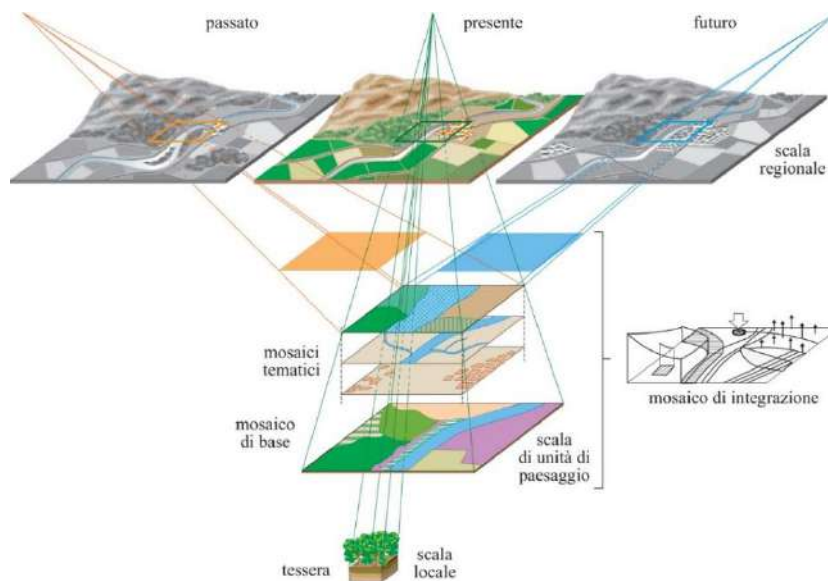


Fig. 96 - Integrazione tecniche GIS e RF

Integrare i principi promossi in ambito fluviale dal CIRF con tecniche GIS è parte integrante del percorso di Riqualificazione: permette come abbiamo visto nei paragrafi precedenti l'analisi storica dei bacini (nonché dei morfotipi fluviali e degli alvei) e il confronto tra soglie, permette previsioni strategiche (*vision*) per la costruzione di scenari per le dinamiche di cambiamento dei mosaici fluviali/perifluviali. Rimane la necessità anche di un dialogo il più possibile aperto tra gli strumenti di governo di settore.

Un'interessante combinazione metodologica che riconcilia il vecchio (tecniche cartografiche e di analisi con rilievi sul campo) e il nuovo (tecnologie SIT/GIS) si riscontra in alcuni recenti studi, tra cui quelli di Cencetti¹⁴¹, che analizzano le dinamiche fluviali attraverso la comparazione tra la ricostruzione storica degli alvei di un corso d'acqua e lo stato attuale dello stesso.

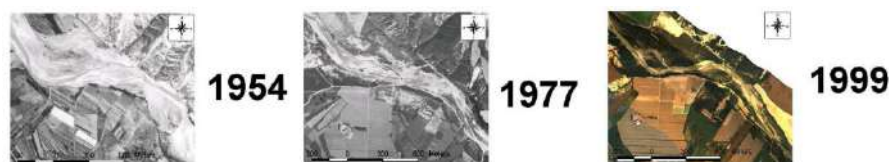


Fig. 97 - Mutamento dell'alveo del Paglia da studio di ortofoto [Cencetti, 2004]

Come abbiamo visto finora, lo studio e l'analisi dei bacini fluviali con metodi "tradizionali" ha come punti di forza la possibilità di ricorrere a metodologie ampiamente collaudate e quindi con un margine di errore tendenzialmente basso.

Al contempo il progresso scientifico e tecnologico comporta l'obsolescenza sempre più rapida dei metodi e delle tecnologie noti e quindi

¹⁴¹ Cfr. Cencetti, 2001, 2002 e 2004

la sempre minore esaustività delle risposte ottenibili ricorrendo a quegli stessi metodi e tecnologie. I sistemi di acquisizione remota, semplificando, possono essere considerati l'evoluzione (volante) delle ben più note e collaudate tecniche di rilevamento fotogrammetrico da aeroplano¹⁴². Ma le loro potenzialità in termini sia di analisi geomorfologica che più in generale di riduzione dei tempi e dei costi del rilievo, rendono i droni e i loro simili particolarmente competitivi e interessanti¹⁴³. Conoscenza scientifica e sapere tecnologico evolvono di solito in maniera congiunta ma non sempre nella maniera in cui ci potremmo aspettare.

L'insolito abbinamento di una *reflex* a un piccione con cui si concluse il XIX secolo è sicuramente uno degli esempi più evidenti del modo curioso in cui possono nascere servizi a alto contenuto tecnologico e dalle applicazioni più disparate. Il monitoraggio ambientale, la generazione di mappe di rischio immediato, il monitoraggio agro-forestale, la sorveglianza della pesca, la sicurezza dei confini tra stati, o ancora la gestione del traffico sono solo alcuni degli esempi degli ambiti di applicazione di un "sapere" e un "saper fare" scientifico (la fotogrammetria) che non si sarebbe probabilmente mai potuto sviluppare senza le prime prove di eliografia nel 1821. Soltanto dal 1856 Nadar passa da fotografia a terra a quella dall'alto grazie all'uso di un pallone aerostatico (tecnica usata ancora oggi in condizioni di particolare restrizione normativa nell'uso di sistemi a pilotaggio remoto). Mentre per arrivare alla prima esperienza di carattere fotogrammetrico propriamente detta bisognerà attendere proprio le camere da ripresa militari allacciate sui piccioni viaggiatori (con autoscatto programmato di 30 secondi) di cui in apertura.

La programmazione per la copertura delle strisciate fotogrammetriche qui proposta non è sostanzialmente differente da quella usata lo scorso secolo: il

¹⁴² La fotogrammetria è quella tecnica di rilievo che permette di acquisire dati sulla forma e posizione di un oggetto grazie all'analisi di una coppia di fotogrammi stereometrici; essa permette quindi di spazializzare tutti i punti d'interesse dell'oggetto osservato; per quanto originariamente nata per essere utilizzata nel rilievo architettonico, è attualmente usata piuttosto per il rilevamento topografico del territorio (fotogrammetria aerea).

¹⁴³ Nell'ultimo biennio, tra gli strumenti di osservazione della Terra ad uso civile, si stanno appunto massivamente diffondendo i Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR). Il fine per l'acquisizione dei dati da tali sistemi è quello di ricostruire la realtà (oggetti, immobili o una porzione di territorio) attraverso la realizzazione di modelli numerici 3D che rispecchino il più fedelmente possibile le proporzioni, le misure e le collocazioni delle entità rilevate. Gli oggetti analizzati e fotografati durante un rilievo hanno in alcuni casi dettagli molto sottili e di non facile ricostruzione anche considerata la "potenza" degli algoritmi dedicati e degli strumenti informatici odierni.

Piano di Volo dev'essere effettuato per strisciate adiacenti, parallele e sovrapponibili almeno al 60% longitudinalmente e 30% trasversalmente sia nel caso dell'avifauna impiegata (capacità di volare lungo la geodetica e tornare al punto di partenza) che nel caso di volo aereo pilotato o in remoto. Alcuni casi interessanti di analisi della topografia fluviale da acquisizione da drone si possono trovare sulla rivista della *British Society for Geomorphology* (BSG) se ne riporta un estratto a titolo di esempio. [Woodget, 2014]

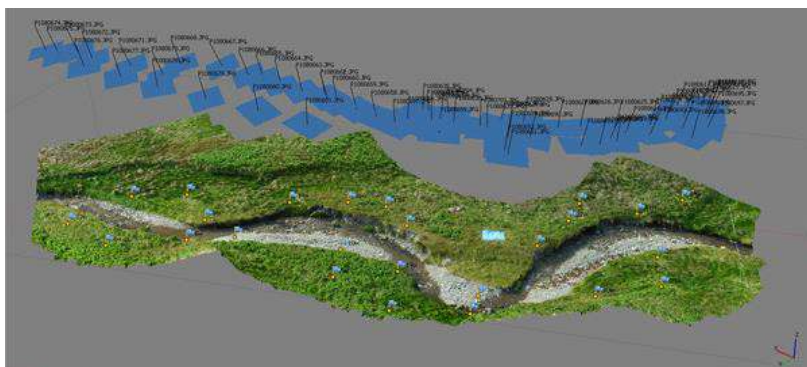


Fig. 98 - Ricostruzione della morfologia di un torrente con fotogrammetria da drone

9.4 - Il Contratto di Fiume come raccordo degli strumenti

Constatato che i vari livelli di *governance* non dialogano (es. PGRA e PIT), e che i Contratti di Fiume non sempre favoriscono il percorso come dovrebbero attraverso la concertazione e la negoziazione, si dovrebbero forse predisporre anche delle linee guida trasversali. Le grandi carenze individuate sono quindi legate alla mancanza di un elemento di dialogo tra i vari livelli della pianificazione fluviale e di un orientamento teorico-pratico condiviso.

Inoltre alla luce di quanto emerso dai capitoli precedenti è evidente il rischio che conseguirebbe dal primato di una sola disciplina nella gestione della complessità legata ai fiumi. Anche introdurre, però, molteplici punti di vista potrebbe essere rischioso se non fatto con le dovute cautele.

La multidisciplinarietà non deve cedere alla multi-focalizzazione: è quindi importante che i diversi approcci convergano in una stessa direzione operativa prevedendo opportuni momenti di integrazione e coordinamento. A tale proposito si riscontra anche una scarsa efficacia dei Tavoli Nazionali per i Contratti di Fiume che si sono svolti negli ultimi 10 anni. Nonostante la cadenza quasi annuale, non sono stati fatti particolari passi in avanti in termini di integrazione e multiscalarità. Va però anche detto che non hanno ancora visto l'adesione di tutte le autorità italiane preposte alla gestione della risorsa idrica e che l'Italia non ha visto nascere questo strumento, per cui anche in termini politici la sua esperienza di gestione di questo strumento di programmazione potrebbe essere ancora acerba.

Francia e Belgio, precursori in materia di Contratti di Fiume (che hanno iniziato ad applicare negli anni Ottanta), hanno avuto risultati forse più soddisfacenti, sia in termini di sussidiarietà verticale (quella che avvicina il cittadino al livello più basso di Governo, spesso in un'ottica di municipalità) che orizzontale (la condizione di convergenza delle varie risorse, pubbliche, private e del terzo settore su un obiettivo locale condiviso). Si ricordano a tal proposito i CdF valloni, gli strumenti di pianificazione intercomunale (SCoT) e le politiche idriche negoziate della Dordogne. [Bastiani, 2011]

Anche il problema della replicabilità di un modello potenzialmente vincente passa dalla multidisciplinarietà all'interdisciplinarietà nella misura in cui le varie discipline chiamate a dare il loro contributo devono imparare a dialogare proficuamente tra loro. E' emblematico il caso italiano se si pensa al funzionamento della Protezione Civile, chiamata in teoria a operare in sinergia con altri soggetti ma nei fatti da questa scollegata specialmente nei casi di maggiore emergenza. Questo non inficia l'intervento della Protezione Civile in se', laddove essa risponda al suo mandato originario di tutela della cittadinanza rispetto alle calamità, ma produce comunque disservizi o disagi a lungo termine perché, seppur non immediatamente visibili, i suoi agiti "individualistici" non permettono una integrazione con gli altri soggetti preposti alla prevenzione e con gli altri strumenti di *governance*. Si ricorda a tal proposito che l'esistenza del Piano di Protezione Civile, assolutamente efficiente in termini di previsione/allertamento e post emergenza, non ne consente un'automatica integrazione con gli altri piani legati al settore delle acque: sarebbe utile anche in questo caso un'integrazione degli strumenti per tutte le parti coinvolte.

10 – L'approccio proposto: un'esplorazione applicativa

Una prima proposta è quella di introdurre l'invariante strutturale¹⁴⁴ mancante (quella fluviale) negli strumenti di pianificazione accompagnata da un'analisi storica dell'evoluzione del territorio in fluviale e perifluviale. In particolare si propone:

- lo studio dei paleoalvei e degli usi del suolo storici in prossimità dei corsi d'acqua per la definizione del trend evolutivo dell'alveo al fine di poter dare un contributo agli interventi di mitigazione del rischio;
- un'analisi patrimoniale delle aree fluviali attraverso abachi orientati all'ecosistema fiume e agli insediamenti e interventi agricoli a cui esso è stato soggetto nel corso del tempo (50-100 anni almeno).

In secondo luogo si individua nella Riqualificazione Fluviale¹⁴⁵ una cornice per la predisposizione delle linee-guida più idonee alla luce del *framework* analizzato, congiuntamente al costante uso dei Sistemi Informativi Territoriali per la gestione del dato fluviale, sia esso acquisito in remoto (telerilevamento da *SAT* o da *SAPR*) che con rilievi di campagna (*GIS mapping*) in modo da permettere un monitoraggio continuo delle dinamiche d'alveo.

10.1 - Il caso toscano e l'invariante strutturale mancante

Il caso della Regione Toscana e del suo Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (approvato nel 2015¹⁴⁶) è esemplificativo

¹⁴⁴ «Le invarianti strutturali sono le strutture, contemporaneamente sociali e spaziotemporali, costitutive e relazionali che danno forma ad un territorio e ne segnano identità, qualità e riconoscibilità. Ogni invariante strutturale è caratterizzata da una propria struttura, organizzazione e funzionamento ed è prodotta dalle interazioni fra ambiente / storia / società. È definita dalle relazioni interne e dalle relazioni con l'esterno.» [Maggio, 2014]

¹⁴⁵ Così come definita e dettagliata in intenti e procedure dal manuale CIRF (2006).

¹⁴⁶ «Accordo di copianificazione tra MiBACT e Regione Toscana per l'approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico - sottoscritto l'11 aprile 2015.»

della tesi che andiamo a sostenere. Il Piano a livello regionale infatti conta 4 invarianti che sono¹⁴⁷:

- «i caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici;
- i caratteri ecosistemici dei paesaggi;
- il carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, urbani e infrastrutturali;
- i caratteri morfotipologici dei sistemi agro ambientali dei paesaggi rurali».

L'architettura del Piano spiega bene l'articolazione del livello regionale e delle invarianti strutturali.

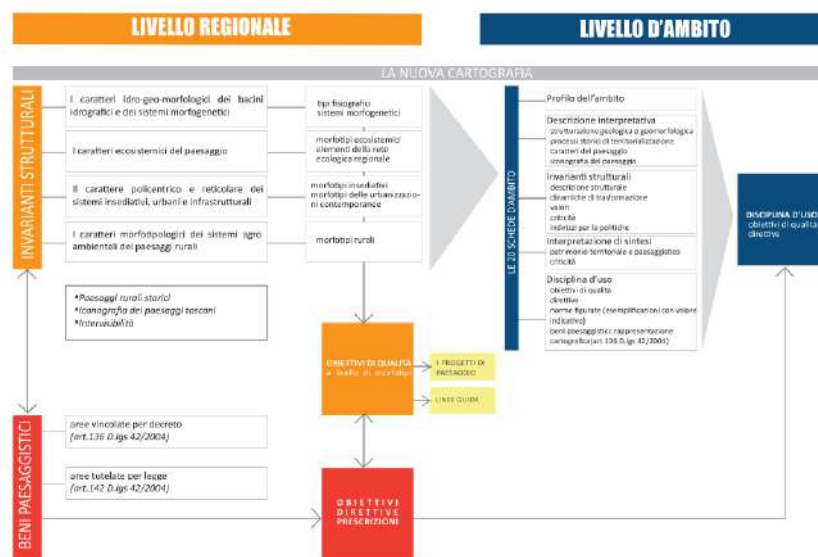


Fig. 99 - Architettura del Piano (fonte: relazione generale del PIT con valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana)

Esaminando più nel dettaglio gli elaborati cartografici e le descrizioni delle invarianti nei vari testi del Piano possiamo osservare che il lavoro, pur risultando molto organico, “ingloba” la componente fluviale all’interno delle tematiche più propriamente idro-geo-morfologiche, ecologiche e insediative urbane o rurali (cfr. termini sottolineati nella citazione seguente):

[Cfr. regione.toscana.it]

¹⁴⁷ Cfr. regione.toscana.it/-/piano-di-indirizzo-territoriale-con-valenza-di-piano-paesaggistico

- «i caratteri idrogeomorfologici dei sistemi morfogenetici e dei bacini idrografici, che costituiscono la struttura fisica fondativa dei caratteri identitari alla base dell'evoluzione storica dei paesaggi della Toscana. La forte geodiversità e articolazione dei bacini idrografici è infatti all'origine dei processi di territorializzazione che connotano le specificità dei diversi paesaggi urbani e rurali;



Fig. 100 - Estratto Invariante I

- i caratteri ecosistemici del paesaggio, che costituiscono la struttura biotica che supporta le componenti vegetali e animali dei paesaggi toscani. Questi caratteri definiscono nel loro insieme un ricco ecomosaico, ove le matrici dominanti risultano prevalentemente di tipo forestale o agricolo, cui si associano elevati livelli di biodiversità e importanti valori naturalistici;



Fig. 101 - Estratto Invariante II

- il carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, infrastrutturali e urbani, struttura dominante il paesaggio toscano risultante dalla sua sedimentazione storica dal periodo etrusco fino alla modernità. Questo policentrismo è organizzato in reti di piccole e medie città di alto valore artistico la cui differenziazione morfotopologica risulta fortemente relazionata con i caratteri idrogeomorfologici e rurali, solo parzialmente compromessa dalla diffusione recente di modelli insediativi centro-periferici;
- i caratteri identitari dei paesaggi rurali toscani, pur nella forte differenziazione che li caratterizza, presentano alcuni caratteri invariati



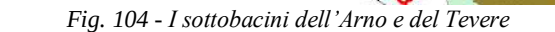
La dimensione fluviale non sembra una vera e propria carenza: nei tre estratti riportati poco sopra la rappresentazione cartografica – soprattutto per le invarianti I e II – attribuisce allo spazio fluviale una certa importanza patrimoniale e strategica. Alla luce però di quanto si è cercato di sottolineare in questa tesi, un corso d’acqua è elemento trainante e imprescindibile sia per l’approccio bioregionale che per la pianificazione integrata. Per questo si propone di dedicare un’analisi specifica (e di conseguenza successive proposte progettuali) per la dimensione fluviale e perifluviale: i morfotipi fluviali.

La penisola italiana, diversamente da altri paesi europei, ha una prevalenza di corsi d'acqua brevi a carattere torrentizio e pochi grandi fiumi definibili tali più per la portata e l'ampiezza del bacino che non per la lunghezza in km. A questo va aggiunto il fatto che in un territorio estremamente diversificato come quello italiano individuare due grandi bacini simili e quindi confrontabili diventa piuttosto difficile. Con l'Arno e il Tevere, che

condividono la stessa origine appenninica, il paragone ci è parso meno “pericoloso”, per le similitudini geomorfologiche, ma anche molto interessante per l’osservazione di come a presupposti simili possono seguire evoluzioni diverse. Per meglio comprendere il nostro punto di vista può essere interessante “presentare” i due bacini dal punto di vista dei dati geografici:

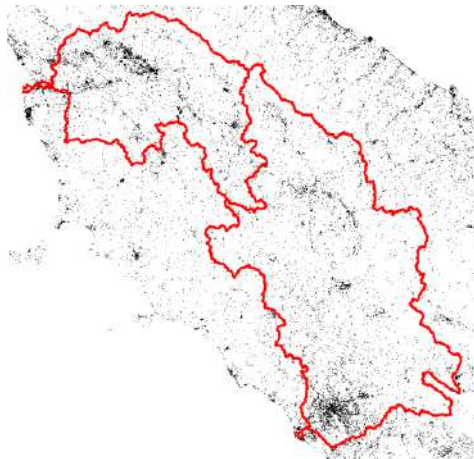
Descrizione dato/caratteristica	ARNO	TEVERE
Fiumi	12	21
Torrenti	142	107
Altre aste	>114	>336
Lunghezza asta principale (km)	241	405
Lunghezza aste secondarie (km)	2500	960
Superficie totale bacino (kmq)	8.228	17.375
Sorgente	Toscana (Arezzo)	Emilia Romagna (Forlì)
Quota sorgente (m s.m.l.)	1358	1268
Altezza monte sorgente (m s.m.l.)	1654 (Falterona)	1407 (Fumaiolo)
Portata alla sorgente (l/min.)	8	10
Portata alla foce (mc/s)	110	240
Foce	Toscana (Pisa)	Lazio (Roma)
Regioni attraversate dal fiume	1	4
Regioni del bacino	1	7
Province attraversate dal fiume	3	5
Province del bacino	7	12

Comuni attraversati dal fiume	45	47
Comuni del bacino	166	335
Sottobacini	12	7
Pendenza media	5%	1%
Quota media (m s.m.l.)	353	524
Sottobacino più ampio (km/kmq)	882(Casentino)	1964(Chiasco)
Portata media tratto a monte (mc/sec)	50 (Firenze)	30 (Orte)
Portata media tratto a valle (mc/sec)	90 (Pisa)	240 (Roma)
Asta secondaria con maggiore portata media	Elsa	Nera
Superficie agricola utilizzata (ha)	367.000	990.000
Boschi (ha)	252.000	1180.000
Superficie irrigata (ha)	20.000	
Popolazione ISTAT (ab)		4,5 milioni
Larghezza alveo (m)		200
Deflusso medio bacino	3.062 milioni	
Pendenze medie bacino		20%-40%
Pendenze medie asta principale	0,5%-0,6%	
Altitudine media (m)	337	524
Altitudine media a monte (m)		437 (conf. Nera)
Altitudine media a valle (m)		



terno di ogni bacino, i sottobacini, è fun-

Nella figura poco sopra, la rappresentazione completa dei sottobacini viene enfatizzata con un *Data Elevation Model* (DEM) per consentire una più immediata visione dell'elevazione. Anche questo è un elemento interessante per la nostra comparazione, in quanto aiuta a comprendere alcuni caratteri della geomorfologia del territorio e il modo in cui esso può determinare alcune caratteristiche specifiche di fiumi e torrenti (distribuzione delle aste fluviali, portate, estensione delle aree di pianura, ecc.).



177

Sovrapponendo alla nostra area di studio un *raster* dell'impermeabilizzazione del suolo (consumo di suolo dell'ISPRA con maglia 5 metri), otteniamo a questa scala una rappresentazione puntiforme cui corrisponde, a maggiore densità di segni, un maggiore intervento antropico (inteso come urbanizzazione o cementificazione). Possiamo notare maggiore consumo di suolo nei tratti a valle dei due bacini, ma possiamo anche quantificare una maggiore uniformità di impermeabilizzazione per il caso dell'Arno.



Fig. 107 - Densità di copertura arborea (più verde è più denso)

Nella figura precedente, a maggior concentrazione di verde corrisponde minor impermeabilizzazione: la densità di copertura boscata (verde più scuro) rimane sempre superiore per le aree appenniniche.

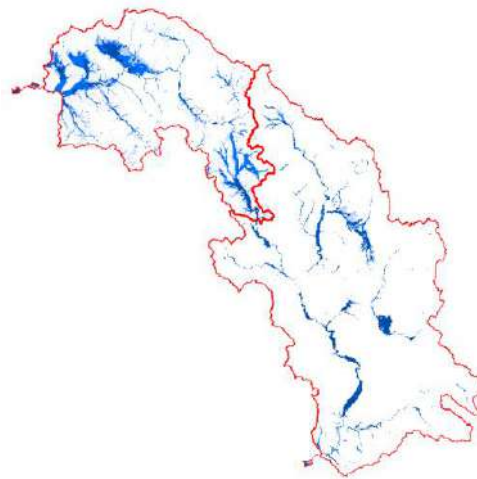


Fig. 108 - Pericolosità idraulica PGRA

L'utilità della carta della pericolosità idraulica consiste principalmente nell'evidenziazione dei toni più scuri di blu in corrispondenza, non di rado, con le aree che, nelle precedenti immagini, risultavano più antropizzate e impermeabilizzate. Le tre sfumature di blu rappresentano i tre livelli di pericolosità del PGRA (elevata, media, bassa) ed è possibile osservare che il bacino dell'Arno è soggetto a una maggior presenza di aree a pericolosità media che coprono circa il % del territorio, mentre il Tevere risulta piuttosto pericolosità alta per le aree di valle.

Come abbiamo visto finora la standardizzazione delle procedure che ne consente la replicabilità e la controllabilità è stata applicata alla materia idrogeologica e idrologica in maniera rigida. Un numero relativamente basso di ipotesi applicative si alternava nei vari bacini raramente in funzione del principale destinatario degli interventi: il fiume. Quello di cui si avrebbe invece bisogno è piuttosto un prodotto "su misura": certo non un agire emotivo, estemporaneo e scarsamente fondato scientificamente; ma una declinazione particolarmente specializzata, quasi al limite dell'unicità, di conoscenze e prassi avvalorate dal mondo tecnico-scientifico.

Dietro a questa apparente ovvietà si celano in realtà problematiche legate ai tempi e costi dell'agire politico. Una realizzazione su misura, qualsiasi sia l'ambito applicativo, è di per se più costosa e richiede tempi più lunghi di realizzazione. Nell'ambito fluviale, poi, richiede anche elevata perizia e cautela. Il margine di errore dovrebbe infatti da subito tendere allo 0, in quanto un ecosistema non è un'ambiente nel quale si può lungamente procedere per tentativi ed errori anche disponendo di tempo e budget illimitati.

Vedremo a breve come quest'impresa di "personalizzazione" degli interventi sul fiume (da limitarsi sempre e comunque a quelli strettamente necessari) [Rinaldi, 2011] è meno "impossibile" di quello che può sembrare a prima vista. Potrà invece offrire delle ulteriori e inaspettate occasioni di crescita epistemologica e antropologica in quanto la tensione verso la comunità (scientifica) e la solidarietà (tra le comunità umane e non) si riveleranno le uniche strade percorribili per il recupero della salute dei corsi d'acqua e, con essi dell'intera società.

10.3 - Un abaco per i morfotipi fluviali

Lo studio parte dall'analisi dei grandi bacini che insistono sui confini della Città Metropolitana di Firenze e l'area di confine tra Regione Toscana e Umbria (che coincide con la media e alta valle del Tevere): Arno, Reno, Tevere, Lamone e Fiumi Uniti.

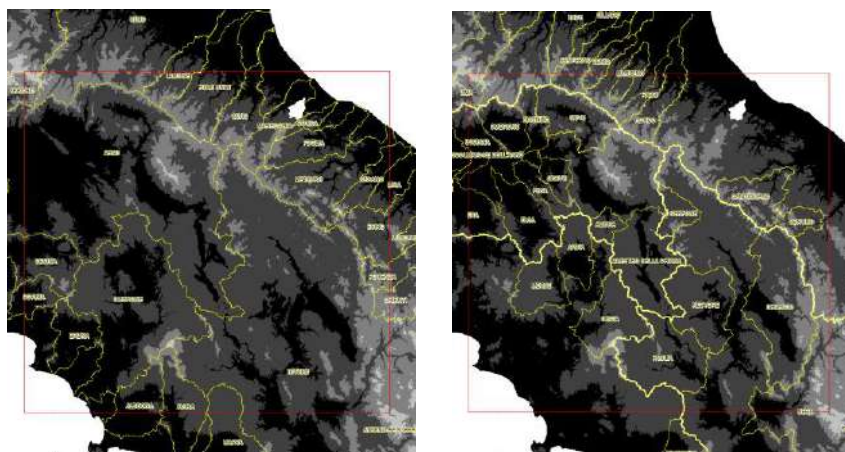


Fig. 109 - Quadrante di studio dei morfotipi fluviali: bacini a sinistra e sottobacini a destra

Il sistema fluviale, rappresentato dai corsi d'acqua di tutte le dimensioni (più o meno canalizzati) e le aree perifluviali, è in stretta relazione con il concetto di contesto fluviale (aree gialle in carta per il caso del bacino dell'Arno):

«fasce di territorio che costituiscono una continuità fisica, morfologica, biologica e percettiva con il corpo idrico, anche in considerazione della presenza di elementi storicamente e funzionalmente interrelati al bene medesimo nonché dell'esistenza di limiti fisici e geomorfologici evidenti» [integrazione al PIT - Regione Toscana].

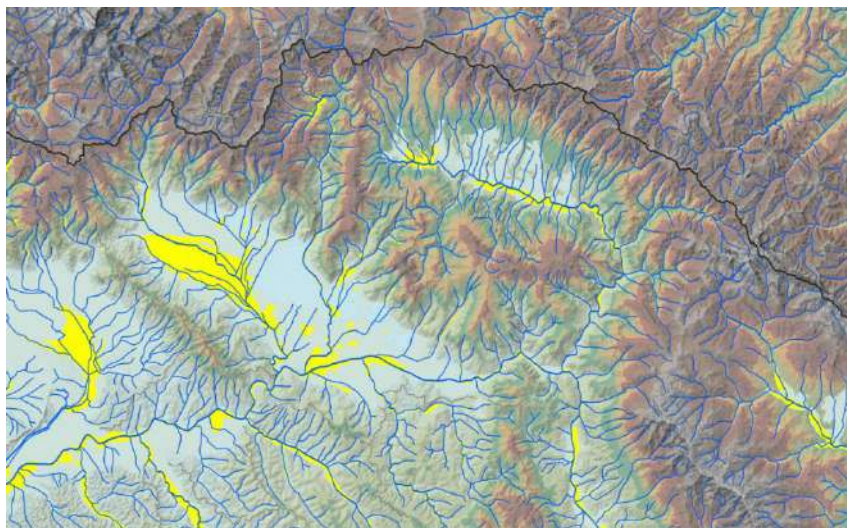


Fig. 110 - Aree di pertinenza fluviale nella CM di Firenze

Effettuando lo studio sui caratteri del sistema fluviale è possibile contribuire alla definizione di una strategia integrata per la gestione delle aree di contesto fluviale e per le aree perifluviali di continuità trasversale/longitudinale, nonché per l'autosostenibilità del sistema bioregionale in questi termini:

- fornire un quadro complessivo sul comportamento delle acque (andamento del reticolo per flusso trasporto solido e sedimenti);
- categorizzare le tipologie di reticolo in funzione del substrato pedologico e della geomorfologia;
- interpretare la risposta del territorio perfluviale agli eventi calamitosi (alluvioni, inondazioni, dissesti);
- combinare tali analisi con le informazioni della rete ecologica per fornire indirizzi che contribuiscano a migliorare lo stato ecologico fluviale (chimico-fisico, biologico e idrogeomorfologico) [2000/60/CE].

All'interno della area presa in esame un'analisi corretta dei caratteri del reticolo idrografico di tali bacini deve conformarsi ai criteri di gerarchizzazione e tipizzazione di Horton/Strahler per raggiungere una resa grafica ottimale. Il metodo di Horton in particolare attribuisce un ordine gerarchico a tutti i tratti compresi tra due successive confluenze e dopo aver classificato i diversi rami, li raggruppa in aste, assumendo che ogni asta è rappresentata da uno o più rami adiacenti aventi il medesimo ordine.

Al termine della procedura di gerarchizzazione, l'intero bacino è suddiviso in rami e aste; esiste, ovviamente, una sola asta con ordine pari a quello massimo. L'ordine massimo indica, a parità di condizioni, se il reticolo è più o meno sviluppato e ben gerarchizzato. Questa metodologia è stata ripresa da Strahler e perfezionata, successivamente lo stesso Horton ha arricchito i contenuti, tanto che il metodo oggi più diffuso è detto anche metodo di Horton e Strahler.

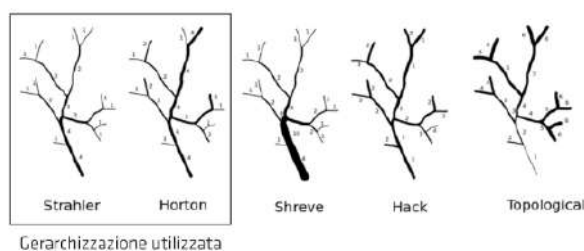


Fig. 111 - Tipologie di gerarchizzazione di un reticolo idrografico

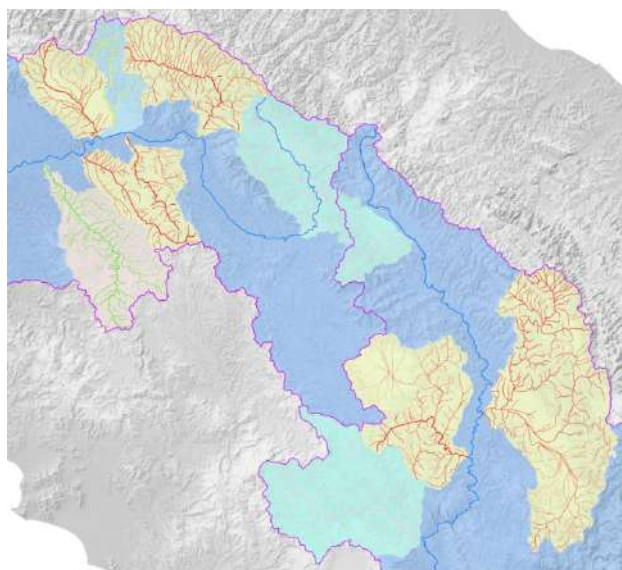


Fig. 112 - Gerarchizzazione dei reticoli dei bacini presi in esame

Nello specifico la metodologia adottata ha presentato i seguenti elementi di pregio: rapidità di lettura e di comprensione nella restituzione grafica ed margine di errore ridotto per un'eventuale analisi di secondo livello. Come è evidente dalla figura l'elevata gerarchizzazione del bacino dell'Arno emerge con sufficiente completezza tale da consentire non solo una

contestualizzazione delle sue acque nel territorio di appartenenza, ma anche un confronto con gli altri due grandi bacini a lui inferiori della Città Metropolitana di Firenze, e quindi ci consente di avviare su scala metropolitana delle ipotetiche analisi di taglio più ecosistemico.

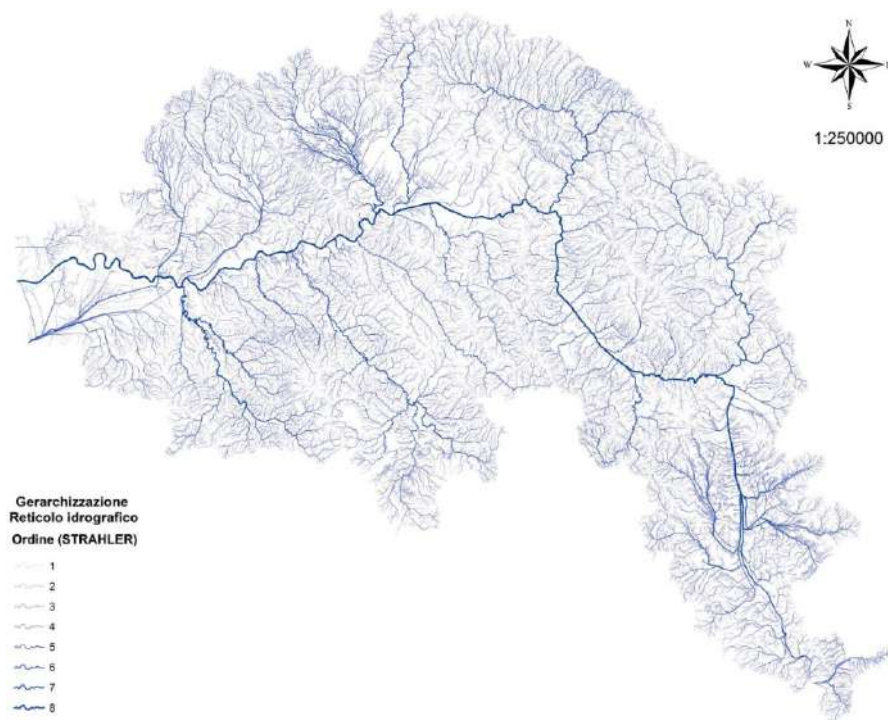


Fig. 113 - Gerarchizzazione di dettaglio del bacino dell'Arno

I pattern dei reticoli idrografici sono invece rappresentativi dei caratteri geomorfologici e della densità di drenaggio, parametro che mette in rapporto la lunghezza totale della rete idrografica con l'area del bacino da essa drenato.

Quindi i sottobacini individuati sono stati ricondotti alle macro categorie tipiche della metodologia utilizzata da H&S e in particolare le strutture del reticolo che troviamo nei tratti a monte dei due bacini in analisi (Arno e Tevere) sono:

- Subdentritico;
- Subdentritico/pinnato;
- Divergente;
- Convergente;

- Pinnato/subdentritico;
- Convergente/subdentritico.

Si riporta uno schema ripreso dagli studi di H&S con un riquadro che evidenzia i pattern utilizzati per la tipizzazione dei sottobacini analizzati.

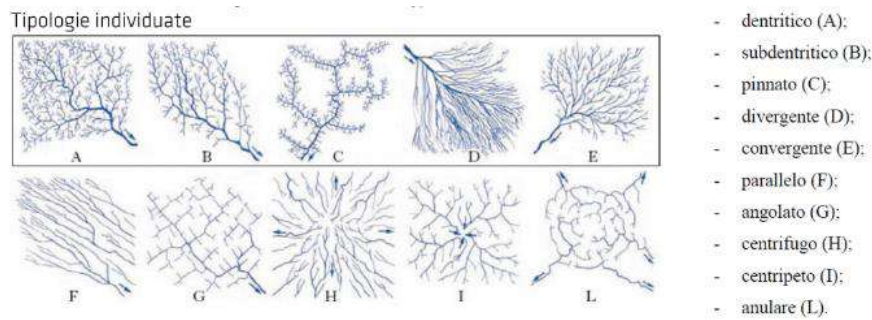


Fig. 114 - Possibili tipologie di pattern di un reticolo idrografico e tipologie individuate

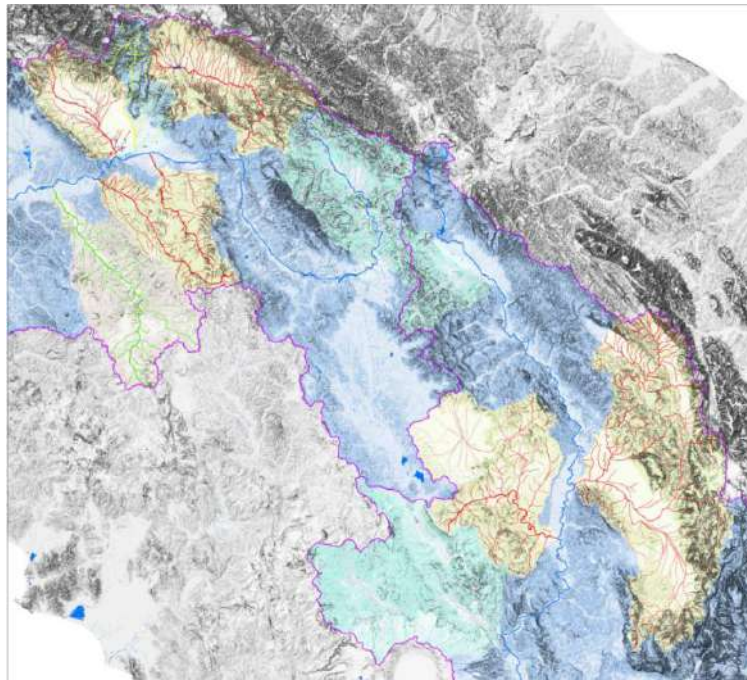


Fig. 115 - Tipizzazione dei bacini idrografici

Allo stesso modo, come naturale evoluzione di questo metodo, si può arrivare a un'ulteriore analisi dei sottobacini disomogenei riscontrando anche nel loro caso la tendenziale disomogeneità già emersa per il bacino

principale: l'Arno è per esempio un insieme (artificiale) di sottobacini differenti piuttosto che un bacino con caratteristiche omogenee frutto dell'evoluzione geologica e idrografica del bacino. La successiva analisi morfotipologica del reticolo permette di interpretare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali schematizzando i pattern dei reticoli in una forma sintetizzata basata sull'articolazione nodi-aste. I nodi rappresentano i punti di confluenza del reticolo fluviale, gli stessi usati per la gerarchizzazione delle aste. Le aste sono le porzioni di corso d'acqua tra due nodi (o tra la sorgente e il primo nodo della rete).

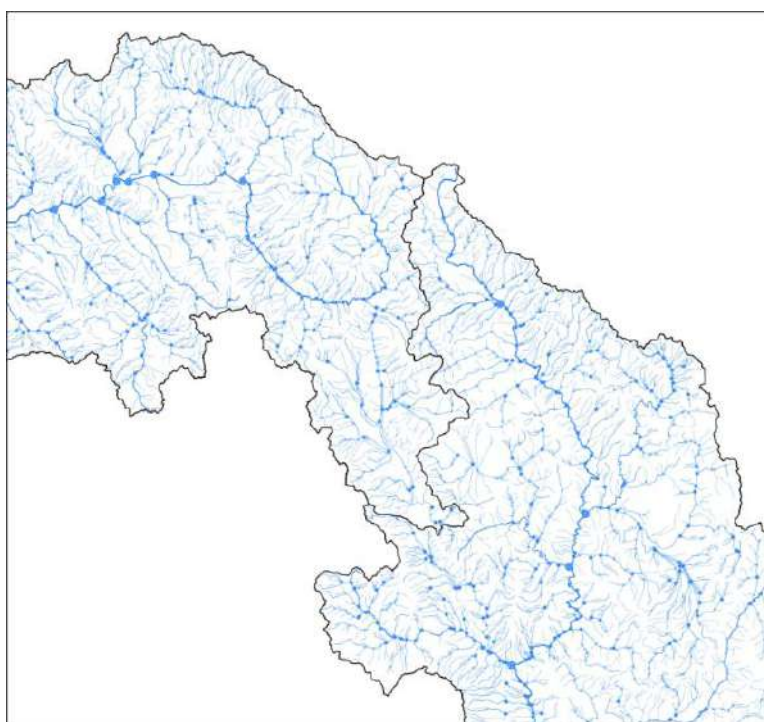


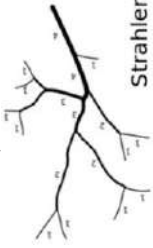
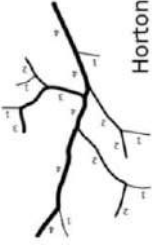
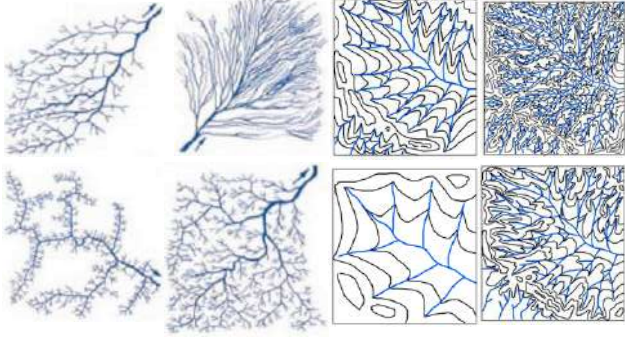
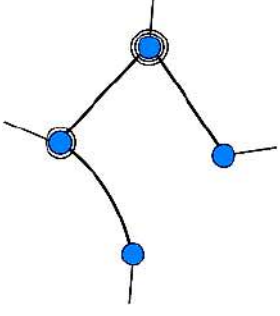
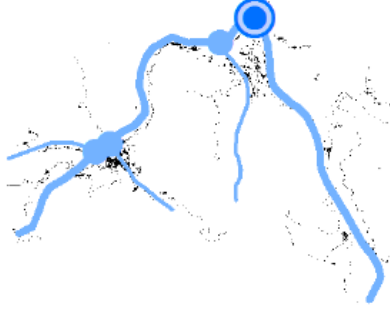
Fig. 116 - Schema morfotipologico generale dei due grandi bacini (tratti a monte)

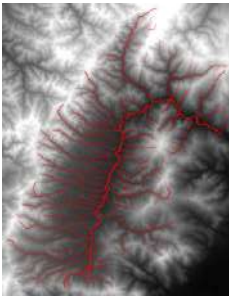
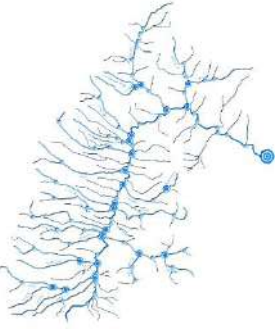
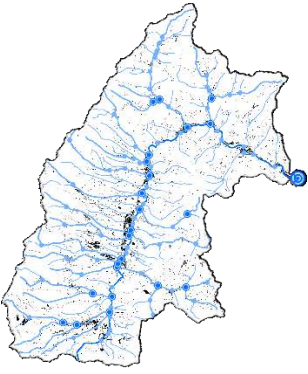
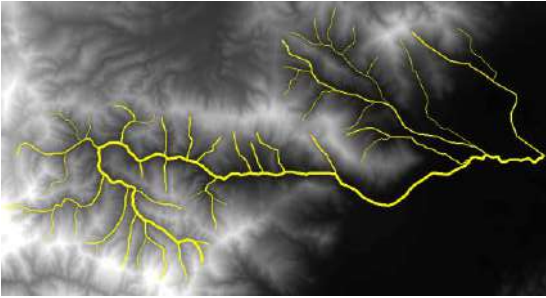
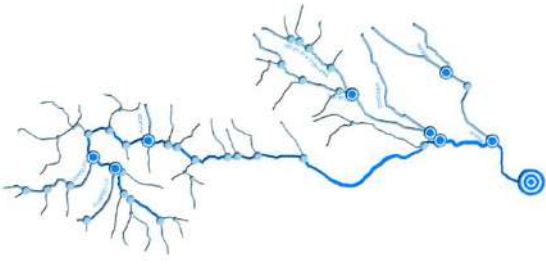
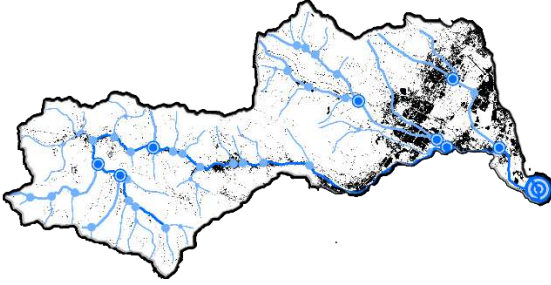
Attraverso lo studio incrociato delle tipologie fluviali individuate e degli usi del suolo si vuole proporre un'ulteriore classificazione di carattere più funzionale dei corsi d'acqua (in base anche alle classi di pericolosità).

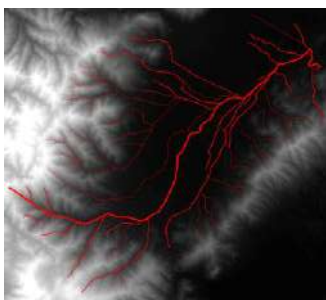
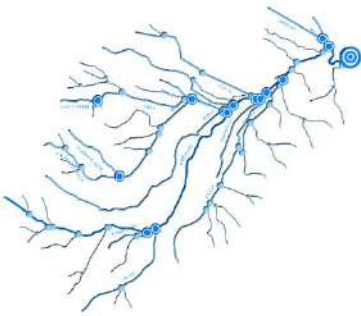
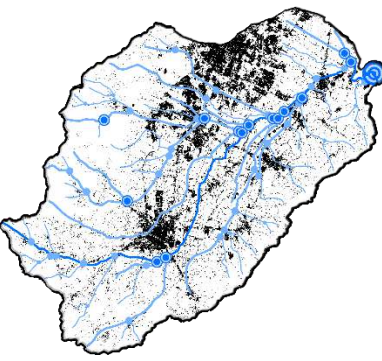
In ambito fluviale, come in tutti i settori ambientali, ricostruire l'assetto morfologico, ecologico, e strutturale può aiutare a far confluire le discipline paesaggistiche all'interno di una resa grafica specifica delle tipologie fluviali e perfluviali determinando una nuova "regola", fluida e integrata. La scelta di proporre un abaco è quindi dettata dal desiderio di esprimere questa nuova

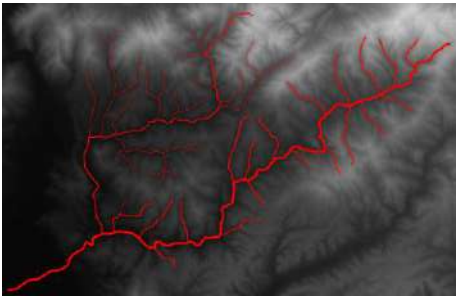
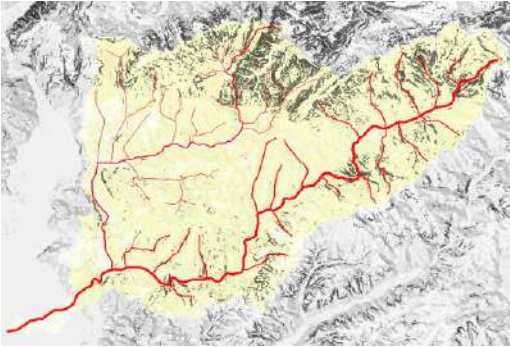
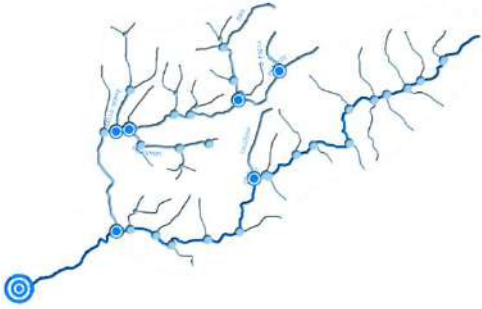
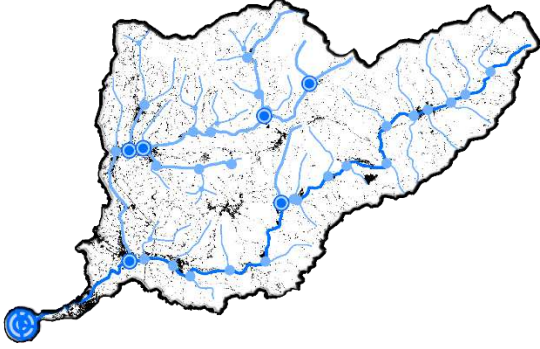
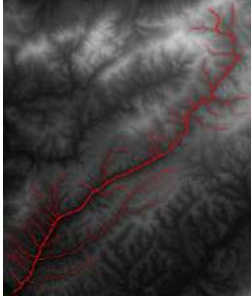
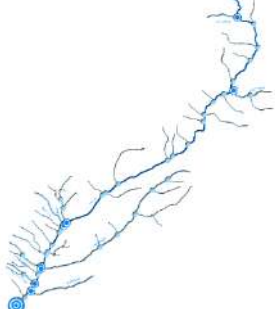
regola, utile alla rappresentazione dell'invariante strutturale fluviale mancante – dapprima studiata in dettaglio (a livello di tratto/asta) e poi qui riportata a scala di bacino.

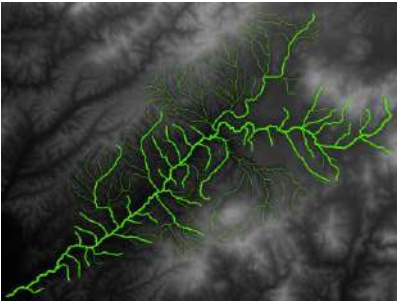
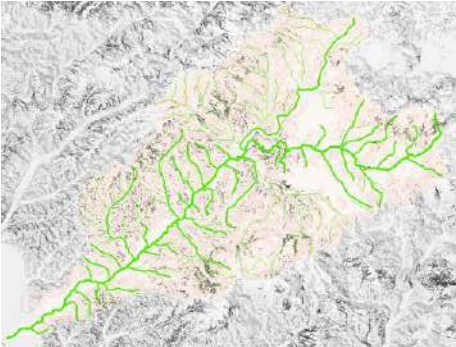
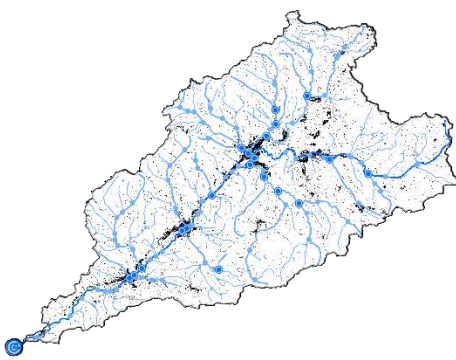
E' il caso di sottolineare che la nostra proposta teorica, per quanto innovativa, è da considerarsi ancora provvisoria da alcuni punti di vista. Questo non solo perché l'argomento è in continua evoluzione (e non solo per quanto attiene alla stessa definizione di un abaco dei morfotipi fluviali), ma anche perché non si ha ancora una categorizzazione esaustiva delle buone pratiche per la gestione del rischio morfotipologicamente correlato. Tali limiti a loro volta discendono anche dal fatto che alcuni approfondimenti (quali – solo per fare alcuni esempi - l'uso del suolo, la geologia, le pendenze) sono stati in parte sacrificati in questa sede per esigenza di brevità, ma non potranno essere evitati laddove si volessero individuare azioni strategiche specifiche.

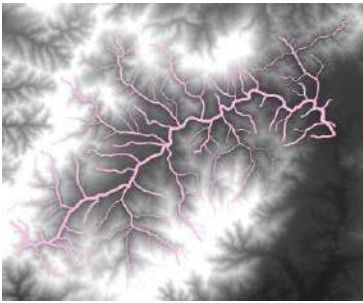
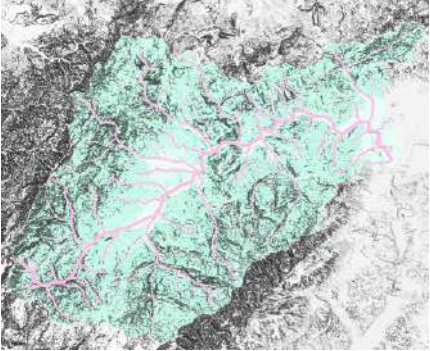
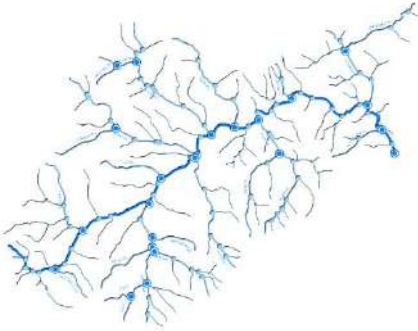
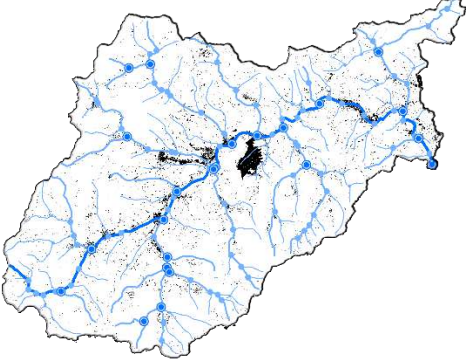
Bacino / Sottobacino	Gerarchia	Tipologia	Schema Morfotipologico	Morfotipo
Superficie racchiusa tra le linee di dislivello o di spartiacque topografico di raccolta delle acque superficiali confluenti verso un corpo idrico recettore [Treccani] 	Individuazione reticoli e analisi morfometrica ovvero analisi geomorfica quantitativa di tipo planimetrico delle reti idrografiche seguendo il metodo Horton-Strahler (l'asta priva di affluenti è quella di prim'ordine, se un'asta di prim'ordine va a confluire in una di secondo già formata non si ha alcun incremento d'ordine del corso d'acqua di secondo ordine a valle del punto di confluenza) [1933-1952]  	Patterns dei reticoli idrografici rappresentativi dei caratteri geomorfologici e della densità di drenaggio, parametro che mette in rapporto la lunghezza totale della rete idrografica con l'area del bacino da essa drenato. 	Analisi morfotipologica del reticolo che permette di interpretare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali in una forma sintetizzata basata sull'articolazione nodi-aste. I nodi rappresentano i punti di confluenza del reticolo fluviale, gli stessi usati per la gerarchizzazione delle aste. Le aste sono le porzioni di corso d'acqua tra due nodi (o tra la sorgente e il primo nodo della rete). 	Analisi morfotipologica del reticolo in correlazione con gli elementi antropici che permette di classificare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali in relazione alla distribuzione del sistema insediativo. Alle informazioni precedentemente rinvenute sulle tipologie e gli schemi morfotipologici si aggiungono quelle del sistema insediativo caratterizzante il morfotipo stesso 

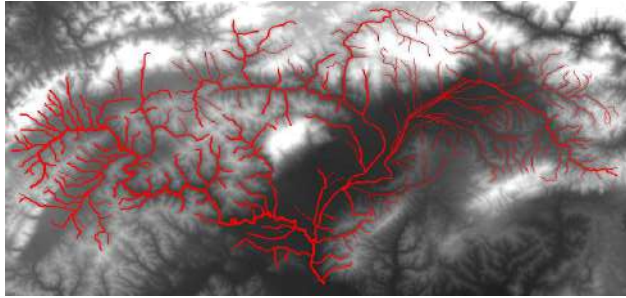
ID 07	Sottobacino Sieve*	Bacino Arno	 Elevata numerosità di bacini di prim'ordine in sinistra idrografica	5	Subdentritico  Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele	 Nodi distribuiti principalmente sull'asta principale, i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto	 La concentrazione degli insediamenti urbani prevalentemente in sinistra idrografica, dove la pendenza è più dolce e le aste fluviali sono più numerose	
ID 08	Bisenzio*	Bacino Arno	 Bassa numerosità di bacini	5	Pinnato/subdentritico  Pattern caratterizzato dall'avere le	 Nodi distribuiti su due aste		

09	Ombrone*	Arno	 Bacini di prim'ordine concentrati in sinistra idrografica	6	 Subdentrítico Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele	 Nodi distribuiti principalmente sull'asta principale, i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto	 La concentrazione degli insediamenti urbani risulta prevalentemente in sinistra idrografica, dove la pendenza è più dolce e le aste fluviali sono più numerose	Le aree con maggior concentrazione insediativa risultano quasi esclusivamente in zone pianeggianti a valle del bacino
----	----------	------	--	---	--	--	---	--

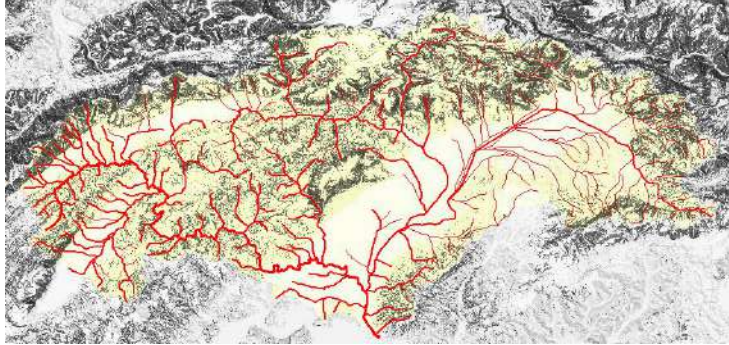
10	Greve*	Arno	 Bacini di prim'ordine distribuiti su due aste (principale e secondaria) ma con maggiore concentrazione in destra idrografica	6	Subdentritico  Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele	 Nodi distribuiti su due aste (principale e secondaria di destra idrografica), i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto soprattutto nel tratto finale per l'apporto dell'asta di riva destra.	 La concentrazione degli insediamenti urbani risulta prevalentemente in destra idrografica, dove la pendenza è più dolce e le aste fluviali sono più numerose	
11	Pesa*	Arno	 Bacini di prim'ordine concentrati in destra idrografica e di breve estensione	4	Subdentritico/pinnato  Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno	 Nodi distribuiti principalmente sull'asta principale, i flussi	 Le aree con maggior	

12	Elsa*	Arno	 Elevata numerosità di bacini di prim'ordine uniformemente distribuiti	7	direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele  Divergente Pattern che presenta un ramo principale dal quale si dipartono più collettori secondari fino a formare una sorta di ventaglio; può essere caratterizzante di aree delle conoidi alluvionali.	delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto	concentrazione insediativa risultano quasi esclusivamente in zone di crinale a valle del bacino (anche se di scarsa numerosità)	 Le zone con maggior presenza urbana sono quelle che corrispondono alla valle principale del bacino, centri minori si trovano anche sui crinali
----	-------	------	--	---	---	---	--	---

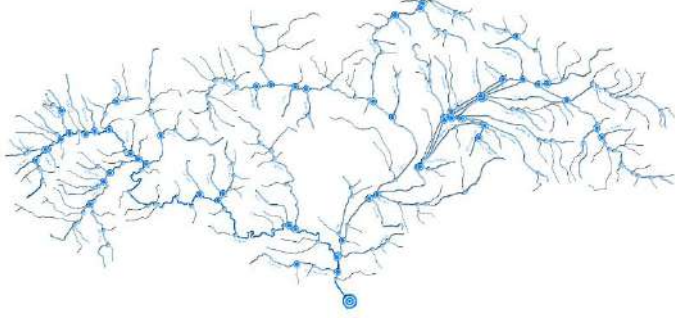
13	Casentino*	Arno	 Buon equilibrio di distribuzione del reticolo	5	Convergente  Pattern in cui le aste secondarie confluiscono in quella principale; si riscontra in terreni poco permeabili e a sensibile acclività	 Nodi distribuiti uniformemente su tutto il reticolo, gli afflussi di portata sull'asta principale sono abbastanza equilibrati da parte di tutte le altre aste	 Le zone con maggior presenza urbana sono quelle che corrispondono alla valle principale del bacino
----	------------	------	--	---	---	--	---



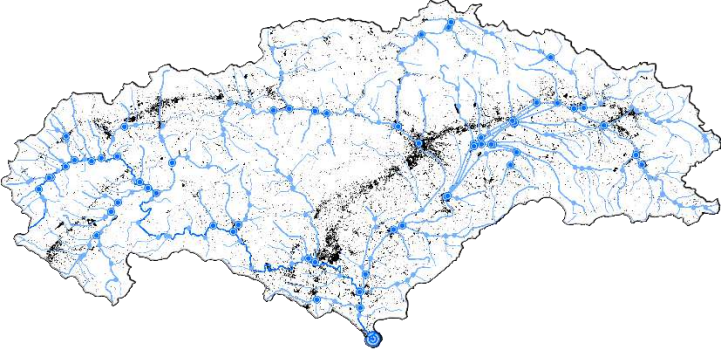
Bacini di prim'ordine distribuiti su due aste (principale e secondaria) ma con maggiore concentrazione in destra idrografica per l'asta principale e viceversa per la secondaria



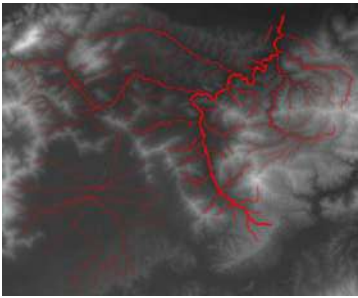
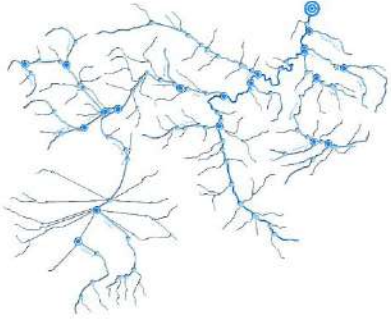
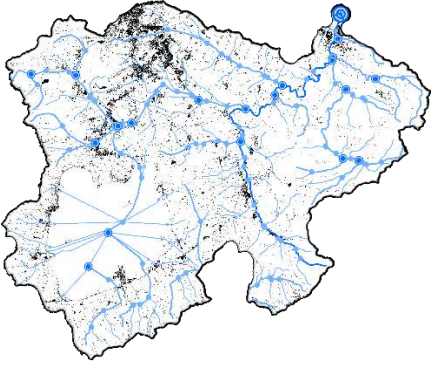
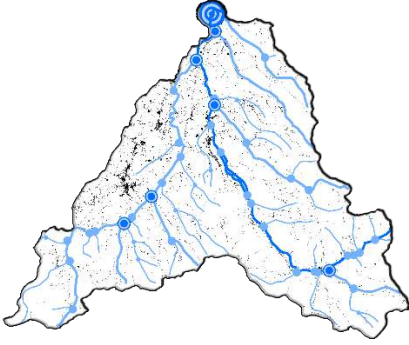
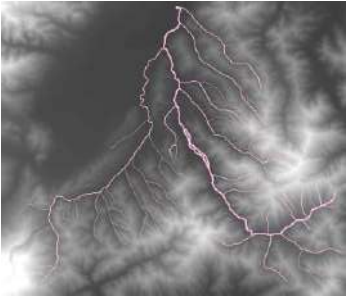
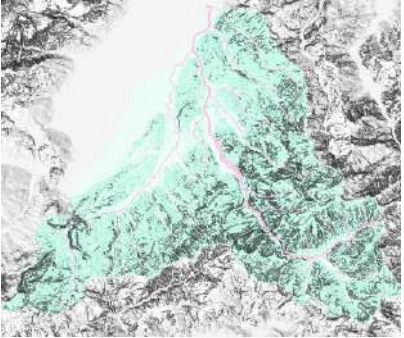
Pattern dentrítico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele

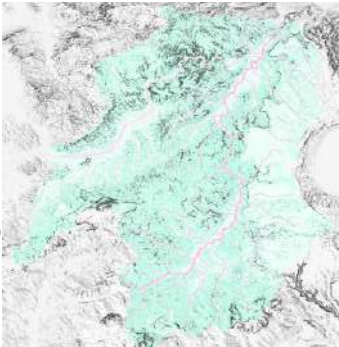
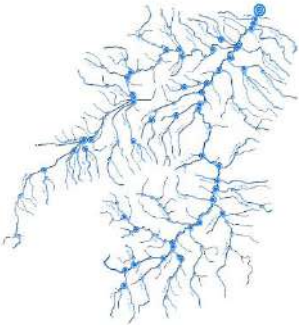
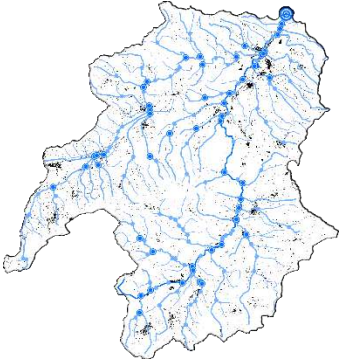


Nodi distribuiti su tre aste (principale e secondarie di sinistra idrografica), i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto soprattutto nel tratto finale per l'apporto delle due aste di riva sinistra.



La concentrazione degli insediamenti urbani prevalentemente in destra idrografica in prossimità dei crinali, dove la pendenza è più dolce e le aste fluviali sono più numerose

15	Nestore*	Tevere	 Bacini di prim'ordine distribuiti su due aste (principale e secondaria)	7	Subdentritico  Pattern dentritico dove in cui alcuni rami fluviali hanno direzioni preferenziali (per maggiore acclività laterale), indica un certo controllo tettonico evidenziando così la presenza di un sistema di fratture più o meno parallele	 Nodi distribuiti su due aste (principale e secondaria di sinistra idrografica), i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto soprattutto nel tratto intermedio per l'apporto dell'asta di riva sinistra.	 La concentrazione degli insediamenti urbani risulta prevalentemente in sinistra idrografica, dove la pendenza è più dolce e le aste fluviali sono più numerose (abbiamo anche un'importante concentrazione in aree di pianura)	 Le zone con maggior presenza
16	Cerfone*	Tevere	 Bacini di prim'ordine distribuiti su due aste (principale e secondaria)	5	Convergente/subdentritico  Pattern in cui le aste secondarie	 Nodi distribuiti uniformemente su due rami del reticolo (asta		

17	Paglia*	Tevere	ma con maggiore concentrazione in destra idrografica	confluiscono in quella principale con alcuni rami fluviali che hanno direzioni preferenziali; si riscontra in terreni poco permeabili e a sensibile acclività Convergente/subdentritico  Pattern in cui le aste secondarie confluiscono in quella principale con alcuni rami fluviali che hanno direzioni preferenziali; si riscontra in terreni poco permeabili e a sensibile acclività	principale e secondaria), gli afflussi di portata sull'asta principale sono abbastanza equilibrati da parte di tutte le altre aste  Nodi distribuiti su due aste (principale e secondaria di sinistra idrografica), i flussi delle acque confluiscono direttamente sul corso d'acqua primario che subisce un aumento di portata diretto soprattutto nel tratto finale per l'apporto dell'asta di riva sinistra.	urbana sono quelle corrispondenti alle valli (e in alcuni casi ai poggi)  Le zone con maggior presenza urbana sono quelle corrispondenti alle valli (e in alcuni casi ai poggi)

Conclusione.

Dal presente studio emerge una fotografia parzialmente inedita della situazione fluviale italiana. In particolare affiorano, da un lato, una moltitudine di realtà dalla piccola e media portata spesso considerata minore o poco rilevante dai *policy maker*, e, dall'altro, un numero limitato di “grandi fiumi” su cui si focalizza l'attenzione mediatica e politica in occasione degli eventi catastrofici, ma sempre con poche e inconsistenti possibilità operative di fare prevenzione. Tale situazione, cristallizzatasi negli anni a causa della sovrapposizione di interventi improvvisati, contraddittori e spesso conformati a un solo orientamento disciplinare (tradizionalmente quello ingegneristico), ha contribuito a far perdere una già debole visione di insieme, e cioè quella secondo cui un corso d'acqua dovrebbe essere considerato come un “organismo vivente”, con il suo ciclo di vita e la sua dimensione spaziale, o, detto altrimenti, come un ecosistema.

Una prima ricostruzione storica di quanto avvenuto nella nostra penisola nel suo passato più o meno recente ci ha permesso di riconoscere le radici antiche del problema: l'intervento antropico dettato da ragioni di immediata necessità e in presenza di conoscenze sistemiche scarse (potremmo risalire fino ai Romani – se non prima – nell'individuare gli albori degli interventi settoriali e invasivi sui fiumi). È allo stesso tempo paradossale che, quando le conoscenze umane aumentano e con esse aumenta la fiducia nelle capacità umane di condizionare la Natura, allora le conseguenze anche a lungo termine di canalizzazione, arginatura e regimazione in genere diventano più preoccupanti. Col senno di poi dobbiamo anche riconoscere che alcune voci che uscivano dal coro sono rimaste inascoltate: ad esempio Leonardo da Vinci aveva colto le problematiche che oggi definiremmo “di bacino” per l'Arno, ma si sa che spesso la ricerca del consenso politico cerca risultati immediati e propende per una focalizzazione nel qui e ora.

Altro aspetto non secondario da prendere in considerazione è rappresentato dall'evoluzione degli strumenti politici di governo del territorio nel corso del Novecento: è evidente che eventuali errori di impostazione metodologica all'interno dei provvedimenti emanati da un Ente che dovrebbe avere le competenze elevate in materia idrica hanno potenzialmente conseguenze più dannose e durature degli interventi variamente improvvisati da piccole comunità locali messe in ginocchio da un'inondazione o da situazioni calamitose analoghe. Da questo punto di vista va rilevata anche un'ulteriore situazione paradossale, e cioè che non di

rado il sapere popolare nella sua semplicità e immediatezza aveva già individuato strade economicamente e ambientalmente sostenibili per tentare una coabitazione con il fiume. Per questo aspetto il secondo dopoguerra, caratterizzato dagli interventi politicamente determinati in ambito fluviale, testimonia una radicale disconnessione da una tradizione che, pur nell'applicare competenze maturate per lo più con l'esperienza, creava identità e consolidava il patrimonio territoriale locale. La frequente presenza di interventi di arginatura standardizzati in territori anche molto distanti e diversi tra loro è forse la testimonianza più duratura ed evidente di questa epoca.

Avvicinandoci ai nostri giorni, l'aumento delle competenze e la disponibilità di molte amministrazioni a rivedere i propri orientamenti teorici e metodologici deve purtroppo fare i conti non solo con le normali problematiche fluviali ma anche con le alterazioni antropicamente determinate dell'ecosistema fluviale e perifluviale; si tratta in sostanza di una situazione di grave compromissione dei nessi causa-effetto in cui è difficile isolare con certezza le priorità di intervento e conseguentemente definire una struttura standardizzata di procedure o linee guida.

Vista la complessità della materia, sul piano metodologico è stato preferito il ricorso a una soluzione che consentisse di analizzarne le molteplici sfaccettature, sintetizzabile nella seguente struttura a *work packages (WP)*, ordinati approssimativamente in maniera cronologica:

WP	Tipologia	Descrizione
1	Rassegna normativa	Normative, leggi, decreti e altre evoluzioni legislative sulla tematica della risorsa idrica, della difesa del suolo e del tema della sicurezza idraulica ed idrogeologica.
2	Rassegna discipline	Discipline strettamente connesse alla RF (ecologia, agronomia, geologia, idrologia, ...) e tecnologie principalmente utilizzate per la gestione dei contesti fluviali (ingegneria, ing. naturalistica, informatica applicata, ...).
3	Approfondimenti e critica	Restauro paesistico e riconnessione ecologica (trasversale e longitudinale) nelle aree di pertinenza fluviale e perifluviale e conservazione della biodiversità ripariale (fauna e flora) come elementi caratterizzanti dell'ecosistema fiume. Critica alle tecniche di gestione del territorio perifluviale soprattutto per quanto riguarda:

		- l'agronomia e le sistemazioni idraulico-agrarie (es. problemi di ristagno, erosione, ecc.) in pianura e pendio (es. rittochino, rittochino modificato, ecc.); - l'urbanistica (es. il ciclo del cemento, l'edificato in alveo, ecc.); - l'ingegneria delle grandi opere idrauliche impermeabili e che necessitano di continua manutenzione (briglie, traverse, palizzate, mini-idro, ecc.); - la gestione delle acque sotterranee (pozzi e falde) e dei conseguenti stress idrici (pratiche di drenaggio urbano sostenibile, ecc.).
4	Rassegna politiche e strumenti	Strumenti di pianificazione in Europa e in Italia e loro efficacia. Comparazione di alcuni casi studio di successo (Piani e Progetti) con particolare attenzione alle loro linee guida e ai quelli che si sono sviluppati nel contesto del Contratto di Fiume. Analisi del Piano Paesaggistico (RT) al fine di individuare le differenti problematiche relative a fiumi/torrenti (ricerca di altri esempi di piani assimilabili al PIT o che hanno integrato piani settoriali specifici per capire se sono attenti alla dinamica fluviale e all'approccio ecosistemico).
5	Approfondimento	Esempi virtuosi di RF e Contratti di Fiume in Toscana, Italia ed Europa (progetti pilota e studi di caso).
6	Metodologia	Architettura della metodologia e applicazione della stessa al caso dei tratti a monte dei Bacini dell'Arno e del Tevere. Breve analisi dei sottobacini fluviali su cui sperimentare i criteri individuati.
7	Abaco e risultati attesi	Definizione di un abaco delle morfotipologie territoriali dei contesti fluviali. Individuazione di tipologie di azioni relative alla gestione del rischio idraulico/idrogeologico e dell'ecosistema fluviale riferite ai diversi morfotipi (es. pianura alluvionale urbanizzata, pianura alluvionale in contesti montani, ecc.): delocalizzazione, adattamento degli edifici, tipologie specifiche di monitoraggio. Classificazione delle linee d'azione in categorie (es. più o meno rivolte al coinvolgimento della popolazione, più o meno impattanti sulla struttura urbana, ecc.).

Le scelte metodologiche sono state anche dettate dal punto di vista adottato, e cioè quello del pianificatore territoriale. All'interno di una ipotetica pianificazione fluviale, infatti, ferma restando la necessità di una cornice di riferimento (Piano) e di un continuo re-indirizzamento degli interventi micro in coerenza con tale cornice (Progetto), la predisposizione di un buon Programma è funzionale al mantenimento della coerenza del sistema.

Soprattutto in Italia, la pianificazione di settore in materia idrica è spesso frammentaria: per esempio, dai Piani Operativi specifici (es. per la regolazione delle acque, che si concentrano sulla lotta contro l'erosione del suolo e la difesa del territorio contro le esondazioni) ai Piani di Classifica (che quantificano i benefici che gli immobili ricadenti all'interno del perimetro di contribuenza traggono dalle opere e dall'attività di bonifica) esistono molti aspetti importanti da semplificare e integrare in un'ottica multidisciplinare.

La programmazione nella nostra prospettiva rappresenta per alcuni aspetti lo strumento più potente ma anche più delicato. In altri termini ci riferiamo a quel gruppo di Accordi di Programma con una particolare declinazione in ambito fluviale: Contratti di Fiume. Il Tavolo Nazionale dei Contratti di Fiume in particolare si focalizza su 5 filoni principali: pianificazione multilivello; approccio geomorfologico sedimentario; stato di salute ecologica delle acque; contenimento del consumo di suolo e riduzione del rischio; strumenti partecipativi. La spiccata multi-attorialità di questi strumenti concertativi li rende potenzialmente molto efficaci: purtroppo, però, bisogna tener conto anche della loro non immediata integrabilità con la *governance* sovraordinata, che porta spesso a esiti faticosi e complessi. Un esempio valido per tutti riguarda proprio la partecipazione che, da un lato è incoraggiata con modalità che favoriscono l'orizzontalità dei processi (sussidiarietà orizzontale); da un altro lato la stessa non è adeguatamente sostenuta con un riconoscimento forte: i suoi prodotti spesso non risultano vincolanti e gli esiti dell'attivazione "sociale" di un territorio finiscono col dipendere più dalle condizioni al contorno che non dalle possibilità offerte dagli strumenti partecipativi stessi.

Le Autorità di Bacino si occupano invece degli aspetti quantitativi naturali che caratterizzano i corpi idrici (andamenti temporali delle portate nei corsi d'acqua, delle portate e dei livelli piezometrici negli acquiferi sotterranei, dei livelli idrici nei laghi, serbatoi, stagni). Esse tendono a occuparsi di mitigazione del rischio idraulico e del rischio idrogeologico programmando le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione,

alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato. Congiuntamente (quando possibile) con i Consorzi di Bonifica programmano le attività di gestione del patrimonio vegetazionale lungo le fasce fluviali. Si tratta di Enti ingegneristicamente orientati (che si parli di ingegneria idraulica, ambientale, ecc.) e con competenze elevate, ma spesso spiccatamente settoriali, che faticano a integrarsi con altri settori operanti nella gestione fluviale.

Tra gli attori coinvolgibili in un processo di potenziamento degli strumenti per la nostra proposta di pianificazione fluviale potremmo annoverare anche tutte le associazioni che promuovono scelte e azioni concrete per la diffusione dell'approccio alla pianificazione fluviale attraverso un modo di condurre i processi decisionali basato su:

- adozione di una visione sistemica e olistica per giudicare gli effetti simultaneamente da tutti i punti di vista rilevanti;
- interazione tra tecnici di diversa formazione per superare l'approccio essenzialmente ingegneristico;
- partecipazione dei soggetti i cui interessi, spesso conflittuali, sono coinvolti e concertazione delle azioni attraverso una loro valutazione integrata e basata sull'analisi multicriterio.

Per quanto l'orientamento della Riqualficazione Fluviale, seppur altamente specializzato, risulti a volte carente in termini di pianificazione territoriale, mantiene comunque come punto di forza la sua disponibilità ad sostenere o perfezionare le attività degli Enti preposti (Consorzi, Autorità, ecc.):

- puntando il più possibile ad azioni e tecniche di intervento che permettano di lasciare o restituire al fiume porzioni di territorio da destinare alla sua naturale evoluzione geomorfologica, così che tornino a svolgere le loro funzioni di laminazione delle piene, di corridoio ecologico, di ecosistemi filtro, di serbatoio di biodiversità;
- favorendo l'adozione di azioni e interventi che si prestino al raggiungimento di obiettivi diversi, quali ad esempio:
 - o il recupero della vegetazione nelle fasce riparie non solo funzionale all'incremento della naturalità, ma anche al miglioramento della qualità delle acque e/o al miglioramento della capacità di laminazione delle piene;
 - o la rimozione/sostituzione di opere di difesa in base ad un'analisi a scala di bacino, favorendo il miglioramento

- ambientale e, nello stesso tempo, il riequilibrio geomorfologico, quindi la riduzione del rischio di destabilizzazione di ponti e altre opere in alveo;
 - la creazione di percorsi fluviali o aree fruibili con interventi che non irrigidiscano ulteriormente il sistema fluviale;
- adottando criteri e tecniche a basso impatto (ingegneria naturalistica) per la realizzazione di quegli interventi di difesa idraulica ritenuti strettamente necessari (ad esempio all'interno di aree fortemente urbanizzate).

La lacuna più importante è forse rappresentata dall'assenza di un approccio strategico integrato, che sappia valorizzare i diversi contesti fluviali e intervenire in maniera preventiva sulle varie realtà perifluviali, alimentando le politiche per la regolamentazione e la diffusione di buone pratiche per il governo dell'ecosistema fiume, sia a livello territoriale (es. stesura dei Piani Strutturali) che ai livelli sovraordinati (es. pianificazione di area vasta e aree metropolitane), che, ancora, a livello urbanistico (es. procedure dei Piani Operativi e Attuativi). Alla mancanza di "dialogo" tra i vari livelli di programmazione si aggiunge la mancanza di omogeneità nell'orientamento tecnico-metodologico a cui i vari interventi si sono uniformati nel tempo. La ricerca mette infatti in evidenza che:

- gli strumenti di pianificazione finora sono stati spesso skoordinati tra loro e a volte carenti in materia fluviale. Si vedano per esempio le quattro invarianti del PIT con valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana (idro-geo-morfologica, ecosistemica dei paesaggi dei sistemi insediativi e dei sistemi agro-ambientali), che non menzionano propriamente l'ecosistema fiume pur trattando il tema idrografico/idrogeologico ed ecosistemico in diverse occasioni;
- lo sordinamento è aggravato dalla frammentarietà degli interventi su fiumi e torrenti da parte degli Enti che agiscono a livello locale (Consorzi di Bonifica, Autorità Idriche nonché Protezione Civile, formalmente operante in sinergia con gli altri soggetti ma nei fatti non messa in condizione, anche in termini normativi, di collegarsi alle strategie di piano);
- le azioni per la mitigazione e la riduzione del rischio idraulico/idrogeologico necessitano un approccio multidisciplinare (ecologia, idrologia, urbanistica, agraria, ecc.);
- i Contratti di Fiume spesso non favoriscono il percorso come dovrebbero attraverso la concertazione e la negoziazione anche se sono sicuramente strumenti essenziali per i loro caratteri di multi-

attorialità, inclusività e partecipazione ma dovrebbero predisporre delle linee guida trasversali integrate.

Diventa pertanto irrinunciabile un coordinamento degli interventi dei Consorzi di Bonifica e delle Autorità Idriche in un'ottica di Bacino e quindi di Pianificazione Fluviale propriamente intesa. L'abbandono di un approccio autoreferenzialmente interventista, scollegato dalle dinamiche sistemiche e incapace di proiettarsi nel lungo periodo come quello dei Piani di Bacino e dei Distretti, dovrebbe quindi favorire l'integrazione degli aspetti strategici all'interno della pianificazione territoriale e la riterritorializzazione fluviale.

Alla luce delle attuali conoscenze scientifiche e della lettura critica delle conseguenze dei vari interventi esaminati, forse una valida alternativa alla rettifica dei corsi d'acqua può esser rappresentata da un approccio più multidisciplinare, che consenta il ripristino delle funzioni delle naturali aree di esondazione, la rinaturalizzazione delle fasce riparie e la rimozione di opere cementizie, permettendo all'ecosistema fluviale di riacquistare una sua dinamicità, e ai naturali momenti di piena di avere esiti meno tragici di quelli riportati dalle più recenti cronache.

Per i suddetti motivi in questa sede si propone di introdurre, negli strumenti di pianificazione territoriale vigente, un'invariante strutturale specifica per la dimensione fluviale, costruita a seguito di un'analisi storica dell'evoluzione del territorio fluviale e periferiale e cioè attraverso:

- lo studio dei paleoalvei e degli usi del suolo storici in prossimità dei corsi d'acqua per la definizione del trend evolutivo dell'alveo (ovvero l'andamento complessivo delle variazioni morfologiche di un corso d'acqua entro un certo periodo di tempo) al fine di poter dare un contributo agli interventi di mitigazione del rischio;
- un'analisi patrimoniale delle aree fluviali attraverso abachi orientati all'ecosistema fiume e agli insediamenti e interventi agricoli a cui esso è stato soggetto nel corso del tempo (50-100 anni almeno, considerato che i dati geografici orto-fotogrammetrici storici coprono quasi tutta la penisola fino agli anni '30 - '50 a seconda delle Regioni).

Un altro aspetto interessante della Riqualificazione Fluviale è che essa mira anche – in sintonia con le Direttive Europee 2000/60/CE e 2007/60/CE – al raggiungimento di uno stato ecologico dei fiumi tendenzialmente ottimale, che bene si abbinerebbe alla nostra – per ora solo ipotetica – pianificazione fluviale. Nel nostro caso la Riqualificazione

Fluviale e i Sistemi Informativi Territoriali per la gestione del dato fluviale (sia esso acquisito in remoto che con rilievi di campagna) possono quindi fare da cornice alla predisposizione di linee-guida. Tali linee guida saranno concretamente applicabili grazie alla predisposizione di strumenti di monitoraggio nonché di precisione spaziale (la prevenzione del rischio infatti passa anche dalla valorizzazione della precisione del dato acquisito).

L'analisi morfotipologica del reticolo qui prospettata permette di interpretare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali schematizzando i pattern dei reticoli in una forma sintetica basata sull'articolazione nodi-aste. I nodi rappresentano i punti di confluenza del reticolo fluviale, gli stessi usati per la gerarchizzazione delle aste. Le aste sono le porzioni di corso d'acqua tra due nodi (o tra la sorgente e il primo nodo della rete). Attraverso lo studio incrociato delle tipologie fluviali individuate e degli usi del suolo si propone un'ulteriore classificazione di carattere più funzionale dei corsi d'acqua (in base anche alle classi di pericolosità idraulica/franosa). In ambito fluviale ricostruire un assetto morfologico, ecologico, e strutturale genera una nuova "regola", fluida e integrata, facendo confluire le discipline paesaggistiche all'interno di una resa grafica specifica per le tipologie fluviali e perifluviali.

La scelta di proporre un abaco dei morfotipi è quindi dettata dal desiderio di esprimere tale regola di rappresentazione dell'invariante strutturale fluviale – dapprima studiata in dettaglio (a livello di tratto/asta) e poi riportata a scala di bacino/sottobacino. Un ulteriore pregio dello strumento proposto sarebbe la forte coerenza interna, dal punto di vista delle varie discipline scientifiche che concorrono a crearlo, e la sua facilità di lettura da parte degli addetti ai lavori.

Modelli generali da applicare ai vari contesti fluviali, i morfotipi proposti vengono ricostruiti a partire dall'analisi del bacino (o sottobacino), individuandone la gerarchia delle aste del suo reticolo idrografico, e poi classificati per tipologia di reticolo in funzione dei caratteri geomorfologici, fino a individuare i pattern. Attraverso uno schema morfotipologico del pattern si arriva poi alla definizione del morfotipo con cui riclassificare le forme ricorrenti dei sistemi fluviali in relazione alla distribuzione del sistema insediativo. Si può poi ulteriormente dettagliare il livello, aggiungendo altri caratteri specifici del territorio del bacino, come quelli ecologici e quelli relativi alla componente ripariale dei corsi d'acqua.

Dal punto di vista operativo è comunque opportuno muoversi con prudenza, perseguendo in prima istanza gli interventi potenzialmente

reversibili. La stessa pratica della Riqualificazione Fluviale non è sempre in grado di rispondere in maniera risolutiva a tutti gli interrogativi o perché le sue possibilità concrete dipendono dal team che di volta in volta la applica o perché le caratteristiche specifiche del territorio e delle popolazioni cui si rivolge sono (soprattutto in Italia) molto differenziate.

Probabilmente in alcuni casi potrebbe essere più utile adottare un approccio che tenti una mediazione tra i due “estremi” rappresentati dall’approccio ingegneristico, da un lato, e da quello della rinaturalizzazione, dall’altro: questo per favorire non solo l’efficacia e l’efficienza, ma anche la tempestività di intervento, rispondendo così alle esigenze concrete del territorio in maniera non standardizzata.

Si tratterebbe quindi di attivare una transizione verso una prospettiva paesaggistica e fluviale che favorisca il dialogo tra gli aspetti ecosistemici e quelli funzionali, tra quelli estetici e quelli pratici, sollecitando nel territorio fluviale l’attivazione dei saperi, delle tecnologie e della creatività, in vista di un futuro prossimo venturo in cui ecologia, geomorfologia e pianificazione si integrino costruttivamente all’interno di una nuova prospettiva di “vita” del fiume e di quanti vi stanno intorno.

Bibliografia

- AA. VV. Nardini A., Sansoni G. (a cura di), Collezione CIRF (2006), *La Riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*, Mazzanti Editore, Venezia.
- AA.VV. (2002), *Gli strumenti della gestione faunistica*, Atti del convegno tenutosi presso la facoltà di Agraria di Firenze, 25 gennaio 2002.
- AA.VV. (2015), *Testimonianze*, n.n. 6-1-2 novembre 2015-aprile 2016, Unione Stampa Periodica Italiana, Firenze.
- AA.VV. (ed. C.R.Thorne, R.D.Hey, M.D.Newson) *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*, WILEY, 1997.
- Accademia dei Georgofili (1996), *Firenze 4 Novembre 1966*, Latini, Firenze.
- Alexander D., (1990), *Bioregionalism: Science or sensibility?*, Environmental Ethics.
- Amorosino S. (2002), *Il governo delle acque. La salvaguardia di Venezia: una storia amministrativa italiana*, Donzelli Editore, Roma.
- APAT (2007), *IFF - Indice di funzionalità fluviale*, Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale, Roma.
- APAT, *Atlante delle opere di sistemazione fluviale*, 2003.
- Armstrong J. S. (1986), *The value of formal planning for strategic decisions: a reply*, Strategic Management Journal, 7.
- Associazione Intercomunale Area Fiorentina (1985), *Indagine di studio Sieve – Arno – Bisenzio (3 voll.)*, Conti Tipocoror, Calenzano.
- Attardo A. (2000), *Il paesaggio dei fiumi megaresi*, in Architettura del paesaggio, n°4/2000, Associazione italiana di architettura del paesaggio – Edifir, Firenze, pp. 10-14.
- Autorità di Bacino del Fiume Arno (1977), *Trasformazioni del territorio e sviluppo dell'edificato lungo il corso dell'Arno e degli affluenti (1954 – 1993 e 1995)*, Artigrafiche Felici, Pisa.
- Autorità di Bacino del Fiume Arno (2000), *Linee guida per la progettazione delle casse di laminazione*, Felici Editore, Pisa.
- Avena G. C., Giugliano G., Lupia Palmieri E., *Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione ed evoluzione dei reticoli fluviali*, Bollettino della Società Geologica Italiana 86.
- Baldacci F., Raggi G. (1971), *Bacino del Fiume Magra. Carta della permeabilità delle rocce, scala 1:100.000*, CNR - Ist. Geol. Pal. Univ. Pisa.
- Baldeschi P., Poli D. (a cura di) (2008), *Agricoltura e paesaggio*, All'Insegna del Giglio, Firenze.
- Balestrini R., Arese C, Delconte C. (2004), *Funzionalità degli ecosistemi acquatici: il ruolo delle fasce riparie nella dinamica dei nutrienti*. Quaderno IRSA 121. QUADERNI IRSA DEL CNR, vol. 121.
- Banfi E., Consolino F. (1996), *Alberi*, DeAgostini, Novara.
- Barazzuoli P., Rigati R. (2004), *Studio per la definizione del bilancio idrico ed idrogeologico del bacino del Fiume Magra. Relazione Finale*. Convenzione tra l'Università degli Studi di Siena (Dipartimento di Scienze della Terra) e l'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra.
- Bastiani M. (2005), *Interventi di risanamento ambientale e sviluppo sostenibile nella Valle del Tevere presso il Comune di Magliano Sabina*, Tevere - Rivista trimestrale dell'Autorità di Bacino del Tevere, Roma, Gangemi Editore Anno X, n. 31-32/2005, pagg. 40/45.
- Bastiani M. (2011), *Contratti di fiume Pianificazione strategica e partecipata dei bacini*

- idrografici*. Dario Flaccovio Editore Pagine: 588.
- Bastiani M. (2013), *Affinché l'Italia smetta di franare quando piove: i Contratti di Fiume per uscire dalla cultura del rischio e dell'emergenza* in *Geologia dell'Ambiente* (GA) N. 1/2013 Anno XXI - gennaio-marzo 2013, Periodico trimestrale della SIGEA, Società Italiana di Geologia Ambientale.
- Bastiani M. (2014), *Fermare la crescita delle città: il ruolo delle aree agricole di margine tra fiume e città nella difesa del territorio e nella riduzione del rischio idrogeologico* in *Rivista Scienze del Territorio* Vol. 2 - Ritorno alla terra a cura di Daniela Poli.
- Battisti C. (2004), *Frammentazione ambientale connettività reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*. Provincia di Roma - Assessorato alle politiche ambientali, Agricoltura e protezione civile, Roma.
- Becattini G. (1991), *Il distretto industriale marshalliano come concetto socio-economico*, in *Studi e informazioni, distretti industriali e cooperazione fra le imprese*, a cura di F. Pyke, G. Becattini e W. Sengerberger, Banca Toscana Quaderni.
- Belardi P., Bianconi F., Bonci A., Bori S., Menchetelli V. (2007), *Umbria metropoli diffusa: dagli Appenini alle valli*, in *L'evoluzione del fondovalle: Imprevedibili prospettive di sviluppo dei territori vallivi senza disegno*, Roberto de Rubertis (a cura di), Officina Edizioni, Roma, pp 109-135.
- Belardi P., Bianconi F., Bonci A., Bori S., Menchetelli V., Seghino F. (2005), *La costa umbra del lago Trasimeno*, in *La riva perduta, piano di monitoraggio e di riqualificazione delle fasce costiere italiane*, Roberto de Rubertis (a cura di), Officina Edizioni, Roma, pp 295-335.
- BELLINCIONI G. (1941), *Il mistero della Firenze romana*, Atti della Società Colombaria Fiorentina, Firenze.
- Bennet P. (1999), *Making water visible*, in *Landscape architecture magazine*, n°4/1999, pp.70-75.
- Benvenuti M., Mariotti-Lippi M., Pallecchi P., Sagri M. (2006), *Late-Holocene catastrophic floods in the terminal Arno River (Pisa, Central Italy) from the story of a Roman riverine harbour*, *The Holocene* 16.
- Berni M. (2014), *L'approccio del caso-studio nell'estimo e nella valutazione: aspetti metodologici*. Valori e valutazioni, vol. 12.
- Bettini V., Canter L.W., Ortolano L. (2000), *Ecologia dell'impatto ambientale*, UTET, Torino.
- Bevilacqua P. (2006), *La Terra è finita. Breve storia dell'ambiente*, Editori Laterza, Roma-Bari.
- Bianconi F. (2005), *Segni digitali*, Morlacchi Editrice, Perugia.
- Bianconi F., Empler T., Bagagli R. (2006), *Rappresentazione del paesaggio, modelli virtuali per la progettazione ambientale e territoriale*, DEI Tipografia del genio civile, Roma.
- Bini C. (2017), *Mitigazione rischio idraulico, Rossi: "Investimenti e manutenzione, strada per Toscana più sicura"*, in *Toscana Notizie* (31.05.2017).
- Boise State University (2015), *River by Design*, Investigate Boise Community Research Series, 6.
- Braioni M. G., Barioni A., Salmoiraghi G. (2005), *Valutazione integrata del Sistema Fiume – Corridoio Fluviale mediante Indici ambientali e paesaggistici. I casi studio: Adige e Cordevole*, in *Quaderni di Valutazione Ambientale (QVA – Studi 2)*, Ed. Associazione Analisti Ambientali, Milano.
- Bresciani E. (2000), *Sulle rive del Nilo*, Editori Laterza, Bari.
- Cafagno M. (2007), *Principi e strumenti di tutela dell'ambiente*, Giappichelli editore, Torino.
- Caivano A.M. (2003), *Rischio idraulico ed idrogeologico*, EPC libri, Milano.

- Calamini G., Nocentini S. (2012), *Linee guida per la gestione della vegetazione di sponda dei corsi d'acqua secondo criteri di sostenibilità ecologica ed economica*, Regione Toscana.
- Canuti P. e Sacconi P. (a cura di) *La dinamica fluviale del fiume Arno*, in collaborazione con: Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ministero per l'Università e la Ricerca Scientifica e Tecnologica, Autorità di Bacino del fiume Arno, Università di Firenze – Dip. di Scienze della Terra, Università di Perugia – Dip. di Ingegneria Ambientale.
- Capaldo G., Volpe A. (2012), *Project management: principi, metodologie e applicazioni per il settore delle opere civili*, McGraw-Hill.
- Caporali E., Rinaldi M., Casagli N. (2005), *The Arno River Floods*, *Giornale di Geologia Applicata*, 1.
- Carbonari A., Mezzanotte M. (2006), *Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio*, Prov. Autonoma di Trento, Servizio ripristino e valorizzazione ambientale, Litotipografia Alcione, Trento.
- Carle L. (2012), *Dinamiche identitarie, antropologia storica e territori*, Firenze University Press, Firenze.
- Carrà M., Gasparri W., Marzuoli C. (a cura di) (2012), *Diritto per il governo del territorio*, Il Mulino, Bologna.
- Casagli N., Fazzuoli M., Focardi P., Garzonio C., Iotti A., Pandeli E., Tarchiani U., Vannucci P. (1993), *Deformazioni Gravitative Profonde in Toscana: aspetti geologici, geomorfologici e geotecnici di alcune aree rappresentative*, CNR-GNDICI - Società Geologica Italiana, Firenze.
- Casagrande L., Cavallini P., Frigeri A., Furieri A., Marchesini I., Neteler M. (2013), *GIS Open Source. GRASS GIS, Quantum GIS e SpatiaLite. Elementi di software libero applicato al territorio*. Dario Flaccovio Editori, Palermo.
- Casagrande L., Cencetti C., De Rosa P., Fredduzzi A., Martinelli A., Minelli A. (2011), *L'utilizzo dei GFOSS nel calcolo dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM) dei corsi d'acqua*. Atti del Convegno FOSS4G-it: Trento 2011 - XII Meeting degli utenti italiani GRASS e GFOSS (Trento, 9-11 febbraio 2011), *Geomatic Workbooks*, 10.
- Castany G. (1982), *Idrogeologia, principi e metodi*, Dario Flaccovio editore, Palermo.
- Cecchi S. (2016), *Le piene? Le dighe non ci salveranno. «Solo "sentinelle" in caso di allerta»*. Valrdarno, viaggio a Levane e la Penna, impianti nati per produrre energia, in *La Nazione*, 9 novembre 2016, pp.20-21.
- Cencetti C. & Tacconi P. (2011), *L'approccio morfologico-sedimentario nello studio della dinamica fluviale*. In: M. Bastiani (a cura di), *Contratti di fiume. Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrografici. Approcci – Esperienze – Casi studio*, Collana SIGEA di Geologia Ambientale (Dario Flaccovio Editore, Palermo).
- Cencetti C. (2002), *La cartografia storica come strumento per lo studio dell'evoluzione degli alvei fluviali*. Atti della 6a Conferenza Nazionale ASITA, Geomatica per l'Ambiente, il Territorio e il Patrimonio culturale, (Perugia, 5-8 novembre 2002), Vol. I.
- Cencetti C. (2015), *Lo studio della dinamica degli alvei fluviali per la progettazione di opere di sistemazione e di mitigazione del rischio geologico-idraulico*. *InformaGeologi* (Notiziario dell'Ordine dei Geologi della regione Umbria), 2.
- Cencetti C., Conversini P., Ribaldi C., Tacconi P. (1996), *Fenomeni di sbarramento naturale d'alveo nei corsi d'acqua dell'Appennino centrale*. Atti del Convegno Internazionale "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica" (Alba, 5-7 novembre 1996), 1.
- Cencetti C., Conversini P., Ribaldi C., Tacconi P. (2000), *Alvei fluviali: metodologia di analisi e rappresentazione cartografica dei caratteri di dinamica fluviale dei sistemi alveo – pianura*. *Acque Sotterranee*, 67.

- Cencetti C., De Rosa P., Fredduzzi A. (2014), *Evoluzione morfologico-sedimentaria dell'alveo del F. Paglia (bacino del F. Tevere) nella sua bassa valle*. Atti del Convegno "Dialogo intorno al Paesaggio. Percezione, Interpretazione, Rappresentazione" (Perugia, 19-22 febbraio 2013), Culture Territori Linguaggi, 4.
- Cencetti C., De Rosa P., Fredduzzi A., Tacconi P. (2013), *Analysis of the morpho-sedimentary evolution of River Paglia (River Tiber basin) after an extreme flood event*. Atti del Congresso FIST "GEOITALIA 2013 – IX Forum di Scienze della Terra" (Pisa 16-18 settembre 2013), Epitome, Sessione 34.
- Cencetti C., Fredduzzi A. (2007), *GIS e cartografia storica nell'analisi della dinamica fluviale del F. Sinni (Basilicata)*. Atti della 11a Conferenza Nazionale ASITA (Torino, 6-9 novembre 2007), 1.
- Cencetti C., Fredduzzi A., Marchesini I. (2001), *Dinamica fluviale e condizioni di rischio nella valle del Torrente Chiani (Bacino del Fiume Tevere, Umbria meridionale)*. 3° Forum Italiano di Scienze della Terra FIST "GEOITALIA 2001" (Chieti, 5-8 settembre 2001), Vol. Riassunti.
- Cencetti C., Fredduzzi A., Marchesini I. (2002), *Evoluzione e dinamica dell'alveo del torrente Chiani (Umbria): problemi di rischio geologico-idraulico e di conservazione dell'ambiente fisico*. Atti del Convegno Nazionale "Conservazione dell'ambiente e rischio idrogeologico" (Assisi, 11-12 dicembre 2002), CNR-GNDCI.
- Cencetti C., Scarinci A., Sacconi P. (2001) *Analisi morfologico-sedimentaria degli alvei naturali e dinamica fluviale: una metodologia di studio* Documenti del territorio, Roma, Centro Interregionale di Coordinamento e Documentazione per le Informazioni territoriali, anno XIV, numero 46, pagg.16/27.
- Cencetti C., Scarinci A., Tacconi P. (2001), *Analisi morfologico-sedimentaria degli alvei naturali e dinamica fluviale: una metodologia di studio*. Documenti del Territorio, 46
- Cencetti C., Tacconi P. (2005), *The Fluvial Dynamics of the Arno River*. Giornale di Geologia Applicata, 1.
- Chapman J. L., Reiss Michael J. (1994), *Ecologia. Principi e applicazioni*, Zanichelli, Bologna.
- Chorley R., Schumm S., Sugden D. (1984), *Geomorphology*, Edition Methuen.
- Ciardi L. (2016), *Il cemento ha raddoppiato il rischio. L'Arno vittima di condoni e ritardi*, 10 novembre 2016, p.24.
- Ciardi L. (2016), *L'Arno è una minaccia costante. Tranquilli? Non prima di 5 anni*, in La Nazione, 8 novembre 2016, p.18.
- Ciardi L. (2016), *Figline, l'impianto per domare l'Arno. Ridurrà del 10% la portata delle piene*, in La Nazione, 11 novembre 2016, p.22.
- Ciardi L. (2016), *Paesaggio, un patrimonio a rischio. «Il territorio non va abbandonato*, in La Nazione, 18 gennaio 2016, pp.22-23.
- Ciardi L. (2016), *Quattro 'casce' per domare l'Arno. Ma non le avremo prima del 2019*, in La Nazione, 13 novembre 2016, p.22.
- Ciardi L. (2016), *Quattro invasi per il basso Valdarno. Ma soltanto uno è stato realizzato*, in La Nazione, 22 novembre 2016, p.22.
- Cicacci S., Fredi P., Lupia Palmieri E., Pugliese F., *Contributo dell'analisi geomorfica quantitativa alla valutazione dell'entità dell'erosione nei bacini fluviali*, Bollettino della Società Geologica Italiana.
- Ciciotti E., Rizzi P. (2005), *Politiche per lo sviluppo territoriale. Teorie, strumenti, valutazione*, Carocci, Roma.
- Cinti D. (2008), *Progetto di paesaggio. Il bacino di Montedoglio e la golenia del Tevere in Valtiberina toscana*, Firenze.
- Cipolla C. (1996), *Teoria della metodologia sociologica. Una metodologia integrata per la*

- ricerca sociale, Milano, Angeli.
- Commissione-Europea (2013), *Superfici impermeabili, e costi nascosti. Alla ricerca di alternative all'occupazione e all'impermeabilizzazione dei suoli*.
- CONEDERA C., ERCOLI A. (1973), *Elementi geo-morfologici della piana di Firenze dedotti dalla foto interpretazione*, L'Universo, 53.
- Coslop D. (2001), *Tecniche delle sistemazioni idraulico forestali*. Calderini, Edagricole.
- Crosta P.L. (1998), *Politiche. Quale conoscenza per l'azione territoriale*, FrancoAngeli, Milano.
- Dainelli N., Bonechi F., Spagnolo M., Canessa A. (2008), *Cartografia Numerica*, Dario Flaccovio editore, Palermo.
- Davis W. M. (1909), *Geographical Essays*, Ginn, Boston.
- Dente B. (2011), *Le decisioni di policy*, Il Mulino, Bologna.
- Dinetti M. (2009), *Biodiversità urbana*, Bandecchi & Vivaldi, Pisa.
- Donolo C. (2005), *Dalle politiche pubbliche alle pratiche sociali nella produzione di beni pubblici? Osservazioni su una nuova generazione di policies*, Stato e mercato, n. 73.
- Ercolini M. (2006) *Dalle esigenze alle opportunità la difesa fluviale occasione per un progetto di "paesaggio terzo"*, FIRENZE UNIVERSITY PRESS.
- Evers M. (2016), *Integrative river basin management: challenges and methodologies within the German planning system*. In: Environ Earth Sci (2016), Springer Berlin Heidelberg.
- Fanfani D. (2016), *La governance integrata delle aree agricole periurbane. Una prospettiva bioregionale fra pianificazione e progetto di territorio*. AGRIREGIONEUEUROPA, vol. 44
- Fanfani D., Perrone C. (2012), *Progetti territoriali per il paesaggio: livelli e strumenti del progetto paesaggistico del PIT*. In: D. Poli. Regole e progetti per il paesaggio. Verso il nuovo piano paesaggistico della Toscana, pp. 63-74, Firenze: Firenze University Press
- Farina A. (2001), *Ecologia del paesaggio. Principi, metodi e applicazioni*, UTET Libreria, Torino.
- Farina A. (2004), *Verso una scienza del paesaggio*, Alberto Perdisa Editore, Divisione Università, Città di Castello (PG).
- Fichera F. (2016), *Arno, 55 milioni restano sulla carta. «Il governo ci dia subito un anticipo»*, in La Nazione, 9 novembre 2016, p.23.
- Fichera F. (2016), *Le opere "lumaca" per l'Arno. Rinvii e ritardi, ecco gli anni sprecati*, in La Nazione, 16 novembre 2016, p.23.
- Fisichella D. (2003), *Lineamenti di scienza politica*, Carocci Editore.
- Foray D. (2006), *L'economia della conoscenza*, Il Mulino, Bologna.
- Freschi A.L, Nocentini G, Dinardo F. (2003), *Interventi di ingegneria naturalistica in Toscana. Prime esperienze di monitoraggio*, ARSIA – Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale.
- Galli G. (a cura di), (2006), *Linee guida per la caratterizzazione della Biodiversità nelle fasce fluviali, casi studio per l'Arno*, AdB Arno, Nuova Grafica Fiorentina, Firenze.
- Garzonio C.A. (2000). *L'idrogeomorfologia del Chianti e le sistemazioni idraulico-agrarie tradizionali*. In: Baldeschi. Il Chianti Fiorentino: un progetto per la tutela del paesaggio, Editori Laterza, Bari.
- Garzonio C.A. (2007), *Il contributo delle analisi geologiche alla ricerca sul paesaggio e lo studio dei paesaggi geologici*. In: G.Ferrara, G. Rizzo, M.Zoppi. Paesaggio: didattica, ricerche e progetti, Firenze University Press, Firenze.
- Garzonio C.A. (2012), *I caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici*. In: Daniela Poli. Regole e progetti per il paesaggio, Firenze University Press, Firenze.
- Gaudenzio P. (a cura di) (1998), *Fiori e Piante alla Spezia e Lunigiana*, Società editrice

- ligure apuana, La Spezia.
- Giacomazzi S. (2012), *La rinascita dei fiumi: dai piani ai contratti*, in Contesti. Città, territori, progetti, Firenze University Press, n° 1/2012, pp. 94-97
- Giuntini D. (2005), *Pericolosità e rischio di frana e pianificazione: un caso di studio nel bacino del fiume Magra*. Tesi Dottorato, Università di Pisa.
- Giupponi C., Fassio A. (2007), *Agricoltura e acqua: modelli per una gestione sostenibile*, Il Mulino, Bologna.
- Glotfelty C., Quesnel E. (2014), *The Biosphere and the Bioregion: Essential Writings of Peter Berg*, Taylor & Francis Ltd, GB.
- Gomarasca M.A. (2000), *Introduzione a telerilevamento e GIS per la Gestione delle Risorse Agricole e Ambientali*, Edizioni Associazione Italiana di Telerilevamento, Milano.
- Greppi M. (2009), *Idrologia* (seconda edizione), Hoepli, Milano.
- Grillotti di Giacomo M. G. (), *Atlante tematico delle acque d'Italia*.
- Guccione B. (2009), *I parchi fluviali nella costruzione del paesaggio urbano*, in Contesti. Città, territori, progetti, Firenze University Press, n° 10/2009, pp. 93-101.
- Guccione M. e Schilleci F. (a cura di) (2010), *Le reti ecologiche nella pianificazione territoriale ordinaria*. Rapporti 116/2010, ISPRA, Roma.
- Heinrich D., Hergt M. (1998), *Atlante di ecologia. Fondamenti, ecologia generale, ecosistemi, problemi globali e soluzioni possibili*, Hoepli, Milano.
- Iacoponi L. (2004), *La complementarità fra città e campagna per lo sviluppo sostenibile: il concetto di bioregione*, in Rivista di Economia Agraria, LIX/n.4, Dicembre.
- ISPRA (2013), *Linee guida per la valutazione del dissesto idrogeologico e la sua mitigazione attraverso misure e interventi in campo agricolo e forestale*, Roma.
- ISPRA (2014). *Il consumo di suolo in Italia*, ISPRA, Rapporti, Roma.
- Jones A. et al. (2013), *Soil Atlas of Africa. European Commission Stream and Watershed Restoration: A Guide to Restoring Riverine Processes*.
- Kempe C. (1990), *An Estimation of the Value of Special Weather Forecasts in a Pilot Project for Road Authorities in Sweden*, Proceedings of the Technical Conference on Economic and Social Benefits of Meteorological and Hydrological Services, Geneva.
- Legambiente (2012), *Cemento Spa. Mafie, corruzione e abusivismo edilizio: numeri, storie e misfatti di chi sta saccheggiando il Nord*, in Legambiente (14.07.17).
- Leonard L. R. (2001), *Beavers*, Voyageur Press.
- Littlewood C. (2000), *Greenway della Battaglia di Pavia. Progetto di una via verde pedonale e ciclabile per la certosa di Pavia sul Fiume Ticino*, in Architettura del paesaggio, n°5/2000, Associazione italiana di architettura del paesaggio - Edifir, Firenze, pp. 38-45.
- Maggio M. (2014), *Invarianti strutturali nel governo del territorio*, Firenze University Press.
- Magnaghi A. (2000), *Il progetto locale*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Magnaghi A. (2010), *Il progetto locale*, Boringhieri, Torino.
- Magnaghi A. (2014), *I contratti di fiume in Italia: la ricerca-azione, fra regole e progetti, dispense della lectio magistralis tenuta in occasione del IX tavolo dei Contratti di fiume*, Venezia 18-19 novembre 2014 (dispense).
- Magnaghi A., Fanfani D. (2010), *Patto città-campagna. Un progetto di Bioregione Urbana per la Toscana centrale*, Alinea, Firenze.
- Malcevski S. (2010), *Reti ecologiche polivalenti, infrastrutture e servizi ecosistemici per il governo del territorio*, Il Verde editoriale, Milano.
- Mannoni T., Calcagno Maniglio A., Nespolo L. (2012), *Alta Lunigiana: percorsi, insediamenti, segni storici del paesaggio. I comuni di Pontremoli e Zeri*. Pacini Ed, Pisa.
- Mannucci M. (2008) (a cura di), *Arno amore mio. Un viaggio in battello*, Tagete Edizioni,

Pontedera.

- Mantigliani L. (2016), *Ombrone sorvegliato special. Quello che si è fatto non basta*, in La Nazione, 23 novembre 2016, p.23.
- Marra A., Pensi S. e Priorelli G. (a cura di) (2001) *Il Tevere, nostro compagno di viaggio*, Provincia di Perugia – Assessorato alle Politiche ambientali, Area Promozione Risorse Ambientali, Servizio protezione Ambientale e Parchi, Perugia.
- Mazzotta A. (2007), *L'acqua: materia per l'immagine del paesaggio costruito*, ALINEA EDITRICE.
- McHarg I. (1969), *Progettare con la natura*, Franco Muzzio Editore, Padova.
- Melis A. (1999), *Corporate Governance, un'analisi empirica della realtà italiana in un'ottica europea*, Giapichelli Editore.
- Menegazzi G., Palmeri P. (2007), *Il dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica*, Regione Lazio.
- Mennella C. (1967), *Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio*. Volume 3. Frat. Conte Editori.
- Milani R. (2008), *L'arte del paesaggio*, Il Mulino, Bologna.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (a cura di) (2013), *Pianificazione territoriale provinciale e rischio idrogeologico - Previsione e tutela*, Unione Province d'Italia.
- Mogorovich P., Mussio P. (1988), *Automazione del Sistema Informativo territoriale. Elaborazione Automatica dei Dati Geografici*, Masson, Bologna.
- Molino P. (2015), *Novità legislative: Legge n. 68 del 22 maggio 2015, recante "Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente*, in Corte di Cassazione (14.07.2017).
- Monacci F., Cavalli S., Sani A. (2012), *Zone umide artificiali*, Zoumgest, Provincia di Pisa.
- Morozzi F. (1762), *Dello Stato antico e moderno dell'Arno e delle cause e de' rimedi delle sue inondazioni*.
- Morozzi F. (1766), *Ragionamento storico-matematico*, Stecchi, Firenze.
- Naldini M. (2016), *La città salvata dai giovani fiorentini. Quei ragazzi, i veri angeli del fango*, in La Nazione, 25 ottobre 2016, p.22.
- Nardini A., Sansoni G. (a cura di) (2006), *CIRF. La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. Mazzanti editori, Venezia.
- Neri M. (2016), *Notte di paura per il Serchio*, in Il Tirreno, 6 novembre 2016, pp.X-XI.
- North D. (2006), *Capire il processo di cambiamento economico*, Il Mulino, Bologna.
- O'Connor J. E., Beebe R. A. (2009), *Floods from natural rock-material dams*, in: Burr D., Carling P., Baker V., Megafloods on Earth and Mars, Cambridge University Press.
- Odum, E. P. (1988), *Basi di Ecologia*. Piccin edizione italiana a cura di L. Rossi, Milano.
- Osservatorio Ambiente e Legalità di Legambiente (2010), *Ecomafia 2010*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Ottonello G., Fincato G.B., Brozzo G., Marini L. (2005), *Atlante degli acquiferi della Liguria*. Pacini editore, Genova.
- Paci M. (2011), *Ecologia forestale. Elementi di conoscenza dei sistemi forestali applicati alla selvicoltura*, Edagricole, Bologna.
- Palazzo A, et al (1990), *Le scienze dell'uomo e la "Questione" ambientale*, Giardini, Pisa.
- Pallecchi P. (2010), *Le motivazioni di un insediamento umano. Morfologia e conformazione del territorio fiorentino*. In: PAGNI M. (a cura di), *Atlante archeologico di Firenze*. Polistampa, Firenze.
- Palumbo A. (2015), *La Riqualificazione Fluviale come strumento per la mitigazione dei rischi idraulici e idrogeologici*, in Atti della XVIII Conferenza Nazionale SIU. Italia '45-'45. Radici, Condizioni, Prospettive, Venezia, 11-13 giugno 2015, Planum Publisher,

Roma Milano 2015.

- Palummo A. (2015), *Gestione e ripristino del territorio in aree soggette a rischio idraulico/idrogeologico attraverso la Riqualificazione Fluviale*, in Atti della 19° Conferenza Nazionale ASITA, Milano 2015.
- Palummo A. (2015), *La Riqualificazione Fluviale come strumento di rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e di valorizzazione dei servizi ecosistemici*, in Atti IX Giornata di Studio "Infrastrutture blu e verdi, reti virtuali, culturali e sociali", INU 2015.
- Palummo A. (2016), *Mitigazione del rischio attraverso la gestione della vegetazione in un'ipotesi di riqualificazione fluviale*, in Atti IDRA16 - XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Bologna 2016.
- Palummo A. (2017), *Premium Agricultural Measures for Hydraulic and Hydrogeological Risk Mitigation*, *Modern Environmental Science and Engineering*, Volume 3, No. 7.
- Palummo A. (2017), *From the road sign to the map: 3d modeling in support of the urban and rural road conditions*, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLII-5/W1, 77-80.
- Panizza M. (1990), *Geomorfologia applicata*, La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Paolini M., Vacis G. (1993), *Il racconto del Vajont*.
- Parigi G. (2016), «Fu il diluvio della povera gente». *Tutta la Maremma finì sommersa*, in *La Nazione*, 11 novembre 2016, p.22.
- Pearce F. (2011), *Un pianeta senz'acqua, viaggio nella desertificazione contemporanea*, Il Saggiatore, Milano.
- Perosino G. C. (2012), *Scienze della Terra*.
- Poli D. (a cura di) (2011), *Il progetto territorialista*, All'Insegna del Giglio, Firenze.
- Poli D. (2011), *Le strutture di lunga durata nei processi di territorializzazione*. URBANISTICA, vol. 147.
- Poli D. (a cura di) (2012), *Regole e progetti per il paesaggio. Verso il nuovo piano paesaggistico della Toscana*. Firenze: Firenze University Press.
- Poli D. (a cura di) (2013), *Agricoltura paesaggistica. Visioni, metodi, esperienze*, Firenze University Press, Firenze.
- Poli D. (2014), *Dallo statuto del territorio alle norme figurate in Magnaghi A. (a cura di), La regola e il progetto: un approccio bioregionalista alla pianificazione territoriale*, Firenze University Press, Firenze.
- Poli D. (2015), *La nuova categoria di spazio pubblico territoriale nella bioregione urbana fra parco agricolo multifunzionale e contratto di fiume*. In: AA.VV. Atti della XVIII Conferenza Nazionale SIU. Italia '45-'45. Radici, Condizioni, Prospettive, Venezia 11-13 giugno 2015, pp. 381-388, Roma-Milano: Planum Publisher.
- Poli D. (2015), *La sfida dei piani paesaggistici di nuova generazione: il caso toscano*. In: AA.VV. ASUP - Annuario di Storia dell'Urbanistica e del Paesaggio, n. 2/2014, pp. 147-152, Firenze.
- Poli D. (2016), *Prove di sintesi: le schede degli ambiti di paesaggio*. In: Marson A. (a cura di). *La struttura del paesaggio. Una sperimentazione multidisciplinare per il piano della Toscana*.
- Poli D. (2018), *Norme figurate per la pianificazione del paesaggio: dalla pratica autorizzativa a quella regolativa*, in "CRIOS" 15/2018, pp. 59-71, FrancoAngeli.
- Provincia di Firenze (1990), *Ad Arnum. Valutazioni sull'assetto territoriale della Provincia di Firenze: interpretazioni e indicazioni di metodo e operative*, Franco Casati Editore, Firenze.
- Regione Lombardia, Direzione Generale Reti e servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo sostenibile (2008), *Libro Blu - Tutela e gestione delle Acque in Lombardia*.
- Regione Toscana (2013), *Strategie e proposte per l'equilibrio naturale del territorio*, Atti

- giornata di studio tenutasi presso Palazzo Panciatichi, Firenze, 13 dicembre 2013.
- Regione Toscana, (2012), *Cosa insegna il fiume: le alluvioni in Lunigiana e all'Isola d'Elba e la difesa del territorio in Toscana*.
- Restoring Europe's Rivers (2013), *River by design*, Environmental Agency, Bristol.
- Rinaldi M. (2005), *Studio geomorfologico dei principali alvei fluviali nel bacino del Fiume Magra finalizzato alla definizione di linee guida di gestione dei sedimenti e della fascia di mobilità funzionale*, Relazione Finale Convenzione di Ricerca tra Autorità di Bacino del Fiume Magra e 105 Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Firenze.
- Rinaldi M. (2009), *Approfondimenti dello studio geomorfologico dei principali alvei fluviali nel bacino del fiume Magra finalizzato alla definizione di linee guida di gestione dei sedimenti e della fascia di mobilità funzionale*, Relazione Finale. Convenzione di Ricerca tra Autorità di Bacino del Fiume Magra e Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Firenze.
- Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M. (2011), *IDRAIM: manuale tecnico operativo per la valutazione e il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua*. ISPRA, Roma.
- Rinaldi, M., Simoncini, C., Sogni, D. (2005), *Variazioni morfologiche recenti di due alvei ghiaiosi appenninici: il F.Trebbia ed il F.Vara*. Geogr. Fis. Dinam. Quat. Suppl.VII, 313-319.
- Rizzuti E. (2013), *Catastrofi naturali o incuria dell'uomo?* Pellegrini Editore, Cosenza.
- Romani G. & Vinti G. (2006) *Storie lunghe un fiume – memorie e racconti del Tevere* Provincia di Perugia.
- Romano B. (2004), *Frammentazione ambientale e politiche di governo territoriale significati e potenzialità delle reti ecologiche nella pianificazione dei paesaggi culturali*, in Ri-Vista, n. 1, volume 2, University Press, Firenze.
- Rombai L. (1988), *L'uomo e il fiume ieri e oggi*, in Comune di Firenze e Consiglio di Quartiere 2, L'Arno in restauro. Un quartiere e le sue rive dall'alluvione al progetto, Nuova Grafica Fiorentina, Firenze.
- Rosa A. (2005), *Rischio idrogeologico*, Dario Flaccovio editore, Palermo.
- Sacco P.L. (2003), *Il distretto culturale: un nuovo modello di sviluppo locale?* in "Ottavo rapporto sullefondazioni bancarie", supplemento a "Il Risparmio", anno LI, n. 3.
- Sacco P.L. e Blessi G.T. (2005), *Distretti culturali evoluti e valorizzazione del territorio* in "Global&Local Economic Review", Edizioni Tracce.
- Sacco P.L., Ferilli G., Blessi G.T., Dragone D., Viganò F., Lavagna M., Borghesi S., Carlei V., Comunian R., Hinna A., Conti C., Pasini E., Nuccio M., Randaccio V.S., Rossi F. (2012), *Cultura e sviluppo locale. Verso il distretto culturale evoluto*, Il Mulino, Bologna.
- Sanna, S. (2003), *Sistemazioni Idraulico Forestali nella difesa del suolo, Approcci metodologici di studio per ottimizzare il rapporto uomo-territorio*, Flaccovio, Palermo.
- Sargolini M. (2012), *Paesaggi urbani di qualità per la città sostenibile*, in Talia M., Sargolini M. (a cura di), *Ri-conoscere e ri-progettare la città contemporanea*, Franco Angeli, Milano (pag. 83–100).
- Sargolini M. (2015), *le reti ecologiche e la pianificazione delle aree naturali protette e dal rischio idrogeologico al progetto di paesaggio*, AA.VV. Atti della XVIII Conferenza Nazionale SIU. Italia '45-'45. Radici, Condizioni, Prospettive, Venezia, 11-13 giugno 2015, Planum Publisher.
- Sargolini M., Baiocco R. (2011), *Città e natura, economia e benessere*, in Urbanistica Informazioni, 237.
- Sasso L. (a cura di) *La continuità e lo specchio - Progettare architetture e paesaggi fluviali* Edizioni Lybra Immagine.

- Scelfo U. (), *Scempi ambientali: problemi giuridici di tutela degli ecosistemi nelle diverse epoche storiche*, Nardini Editore.
- Scoccianti C. (2006), *Ricostruire reti ecologiche nelle pianure. Strategie e tecniche per progettare le nuove zone umide nelle casse di espansione, dieci interventi a confronto nel bacino dell'Arno*, Autorità di Bacino del Fiume Arno, Firenze.
- Serpieri A. (1930), *La legge sulla bonifica integrale nel I anno di applicazione*, Roma.
- Serpieri A. (1948), *La bonifica nella storia e nella dottrina*, Bologna.
- Simonetti P. (2005), *Rischio Ambientale*, Dario Flaccovio editore, Palermo.
- Siracusa L. (2011), *L'attuazione della normative europea sull'ambiente tramite il diritto penale*, in *Diritto Penale Contemporaneo* (14.07.17).
- Snyder G. (1995), *A Place in Space: Ethics, Aesthetics, and Watersheds*, Counterpoint.
- Solgaard, A., Rucevska, I., Neumann, C., Cavaliere, C., Lutz, S. Fernagut, M. and Julseth, M. (2012), *Vital Graphics on Payment for Ecosystem Services: Realising Nature's Value*. GRID-Arendal.
- Supino F. (1989), *Idrobiologia applicata*, Hoepli, Milano.
- Sznura F. (2010), *Fiumi e laghi toscani fra passato e presente. Pesca, memorie, regole*, Aska edizioni, Firenze.
- Tacconi P., Benci L., Cazzaroli G., Cencetti C., Citter E., Tacconi Stefanelli C. (2009), *Energia idroelettrica sostenibile e dinamica fluviale: le traverse sul F. Arno*. Atti del 3° Congresso Nazionale AIGA (S. Giovanni Valdarno, 25-27 febbraio 2009).
- Talia M., Sargolini M. (2012), *Ri-conoscere e ri-progettare la città contemporanea*, FrancoAngeli, Milano.
- Todaro V. (2010), *Reti ecologiche e governo del territorio*, Franco Angeli, Milano.
- Tomasello M.R. (2016), *Il Tanaro straripa. Incubo alluvione*, in *La Nazione*, 25 novembre 2016, p.2.
- Toscano M.A. (a cura di) (1999), *Dall'incuria all'illegalità, i beni culturali alla prova della conoscenza collettiva*, Il Grandevetro Jaca Book, Santa Croce sull'Arno (PI).
- Trevor H. A. (1992), *Roman Aqueducts & Water Supply*, Duckworth, London.
- Ubertini L. (2009), *Società Geologica Italiana, La mitigazione del rischio idraulico*.
- Vallerini L. (2006), *Maremma, la sfida del future. Il nuovo Piano del Parco Regionale della Maremma*, in *Architettura del paesaggio*, n°15/2006, Associazione italiana di architettura del paesaggio - Edifir, Firenze, pp. 62-68.
- Veza P., Zanin A., Parasiewicz P. (2017), *Manuale tecnico-operativo per la modellazione e la valutazione dell'integrità dell'habitat fluviale*, ISPRA.
- Winfried E.H. Blum (2014), *Ecoscienza Numero 6*, Istituto per la ricerca sul suolo, Università di Risorse naturali e scienze della vita (BOKU), Vienna, Austria.
- Woodget A. (2014), *Quantifying submerged fluvial topography using hyperspatial resolution UAS imagery and structure from motion photogrammetry*.
- Zerunian S. (2004), *Pesci delle acque interne d'Italia*, Quad. Cons. Natura, 20, Min. Amb., Ist. Naz. Fauna Selv. Ozzano Emilia.

Filmografia

Mugnone e Terzolle: due torrenti storici da salvaguardare e riqualificare (2008), Regione Toscana e Arpat (cd rom).

L'alluvione di Firenze (2006), La Nazione – RAI Trade (dvd).

Explore the river. Bull trout, tribal people, and the Jocko River (2011), Confederates Salish and Kootenai Tribes (dvd).

L'Arno è anche un fiume (2012), regia di Vittorio Tognatti, Vivavoce e Il Grandevetro, (dvd).

L'Alluvione ha sommerso... (2016), regia di Luca Dal Canto:
<http://www.lucadalconto.com/videos>.

Altri riferimenti

AAPA - American Association of Ports Authorities <http://www.aapa-ports.org/>.

Mostra: "Questo è il mio fiume. Suggestioni, memorie della storia dell'Arno. Pittura, fotografia, installazioni", Circolo Il Grandevetro, Villa Pacchiani, S.Croce sull'Arno 3-31 marzo 2012 (catalogo).

Ciclo di convegni: "Ombrone. La storia di una tragedia. La forza di un popolo. 50° anniversario dell'alluvione 1966-2016", Consorzio 6 Toscana Sud, 22 settembre – 7 dicembre 2016 (opuscolo).

Firenze Alluvione <http://www.firenzealluvione.it/> 13.03.17.

Mostra: "4 Novembre 1966. L'Arno straripa a Firenze. La Nazione e l'alluvione in Toscana", via Paolieri 2, Firenze, 4-27 Novembre 2016 (opuscolo).

Mostra: "RIVA. Visioni, raccoti e suoni dal fiume", Programma Sensi Contemporanei per la Toscana - Le Murate. Progetti Arte Contemporanea, Firenze, 18 novembre 2016 – 28 gennaio 2017 (opuscolo).

Campagna informativa: "Save the heart of the Amazon – Una mega-diga idroelettrica minaccia il cuore dell'Amazzonia", Greenpeace [2016] (opuscolo).

Giornata di studio "Terremoti e monumenti. Teorie, pratiche, normative", Centro Arte e Cultura, piazza San Giovanni 7, Firenze, 14 dicembre 2016 (opuscolo).

Progetto "Agricol-lura: Terre nuove per nutrire il future", Fondazione Lombardia per l'Ambiente [2013] (volantino).